

Волинський національний університет  
імені Лесі Українки

**ГЕОГРАФІЧНИЙ ЧАСОПИС**  
Волинського національного університету  
імені Лесі Українки

Випуск 1



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2023

**ВСТУПНЕ СЛОВО  
ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА  
ДО ПЕРШОГО ВИПУСКУ ЧАСОПISУ**

Щиро вітаю редакційну колегію, авторів і читачів «Географічного часопису Волинського національного університету імені Лесі Українки» з виходом першого випуску!

Для нас це приємна подія й водночас дуже відповідальна, оскільки наше видання є не лише для наукового обміну та плідної співпраці вчених із різних країн, а й апробаційним майданчиком для молодих науковців. У часописі розглядатимуться теоретичні та прикладні проблеми, які висвітлюватимуть актуальні питання з усіх напрямів географічної науки, у тому числі з фізичної, суспільної та рекреаційної географії, географії туризму, географічного краєзнавства та краєзнавства, географічної картографії, геоінформатики, геоєкології, методики викладання географії тощо. Статті публікуватимуться українською, англійською, німецькою, польською, іспанською, французькою та іншими офіційними мовами ЄС. Часопис виходитиме два рази упродовж року. Його засновниками є: Волинський національний університет імені Лесі Українки та Волинський відділ Українського географічного товариства. Журнал є продовжувачем «Наукового вісника Волинського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Географічні науки».

Запрошуємо до плідної співпраці всіх небайдужих до географічних проблем. Щиро сподіваюсь, що своєю науковою, дослідницькою, інформаційною, видавничою та суспільно корисною діяльністю ми й надалі сприятимемо налагодженню конструктивного діалогу та обміну думками між науковими школами України та світу, забезпечуючи тим самим розвиток вітчизняної географічної науки та її інтеграції до світового простору.

Бажаю всім миру, наснаги, успіху, нових творчих здобутків та натхнення у подальших наукових розвідках!

*З повагою та сподіваннями на плідну співпрацю, головний редактор, доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри туризму та готельного господарства Волинського національного університету імені Лесі Українки*

**Леонід ІЛЬІН**

**INTRODUCTORY WORD  
FROM THE CHIEF EDITOR  
OF THE FIRST ISSUE OF THE JOURNAL**

I sincerely welcome the editorial board, authors, and readers of the «Geographical Journal of Lesya Ukrainka Volyn National University» on the release of the first issue!

For us, this is a pleasant occasion and at the same time a very responsible one, as our publication serves not only as a platform for scientific exchange and fruitful cooperation among scholars from different countries, but also as a testing ground for young researchers. The journal will address theoretical and practical problems, highlighting current issues in all areas of geographical science, including physical, social and recreational geography, tourism geography, geographical country studies and local history, geographical cartography, geoinformatics, geoecology, geography-teaching methodology, and more. Articles will be published in Ukrainian, English, German, Polish, Spanish, French, and other official languages of the European Union. The journal will be published twice a year. Its founders are Lesya Ukrainka Volyn National University and the Volyn Department of the Ukrainian Geographical Society. The journal is a continuance of the «Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka Volyn National University. Series: Geographic Sciences».

We invite everyone interested in geographical issues to fruitful cooperation. I sincerely hope that through our scientific, research, informational, publishing, and socially beneficial activities, we will continue to contribute to the establishment of constructive dialogue and exchange of ideas between scientific schools in Ukraine and the world, thus, ensuring the development of domestic geographical science and its integration into the global arena.

I wish everyone peace, strength, success, new creative achievements, and inspiration in their future scientific endeavors!

*With respect and hopes for fruitful cooperation, Chief Editor, Doctor of Geographic Sciences, Professor, Head of the Tourism and Hotel Management Department, Lesya Ukrainka Volyn National University*

**Leonid ILYIN**

## Редакційна колегія

**Льїн Леонід Володимирович** – головний редактор, доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри туризму та готельного господарства, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна.

**Пугач Сергій Олександрович** – заступник головного редактора, доктор географічних наук, доцент, професор кафедри економічної та соціальної географії, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна.

**Фесюк Василь Олександрович** – заступник головного редактора, доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри фізичної географії, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна.

**Заставецька Леся Богданівна** – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри географії та методики її навчання, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Україна.

**Зелінські Артур** – доктор габілітований (географія), професор відділу геоморфології й геархеології Інституту географії й природничих наук Університету імені Яна Кохановського в Кельце, Республіка Польща.

**Косташук Іван Іванович** – доктор географічних наук, доцент, завідувач кафедри географії України та регіоналістики, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна.

**Кочан Наталія Несторівна** – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри міжнародних відносин і регіональних студій, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна.

**Лажнік Володимир Йосипович** – кандидат географічних наук, доцент, професор кафедри економічної та соціальної географії, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна.

**Маціас Анджей** – доктор габілітований (географія), професор відділу ландшафтної екології Університету імені Адама Міцєвича в Познані, Республіка Польща.

**Мельнійчук Михайло Михайлович** – кандидат географічних наук, доцент, професор кафедри фізичної географії, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна.

**Петлін Валерій Миколайович** – доктор географічних наук, професор, професор кафедри фізичної географії, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна.

**Погребський Тарас Георгійович** – кандидат географічних наук, доцент, завідувач кафедри економічної та соціальної географії, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна.

**Приходько Микола Миколайович** – доктор географічних наук, професор кафедри геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна.

**Троян Якуб** – доктор природничих наук, доцент кафедри географії природничого факультету Університету Масарика, Чеська Республіка.

**Уль Анна Володимирівна** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна.

**Хойнські Адам** – доктор габілітований (географія), професор відділу гідрології Університету імені Адама Міцєвича в Познані, Республіка Польща.

**Ющенко Юрій Сергійович** – доктор географічних наук, професор кафедри географії України та регіоналістики, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна.

**Пасічник Михайло Петрович** – відповідальний секретар, доктор філософії, старший викладач кафедри туризму та готельного господарства, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна.

## Editorial Board

**Ilyin Leonid Volodymyrovych** – Chairman of the Editorial Board, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Tourism and Hospitality, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine.

**Puhach Serhii Oleksandrovych** – Deputy Chairman of the Editorial Board, Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Economic and Social Geography, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine.

**Fesyuk Vasyl Oleksandrovych** – Deputy Chairman of the Editorial Board, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Physical Geography, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine.

**Zastavetska Lesya Bohdanivna** – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Geography and Methods of its Teaching, Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine.

**Zelinski Artur** – Doctor Habilitowany (Geography), Professor of the Department of Geomorphology and Geoarchaeology, Institute of Geography and Environmental Sciences at Jan Kochanowski University of Kielce, Republic of Poland.

**Kostashchuk Ivan Ivanovych** – Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Geography of Ukraine and Regional Studies, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine.

**Kotsan Nataliia Nestorivna** – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of International Relations and Regional Studies, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine.

**Lazhnik Volodymyr Yosypovych** – Candidate of Geographical Sciences (Ph. D.), Associate Professor, Professor of the Department of Economic and Social Geography, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine.

**Macias Andrzej** – Doctor Habilitowany (Geography), Professor of the Department of Landscape Ecology, Adam Mickiewicz University in Poznań, Republic of Poland.

**Melniichuk Mykhailo Mykhailovych** – Candidate of Geographical Sciences (Ph. D.), Associate Professor, Professor of the Department of Physical Geography, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine.

**Petlin Valerii Mykolaiovych** – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physical Geography, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine.

**Pohrebyski Taras Heorhiiovych** – Candidate of Geographical Sciences (Ph. D.), Associate Professor, Head of the Department of Economic and Social Geography, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine.

**Prykhodko Mykola Mykolaiovych** – Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Geodesy and Land Management, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine.

**Troyan Yakub** – Doctor of Natural Sciences, Associate Professor of the Department of Geography, Faculty of Natural Sciences, Masaryk University, Czech Republic.

**Uhl Anna Volodymyrivna** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Geodesy, Land Management and Cadastre, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine.

**Choinski Adam** – Doctor Habilitowany (Geography), Professor of the Department of Hydrology, Adam Mickiewicz University in Poznań, Republic of Poland.

**Yushchenko Yurii Serhiiiovych** – Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Geography of Ukraine and Regional Studies, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine.

**Pasichnyk Mykhailo Petrovych** – Executive Secretary of the Editorial Board, Doctor of Philosophy, Senior Lecturer of the Department of Tourism and Hospitality, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine.



Рекомендовано до друку вченою радою  
Волинського національного університету імені Лесі Українки  
(протокол № 8 від 29 червня 2023 року)

Науковий журнал «Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки» зареєстровано Міністерством юстиції України у 2023 році (Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації Серія КВ № 25487-15427Р від 14.03.2023 року)

Виходить 2 рази на рік

Офіційний сайт видання: [journals.vnu.volyn.ua/index.php/geography](http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/geography)

## **ЗМІСТ**

### **РОЗДІЛ I. ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ**

<b>Choiński Adam, Ilyin Leonid, Pasichnyk Mychailo, Skowron Rajmund, Zieliński Artur</b> Przykłady zarastania i zanikania jezior niżu polskiego i Polesia wołyńskiego Ukrainy.....	8
<b>Хільчевський Валентин, Забокрицька Мирослава, Плічко Людмила, Шевчук Олена</b> Хімічний склад води та йонний стік річок Західний Буг, Нарев та Вісла (басейн Балтійського моря).....	24
<b>Стельмах Валентина, Мельнічук Михайло</b> Лісові ландшафти басейну річки Случ (у межах Рівненської області).....	32
<b>Павловська Тетяна, Федонюк Микола, Рудик Олександр</b> Температурний режим повітря у Волинській області: хронологічний та хорологічний аспекти.....	39
<b>Чижевська Лариса, Карпюк Зоя, Полянський Сергій</b> Методика дослідження мікроклімату з метою просторового планування міста Луцька.....	49

## **РОЗДІЛ ІІ. ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ГЕОГРАФІЯ**

*Пуґач Сергій, Мезенцев Костянтин, Добровольська Наталія*

Просторовий вимір мережі мобільного зв'язку – кейс мережі Vodafone у західній Україні....59

*Погребський Тарас, Голуб Геннадій, Бейдик Наталія*

Суспільно-географічні особливості появи та поширення COVID-19 в Україні..... 67

## **РОЗДІЛ ІІІ. ГЕОГРАФІЯ ТУРИЗМУ ТА РЕКРЕАЦІЇ**

*Бейдик Олександр*

Опорні каркаси та структурно-логічні моделі як важіль пізнання  
рекреаційно-туристського конструкту.....75

*Лисюк Тетяна, Мірошніков Денис*

Скансени України – інноваційний напрям музейного туризму..... 86

## **РОЗДІЛ ІV. ГЕОЕКОЛОГІЯ ТА ГЕОІНФОРМАТИКА**

*Фесюк Василь, Приходько Микола, Гук Роман*

Екологічні проблеми Володимир-Волинської територіальної громади  
та шляхи їх вирішення..... 96

*Зацерковний Віталій, Гудак Василь, Савков Павло*

Аналіз хмарних сеймотектонічних індикаторів для прогнозування підземних поштовхів  
на основі дешифрування супутникових знімків.....105

# CONTENTS

## SECTION I. PHYSICAL GEOGRAPHY

<i>Choiński Adam, Ilyin Leonid, Pasichnyk Mychailo, Skowron Rajmund, Zieliński Artur</i> Examples of the growth and disappearance of lakes of the Poland lowland and the Volyn Polynesia of Ukraine.....	8
<i>Khilchevskiy Valentyn, Zabokrytska Myroslava, Plichko Liudmyla, Shevchuk Olena</i> Chemical Composition of Water and Ion Flow of Rivers Western Bug, Narev and Vistula (Baltic Sea Basin) .....	24
<i>Stelmakh Valentina, Melniichuk Mikhailo</i> Forest Landscapes of the Sluch River Basin (Within the Rivne Region).....	32
<i>Pavlovska Tetiana, Fedoniuk Mykola, Rudyk Oleksandr</i> Air Temperature in the Volyn Region: Chronological and Horological Aspects .....	39
<i>Chyzhevska Larysa, Karpiuk Zoia, Polianskyi Serhiy</i> Methodology of Microclimate Research for the Purpose of for Spatial Planning of the City of Lutsk.....	49

## SECTION II. ECONOMIC AND SOCIAL GEOGRAPHY

<i>Puhach Serhii, Mezentsev Kostyantyn, Dobrovolska Nataliia</i> Spatial Dimension of the Mobile Communication Network – a Case of the Vodafone Network in Western Ukraine .....	59
<i>Pohrebskyi Taras, Golub Gennadiy, Brynchuk Nataliia</i> Socio-Geographical Features of the Emergence and Spread of COVID-19 in Ukraine .....	67

## SECTION III. GEOGRAPHY OF TOURISM AND RECREATION

<i>Bedyk Oleksandr</i> Supporting frameworks and structural-logical models as a lever for understanding the recreational-tourist construct .....	75
<i>Lysiuk Tetiana, Miroshnikov Denys</i> Scans of Ukraine – an Innovative Direction of Museum Tourism .....	86

## SECTION IV. GEOECOLOGY AND GEOINFORMATICS

<i>Fesyuk Vasyl, Prykhodko Mykola, Huk Roman</i> Environmental Problems of Volodymyr-Volyn Territorial Community and Ways to Solve Them....	96
--	----

***Zatserkovnyi Vitaly, Hudak Vasyl, Savkov Pavlo***

Analysis of Cloud Seismotectonic Indicators for the Forecasting  
of Underground Post Offices Based on Deciphering Satellite Images.....105

## РОЗДІЛ I Фізична географія

UDC 556.5 + 556.18

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.01>

### **Adam Choiński**

profesor, doctor habilitowany,  
Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego,  
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu  
[adam.choinski@amu.edu.pl](mailto:adam.choinski@amu.edu.pl), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9006-0952>

### **Leonid Ilyin**

profesor, doctor nauk geograficznych,  
Wołyński Uniwersytet Narodowy im. Łesi Ukrainki  
[ilyinleo@ukr.net](mailto:ilyinleo@ukr.net), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4180-0544>

### **Mychailo Pasichnyk**

starszy wykładowca, Ph.D.,  
Wołyński Uniwersytet Narodowy im. Łesi Ukrainki  
[m.p.pasichnyk@gmail.com](mailto:m.p.pasichnyk@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8965-0629>

### **Rajmund Skowron**

doctor habilitowany, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej,  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
[rskowron@umk.pl](mailto:rskowron@umk.pl), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7411-5239>

### **Artur Zieliński**

profesor, doctor habilitowany,  
Instytut Geografii i Nauk o Środowisku, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach  
[artur.zielinski.kielce@gmail.com](mailto:artur.zielinski.kielce@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1672-7776>

## PRZYKŁADY ZARASTANIA I ZANIKANIA JEZIOR NIŻU POLSKIEGO I POLESIA WOŁYŃSKIEGO UKRAINY

**Abstrakt.** Badaniami objęto obszar Niżu Polskiego i Polesia Wołyńskiego Ukrainy, które cechuje się występowaniem znacznej liczby jezior polodowcowych. Celem podjętej pracy jest ocena stopnia zarastania i zanikania jezior na Pojezierzu Pomorskim, Mazurskim i Wielkopolskim oraz Wołyńskiego Polesia Ukrainy. Badania oparto na analizie powierzchni jezior i obszarów, które uległy w nich zarośnięciu roślinnością wynurzoną. Punktem wyjściowym były materiały opracowane na podstawie dokumentacji sporządzonej przez Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie w latach 1958–1968. Porównano je z danymi uzyskanymi z ortofotomap Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej pochodzące z lat 2010–2012. Dodatkowo dokonano jeszcze analizy wybranych obiektów w oparciu o ortofotomapy z lat 2020–2022.

Do oceny limnodynamiki jezior wołyńskich wykorzystano wskaźniki podane w pracach polskich badaczy jezior z lat 30. XX wieku, materiały Funduszu Geologicznego Ukrainy, Wołyńskiego Urzędu Zasobów Wodnych, zdjęcia satelitarne oraz własne badania ekspedycyjne.

**Słowo kluczowe:** jeziora w Polsce i Ukrainie, zmiany powierzchni roślin wynurzonych, zmiany powierzchni jezior.



**Choiński Adam, Ilyin Leonid, Pasichnyk Mychailo, Skowron Rajmund, Zieliński Artur. EXAMPLES OF THE GROWTH AND DISAPPEARANCE OF LAKES OF THE POLAND LOWLAND AND THE VOLYN POLESIA OF UKRAINE**

Estimating the dynamics of lake systems is a rather difficult task. This is due to the fact that water bodies, as components of the natural landscape, tend to respond quickly and sensitively to changes in their environment. Any violation of already formed ecological conditions within the water catchment necessarily affects the water regime of reservoirs. Due to the combined influence of many factors, a large number of lakes in Poland and Ukraine have significantly changed their natural parameters. Almost all lakes and even reservoirs within nature protection areas are subject to processes of siltation, shallowing, reduction of water volume and water surface area.

The research covered the area of the Polish Lowland and Volhynia Polesie of Ukraine, which is characterized by the presence of a significant number of glacial lakes. The aim of the work undertaken is to assess the degree of overgrowing and disappearing of lakes in the Pomeranian, Mazurian and Wielkopolskie Lake Districts as well as in the Wołyń Polesie of Ukraine. The research was based on the analysis of the surface of the lakes and areas that were overgrown with emergent vegetation. The starting point were materials developed on the basis of documentation prepared by the Inland Fisheries Institute in Olsztyn in the years 1958-1968. They were compared with data obtained from orthophotomaps of the Central Center for Geodetic and Cartographic Documentation from 2010-2012. In addition, selected objects were analyzed based on orthophotomaps from 2020-2022.

To assess the limnodynamics of the Volyn lakes, the indicators provided in the works of Polish lake researchers from the 1930s, materials of the Geological Fund of Ukraine, the Volyn Water Resources Office, satellite photos and own expedition research were used.

**Key words:** lakes in Poland and Ukraine, overgrowth of lakes, dynamics of limnosystems.

**Хоїнські Адам, Ільїн Леонід, Пасічник Михайло, Сковрон Раймонд, Зелінські Артур. ПРИКЛАДИ ЗАРОСТАННЯ ТА ЗНИКНЕННЯ ОЗЕР ВЕЛИКОПОЛЬСЬКОЇ НИЗОВИНИ ТА ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІСЯ УКРАЇНИ**

Оцінювання динаміки озерних систем є досить складним завданням. Це зумовлено тим, що водоймам як компонентам природного ландшафту властиво швидко й чутливо реагувати на зміну свого середовища. Будь-яке порушення вже сформованих екосередовищних умов у межах водозбору обов'язково позначається на водному режимі водойм. У сукупності впливу багатьох чинників велика кількість озер Польщі та України значно змінили свої природні параметри. Процесам замулення, обміління, зменшення об'єму води та площі водного дзеркала піддаються майже всі озера й навіть водойми в межах природоохоронних територій.

Дослідження охопили територію Великопольської низовини Польщі та Волинського Полісся України, які характеризуються наявністю значної кількості льодовикових озер. Метою проведеної роботи є оцінка ступеня заростання та зникнення озер у Поморському, Мазурському та Великопольському поозер'ях, а також у Волинському Поліссі України. Дослідження базувалися на аналізі поверхні озер і ділянок, які заросли емерсійною рослинністю. Відправною точкою були матеріали, розроблені на основі документації, підготовленої Інститутом внутрішнього рибальства в Ольштині в 1958–1968 роках. Їх порівнювали з даними, отриманими з ортофотопланів Центрального відділу геодезичної та картографічної інформації Польщі за 2010–2012 рр. Окрім того, відібрані об'єкти проаналізовано за ортофотопланами 2020–2022 років.

Для оцінки лімнодинаміки волинських озер використано показники, наведені в працях польських озерознавців 1930-х років, матеріали Геологічного фонду України, Регіонального офісу водних ресурсів Волинської області, супутникові фотографії та власні експедиційні дослідження.

**Ключові слова:** озера в Польщі та Україні, заростання озер, динаміка лімносистем.

**Wybór tematu badań.** Zarastanie jest naturalnym procesem dla większości jezior, niezależnie od ich pochodzenia. Nawet duże jeziora istnieją zwykle nie dłużej niż kilka do kilkudziesięciu tysięcy lat, stopniowo zarastając i zamieniając się w bagna. Wyjątkiem są między innymi Bajkał i Wielkie Jeziora Afrykańskie, położone w strefie ryftowej kontynentów i stale rozszerzające się w wyniku procesów geologicznych, dzięki którym istnieją od milionów lat. Jeziora są również częścią światowych zasobów wodnych (Khilchevskiy i inni 2021).

Powszechnie wiadomo, iż krajobraz Polski Północnej i Polesie Wołyńskiego Ukrainy charakteryzuje się występowaniem dużej liczby jezior o zróżnicowanej powierzchni i głębokości. Jeziora występujące na obszarach pojeziernych w Polsce północnej obejmują powierzchnię ok. 110 tys. km<sup>2</sup>, co stanowi ok. 35% obszaru kraju. Zgodnie z Katalogiem jezior Polski kraju znajduje się 7081 jezior o łącznej powierzchni 281 377 ha (Choiński 2006). Na Polesiu Wołyńskim Ukrainy znajduje się 417 jezior o łącznej powierzchni 16 003,7 ha, przy łącznej objętość wód 1080,21 mln. m<sup>3</sup> (Ilyin 2008).

Jeziora występujące na obszarze Niżu Polskiego są pochodzenia polodowcowego. Objęte są one procesami starzenia się, które prowadzą generalnie do stopniowego ich zarastania i zaniku.

Dokumentują to badania paleomorfologiczne, ewolucja ich mis, a zwłaszcza formy i miąższość akumulacji jeziornej (Błaszkiwicz 2007). Wskazuje to jednocześnie na fakt, że akweny są bardzo czułym indykatorem zmian środowiskowych.

Jeziora Polesia Wołyńskiego są także młode, a ich początek powstawania przypada na okres preborealny (wiek nie przekracza 14 000 lat). Większość z nich ma pochodzenie lodowcowe, krasowe, a także zalewowe. W przeważającej części są to jeziora małe (< 100 ha), płytkie (średnia głębokość 1,8 m), z grubą warstwą osadów dennych (do 6,6 m), ich kształt jest wyraźnie zaokrąglony o wysokim poziomie troficznym (Ilyin, Molchak 2000).

Ważnym wskaźnikiem trwałości ekosystemów jeziornych jest występowanie w zbiorniku roślinności wodnej. Nadmierny rozwój wegetacji może prowadzić zarówno do skutku negatywnego (zamulanie, zarastanie jeziora), jak i pozytywnego (rośliny wodne mają duże znaczenie w gospodarstwach łowieckich i rybackich jako miejsce żerowania i rozmnażania ryb) (Ilyin 2008). Prawie wszystkie małe jeziora Polesia Wołyńskiego są podatne na zamulanie, ponieważ mają niskie współczynniki wymiany wody, co może prowadzić do ich degradacji. W regionie występuje już duża liczba zdegradowanych i zamulonych zbiorników wodnych (Ilyin, Pasichnyk 2021).

**Stan opracowania i główne prace.** Na przestrzeni ostatnich stuleci na znacznych obszarach Europy wystąpiła silna deforestacja. Proces ten przyczynił się również do obniżenia się poziomu wód powierzchniowych i podziemnych. Duży wpływ na zmniejszenie się zasobów wodnych w jeziorach miała szeroko rozumiana antropopresja. W wyniku zabiegów hydrotechnicznych i melioracji przeprowadzanych od połowy XIX wieku obniżony został poziom wody w wielu jeziorach w Polsce (Niewiarowski 1978; Kaniecki 1997; Skowron, Piasecki 2012). Choiński (2002) analizując plany batymetryczne jezior na Pojezierzu Mazurskim i Pomorskim doszedł do wniosku, że w ciągu 60-70 lat XX wieku nastąpiło zmniejszenie ich powierzchni o kilka procent, natomiast objętości wód o kilkadziesiąt procent.

Analizując powierzchnie jezior (136 obiektów) w zlewni Radunii, Wierzycy i Wdy zauważa się, że średnia ich powierzchnia na przełomie XIX i XX wieku wynosiła 17,5 ha, nieco mniejsza (średnio o 5 ha) była według Katalogu jezior polskich (Majdanowski 1952), według Katalogu jezior Polski (Choiński 2006) wynosiła 9,9 ha, zaś na ortofotomapie (z 2011 roku) zmniejszyła się przeciętnie do 8,9 ha (Czaja 2019).

Pierwsze prace dotyczące zanikania jezior w Polsce wskazały, że proces zmniejszania powierzchni akwenów, związany jest także z ich zarastaniem. Badania zarastania i rekonstrukcji linii brzegowej jezior powinny być oparte na podstawie analizy rzeźby otaczającej zbiorniki wodne (Galon 1954, Szukalski 1956). Istotną rolę winny mieć obserwacje nawodnej roślinności w czasie wegetacji oraz zimą jej badania z pokrywy lodowej.

Za proces zanikania jezior odpowiedzialne są trzy główne czynniki tj. systematyczne obniżanie się poziomu wód jeziornych, przyrost osadów w obrębie niecki jeziornej oraz proces ich zarastania. Wielu badaczy wskazuje na ogromne znaczenie strefy brzegowej jako strefy troficzej, która pełni swoistą funkcję barierową dla materiałów spływających ze zlewni (Kolada, Ciecierska 2008, Ptak, Ławniczak 2012, Jusik, Macioł 2014).

Obliczona średnia wielkość zarastania dla tych jezior wyniosła 0,4 ha rocznie, natomiast najwyższymi wskaźnikami zarastania charakteryzowały się jezioro Karaś (1,83 ha·rok<sup>-1</sup>) i jezioro Oświn (1,2 ha·rok<sup>-1</sup>). Na tempo zarastania jezior duży wpływ miały wahania poziomu wody oraz kształt i głębokość danego jeziora, zatem każde jezioro należy traktować jako osobny obiekt, który w unikalny sposób reaguje na procesy zachodzące w jego otoczeniu.

Przeprowadzone badania w 20 jeziorach (o powierzchni do 100 ha) zachodniej Polski (Ławniczak-Malińska i inni 2018), wskazują jednoznacznie, że objętość wód jezior, średnia ich głębokość najsilniej korelowane były z udziałem makrolitów (Skowron, Jaworski 2017). Wykazują one najwyższy stopień zarastania i od ponad 100 lat wpływają na intensywny wzrost powierzchni litoralu. Ponadto jeziora o największym tempie zarastania charakteryzowały się wysoką zawartością azotu w

osadach, przy jednoczesnym wysokim stężeniu potasu. Zbiorniki płytkie, z wyraźnie wykształconą strefą litoralu, wykazywały wysoką produktywność biologiczną, co odpowiada stanom eutroficznym i hipereutroficznym (Ławniczak-Malińska i inni 2018).

Podobne zmiany zachodziły także na jeziorach położonych na Litwie (Linkevičienė 2009), Łotwie (Brižs 2011), Estonii (Heinsalu, Alliksaar 2009, Terasmaa 2011, Vainuu, Terasmaa 2014) i Finlandii (Partanen, Hellstenm 2005). W jeziorze Luupuvesi (środkowa Finlandia) zasięg makrofitów, powiększył się z 96 ha w 1953 roku do 355 ha w 1996 (Valta-Hulkonen i inni 2004). Natomiast porównanie zdjęć lotniczych z lat 1947–1963 i 1996–2000 7 małych jezior (południowa Finlandia) pokazało zróżnicowane tempo rozwoju makrofitów, od wyraźnej regresji (31–93 %) do dużej sukcesji roślin (49–73 %) (Partanen, Hellstenm 2005). Również badania przeprowadzone na płytkich jeziorach: Engure (Łotwa) i Võrtsjärv (południowa Estonia) potwierdzają wzrost zasięgu makrofitów w drugiej połowie XX wieku (Brižs 2011).

Wiele prac polskich badaczy poświęconych jest badaniom jezior, w których badane są cechy geologiczne, morfometryczne, batymetryczne, w tym zmiany w czasie i inne. (Choiński 2001, Choiński i inni 2014, Dąbrowski 2002, Dorożyński, Skowron 2002, Glazik, Gierszewski 2001, Kalinowska 1961, Kowalewski i inni 2001, Kunz i inni 2010, Nowacka, Ptak 2007, Ptak 2010)

Pierwsze badania morfometryczne jezior wołyńskich przeprowadzili specjaliści z Polskiego Biura Melioracji Polesia. Otworzyli stacje pomiarowe wody na rzekach i dziesiątkach jezior Polesia Wołyńskiego. Wielkie zasługi w badaniach nad jeziorami ma profesor Uniwersytetu Warszawskiego S. Lencewicz, który zorganizował ekspedycje badające ponad 140 jezior. Prace naukowca obejmują hydrografię, batymetrię oraz reżim termiczny zbiorników wodnych (Lencewicz 1931). Informacje na temat morfometrii jezior można znaleźć w pracy E. Rüllego „Jeziora zachodniej części Polesia Wołyńskiego” (Rülle 1935).

O intensywności zarastania świadczą wyniki obserwacji jeziora Linovets, gdzie w porównaniu z opisem z końca XX wieku powierzchnia wody zmniejszyła się o połowę. Badania M. Szewczuka (Shevchuk 2017) pokazują, że objętość wody zmniejszyła się z 225,0 tys. m<sup>3</sup> do 95,7 tys. m<sup>3</sup>, głębokość wody nie przekracza 1,0 metra, a miąższość osadów dennych dochodzi do 11,0 metrów. Każdego roku powierzchnia wody zmniejsza się o 1250 m<sup>2</sup>, a objętość wody o 2150 m<sup>3</sup>.

Szczegółowe badania zarastania, zamulania i eutrofizacji jezior przeprowadził L. Ilyin, (Ilyin 2008, Ilyin, Pasichnyk 2018) który w wyniku badania parametrów morfologicznych i morfometrycznych podzielił jeziora regionu na cztery typy: niezmienione (ich łączny udział wśród wszystkich jezior Wołyńskiego Polesia osiąga 26,5 %), mało zmienione (36,8 %), zmienione (23,5 %), zdegradowane (13,2 %). Jeziora dwóch ostatnich typów charakteryzują się szybkim tempem zarastania i zamulania oraz znajdują się w fazie zanikania, co wymaga znacznego wykorzystania środków technicznych w celu przywrócenia i utrzymania stabilności ekologicznej.

Zamulanie i spływanie jezior wołyńskich następuje głównie na dwa sposoby: 1) w wyniku obniżenia poziomu wody; 2) w wyniku intensywnej akumulacji osadów autochtonicznych i allochtonicznych. W badaniu przeprowadzonym w 2022 r. (Khilchevskiy i inni 2022) zbadano rozmieszczenie biomasy fitoplanktonu w okresie letnim w jeziorach Świtaż i PISOCHNE oraz porównano wskaźniki dla okresu wieloletniego (1993–2022) za pomocą „Blue Normalized Difference Vegetation Index”. W 2022 r., przy znacznym spadku liczby turystów, poprawił się stan powierzchni akwenu. Spadek powierzchni zajmowanej przez glony o 55 % w stosunku do średniej rocznej odnotowano na Switaziu, a na PISOCHNYM – o 31 %.

**Cel badań.** Celem pracy jest pokazanie zmian jakie dotyczą powierzchni jezior oraz zmian w zasięgu roślinności wynurzanej w jeziorach Niżu Polskiego i Polesia Wołyńskiego, jakie zaszły w okresie ostatnich lat.

**Metody i materiały badawcze.** W pracy z badania jezior Niżu Polskiego wykorzystano dane dotyczące powierzchni oraz zarastania jezior, określone przez dwa źródła. Pierwszym jest Instytut Rybactwa Śródlądowego, zaś drugim dane uzyskane z obliczeń autorów na podstawie ortofotomapy. Przy określaniu zarysu i powierzchni jezior w pracy posłużono się programem graficznym ArcGIS pozwalającym na

wektoryzację podkładu rastrowego. Podstawą było stworzenie plików wektorowych (.shp), do których w tabeli atrybutów wprowadzono już ręcznie identyfikatory w postaci powierzchni warstw tematycznych za pomocą funkcji „Oblicz Geometrię...” (Hildebrandt-Radke, Gotlib i inni 2007).

Podkład rastrowy na którym wykonane były pomiary (w skali nie większej niż 1:1 000), utworzony został z połączenia zdjęć satelitarnych o dokładności piksela wynoszącego najczęściej 0,5 metra. Aktualność ortofotomap pochodziła z lat 2010–2011. Szczególną uwagę podczas wektoryzacji zwrócono na strefę przybrzeżną, wyraźnie odróżniającą się na ortofotomapach i prezentującą stan faktyczny roślinności makrofitowej w jeziorach. Dokładny obraz zarysu linii brzegowej jezior wraz zasięgiem roślinności wynurzonej oraz wysp roślinnych i lądowych, otrzymano ze zdjęć lotniczych (z lat 2010–2011). W pracach kameralnych wypreparowano zarysy linii brzegowej jezior, zasięg roślinności wynurzonej oraz zarys wysp utworzonych przez roślinność i wysp lądowych w obrębie mis jeziornych. Pozwoliło to na uchwycenie ich szczegółowych zarysów. Do nich zaliczyć należy: wszystkie pojedyncze wyspy roślinności, wszystkie wycinki trzcin w pasie przybrzeżnym, uwzględnienie zabudowy pomostów i betonowych nadbrzeży itp. (Skowron, Piasecki 2014, Skowron Jaworski 2017).

Dane z ortofotomapy porównano z morfometrią jezior opracowaną przez Instytut Rybactwa Śródlądowego (IRŚ) w Olsztynie. Plany batymetryczne z IRŚ powstały w latach 1958–1968. Uzyskano je na podstawie pomiarów przeprowadzonych z lodu, gdzie sondowania wykonywane były głównie w węzłach siatki kwadratów o boku 50 m. Były one podstawą obliczenia podstawowych parametrów morfometrycznych oraz określenia zasobów wodnych. Liczba jezior objętych takimi badaniami przekroczyła 2 100 (Choiński 2007).

Powierzchnie uzyskane z obu źródeł zweryfikowano wcześniej na przykładzie dużych jezior powyżej 500 ha (Choiński, Skowron 2022), a otrzymane wyniki wskazują na duże zróżnicowanie danych. Konkluzja z powyższych wniosków może sugerować na ostrożność w wyciąganiu końcowych wniosków.

W badaniach jezior Wołyńskich wykorzystano materiały z Funduszu Geologicznego Ukrainy, Szackiego Narodowego Parku Przyrodniczego, Wołyńskiego Urzędu Zasobów Wodnych, zdjęcia satelitarne dostępne na platformie Google Earth Pro oraz badania morfometryczne polskich specjalistów przeprowadzone w latach 30. XX wieku (Lencewicz 1931; Rühle 1935). Wykorzystano również wyniki własnych badań i ekspedycji terenowych przeprowadzonych w latach 2017–2020 (fot. 1). Opracowano następujące parametry jeziora: powierzchnię wody, parametry morfometryczne (długość, szerokość) itp.



a

b

Fot. 1. W wyprawie w celu zbadania zarastania jezior na Polesie Wołyńskim: a – jezioro Lynowets; b – jezioro Pisoczne (zdjęcie – Pasicznyk M.)

### Analiza materiału.

**1. Jeziora Nizy Polskiego.** Jak podaje A. Choiński (2007) w ciągu prawie 60 lat (od roku 1965) powierzchnia jezior w obrębie Nizy Polskiego zmniejszyła się o 11,62%, natomiast na Poj. Pomorskim o

9,69 %, na Poj. Mazurskim o 9,98 %, natomiast na Poj. Wielkopolsko-Kujawskim o 15,21 %. Porównanie danych powierzchni dla 593 analizowanych jezior wykazało, że najmniejsze powierzchni wystąpiły na ortofotomapie. Zróżnicowanie powierzchni w różnym czasie według różnych źródeł w odniesieniu do jezior o małych powierzchniach zaprezentowano w tabeli 1. Spośród 593 jezior dla 13 powierzchni najmniejszych była mniejsza od 5 ha, dla kolejnych 116 mieściła się w przedziale od 5 do 20 ha, zaś dla 64 jezior była większa od 80 ha. Zatem najwięcej jezior mieściło się w przedziale 20-80 ha (400 jezior).

Istotne są także różnice powierzchni jezior między poszczególnymi źródłami danych. Generalnie największe powierzchnie charakteryzują jeziora określone na podstawie pomiarów przeprowadzonych przez Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie (tab. 2). Znacznie mniejsze są powierzchnie określone na podstawie ortofotomapy, zaś najmniejsze pochodzą z Katalogu jezior Polski. Przeciętnie najmniejsze różnice powierzchni występują między danymi IRŚ i ortofotomapą, natomiast największe między danymi IRŚ i Katalogiem jezior Polski. Potwierdzają to dane odchylenia standardowego dotyczące różnic między poszczególnymi danymi (tab. 2).

*Tabela 1*

**Powierzchnie wybranych najmniejszych jezior (w ha) na Niż Polskim według różnych źródeł**

Jeziro	Numeracja w Katalogu jezior Polski (Choiński 2006)	Według ortofotomapy (2010–2011)	Według Instytutu Rybactwa Śródlądowego (1958–1963)	Według Katalogu jezior Polski Choiński 2006
bez nazwy	I-19-78	1,6	2,2	1,4
Mały Pełcz	I-79-59	2,5	2,6	2,0
bez nazwy	III-22-05	2,9	2,9	1,7
Mnilonka	I-28-92	3,1	4,8	2,6
bez nazwy	II-18-30	3,2	7,7	6,0
bez nazwy	I-37-11	3,4	3,1	2,5
bez nazwy	II-16-54	3,7	1,8	2,7
bez nazwy	III-10-09	3,9	3,7	2,7
Bułczak	I-36-78	4,0	4,3	3,8
bez nazwy	II-58-07	4,4	5,3	3,8
Kłonek	II-19-19	4,7	4,5	3,6
Mozguć	II-19-17	4,9	4,8	3,9
Wykowo	I-28-125	4,9	5,3	3,8
Kały	I-28-11	5,5	7,6	6,4
bez nazwy	III-22-71	5,6	10,3	11,0

*Tabela 2*

**Cechy statystyczne różnic powierzchni jezior między danymi z różnych źródeł: A-między danymi IRŚ i Katalogiem jezior Polski, B- między danymi IRŚ i ortofotomapą, C-między Katalogiem jezior Polski i ortofotomapą**

Parametr	A	B	C
Wartość średnia	2,5	1,2	-1,3
Wartość maksymalna	61,3	59,8	53,7
Wartość minimalna	-41,0	-38,1	-42,2
Odchylenie standardowe	6,88	6,36	6,09

Do ważnych wskaźników charakteryzujących zanikanie jezior należy zaliczyć ich zarastanie. Możliwość prześledzenia zmian sukcesji roślinności w jeziorach bez względu na kierunek zmian dają dwa wskaźniki: współczynnik zarastania jeziora (%) i współczynnik zarastania linii brzegowej ( $\text{ha} \cdot \text{km}^{-1}$ ) (Skowron, Jaworski 2017). W przypadku jezior o powierzchniach poniżej 80 ha i od 80 do 200 ha, współczynnik zarastania był największy i wynosił odpowiednio: 14,3 i 9,6 %.

Na podstawie analizy z ok. 900 jezior V. Kowalczyk (1993) (za Choiński 2007) stwierdza, że łączna powierzchnia zarastania jezior wynosi 9920 ha, co daje średni współczynnik zarastania 4,1 %. Dla poszczególnych pojezierzy współczynnik ten wynosił: Pomorskie – 2,8 %, Mazurskie – 4,0 % i Wielkopolskie – 7,3 %. Autorka zauważa ponadto brak wyraźnych związków między wielkością zarastania, a średnim spadkiem dna, średnią głębokością i powierzchnią jezior. Wyjątkowo intensywne zarastanie jezior ma miejsce w jeziorach małych i płytkich, szczególnie narażonych na zasilenie związkami biogennymi (Cieśliński 2015).

Na podstawie danych z ortofotomapy średnia powierzchnia roślinności wynurzanej w analizowanych 523 jeziorach wynosi 4,2 ha, natomiast przeciętnie mieści się w granicach od 3,5 do 4,8 ha. Najmniejsze wielkości odnoszą się do jeziora Purwin (0,18 ha), Suszewskiego (0,18 ha) i Pełcz Mały (0,2 ha). Największe wielkości zarastania charakteryzują jeziora: Świerczyńskie (23,59 ha), Sejny (21,62 ha) i Wioska (21,44 ha) (tab. 3).

Tabela 3

Najmniejsze i największe wielkości powierzchni roślinności wynurzanej (w ha) w jeziorach o powierzchni do 100 ha na Niżu Polskim według ortofotomapy i danych Instytutu Rybactwa Śródlądowego

Jeziro	Numeracja w Katalogu jezior Polski (Choiński 2006)	Według ortofotomapy (2010–2011)	Według Instytutu Rybactwa Śródlądowego (1958–1963)	Jeziro	Numeracja w Katalogu jezior Polski (Choiński 2006)	Według ortofotomapy (2010–2011)	Według Instytutu Rybactwa Śródlądowego (1958–1963)
Wielkości najmniejsze				Wielkości największe			
Purwin	II-16-54	0,18	0,04	Świerczyńskie	III-56-10	23,59	10,5
Suszewskie	III-34-20	0,18	13,2	Sejny	II-19-56	21,62	19
Pełcz Mały	I-79-59	0,2	0,4	Wioska	III-41-15	21,44	14,3
Kłonek	II-19-19	0,23	0,8	Mąkolno	III-35-20	19,6	6,2
bez nazwy	II-38-19	0,3	1,2	Żubrowo	II-19-22	18,83	16,7
Goleczewskie	III-18-77	0,34	0,3	Tomickie	III-42-02	17,48	6,2
bez nazwy	I-37-11	0,41	0,02	Ostrowin	II-42-17	16,75	14,3
bez nazwy	I-18-69	0,45	0,2	Łęgowskie	III-10-13	15,19	18,4
Puc	I-19-70	0,45	0,5	Regielskie	II-38-36	15,19	18
bez nazwy	II-58-07	0,51	0,2	Mlewickie	II-57-04	15,14	18,5
Zamkowe	I-16-28	0,51	0,4	Brzeźno	I-53-44	14,78	10,9
bez nazwy	I-19-78	0,52	1,4	Wilczkowo	I-45-45	14,76	6
Moczydło	III-47-06	0,56	1,7	Trzebidzkie	III-50-03	14,66	2,5
Wologoszcz Mała	I-80-88	0,57	1	Obrzańskie	III-49-07	13,96	12,6
Bragant	III-18-80	0,58	0,7	Grzymowskie I	II-32-02	13,62	9,4

Reprezentatywnym wskaźnikiem porównawczym jest współczynnik zarastania jezior (%) określającym procentowy udział roślinności wynurzanej w stosunku do powierzchni całego jeziora. Dla badanej grupy 523 jezior wynosi on średnio 11,04 %. Jego minimalne wielkości charakteryzują jeziora: Suszewskie (0,3 %), Kubek (2,2 %) i Janikowe (2,3 %), natomiast największe odnoszą się do jezior: bez nazwy (59,3 %), Wioska (59,1 %) i bez nazwy (51,0 %). Wartości tego parametru przedstawiono w tabeli 4. Jest on o 0,06 % mniejszy według ortofotomapy w stosunku do danych z IRŚ.

Obiektywnym wskaźnikiem trafnie charakteryzującym różnice między jeziorami jest współczynnik zarastania linii brzegowej ( $\text{ha} \cdot \text{km}^{-1}$ ). Dla analizowanej grupy jezior średnia wielkość tego współczynnika wynosi  $1,11 \text{ ha} \cdot \text{km}^{-1}$ , natomiast najmniejszy reprezentują jeziora: Kubek ( $0,02 \text{ ha} \cdot \text{km}^{-1}$ ), Sopiń ( $0,2 \text{ ha} \cdot \text{km}^{-1}$ ) i Głębozec Duży ( $0,21 \text{ ha} \cdot \text{km}^{-1}$ ). Największe wielkości odnoszą się do jezior: Świętokrzyskiego ( $5,5 \text{ ha} \cdot \text{km}^{-1}$ ), bez nazwy ( $4,74 \text{ ha} \cdot \text{km}^{-1}$ ) i Trzebidzkiego ( $4,66 \text{ ha} \cdot \text{km}^{-1}$ ) (tab. 5).

Tabela 4

Najmniejsze i największe wartości współczynnika zarastania (%) w jeziorach o powierzchni do 100 ha na Niżu Polskim według ortofotomapy i Instytutu Rybactwa Śródlądowego

Jeziro	Numeracja w Katalogu jezior Polski (Choiński 2006)	Według ortofotomapy (2010–2011)	Według Instytutu Rybactwa Śródlądowego (1958–1963)	Jeziro	Numeracja w Katalogu jezior Polski (Choiński 2006)	Według ortofotomapy (2010–2011)	Według Instytutu Rybactwa Śródlądowego (1958–1963)
Wielkości najmniejsze				Wielkości największe			
Suszewskie	III-34-20	0,3	14,4	bez nazwy	II-43-48	59,3	7,6
Kubek	III-08-13	2,2	7,8	Wioska	III-41-15	59,1	39,6
Janikowe	III-18-43	2,3	4,2	bez nazwy	II-43-47	51,0	0,9
Sopień	II-49-76	2,5	7	Klasztorne	I-78-40	45,64	25,7
Jeleń	I-18-37	2,76	0,3	Świerczyńskie	III-56-10	40,5	20,5
Czarne	III-10-03	2,9	11,6	Trzebidzkie	III-50-03	37,3	9,3
Zamkowe	I-16-28	2,95	2,2	Czólnów	I-78-71	34,23	30,9
Dębno	II-49-53	3	1,7	Sejny	II-19-56	33,5	29,5
bez nazwy	II-38-19	3,1	12,6	Korytowo Małe	I-71-27	32,86	13,1
Wielkie	I-83-25	3,1	15,3	bez nazwy	I-19-78	31,61	53,5
Skrzynka	III-11-37	3,2	3,2	Tomickie	III-42-02	31,1	13,1
Słowa	I-80-49	3,31	4,7	Strokowskie	I-53-27	29,26	12,4
Czarne Dąbrówno	I-18-72	3,32	0,2	Leszczewo	II-18-24	29,0	17,5
Powidzkie Małe	III-34-06	3,4	8,6	Małe	III-50-02	28,6	28,5
Ławickie	III-18-46	3,5	5,2	Płocice	I-28-25	28,46	24,5

Tabela 5

Maksymalne i minimalne wartości współczynnika zarastania linii brzegowej (ha·km<sup>-1</sup>) w jeziorach o powierzchni do 100 ha na Niżu Polskim według danych Instytutu Rybactwa Śródlądowego i ortofotomapy

Jeziro	Numeracja w Katalogu jezior Polski (Choiński 2006)	Według ortofotomapy (2010–2011)	Według Instytutu Rybactwa Śródlądowego (1958–1963)	Jeziro	Numeracja w Katalogu jezior Polski (Choiński 2006)	Według ortofotomapy (2010–2011)	Według Instytutu Rybactwa Śródlądowego (1958–1963)
Wartości najmniejsze				Wartości największe			
Kubek	III-08-13	0,02	0,78	Świerczyńskie	III-56-10	5,5	2,64
Sopień	II-49-76	0,2	0,83	bez nazwy	II-43-48	4,75	0,61
Głęboczek Duży	I-66-32	0,21	0,36	Trzebidzkie	III-50-03	4,66	1,1
Czarne	III-10-03	0,23	1,39	Strokowskie	I-53-27	4,29	2,45
Jeleń	I-18-37	0,24	0,05	Wioska	III-41-15	4,07	2,8
Długie	III-29-10	0,27	2,27	Tomickie	III-42-02	4,02	1,75
bez nazwy	II-38-19	0,29	1,1	Runowskie Duże	I-66-35	3,93	2,74
Janikowe	III-18-43	0,31	0,59	Ostrowin	II-42-17	3,61	2,65
Kruszyn	II-30-12	0,31	1,92	Mąkolno	III-35-20	3,44	1,42
Zbyszewickie	III-03-18	0,31	1,01	Czólnów	I-78-71	3,26	3,38
Skrzynka	III-11-37	0,32	0,36	bez nazwy	II-43-47	3,12	0,67
Suszewskie	III-34-20	0,33	1,64	Sejny	II-19-56	3,1	3,14
Ławickie	III-18-46	0,33	0,96	Małe	III-50-02	3,05	3,03
Pożarowskie	III-08-29	0,34	0,86	Klasztorne	I-78-40	2,95	1,83
Wisłka	I-21-06	0,34	0,3	Węgój	II-25-24	2,88	1,37

## 2. Jeziora Polesia Wołyńskiego

W regionie znajduje się 417 jezior o łącznej powierzchni 18 003,7 ha, o objętości wody wynoszącej 1080,21 mln. m<sup>3</sup> (Ilyin 2008). Bezwzględna większość jezior na Polesiu Wołyńskim to jeziora bardzo małe, o powierzchni poniżej 10 ha. Dużych jezior o powierzchni ponad 100 ha jest tam tylko 31. Stanowią one podstawę systemu jeziornego o łącznej powierzchni 12 685 ha i łącznej objętości 883,05 mln m<sup>3</sup>. Przeważają zdecydowanie jeziora o powierzchni do 5 ha i 6–10 ha, na ich udział wynosi około 18,9% powierzchni ogółem (tab. 6).

Tabela 6

Podstawowe dane morfometryczne jezior Polesia Wołyńskiego

Wielkość powierzchni w ha	Liczba	Powierzchnia, ha	Objętość, mln. m <sup>3</sup>
poniżej 5	175	382,3	11,958
6–10	75	610,9	21,202
11–25	76	1304,4	46,765
26–50	36	1329,9	67,02
51–100	24	1689,1	29,66
więcej niż 101	31	12 685	883,05
Razem	417	18 003,7	1080,21

Najwięcej jezior koncentruje się w dorzeczach Prypeci (110), Horyna (70), Styru (39) i Słucza (38). Niewielka liczba zbiorników wodnych w dorzeczu Wyżywki (4) i Mostwy (17) (Ilyin 2003).

W jeziorach Polesia Wołyńskiego Ukrainy na przestrzeni ostatnich 100 lat zaszły negatywne zmiany, które są spowodowane głównie czynnikiem antropogenicznym. Rozwój rekultywacji Polesia Wołyńskiego doprowadził do osuszenia znacznych zlewni jezior i ich spłylenia (Zuzuk i inni 2012), a także wpłynął na skład chemiczny wód (Ilyin 2007, Fesyuk i inni 2020, Khilchevskiy, Zabokrytska 2020).

Jeziora zlokalizowane są w obrębie dużych systemów hydrologicznych i melioracyjnych. Stwierdzono zatem (Ilyin 2008), że z powodu niedostatecznego uzasadnienia hydrogeologicznego, niedoskonałej konstrukcji i niskiego stanu technicznego systemu melioracyjnego “Kopaiwska” poziom wody w jeziorze Switaś obniżył się o 0,05-0,10 m. Po wybudowaniu w latach 1960 kanałów między jeziorami Świtaś-Lucymer-Krymne-Krugle-Dowge-Somy nec, a także systemu melioracyjnego “Kopaiwska”, znaczna część wód jeziornych zaczęła odpływać, a poziom wód gruntowych odpowiednio się obniżył. Systemy melioracyjne zwiększają intensywność opadania maksymalnych stanów wiosennych, skracają i wydłużają czas trwania niżówki letniej. Dotyczy to zwłaszcza małych jezior, które są charakterystyczne dla Polesia. Niektóre z nich stopniowo przestają istnieć. Ostatnim etapem rozwoju jezior jest degeneracja, zamulanie i przekształcanie się w systemy bagienne.

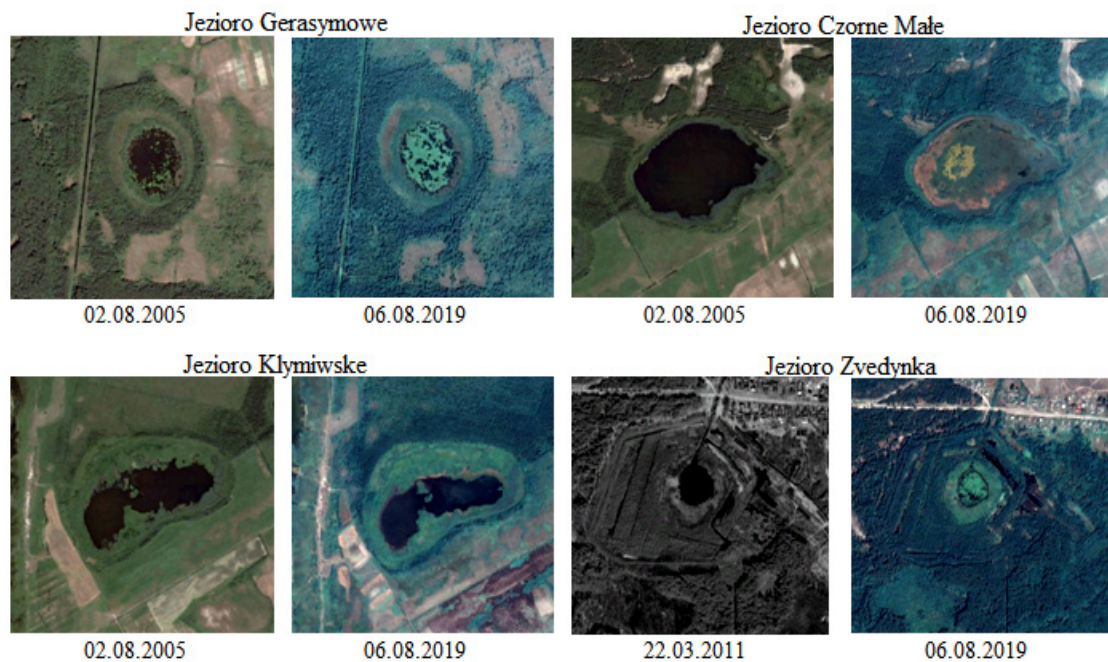
O intensywności zarastania i zanikania jezior świadczą zdjęcia, które wyraźnie pokazują przemiany morfometryczne i masowy rozwój fitoplanktonu, który powoduje zmianę koloru wody (Gerasymove, Chorne Male, Klymivske, Zvedynka) - fotografia 2. Wykorzystanie zdjęć satelitarnych umożliwia wykrycie zmian w obszarze wodnym jezior, a następnie przeprowadzenie badań zbiorników wodnych.

W szczególności katastrofalna sytuacja była na jeziorze Prybycz. W wyniku budowy systemu melioracyjnego “Adamchutska” powierzchnia jeziora zmniejszyła się z 40 ha do 24 ha na przestrzeni 20 lat, linia brzegowa na niektórych obszarach przesunęła się w kierunku jeziora o 60 m, a głębokość wody nie przekroczyła 1,0 m (Szewchuk, Sergushko, 2017).

Znane Jeziora Szackie są typowymi naturalnymi zbiornikami wodnymi Polesia Wołyńskiego Ukrainy. Pojezierze Szackie obejmuje 28 jezior o łącznej powierzchni około 6131 ha i objętości wody 312,8 mln m<sup>3</sup>. Powierzchnia jezior waha się od 1 ha do 2621 ha (Hilchevskiy i inni 2022). Pochodzenie jezior jest różne. Zdecydowana większość to jeziora krasowe, które charakteryzują się znaczną głębokością i czystą, przejrzystą wodą. Według zestawu parametrów morfometrycznych (wielkość, objętość wody, głębokość) jeziora należą do 4 grup: pierwsza obejmuje największe i



najgłębsze zbiorniki, takie jak: Świtaż (2524 ha), Pulemetske (1495 ha), Łuki (592 ha), Lyutsymir (435 ha), do drugiej grupy zaliczono – jeziora o powierzchni od 100 do 300 ha (jezioro Ostrwiańskie, jezioro Pischne, jezioro Peremut, jezioro Krymno), do trzeciej – jeziora politroficzne i eutroficzne o powierzchni mniejszej od 100 ha (jeziora Ritets, Somynets, Ozertse, Moshno, Karasynets, Chorne Velike i Chorne Male) i do czwartego - zbiorniki typu dystroficznego. Na jeziorach tej grupy rozwinęła się sytuacja niezwykle krytyczna: ich parametry zmieniły się w ostatnich latach ponad 2-krotnie. Jeziora są na etapie zaniku. Udział takich jezior wynosi 33 %. Należą do nich Nakrannie (1 ha), Krugle (9 ha), Lynovets (9 ha), Dovge (18 ha), Oleshno (1 ha), Plotyczne (1 ha), Klymivske (12 ha) i Zvedynka (1 ha) (Pasichnyk i inni 2021). Utraciły one już swój naturalny stan i znaczenie rekreacyjno-turystyczne. Jeziora podlegają intensywnemu zamulaniu, spłycaaniu, zarastaniu, zakwaszaniu i zanieczyszczeniu (fot. 2).



**Fot. 2.** Zdjęcia satelitarne eutroficznych i dystroficznych jezior Polesia Wołyńskiego (źródło: Google Earth Pro 7.3.3.7786)

Analizując dynamikę limnosystemów, posłużono się wskaźnikami przyjętymi w limnologii; maksymalna długość ( $L$ , m), maksymalna szerokość ( $B$ , m) i powierzchnia ( $F$ , ha). Do scharakteryzowania dynamiki zbiorników wykorzystano wskaźnik zmiany  $\Delta A$  ( $\Delta A = A_1 - A_2$ ), gdzie:  $A_1$  to wielkość z 1933 r.,  $A_2$  to wielkość z 2019 r., a współczynnik dynamiki ( $K_{dyn.}$ ) ( $K_{dyn.} = K_1 / K_2$ ), gdzie  $K_1$  to wielkość z 1933 r.,  $K_2$  to wielkość z 2019 r. Pokazują one, o ile odpowiedni parametr wzrósł (+) lub spadł (-). Analizę dynamiki poszczególnych jezior Szackich przedstawiono w tabeli 7. Charakterystykę morfometryczną jezior według stanu na rok 1933 podano na podstawie danych polskiego badacza jezior E. Rühle (Rühle 1935), wskaźniki na rok 2019 obliczono za pomocą systemu geoinformacyjnego Google Earth Pro.

Porównanie danych morfometrycznych w różnym czasie przez 86 lata dowodzi, że większość jezior charakteryzuje się ogólną tendencją spadkową wskaźników metrycznych. Na jeziorach Rytets i Pischne, gdzie następuje wzrost niektórych wartości, zmiany te są nieznaczne. Największym przekształceniom (spośród analizowanych) uległo jezioro Lynovets, którego powierzchnia w porównaniu z 1933 r. zmniejszyła się o 4,4 ha. Współczynniki dynamiki długości i szerokości mają również największe wartości - odpowiednio 1,46 i 1,29. Znacznym zmianom morfometrycznym uległo również Jezioro Ostrwiańskie, powierzchnia zbiornika zmniejszyła się o 60,8 ha, a maksymalna długość o 360 m, jeziora Karasynets,

Krymno i Somynets straciły do 30 % powierzchni wody. Najmniej zmienione są Lucymer, Peremut, Świtaż i Piszczyno, ich limnodynamika ma wyraźny naturalny charakter, a jezioro Świtaż generalnie pozostaje wzorcem wśród zbiorników Pojezierza Szackiego.

Tabela 7

**Dynamika zmian wybranych wskaźników morfometrycznych Jezior Szackich**

Jezioro	Maksymalna długość, $L_{maks}, m$				Maksymalna szerokość, $B_{maks}, m$				Powierzchnia wody, $F, ha$			
	Rok 1933	Rok 2019	$\Delta L_{max}$	$K_{dyn.}$	Rok 1933	Rok 2019	$\Delta B_{max}$	$K_{dyn.}$	Rok 1933	Rok 2019	$\Delta F_{max}$	$K_{dyn.}$
	Karasynets	585	542	-43	-1,07	500	414	-86	-1,20	18,7	14,8	-3,9
Krymne	2200	2148	-52	-1,02	1035	960	-75	-1,07	149,7	124,6	-25,1	-1,20
Lynowets	500	395	-105	-1,26	415	321	-94	-1,29	13,8	9,4	-4,4	-1,46
Lucymer	3135	3074	-61	-1,01	1988	1925	-63	-1,03	455,0	435,7	-19,3	-1,04
Ostriwian-ske	2600	2240	-360	-1,16	1756	1614	-142	-1,08	256,9	196,1	-60,8	-1,31
Peremut	1850	1790	-60	-1,03	1385	1260	-125	-1,09	153,8	146,5	-7,3	-1,04
Piszczyno	1912	1832	-80	-1,04	1565	1667	+102	+0,93	187,5	186,1	-1,4	-1,00
Pulemske	6050	6033	-17	1,00	3615	3255	-360	-1,11	1637,6	1495,0	-142,6	-1,09
Świtaż	9283	9195	-88	1,00	4822	4365	-457	-1,10	2750,2	2524,0	-226,2	-1,08
Somynets	1185	1145	-40	-1,03	558	555	-3	-1,00	46,9	41,0	-5,9	-1,14
Czarne Welyke	1408	1320	-88	-1,06	800	765	-35	-1,04	81,5	74,0	-7,5	-1,10
Rytec	200	240	+40	+0,83	175	166	-9	-1,05	3,0	3,0	0	1,00

Jak wynika z obliczeń, dynamika większości wskaźników morfometrycznych jezior jest wypadkową wielu procesów, które są dość trudne do wykrycia osobno i konsekwentnie. Zmiany parametrów morfometrycznych badanych zbiorników, jakie nastąpiły w okresie od 1933 do 2019 roku, można scharakteryzować następująco: wzmożona naturalna eutrofizacja jezior na skutek spłylenia, zarastania wyższą roślinnością wodną, czyli przyspieszone tempo „starzenia się jezior”; naruszenie reżimu wodnego, zmniejszenie głębokości, powierzchni i objętości wody. Głównymi czynnikami prowadzącymi do takich zmian są: działalność rekreacyjna na obszarze wodnym i w zlewniach jezior, rolnicze użytkowanie terenów przyległych do zbiorników wodnych, ścieki bytowe z gruntów zabudowanych oraz dopływ wód z urządzeń hydrotechnicznych.

**Wnioski.** Generalnie powierzchnie analizowanych jezior uległy zmniejszeniu. Z analizy powierzchni zarastania jezior zinwentaryzowanych na podstawie map topograficznych z pierwszej połowy XX wieku i zdjęć lotniczych z pierwszej dekady XXI wieku wynika, że większości jezior cechuje się średnio wzrostem zarastania wynoszącym 0,4 ha rocznie. Największy stopień zarastania zanotowano w jeziorze Karaś (1,83 ha·rok<sup>-1</sup>) i jeziorze Oświn (1,2 ha·rok<sup>-1</sup>).

Wyniki badań wskazują także na zależność stopnia zarastania jezior od wysokości położenia ich zwierciadła wody nad poziom morza, to znaczy że im niżej położone jest jezioro, tym bardziej podatne jest na sukcesję roślin. A to z kolei stanowi o intensywnym procesie sedimentacji, która przyczynia się intensywnego łądowienia. Przeciętnie zauważa się, że im jezioro położone jest wyżej w zlewni, tym otrzymuje mniej materii, mając szansę na dłuższą żywotność (Skowron, Jaworski 2017, Choiński, Skowron 2022).

Zmniejszanie się powierzchni wody jeziora, spłylenie, zarastanie i przekształcanie jeziora w bagno jest naturalnym procesem rozciągniętym w czasie (tysiące lat). Jednak badania przeprowadzone na terenie obwodu wołyńskiego wskazują, że wiele jezior tego regionu charakteryzuje się ogólną

tendencją do znacznie intensywniejszego spadku wskaźników morfometrycznych (zmniejszenie powierzchni wody o 30-46 % przez ponad 90 lat), co wiąże się z oddziaływaniem antropogenicznym (głównie rekultywacja melioracji).

Z tego względu problem zaniku i zarastania jezior o powierzchni do 100 ha w niniejszej pracy jest przedstawiony po raz pierwszy w ukraińskiej literaturze i w przyszłości w pełni zasługuje na kontynuację.

#### **Bibliografia:**

1. Błaszkiwicz, M., 2007. Geneza i ewolucja mis jeziornych na młodogłaciowym obszarze Polski – wybrane problemy, *Studia Limnologica et Telmatologica*, 1: 5–16. (in Polish).
2. Brižs, J., 2011. Dynamics of emergent macrophytes for 50 years in the coastal Lake Engure, Latvia. *Proceeding of the Latvian Academy of Sciences*, 65: 170–177. DOI: 10.2478/v10046-011-0033-1.
3. Choiński A., Skowron R., 2022. Zmiany powierzchni i zarastanie jezior w Polsce, *Badania Fizjograficzne, Seria A – Geografia Fizyczna*, R. XII: 123-140. DOI 10.14746/bfg.2021.12.7 (in Polish).
4. Choiński, A., 2001. Analysis of changes in the area and water volume of Lake Jamno. *Limnological Review*, 1: 41–44.
5. Choiński, A., 2006. *Katalog jezior Polski [Catalogue of Polish Lakes]*. Adam Mickiewicz University Press, Poznań, 600. (in Polish).
6. Choiński, A., 2007. *Limnologia fizyczna Polski*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań. 548. (in Polish).
7. Choiński, A., Madalińska, K., 2002. Changes in lake percentage in Pomeranian Lakeland catchments adjacent to the Baltic since the close of the 19th century. *Limnological Review*, 2: 63–68.
8. Choiński, A., Ptak M., Strzelczak A., 2014. Present-day evolution of coastal lakes based on the example of Jamno and Bukowo (the Southern Baltic coast). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 43: 178-184. DOI: 10.2478/s13545-014-0131-1.
9. Cieśliński R., 2015. The size and causes overgrowth for lakes in Gdańsk. In: *Novel methods and solutions in hydrology and water management [Absalon, D., Matysik, M. & Ruman M., eds]*, 95–109. Monographs of Hydrologic Commission of Polish Geographical Society, Sosnowiec.
10. Czaja, K., 2011. Zmiana powierzchni jeziora Małego Ząbrowskiego, Orzechowo, Ratu, Kamionko, Jasień, Trzebnio, Karczemnego oraz Głębokiego i ich zlewni bezpośrednio w XX wieku. In *proceedings of the Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior: XV Ogólnopolska Konferencja Limnologiczna*, Toruń, Poland, 21–23 December, 2011; Uniwersytet Mikołaja Kopernika: Toruń, Poland. (in Polish).
11. Dąbrowski, M., 2002. Changes in the water level of lakes in northeastern Poland. *Limnological Review*, 2: 85–92.
12. Dorożyński R., Skowron, R., 2002. Changes of the basin of Lake Gopło caused by melioration work in the 18th and 19th centuries. *Limnological Review*, 2: 93–102.
13. Fesyuk, V., Ilyin, L., Moroz, I., Ilyina, O., 2020. Environmental assessment of water quality in various lakes of the Volyn region, which is intensively used in recreation. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Geology. Geography. Ecology» (52)*, 236-250.
14. Galon R., 1954. Wstępna wiadomość o opracowaniu dotyczącym zanikania jezior w Polsce, *Przegląd Geograficzny*, 26, 2: 12–16. (in Polish).
15. Glazik R., Gierszewski P., 2001. Influence of groundwater intakes on water resources of the chosen lakes located within Gostynińsko-Włocławski Landscape Park. *Limnological Review*, 1: 95–102.
16. Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., 2007. *GIS, areas of application*. Polish Scientific Publisher, Warsaw.
17. Heinsalu A., Alliksaar T., 2009. Palaeolimnological assessment of environmental change over the last two centuries in oligotrophic Lake Nohipalu Valgjärv, southern Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 58: 124–132. DOI:10.3176/earth.2009.2.03.
18. Hildebrandt-Radke I., Przybycin J., 2011. Zmiany sieci hydrograficznej i zalesienia a melioracje regionu środkowej Obry (centralna Wielkopolska) w świetle danych historycznych i materiału kartograficznego [Changes in the hydrographic network and area under forest in the context of the Middle Obra melioration (central Wielkopolska region), in the light of historical data and cartographic material]. *Przegląd Geograficzny*, 83: 323–342. (in Polish).
19. Ilyin, L. V., 2003. Genetic and paleolimnological aspects of the study of lakes in Western Polissya, Ukraine. *Naukovyy visnyk Volynskoho derzhavnoho universytetu imeni Lesi Ukrayinky*. No. 7 p. 138–142. (in Ukrainian).
20. Ilyin, L. V., 2007. The hydrochemical characteristics of the lakes of the Shatsk National Nature Reserve, Ukrainian Polissia. *Limnological Review*. Vol. 7. No. 3 p. 147–152.

21. Plyn L. V., 2008. Limnocomplexes of the Ukrainian Polysia. Vol. 2. Regional features and optimisation. Lutsk. Vezha. ISBN 978-966-600-362-4 pp. 400. (in Ukrainian).
22. Plyn, L. V., Molchak, Ya. O., 2000. Volyn lakes: limno-geographical characteristics. Lutsk, Nadstyr'ya, 140 p. (in Ukrainian).
23. Plyn, L. V., Pasichnyk, M. P., 2018. Dynamics of the lakes of the Shatsk National Natural Park (1933-2017). Materials of the scientific conference: Geography in the Taras Shevchenko National University of Kyiv: 85 years - research and perspectives. Kyiv, 78–80. (In Ukrainian).
24. Jusik S., Macioł A., 2014. The influence of hydromorphological modifications of the littoral zone in lakes on macrophytes. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 43: 66–76. DOI: 10.2478/s13545-014-0119-x.
25. Kalinowska, K., 1961 Disappearance of glacial lakes in Poland (Znikanie jezior polodowcowych w Polsce), *Przegląd Geograficzny*, 33: 511–518. [in Polish].
26. Kaniecki, A., 1997. Influence of XIXth centuries – the meliorations on change of level of waters. In *Influence of human impact on lake* (Choiński, A. ed.), 67–71. Adam Mickiewicz University Press, Poznań.
27. *Katalog jezior Polski*, 1952. *Biuletyn Geograficzny Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, nr 2, red. J. Kondracki, s. 29. (in Polish).
28. *Katalog Jezior Polskich, 1952-1953*, (red. J. Kondracki), *Biuletyn Geograficzny Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, cz. 1–13.
29. Khilchevskiy, V. K., Plichko, L. V., Zabokrytska, M. R., Pasichnyk, M. P., 2022. The Study of Group of Shatsk Lakes (BNDVI index) During the Season of Minimum Recreational Load. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, p. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580010>
30. Khilchevskiy V., Ilyn L., Pasichnyk M., Zabokrytska M., Ilyina O., 2021. Hydrography, hydrochemistry and composition of sapropel of Shatsk Lakes. *Journal of Water and Land Development*. 2021. № 54. P. 184–193.
31. Khilchevskiy, V. K and Zabokrytska, M. R., 2020. Main aspects of morphometry and hydrochemistry of Shatsk lakes. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, 3(58), 92-100. DOI: 10.17721/2306-5680.2020.3.9 (in Ukrainian).
32. Kijowski, A., 1978. Analiza zbiorników wodnych na podstawie zdjęć lotniczych [Analysis of water reservoirs on the basis of aerial photographs]. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Geografia Fizyczna*, 31: 93–101. [in Polish].
33. Kolada, A., Ciecierska, H., 2008. Methods for lake macrophyte surveying in the light of biological monitoring required by Water Framework Directive. *Environmental protection and natural resources*, 37: 9–24.
34. Kowalczyk V., 1993. Differentiation overgrowth lakes in catchments within the specified Lakeland. Unpublished PhD Thesis, Adam Mickiewicz University, Poznań (in Polish).
35. Kowalewski G., Lamentowicz M., Pająkowski J., 2001. Lake Miedzno shoreline changes and Lake Piaseczno sediments in Wdecki Landscape Park area. *Limnological Review*, 1: 173–180.
36. Kunz, M., Skowron, R., Skowroński, S., 2010. Morphometry changes of Lake Ostrowskie (the Gniezno Lakeland) on the basis of cartographic, remote sensing and geodetic surveying. *Limnological Review*, 10: 77–85. DOI 10.2478/v10194-011-0009-1.
37. Lencewicz, St., 1931. Miedzyrzecza Bugu i Prypeci. *Wody płynące i jeziora, Przegląd Geograficzny*. 1931. T. XI. 28 s. (in Polish).
38. Linkevičienė, R., 2009. Impact of river capture on hydrography and water resources: case study of Ula and Katra catchments, south Lithuania. *The Holocene*, 19: 1233–1240. DOI: 10.1177/0959683615612586.
39. Ławniczak-Malińska, A., Ptak, M., Celewicz, S., Choiński, A., 2018. Impact of lake morphology and shallowing on the rate of overgrowth in hard-water eutrophic lakes, *Water*, 10, 1–16; DOI:10.3390/w10121827
40. Majdanowski S., 1954, Zestawienie ogólne jezior Polski, *Biul. Geogr.* 4: 3–21. (in Polish).
41. Marszelewski, W., 2005. Zmiany warunków abiotycznych w jeziorach Polski Północno-Wschodniej [Changes of the abiotic conditions in the lakes of North-East Poland]. Nicolaus Copernicus University Press, Toruń, 288. (in Polish).
42. Niewiarowski, W., 1978. Fluctuations of water-level in the Gopło lake their reasons. *Polish Archives of Hydrobiology*, 25: 301–306.
43. Niewiarowski, W., 1987. Oscillations of lake level during the Late Glacial and holocene – a case study of the Brodnica Lake District. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst Moritz Arndt Universität Greifswald: Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe*, 36: 36–37.

44. Nowacka, A., Ptak, M., 2007. Zmiany powierzchni jezior na pojezierzu Wielkopolsko-Kujawskim w XX wieku [Changes in the surface of lakes in the Wielkopolsko-Kujawskie Lakeland in the twentieth century]. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Geografia Fizyczna*, 58: 149–157. (in Polish).
45. Partanen, S., Hellsten, S., 2005. Changes of emergent aquatic macrophyte cover in seven large boreal lakes in Finland with special reference to water level regulation. *Fennia*, 183: 57–79.
46. Pasichnyk, M.P., Ilyin, L.V., Khilchevskyi, V.K., 2021. Sapropel recreational and tourist resources of lakes of Volyn Region. *Lutsk: Volynopoligraph*. ISBN 978-617-7843-20-6 pp. 172. (in Ukrainian).
47. Ptak, M., 2010. Percentage of the area covered by forest and change surface lakes in the middle and lower Warta River Basin from the end 19th century. In: *Woda w badaniach geograficznych* (Ciupa, T. & Suligowski, R., eds.), 151–158. Jan Kochanowski University Press, Kielce.
48. Ptak, M., Ławniczak, A., 2012. Changes in water resources in selected lakes in the middle and lower catchment of the River Warta. *Limnological Review*, 12: 35–44. DOI 10.2478/v10194-011-0043-z
49. Rühle, E., 1935. Jezioza krasowe zachodniej czesci Polesia Wołyńskiego [Karst lakes in the western part of Volyn Polissya] [online]. *Rocznik Wołyński*. R. 4 p. 210–241. [Access 09.01.2021]. Available at: <https://bcu.lib.uni.lodz.pl/dlibra/publication/57822/edition/50585/rocznik-wolynski-1935-t-4-zarząd-wolynskie-go-okregu-zwiazku-nauczycielstwa-polskiego?language=pl>
50. Shevchuk, M. Y., Sergushko, O. G., 2017. Eutrophication of lakes in the Volyn region. *Agroecological Journal*, 1, 16–21. (in Ukrainian).
51. Skowron, R., Jaworski, T., 2017. Changes in lake area as a consequence of plant overgrowth in the South Baltic Lakelands (N Poland) resulting from natural and anthropogenic factors, *Bulletin of Geography, Physical Geography Series*, Toruń, 7: 19–30.
52. Skowron, R., Piasecki, A., 2012. Changes of water resources and lake floor geometry of Gopło and Ostrowskie Lakes as the result of anthropopressure. In: *Anthropogenic and natural transformations of lakes* (Grześkowiak, A. & Nowak, B., eds.), 95–97. Institute of Meteorology and Water Management - National Research Institute Press, Poznań.
53. Szukalski, J., 1956. O zaniku jezior w Polsce, *Geografia w Szkole*, IX, Warszawa.
54. Terasmaa, J., 2011. Lake basin development in the Holocene and its impact on the sedimentation dynamics in a small lake (southern Estonia). *Estonian Journal of Earth Sciences*, 60: 159–171. DOI: 10.3176/earth.2011.3.04.
55. Vainu, M., Terasmaa, J., 2014. Changes in climate, catchment vegetation and hydrogeology as the causes of dramatic lake-level fluctuations in the Kurtna Lake District, NE Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 63: 45–61. DOI: 10.3176/earth.2014.0
56. Valta-Hulkkonen, K., Kanninen, A., Pellikka, P., 2004. Remote sensing and GIS for detecting changes in the aquatic vegetation of rehabilitated lake. *International Journal of Remote Sensing*, 25: 5745–5758. DOI: 10.1080/01431160412331291170
57. Zuzuk, F. V., Koloshko, L. K., Karpyuk, Z. K., 2012. Drained lands of the Volyn region and their protection. *Lutsk*, 294 p. (in Ukrainian).

#### **Inne źródła:**

Zasoby CODGiK – Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej.

#### **References:**

1. Błaszkiwicz, M. (2007). Geneza i ewolucja mis jeziornych na młodoglacjalnym obszarze Polski – wybrane problemy. *Studia Limnologica et Telmatologica*, 1, 5–16.
2. Brižs, J. (2011). Dynamics of emergent macrophytes for 50 years in the coastal Lake Engure, Latvia. *Proceeding of the Latvian Academy of Sciences*, 65, 170–177. <https://doi.org/10.2478/v10046-011-0033-1>
3. Choiński, A., & Skowron, R., (2022). Zmiany powierzchni i zarastanie jezior w Polsce. *Badania Fizjograficzne, Seria A – Geografia Fizyczna, R. XII*, 123–140. <https://doi.org/10.14746/bfg.2021.12.7>
4. Choiński, A. (2001). Analysis of changes in the area and water volume of Lake Jamno. *Limnological Review*, 1, 41–44.
5. Choiński, A. (2006). *Katalog jezior Polski [Catalogue of Polish Lakes]*. Poznań: Adam Mickiewicz University Press, 600.
6. Choiński, A. (2007). *Limnologia fizyczna Polski*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM, 548.
7. Choiński, A., & Madalińska, K. (2002). Changes in lake percentage in Pomeranian Lakeland catchments adjacent to the Baltic since the close of the 19th century. *Limnological Review*, 2, 63–68.

8. Choiński, A., Ptak, M., & Strzelczak A. (2014). Present-day evolution of coastal lakes based on the example of Jamno and Bukowo (the Southern Baltic coast). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 43, 178–184. <https://doi.org/10.2478/s13545-014-0131-1>
9. Cieśliński, R. (2015). The size and causes overgrowth for lakes in Gdańsk. In: Novel methods and solutions in hydrology and water management. Absalon, D., Matysik, M. & Ruman M., eds. *Monographs of Hydrologic Commission of Polish Geographical Society*, Sosnowiec, 95–109.
10. Czaja, K. (2011). Zmiana powierzchni jeziora Małego Ząbrowskiego, Orzechowo, Ratu, Kamionko, Jasiień, Trzebno, Karczemnego oraz Głębokiego i ich zlewni bezpośredniej w XX wieku. *Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior: XV Ogólnopolska Konferencja Limnologiczna*, Toruń, Poland, 21–23 December, 2011. Torun: Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Poland.
11. Dąbrowski, M. (2002). Changes in the water level of lakes in northeastern Poland. *Limnological Review*, 2, 85–92.
12. Dorożyński, R., & Skowron, R. (2002). Changes of the basin of Lake Gopło caused by melioration work in the 18th and 19th centuries. *Limnological Review*, 2, 93–102.
13. Fesyuk, V., Ilyin, L., Moroz, I., & Ilyina, O. (2020). Environmental assessment of water quality in various lakes of the Volyn region, which is intensively used in recreation. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Geology. Geography. Ecology»*, 52, 236–250. [In Ukrainian].
14. Galon, R. (1954). Wstępna wiadomość o opracowaniu dotyczącym zanikania jezior w Polsce. *Przegląd Geograficzny*, 26 (2), 12–16.
15. Glazik, R., & Gierszewski, P. (2001). Influence of groundwater intakes on water resources of the chosen lakes located within Gostyniński-Włocławski Landscape Park. *Limnological Review*, 1, 95–102.
16. Gotlib, D., Iwaniak, A., & Olszewski, R. (2007). GIS, areas of application. Warsaw: Polish Scientific Publisher.
17. Heinsalu, A., & Alliksaar, T. (2009). Palaeolimnological assessment of environmental change over the last two centuries in oligotrophic Lake Nohipalu Valgjärv, southern Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 58, 124–132. <https://doi.org/10.3176/earth.2009.2.03>
18. Hildebrandt-Radke, I., & Przybycin, J. (2011). Zmiany sieci hydrograficznej i zalesienia a melioracje regionu środkowej Obry (centralna Wielkopolska) w świetle danych historycznych i materiału kartograficznego [Changes in the hydrographic network and area under forest in the context of the Middle Obra melioration (central Wielkopolska region), in the light of historical data and cartographic material]. *Przegląd Geograficzny*, 83, 323–342.
19. Ilyin, L. V. (2003). Genetic and paleolimnological aspects of the study of lakes in Western Polissya, Ukraine. *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka Volyn National University*, 7, 138–142. [In Ukrainian].
20. Ilyin, L. V. (2007). The hydrochemical characteristics of the lakes of the Shatsk National Nature Reserve, Ukrainian Polissia. *Limnological Review*, 7(3), 147–152.
21. Ilyin, L. V. (2008). Limnocomplexes of the Ukrainian Polysia. Vol. 2. Regional features and optimisation. Lutsk: Vezha, 400. ISBN 978-966-600-362-4. [In Ukrainian].
22. Ilyin, L. V., & Molchak, Ya. O. (2000). Volyn lakes: limno-geographical characteristics. Lutsk: Nadstyr'ya, 140. [In Ukrainian].
23. Ilyin, L. V., & Pasichnyk, M. P. (2018). Dynamics of the lakes of the Shatsk National Natural Park (1933–2017). *Materials of the scientific conference: Geography in the Taras Shevchenko National University of Kyiv: 85 years - research and perspectives*. Kyiv, 78–80. [In Ukrainian].
24. Jusik, S., & Macioł, A. (2014). The influence of hydromorphological modifications of the littoral zone in lakes on macrophytes. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 43, 66–76. <https://doi.org/10.2478/s13545-014-0119-x>
25. Kalinowska, K. (1961). Disappearance of glacial lakes in Poland (Zanikanie jezior polodowcowych w Polsce). *Przegląd Geograficzny*, 33, 511–518.
26. Kaniecki, A. (1997). Influence of XIXth centuries – the meliorations on change of level of waters. In *Influence of human impact on lake (Choiński, A. ed.)*. Poznań: Adam Mickiewicz University Press, 67–71.
27. Katalog jezior Polski, red. J. Kondracki. (1952). *Biuletyn Geograficzny Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 2, 29.
28. Katalog Jezior Polskich, red. J. Kondracki. (1952–1953). *Biuletyn Geograficzny Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, Part 1–13.
29. Khilchevskiy, V. K., Plichko, L. V., Zabokrytska, M. R., & Pasichnyk, M. P. (2022). The Study of Group of Shatsk Lakes (BNDVI index) During the Season of Minimum Recreational Load. *16th International*

- Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*, 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580010>
30. Khilchevskiy, V., Ilyin L., Pasichnyk M., Zabokrytska M., & Ilyina O. (2021). Hydrography, hydrochemistry and composition of sapropel of Shatsk Lakes. *Journal of Water and Land Development*, 54, 184–193.
  31. Khilchevskiy, V. K., & Zabokrytska, M. R. (2020). Main aspects of morphometry and hydrochemistry of Shatsk lakes. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, 3(58), 92–100. <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.9> [In Ukrainian].
  32. Kijowski, A. (1978). Analiza zbiorników wodnych na podstawie zdjęć lotniczych [Analysis of water reservoirs on the basis of aerial photographs]. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Geografia Fizyczna*, 31, 93–101.
  33. Kolada, A., & Ciecierska, H. (2008). Methods for lake macrophyte surveying in the light of biological monitoring required by Water Framework Directive. *Environmental protection and natural resources*, 37, 9–24.
  34. Kowalczyk, V. (1993). Differentiation overgrowth lakes in catchments within the specified Lakeland. *Unpublished PhD Thesis*. Poznań: Adam Mickiewicz University.
  35. Kowalewski, G., Lamentowicz, M., & Pająkowski, J. (2001). Lake Miedzno shoreline changes and Lake Piaseczno sediments in Wdecki Landscape Park area. *Limnological Review*, 1, 173–180.
  36. Kunz, M., Skowron, R., & Skowroński, S. (2010). Morphometry changes of Lake Ostrowskie (the Gniezno Lakeland) on the basis of cartographic, remote sensing and geodetic surveying. *Limnological Review*, 10, 77–85. <https://doi.org/10.2478/v10194-011-0009-1>
  37. Lencewicz, St. (1931). Miedzyrzeczca Bugu i Prypeci. Wody płynące i jeziora. *Przegląd Geograficzny*, T. XI, 28.
  38. Linkevičienė, R. (2009). Impact of river capture on hydrography and water resources: case study of Ula and Katra catchments, south Lithuania. *The Holocene*, 19, 1233–1240. <https://doi.org/10.1177/0959683615612586>
  39. Ławniczak-Malińska, A., Ptak, M., Celewicz, S., & Choiński, A. (2018). Impact of lake morphology and shallowing on the rate of overgrowth in hard-water eutrophic lakes, *Water*, 10, 1–16. <https://doi.org/10.3390/w10121827>
  40. Majdanowski, S. (1954). Zestawienie ogólne jezior Polski, *Biul. Geogr.*, 4, 3–21.
  41. Marszelewski, W. (2005). Zmiany warunków abiotycznych w jeziorach Polski Północno-Wschodniej [Changes of the abiotic conditions in the lakes of North-East Poland]. Toruń: Nicolaus Copernicus University Press, 288.
  42. Niewiarowski, W. (1978). Fluctuations of water-level in the Gopło lake their reasons. *Polish Archives of Hydrobiology*, 25, 301–306.
  43. Niewiarowski, W. (1987). Oscillations of lake level during the Late Glacial and holocene – a case study of the Brodnica Lake District. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst Moritz Arndt Universität Greifswald: Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe*, 36, 36–37.
  44. Nowacka, A., & Ptak, M. (2007). Zmiany powierzchni jezior na pojezierzu Wielkopolsko-Kujawskim w XX wieku [Changes in the surface of lakes in the Wielkopolsko-Kujawskie Lakeland in the twentieth century]. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Geografia Fizyczna*, 58, 149–157.
  45. Partanen, S., & Hellstenm, S. (2005). Changes of emergent aquatic macrophyte cover in seven large boreal lakes in Finland with special reference to water level regulation. *Fennia*, 183, 57–79.
  46. Pasichnyk, M. P., Ilyin, L. V., & Khilchevskiy, V. K. (2021). Sapropel recreational and tourist resources of lakes of Volyn Region. Lutsk: Volynpoligraph, 172. ISBN 978-617-7843-20-6. [In Ukrainian].
  47. Ptak, M. (2010). Percentage of the area covered by forest and change surface lakes in the middle and lower Warta River Basin from the end 19th century. *Woda w badaniach geograficznych* (Ciupa, T. & Suligowski, R., eds.), 151–158. Kielce: Jan Kochanowski University Press.
  48. Ptak, M., & Ławniczak, A. (2012). Changes in water resources in selected lakes in the middle and lower catchment of the River Warta. *Limnological Review*, 12, 35–44. <https://doi.org/10.2478/v10194-011-0043-z>
  49. Rühle, E. (1935). Jezioza krasowe zachodniej czesci Polesia Wolynskiego [Karst lakes in the western part of Volyn Polissya] [online]. *Rocznik Wołyński*, 4, 210–241. Retrieved 09.01.2021 from <https://bcul.lib.uni.lodz.pl/dlibra/publication/57822/edition/50585/rocznik-wolynski-1935-t-4-zarząd-wolynskiego-okregu-związku-nauczycielstwa-polskiego?language=pl>
  50. Shevchuk, M. Y., & Sergushko, O. G. (2017). Eutrophication of lakes in the Volyn region. *Agroecological Journal*, 1, 16–21. [In Ukrainian].
  51. Skowron, R., & Jaworski, T. (2017). Changes in lake area as a consequence of plant overgrowth in the South Baltic Lakelands (N Poland) resulting from natural and anthropogenic factors. *Bulletin of Geography, Physical Geography Series*, 7, 19–30. Toruń.

52. Skowron, R., & Piasecki, A. (2012). Changes of water resources and lake floor geometry of Gopło and Ostrowskie Lakes as the result of anthropopressure. *Anthropogenic and natural transformations of lakes* (Grzeškowiak, A. & Nowak, B., eds.), 95–97. Poznań: Institute of Meteorology and Water Management - National Research Institute Press.
53. Szukalski, J. (1956). O zaniku jezior w Polsce. *Geografia w Szkole, IX*. Warszawa.
54. Terasmaa, J. (2011). Lake basin development in the Holocene and its impact on the sedimentation dynamics in a small lake (southern Estonia). *Estonian Journal of Earth Sciences*, 60, 159–171. <https://doi.org/10.3176/earth.2011.3.04>
55. Vainu, M., & Terasmaa, J. (2014). Changes in climate, catchment vegetation and hydrogeology as the causes of dramatic lake-level fluctuations in the Kurtna Lake District, NE Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 63, 45–61. <https://doi.org/10.3176/earth.2014.0>
56. Valta-Hulkkonen, K., Kanninen, A., & Pellikka, P. (2004). Remote sensing and GIS for detecting changes in the aquatic vegetation of rehabilitated lake. *International Journal of Remote Sensing*, 25, 5745–5758. <https://doi.org/10.1080/01431160412331291170>
57. Zuzuk, F. V., Koloshko, L. K., & Karpyuk, Z. K. (2012). Drained lands of the Volyn region and their protection. *Lutsk*, 294. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редколегії  
25.04.2023 р.

УДК 551.5:061.1

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.02>

**Валентин Хільчевський**

доктор географічних наук, професор,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
[hilchevskiy@ukr.net](mailto:hilchevskiy@ukr.net), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7643-0304>

**Мирослава Забокрицька**

кандидат географічних наук, доцент,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
[mirazabor@ukr.net](mailto:mirazabor@ukr.net), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6045-2936>

**Людмила Плічко**

доктор філософії з галузі знань природничі науки, асистент,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
[PlichkoL@ukr.net](mailto:PlichkoL@ukr.net), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6779-0236>

**Олена Шевчук**

магістрант географічного факультету,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
[olenkasevcuk587@gmail.com](mailto:olenkasevcuk587@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7508-8057>

**ХІМІЧНИЙ СКЛАД ВОДИ ТА ЙОННИЙ СТІК РІЧОК ЗАХІДНИЙ БУГ, НАРЕВ  
ТА ВІСЛА (БАСЕЙН БАЛТІЙСЬКОГО МОРЯ)**

**Анотація.** Метою цієї публікації є характеристика хімічного складу води (за головними йонами та мінералізацією), а також йонного стоку річок Західний Буг, Нарев та Вісла (територія Польщі та України). Використано дані моніторингу гідрометеорологічних організацій ДСНС України по гідропостах на р. Західний



Буг (1971–2019 рр.), матеріали Басейнового управління водних ресурсів річок Західного Бугу Держводагентства України, публікації вітчизняних та польських учених. Встановлено, що порівняно зі середньорічною мінералізацією води р. Західний Буг (539 мг/дм<sup>3</sup>) вода р. Нарев та р. Вісла має дещо менші значення цього показника, відповідно 379 мг/дм<sup>3</sup> і 449 мг/дм<sup>3</sup>. Розрахований загальний йонний стік трьох річок становить, п 10<sup>3</sup> т на рік: Західний Буг – 2587; Нарев – 4025; Вісла – 13827 (до Балтійського моря). Показник йонного стоку становить (т/км<sup>2</sup>/рік): Західний Буг – 65,5; Нарев – 52,4; Вісла – 76,0.

**Ключові слова:** Західний Буг, Нарев, Вісла, транскордонна річка, хімічний склад води, йонний стік.

**Khilchevskiy Valentyn, Zabokrytska Myroslava, Plichko Liudmyla, Shevchuk Olena. CHEMICAL COMPOSITION OF WATER AND ION FLOW OF RIVERS WESTERN BUG, NAREV AND VISTULA (BALTIC SEA BASIN)**

**Abstract.** The purpose of this publication is to characterize the chemical composition of water (by main ions and mineralization), as well as the ionic runoff of the Western Bug, Narew, and Vistula rivers (the territory of Poland and Ukraine). Data from the monitoring of hydrometeorological organizations of the State Service of Ukraine for emergency situations at hydrological stations on the Western Bug River (1971-2019), materials of the Basin Management of Water Resources of the Western Bug Rivers of the State Water Agency of Ukraine, publications of domestic and Polish scientists were used. Applied methods of statistical processing of data of observed series, method of calculation of ion flow.

The ionic composition of the basin's river waters is genetically related to poorly soluble carbonate rocks lying on its catchment. Correspondingly, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and Ca<sup>2+</sup> ions prevail in water in all seasons of the year. The waters of the Vistula basin belong to the hydrocarbonate class of the type II calcium group. According to the parameters of the salt block, the water in Western Bug mainly belongs to 1-2 categories of I and II quality classes and is characterized as «excellent», «very good» water. But the integral indicator of the environmental condition of the Western Bug river indicates that the water in the river belongs to the 4th category, III class «satisfactory» in terms of condition and «moderately polluted» in terms of purity.

It was established that the average mineralization of river water is: Western Bug – 539 mg/dm<sup>3</sup>; Narew – 379 mg/dm<sup>3</sup>; Vistula – 449 mg/dm<sup>3</sup>. The calculated total ion flow of three rivers is n·10<sup>3</sup> t per year: Western Bug – 2587; Narew – 4025; Vistula – 13827 (to the Baltic Sea). The obtained indicator of ion flow (t/km<sup>2</sup>/year): Western Bug – 65.5; Narew – 52.4; Vistula – 76.0. The share of the ion flow of the Western Bug in the ion flow of Narew is 64%, in the ion flow of the Vistula – 19%. The share of the Narew ion flow in the Vistula ion flow is 19%.

The novelty of the research lies in the complex approach to the study of the hydrochemical conditions of three rivers – Western Bug, Narew, and Vistula, since before this, in Ukrainian scientific literature, as a rule, the section of the Western Bug was considered on the territory of Ukraine.

**Key words:** Western Bug, Narew, Vistula, transboundary river, chemical composition of water, ion flow.

**Актуальність.** Згідно гідрографічного районування України, на її території виділено дев'ять районів річкових басейнів [6], одним із яких є район басейну Вісли, з території якого річковий стік направлений у Балтійське море (близько 2,5 % території України). Вісла – найважливіша та найдовша річка в Польщі та друга в басейні Балтійського моря після річки Неви [4]. Протікає через всю Польщу з півдня на північ, утворює дельту при впадінні в Балтійське море. Вісла має притоки, які розташовані на території сусідніх держав (Україна, Білорусь, Словаччина). В Україні басейн річки Вісла представлений переважно транскордонною річкою Західний Буг, яка впадає в Польщі в річку Нарев, яка, у свою чергу, є правою притокою Вісли.

Міжнародний (транскордонний) статус річки забезпечує співпрацю в басейні річки між відповідними країнами та сприяє взаєморозумінню. У 40 країнах світу, включаючи Україну, понад 50 % річкового стоку залежить від транзиту із сусідніх країн. Тому гідроекологічні дослідження та співпраця у транскордонних басейнах річок є надзвичайно важливим завданням.

**Стан вивчення питання.** Гідролого-гідрохімічні дослідження українських авторів зосереджені, переважно, на українській ділянці Західного Бугу. Серед цих праць варто відзначити фундаментальну монографію [3], в якій охарактеризовано гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України за даними багаторічних спостережень. Деякі публікації як вітчизняних дослідників, так і зарубіжних, присвячені оцінюванню якості води та динаміки вмісту забруднювальних речовин у річкових водах Західного Бугу [9; 11; 12; 16; 19–21]. Приділено також увагу абіотичній типізації річок й озер української частини басейну Вісли та її

порівняння з результатами польських досліджень [7; 14; 15]. У публікаціях польських авторів висвітлено хімічний склад та антропогенний вплив на нього по р. Нарев [18] та р. Вісла [17].

**Мета дослідження** – характеристика хімічного складу води (за головними йонами та мінералізацією), а також йонного стоку річок Західний Буг, Нарев та Вісла (територія Польщі та України).

**Методи дослідження** – застосовано методи статистичної обробки даних рядів спостережень, методику розрахунку йонного стоку.

**Використані матеріали** – дані моніторингу гідрометеорологічних організацій ДСНС України по гідропостах на р. Західний Буг (1971–2019 рр.), матеріали Басейнового управління водних ресурсів річок Західного Бугу Держводагентства України [1], публікації вітчизняних та зарубіжних учених.

**Виклад основного матеріалу.**

**Співробітництво в басейнах транскордонних річок.** Річка або озеро є міжнародними (транскордонними), якщо їхня площа водозбору та водні ресурси спільно використовуються двома або більше державами.

В 1996 р. було підписано угоду між Урядом України та Урядом Республіки Польща про співробітництво в галузі водного господарства в басейні р. Західний Буг, яка набрала чинності з 1999 р. Після 2022 р., коли Україна набула статусу країни-кандидата в члени Європейського Союзу, співробітництво в басейнах транскордонних річок, пов'язаних із країнами-членами ЄС, набуває особливого значення.

Принцип міжнародного управління полягає в тому, що вирішення проблем, пов'язаних із водними ресурсами, стосується цілого басейну як єдиної одиниці управління та планування, в недопущенні критичних змін у басейні певною країною в односторонньому порядку [4].

Інтегроване управління водними ресурсами також є інструментом транскордонного співробітництва, яке сприяє діалогу та формуванню спільних інтересів між прибережними державами басейну, пов'язуючи низку життєво важливих видів діяльності (сільське господарство, промисловість, рекреацію, здоров'я людини тощо). Варто зазначити, що на міжнародному рівні було укладено дві конвенції: 1) з охорони транскордонних водотоків та міжнародних озер (Гельсінська конвенція, 1992 р.); 2) про право на несудноплавні види використання міжнародних водотоків (Нью-Йоркська конвенція, 1997 р.).

Також у Водній рамковій директиві ЄС 2000 р. (ВРД ЄС) є три основні аспекти транскордонного управління, які займають центральне місце у ВРД й можуть також розглядатися як важливі кроки для покращення транскордонного управління водними об'єктами в Європі [8].

1. Налагодження співробітництва: ВРД вимагає, щоб держави-члени здійснювали управління річками та озерами відповідно до меж річкових басейнів, координували свої дії, щоб забезпечити статус міжнародного річкового басейну, якщо він охоплює територію більше ніж однієї держави-члена.

2. Отримання даних та моніторинг: орган управління річкового басейну, згідно зі статтею 5 ВРД, зобов'язаний надавати всі дані про природні характеристики кожного річкового басейну. Ця вимога задовольняє потребу в збиранні корисної та актуальної інформації, максимальному спрощенні та ефективності процесу обміну інформацією з використанням сучасних технологій.

3. Плани заходів: план управління річковим басейном має бути складений для кожного району річкового басейну. Ця робота має включати заходи, які необхідно вжити для досягнення мети – доброї якості довкілля на території басейну (екологічний стан, кількісний стан, хімічний стан), збереження територій, що охороняються.

ВРД ЄС може зробити значний внесок у покращення транскордонного управління річками та озерами в Європі, особливо в тих випадках, коли беруть участь держави-члени або кандидати в члени ЄС. Як загальний підхід, так і конкретні вимоги ВРД є основою для покращення екологічного стану відповідних водних об'єктів.

**Гідрографічна характеристика.** Річка Вісла – найдовша й найбільша річка в Польщі (довжина – 1047 км; водозбірний басейн – 193 960 км<sup>2</sup>, з яких 168 868 км<sup>2</sup> – в межах Польщі. Інша частина басейну знаходиться в Україні, Білорусі та Словаччині. Середня витрата Вісли (гирло) – 1080 м<sup>3</sup>/с. У Вісли виділяють три частини: верхню – від витоків до Сандомира; середню – від Сандомира до злиття з Наревом і Західним Бугом; нижню – від злиття з Наревом до Балтійського моря (рис. 1).

Річка Нарев розташована в західній частині Білорусі та на північному сході Польщі й є правою притокою р. Вісла (площа басейну 74 527 км<sup>2</sup>, довжина 499 км, середня витрата (у гирлі) – 313 м<sup>3</sup>/с. Частина річки між злиттями зі Західним Бугом і Віслою була відома як Бугонарев. У 1962 р., після побудови Зегжинського водосховища, Уряд Польщі скасував назву Бугонарев. Із тих пір річка офіційно стала частиною Нарева, а Західний Буг став її лівою притокою.



**Рис. 1.** Картохема басейну Вісли [22]

Річка Західний Буг (по-польськи – Bug) є лівою притокою р. Нарев, яка впадає в р. Вісла. Загальна площа басейну Західного Бугу становить 39420 км<sup>2</sup>, довжина річки – 772 км [5]. За даними Басейнового управління водних ресурсів річок Західного Бугу Держводагентства України, площа басейну Західного Бугу на території України становить 11 205 км<sup>2</sup> (понад 28 % від загальної площі басейну), довжина річки – 404 км (понад 52 % загальної довжини), з яких 220 км – ділянка річки, по якому проходить кордон України та Польщі [1].

В Україні знаходяться витік (Львівська область) і верхня течія річки Західний Буг (Львівська та Волинська області). Західний Буг межує з басейнами річок: на південному заході – р. Сан (басейн Вісли); на півдні – р. Дністер, на сході – р. Прип'ять. На заході українська частина басейну Західного Бугу впирається в державний кордон України та Польщі, на півночі – в державний кордон України та Білорусі.

Гідрографічна мережа української частини басейну Західного Бугу нараховує 2044 річки. У Водному кодексі України річки по площі водозбору діляться на: великі – понад 50 тис. км<sup>2</sup>; середні – 2–50 тис. км<sup>2</sup>; малі – менше 2 тис. км<sup>2</sup> [2]. Виходячи з цієї класифікації, річка Західний Буг відноситься до категорії середньої річки, а всі її притоки – це малі річки.

Водночас, типізація річок за площею водозбору, згідно Водної рамкової директиви (ВРД) Європейського Союзу, яка також використовується й в Україні, як нормативна для оцінки екологічного стану масивів поверхневих вод, значно відрізняється, а саме, дуже великі річки – понад 10 тис. км<sup>2</sup>; великі – 1,0–10,0 тис. км<sup>2</sup>; середні – 100–1000 км<sup>2</sup>; малі – 10–100 км<sup>2</sup> [8].

Застосування типізації річок ВРД ЄС в українській частині басейну Західного Бугу показує таку картину: в цьому басейні в межах України є одна дуже велика річка, це р. Західний Буг, а також три великі річки – Полтва (1440 км<sup>2</sup>; 60,0 км), Рата (1820 км<sup>2</sup>; 76,0 км) і Луга (1351,4 км<sup>2</sup>; 89,1 км) [7; 4]. Якщо басейни Полтви й Луги повністю розташовані в межах України, то Рата бере початок на території Підкарпатського воєводства Польщі в декількох кілометрах від українсько-польського кордону, відповідно й верхня частина басейну річки площею близько 50 км<sup>2</sup> розташована в межах сусідньої держави.

У межах української частини басейну Західного Бугу, за типізації ВРД ЄС, нараховується також 30 середніх річок (із площею водозбору 100–1000 км<sup>2</sup>) і 2010 малих річок (до 100 км<sup>2</sup>). Серед малих річок 44 водотоків мають довжину понад 10 км, а 1966 малих річок мають довжину менше 10 км.

Гідрохімічна характеристика. Оброблялися ряди спостережень за хімічним складом води за декількома пунктами моніторингу на р. Західний Буг та її притоках за період 1971–2019 рр., що отримані у системі гідрометслужби України. Дослідження гідрохімічного режиму р. Західний Буг та її приток по головних іонах виявили чітку сезонність, яка пояснюється впливом зміни ролі різних видів живлення протягом року. Найменші значення загальної мінералізації води Західного Бугу спостерігалися під час весняної повені (497 мг/дм<sup>3</sup>); у меженні періоди величина мінералізації коливалася від 518 мг/дм<sup>3</sup> (літньо-осіння межень) до 573 мг/дм<sup>3</sup> (зимова межень). Аналогічна закономірність була характерною й для сезонного ходу концентрацій окремих головних йонів у воді Західного Бугу (табл. 1).

Таблиця 1

Середні сезонні концентрації головних йонів і мінералізація води річки Західний Буг, мг/дм<sup>3</sup>

Сезон	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Мінералізація
Весняна повінь	275	50	50	88	13	20	3	497
Літньо-осіння межень	288	54	50	92	15	30	4	518
Зимова межень	303	64	57	104	17	35	5	573

Значення концентрацій головних іонів і величини мінералізації у воді приток у різні сезони є близькими до цих характеристик у воді самого Західного Бугу. Винятком є порівняно підвищена мінералізація води р. Полтва, яка досягає в створі м. Львів 784–871 мг/дм<sup>3</sup>, знижуючись у гирлі річки (м. Буськ) до 613–670 мг/дм<sup>3</sup> [16].

За показниками сольового блоку вода в р. Західний Буг відноситься, переважно, до 1–2 категорій I та II класів якості води та характеризується як «відмінна», «дуже хороша» (2013–2019 рр.). Але інтегральний показник екологічного стану Західного Бугу вказує на те, що вода в річці відноситься до 4-ї категорії, III класу якості вод – «задовільна» за станом і «помірно забруднена» за ступенем чистоти [11].

Йонний склад річкових вод басейну генетично пов'язаний із малорозчинними карбонатними породами, які залягають на його водозборі. Відповідно, в усі сезони року у воді преважують йони HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> і Ca<sup>2+</sup>. Води басейну Західного Бугу належать до гідрокарбонатного класу групи кальцію II типу – C<sub>calc</sub>. Використовуючи дані з публікацій польських вчених [10; 13; 18], порівняємо хімічний склад води трьох річок – Західний Буг, Нарев і Вісла (табл. 2).

Таблиця 2

Середні за рік концентрації головних йонів і мінералізація води річок Західний Буг, Нарев і Вісла, мг/дм<sup>3</sup>

Річка	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Мінералізація
Західний Буг	289	56	52	95	15	28	4	539
Нарев	157	61	62	73	12	10	4	379
Вісла	166	62	66	80	14	46	5	449

Порівняно з середньорічною мінералізацією води р. Західний Буг (539 мг/дм<sup>3</sup>), вода р. Нарев та р. Вісла має дещо менші значення цього показника, відповідно 379 мг/дм<sup>3</sup> і 449 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 2).

Йонний стік річки ( $R$ ,  $n \cdot 10^3$  тонн) дорівнює:

$$R = WC,$$

де:  $W$  – об'єм водного стоку, км<sup>3</sup> в рік;  $C$  – концентрація основних іонів і мінералізація, мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 2).

Для отримання об'єму стоку води ( $W$  – км<sup>3</sup> на рік) оброблено інформація про середню витрату води (м<sup>3</sup>/с). Отримані такі результати по середньорічних об'ємах водного стоку в гирлах річок: Західний Буг – 4,8 км<sup>3</sup>; Нарев – 10,4 км<sup>3</sup>; Вісла – 33,0 км<sup>3</sup>. Результати розрахунку середньорічного йонного стоку річок наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Середньорічний йонний стік річок Західний Буг, Нарев і Вісла,  $n \cdot 10^3$  тонн

Річка	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Мінералізація
Західний Буг	1387	269	250	456	72	134	19	2587
Нарев	1633	634	645	759	125	187	42	4025
Вісла	5478	2046	2178	2640	462	858	165	13827

Показник (або модуль) стоку йонів ( $P$ , т/км<sup>2</sup>) є важливою характеристикою, яка відображає інтенсивність хімічної ерозії на водозборі й дає змогу порівнювати значення йонного стоку різних річок. Він розраховується шляхом ділення величини стоку йонів ( $R$ ,  $n \cdot 10^3$  т) на площу водозбору ( $F$ , км<sup>2</sup>):  $P = R / F$ .

Отриманий показник йонного стоку становить, т/км<sup>2</sup> на рік: Західний Буг – 65,5; Нарев – 52,4; Вісла – 76,0. Для порівняння (за нашими розрахунками),  $P$  (т/км<sup>2</sup> на рік): Дніпро – 26,8; Дунай – 95,2.

**Висновки.** 1. Порівняно зі середньорічною мінералізацією води р. Західний Буг (539 мг/дм<sup>3</sup>) вода р. Нарев та р. Вісла має дещо менші значення цього показника, відповідно 379 мг/дм<sup>3</sup> і 449 мг/дм<sup>3</sup>.

2. Частка йонного стоку Західного Бугу в йонному стоці Нарева становить 64 %, в йонному стоці Вісли – 19 %. Частка йонного стоку Нарева в йонному стоці Вісли становить 19 %. Йонний стік Вісли до Балтійського моря становить  $13827 \cdot 10^3$  т на рік.

3. Показник йонного стоку становить, т/км<sup>2</sup> на рік: Західний Буг – 65,5; Нарев – 52,4; Вісла – 76,0. Для порівняння (за нашими розрахунками),  $P$  (т/км<sup>2</sup> на рік): Дніпро – 26,8; Дунай – 95,2.

**Новизна дослідження** полягає в комплексному підході до вивчення гідрохімічних умов трьох річок – Західний Буг, Нарев і Вісла, оскільки до цього в українській науковій літературі, як правило, розглядалася ділянка р. Західний Буг на території України.

#### Список використаних джерел:

1. Басейнове управління водних ресурсів річок Західного Бугу Держводагентства України. Офіційний сайт. URL: <http://zbbuvr.gov.ua>
2. Водний кодекс України. URL: <http://pravoved.in.ua/section-kodeks/150-vku.html>
3. Забокрицька М. Р., Хільчевський В. К., Манченко А. П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. К. : Ніка-Центр, 2006. 184 с.
4. Хільчевський В. К. Особливості гідрографії Європи : річки, озера, водосховища. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2022. № 4 (66). С. 6–16.
5. Хільчевський В. К. Сучасна характеристика поверхневих водних об'єктів України : водотоки та водойми. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2021. № 1 (59). С. 17–27.
6. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. № 1. С. 8–20.

7. Хільчевський В. К., Гребін В. В., Забокрицька М. Р. Оцінка гідрографічної мережі району річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сану) на території України згідно типології Водної рамкової директиви ЄС. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 1 (40). С. 29–41.
8. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>
9. Ertel A.-M., Lupo A., Scheifhacken N., Bodnarchuk T., Manturova O., Berendonk T., Petzoldt T. Heavy load and high potential: anthropogenic pressures and their impacts on the water quality along a lowland river (Western Bug, Ukraine). *Environ Earth Sci*. 2012. Vol. 65. Is. 5. P. 1459–1473.
10. Gierszewski P. Hydromorfologiczne uwarunkowania funkcjonowania geoekosystemu Zbiornika Włocławskiego. *Prace Geograficzne*. 2018. 268. P. 91–96.
11. Gopchak I., Basiuk T., Bialyk I., Pinchuk O., Gerasimov Ie. Dynamics of changes in surface water quality indicators of the Western Bug River basin within Ukraine using GIS technologies. *Journal of Water and Land Development*. 2019. P. 42 (VII–IX), 67–75.
12. Gopchak I., Kalko A., Basiuk T., Pinchuk O., Gerasimov Ie., Yaromenko O., Shkirynets V. Assessment of surface water pollution in Western Bug River within the cross-border section of Ukraine. *Journal of Water and Land Development*. 2020. 46 (VII–IX). P. 97–104.
13. Jekatierynczuk-Rudczyk E., Górniak A., Zieliński P., Dziemian J. Daily Dynamics of Water Chemistry in a Lowland Polyhumic Dam Reservoir. *Polish J. Environ. Stud*. 2002. 11 (5). 521–526.
14. Khilchevskiy V. K., Grebin V. V., Zabokrytska M. R. Abiotic Typology of the Rivers and Lakes of the Ukrainian Section of the Vistula River Basin and its Comparison with Results of Polish Investigations. *Hydrobiological Journal*. 2019. 55 (3). P. 95–102.
15. Khilchevskiy V. K., Zabokrytska M. R., Plichko L. V. Chemical composition of water and ion runoff of the Western Bug, Narew and Vistula rivers (Baltic Sea Basin). *Proceedings of the 15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. European Association of Geoscientists & Engineers. 2021. P. 1–5.
16. Khilchevskiy V. K., Zabokrytska M. R., Sherstyuk N. P. Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on territory of Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. 27(2). P. 232–243.
17. Kowalkowski T., Gadzała-Kopciuch M., Kosobucki P., Krupczyńska K., Ligor T., Buszewski B. Organic and inorganic pollution of the Vistula River basin. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 2007. Vol. 42. Is. 4. P. 421–426.
18. Skorbilowicz M. Concentrations of Macroelements, Zinc and Iron Ions in Water of the Upper Narew Basin, NE Poland. *Polish J. Environ. Stud*. 2010. 19 (2). P. 397–405.
19. Starodub G., Karabyn B., Ursulyak P., Pyroszok S. Assessment of anthropogenic changes natural hydrochemical pool Western Bug river. *Studia regionalne i lokalne Polski południowo-wschodniej*. Dzierżówka – Kraków. 2013. T. XI. P. 79–90.
20. Tatukh S., Chalyi P., Mukha O., Mykhnovych A. Natural Conditions and Man-Made Influence upon Surface Waters Quality in the Western Bug River Basins. In : *Transboundary Aquifers in the Eastern Borders of the European Union*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. 2012. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-3949-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-007-3949-9_5).
21. Tränckner J., Helm B., Blumensaat F., Terekhanova T. Integrated Water Resources Management : Approach to Improve River Water Quality in the Western Bug River Basin. In : *Transboundary Aquifers in the Eastern Borders of the European Union*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. 2012. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-3949-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-007-3949-9_6).
22. Vistula river map.png. URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vistula\\_river\\_map.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vistula_river_map.png).

#### References:

1. Basin management of water resources of the Western Bug rivers of the State Water Agency of Ukraine. Official site. <http://zbbuvr.gov.ua> [In Ukrainian].
2. Water Code of Ukraine. <http://pravoved.in.ua/section-kodeks/150-vku.html> [in Ukrainian].
3. Zabokrytska, M. R., Khilchevskiy, V. K., & Manchenko, A. P. (2006). The hydro-ecological state of the Western Bug basin in the territory of Ukraine. K.: Nika-Tsentr, 184. [In Ukrainian].
4. Khilchevskiy, V. K. (2022). Features of the hydrography of Europe: rivers, lakes, reservoirs. *Hidrolohiiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiiia*, 4(66), 6–16. [In Ukrainian].

5. Khilchevskiy, V. K. (2021). Modern characteristics of surface water bodies of Ukraine: watercourses and reservoirs. *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia*, 1(59), 17–27. [In Ukrainian].
6. Khilchevskiy, V. K., & Hrebin, V. V. (2017). Hydrographic and water management zoning of the territory of Ukraine, approved in 2016 - implementation of the provisions of the EU WFD. *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia*, 1, 8–20. [In Ukrainian].
7. Khilchevskiy, V. K., Hrebin, V. V., & Zabokrytska, M. R. Assessment of the hydrographic network of the Vistula river basin area (Western Bug and San) on the territory of Ukraine according to the typology of the EU Water Framework Directive. *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia*, 1(40), 29–41. [In Ukrainian].
8. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. (2000). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>
9. Ertel, A.-M., Lupo, A., Scheifhacken, N., Bodnarchuk, T., Manturova, O., Berendonk, T., & Petzoldt, T. (2012). Heavy load and high potential: anthropogenic pressures and their impacts on the water quality along a lowland river (Western Bug, Ukraine). *Environ Earth Sci*, 65(5), 1459–1473.
10. Gierszewski, P. (2018). Hydromorfologiczne uwarunkowania funkcjonowania geokoosystemu Zbiornika Włocławskiego. *Prace Geograficzne*, 268, 91–96.
11. Gopchak, I., Basiuk T., Bialyk I., Pinchuk O., & Gerasimov, Ie. (2019). Dynamics of changes in surface water quality indicators of the Western Bug River basin within Ukraine using GIS technologies. *Journal of Water and Land Development*, 42(VII–IX), 67–75.
12. Gopchak, I., Kalko, A., Basiuk, T., Pinchuk, O., Gerasimov, Ie., Yaromenko, O., & Shkirynets, V. (2020). Assessment of surface water pollution in Western Bug River within the cross-border section of Ukraine. *Journal of Water and Land Development*, 46(VII–IX), 97–104.
13. Jekatierynczuk-Rudczyk, E., Górnjak, A., Zieliński, P., & Dziemian, J. (2002). Daily Dynamics of Water Chemistry in a Lowland Polyhumic Dam Reservoir. *Polish J. Environ. Stud.*, 11(5), 521–526.
14. Khilchevskiy, V. K., Grebin, V. V., & Zabokrytska, M. R. (2019). Abiotic Typology of the Rivers and Lakes of the Ukrainian Section of the Vistula River Basin and its Comparison with Results of Polish Investigations. *Hydrobiological Journal*, 55(3), 95–102.
15. Khilchevskiy, V. K., Zabokrytska, M. R., & Plichko, L. V. (2021). Chemical composition of water and ion runoff of the Western Bug, Narew and Vistula rivers (Baltic Sea Basin). *Proceedings of the 15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. European Association of Geoscientists & Engineers, 1–5.
16. Khilchevskiy, V. K., Zabokrytska, M. R., & Sherstyuk, N. P. (2018). Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on territory of Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 27(2), 232–243.
17. Kowalkowski, T., Gadzała-Kopciuch, M., Kosobucki, P., Krupczyńska, K., Ligor, T., & Buszewski, B. (2007). Organic and inorganic pollution of the Vistula River basin. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 42(4), 421–426.
18. Skorbilowicz, M. (2010). Concentrations of Macroelements, Zinc and Iron Ions in Water of the Upper Narew Basin, NE Poland. *Polish J. Environ. Stud.*, 19(2), 397–405.
19. Starodub, G., Karabyn, B., Ursulyak, P., & Pyroszok, S. (2013). Assessment of anthropogenic changes natural hydrochemical pool Western Bug river. *Studia regionalne i lokalne Polski południowo-wschodniej*. Dzierżówka – Kraków. XI, 79–90.
20. Tatukh, S., Chalyi, P., Mukha, O., & Mykhnovych, A. (2012). Natural Conditions and Man-Made Influence upon Surface Waters Quality in the Western Bug River Basins. In, *Transboundary Aquifers in the Eastern Borders of the European Union*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-3949-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-007-3949-9_5)
21. Tränckner, J., Helm, B., Blumensaat, F., & Terekhanova, T. (2012). Integrated Water Resources Management: Approach to Improve River Water Quality in the Western Bug River Basin. In, *Transboundary Aquifers in the Eastern Borders of the European Union*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-3949-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-007-3949-9_6)
22. Vistula river map.png. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vistula\\_river\\_map.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vistula_river_map.png).

Стаття надійшла до редколегії  
16.02.2023 р.

УДК 556.53(477):[911.5:630\*9

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.03>

**Валентина Стельмах**

кандидат географічних наук, старший викладач кафедри фізичної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
[stelmakh.valia@gmail.com](mailto:stelmakh.valia@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7106-4242>

**Михайло Мельнійчук**

кандидат географічних наук, професор кафедри фізичної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
[melniichuk.mm@gmail.com](mailto:melniichuk.mm@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7258-2869>

**ЛІСОВІ ЛАНДШАФТИ БАСЕЙНУ РІЧКИ СЛУЧ  
(У МЕЖАХ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

**Анотація.** Досліджено особливості формування, динаміки та внутрішньо-організаційної структури лісових ландшафтів у басейні річки Случ. Проаналізовано географічне положення басейну річки Случ. Охарактеризовано динаміку показників заліснення території у долині річки Случ за період із 1910 року до 2020 року, а також створено відповідні картографічні зображення у розрізі зазначених часових відрізків. Здійснено лісо-типологічну характеристику лісів та проаналізовано типові деревні насадження. Виділено лісові ландшафтні місцевості у басейні річки Случ та побудовано карту лісових ландшафтів території дослідження. Окремо відзначено про наслідки антропогенного навантаження на лісові ландшафти у басейні річки, зокрема окреслено переважаючі напрями негативного впливу людської діяльності, охарактеризовано їх наслідки та обумовлено шляхи охорони.

**Ключові слова:** басейн річки, річка Случ, ліс, лісовий ландшафт, ландшафтна місцевість, тип лісу, деревостан, заліснення, антропогенний вплив.

**Stelmakh Valentina, Melniichuk Mikhailo. FOREST LANDSCAPES OF THE SLUCH RIVER BASIN (WITHIN THE RIVNE REGION)**

**Abstract.** In the article, we investigated the peculiarities of the formation, dynamics, and intra-organizational structure of forest landscapes in the Sluch river basin. The dynamics of afforestation indicators of the territory in the Sluch River valley were characterized for the period from 1910 to 2020, and corresponding cartographic images were created in the section of the specified time segments.

It is worth saying that the forest cover of the Sluch River valley decreased by 27% from 1910 to 2020 and is 57% today. The basin's forest cover is decreasing annually due to uncontrolled logging and amber mining.

The current state of the forests of the Sluch river basin and their species composition are described. Dominant species have been identified. These are pine, ordinary oak birch hung and black alder.

A forest typological characterization was carried out and the forest landscape areas were selected. As a result of the construction of the map of the forest landscapes of the region, we selected 17 forest landscape areas in the basin of the Sluch River, in particular lower and elevated boundary rivers, flood plains and fluvio-glacial plains with predominance of pine-oak, pine, pine-alder, pine-birch, oak, oak-hornbeam forests.

The anthropogenic influence on the forest landscapes of the Sluch river basin has been analyzed, the main directions of influence and their consequences have been determined. Solid felling is accompanied by the development of erosion, the destruction of plants, changes in the hydrological regime, etc. Due to the illegal mining of amber, "lunar" landscapes are formed and the grass cover is destroyed. As a result of industrial pollution of soils and water objects, forests are under the influence of acid rain and ozone anomalies.

**Key words:** river basin, Sluch River, forest, forest landscape, landscape area, forest type, tree stand, afforestation, anthropogenic impact.

**Актуальність теми дослідження.** Лісові ландшафти у долинах річок відіграють надзвичайно важливу роль для встановлення екологічної рівноваги у природному середовищі. Їх значення важко переоцінити, оскільки наявність лісової рослинності в басейні річки сприяє



регуляції водного режиму, запобіганню виникнення несприятливих фізико-географічних процесів (таких як посухи, паводки, ерозія ґрунтів тощо), фільтрації води та зменшенню впливу забруднювальних речовин, збереженню біорізноманіття та багато іншого. Значна частина лісових ландшафтів Рівненської області, особливо північної її частини, розташована у басейнах річок: Прип'ять, Стир, Горинь, Случ.

Лісові ресурси, як правило, використовуються надмірно, що зумовлює зміни у формуванні поверхневого та підземного стоку вод, порушує гідрологічний режим, збільшуючи ризик виникнення повеней і паводків, призводить до посилення прояву ерозійних процесів, активізує замулення водойм зі сповільненим водообміном, призводить до мікрокліматичних аномалій тощо [16, с. 5].

Однією із значних водних артерій Рівненщини є річка Случ, тому вивчення лісових ландшафтів у її басейні має важливе значення для збереження природних ресурсів та екологічної стійкості регіону.

Крім того, такі дослідження дають змогу оцінити вплив антропогенних чинників на стан лісових екосистем та розробити ефективні заходи щодо їх захисту та відновлення. Отож, аналіз лісових ландшафтів у долині річки Случ є актуальним та важливим для збереження біорізноманіття, встановлення екологічної рівноваги та задля досягнення сталого розвитку регіону.

**Стан вивчення питання з аналізом основних праць.** Досліджень, присвячених вивченню лісових ландшафтів у долинах річок, поки що мало. Дослідження підходів до класифікації лісових ландшафтів, а також їх типологія розкрита у працях Г. І. Денисика [5; 6] та В. С. Канського [7]. Вченими були здійснені одні з перших спроб прокласифікувати лісові ландшафти на Поділлі, а також на Правобережжі України. Вивченню лісових ландшафтів у Волинській області приділяли увагу В. Г. Юровчик й І. П. Ковальчук [10]; у Рівненській області їх дослідження здійснено М. М. Мельнійчуком і В. Ю. Стельмах [16].

Дослідження українських науковців торкнулися також тематики впливу незаконного видобутку бурштину на стан лісових ландшафтів, адже така антропогенна діяльність зумовлює знищення трав'яного та чагарникового ярусів лісу, а також призводить до руйнування дренажних каналів підземних вод. Такі роботи особливо небезпечні для басейнів річок, оскільки призводять до порушення водного балансу та гідрологічного режиму території. Цій проблематиці у межах Рівненської області присвячені праці С. Б. Ковалевського та С. С. Ковалевського [8; 9], М. В. Гордійчука [4], М. М. Мельнійчука та В. Ю. Чабанчук [14].

Основні ландшафтні передумови формування екологічного стану водних об'єктів на території Рівненської області досліджували О. М. Крайнюков, М. І. Кривицька та О. О. Крайнюков [12]. Вивченню лісових антропогенних ландшафтів у долинах річок присвячено праці В. С. Берчака [1], О. Д. Лаврик [13].

Безумовно українські науковці досліджували у своїх працях і річку Случ, зокрема О. О. Бедункова [2], І. В. Приймаченко [15], Д. В. Стефанишин, В. М. Корбутяк та І. Е. Косинська [17], Л. О. Василенко [3], проте питання лісових ландшафтів у долині Случа не розкрито сповна й потребує детальнішого вивчення.

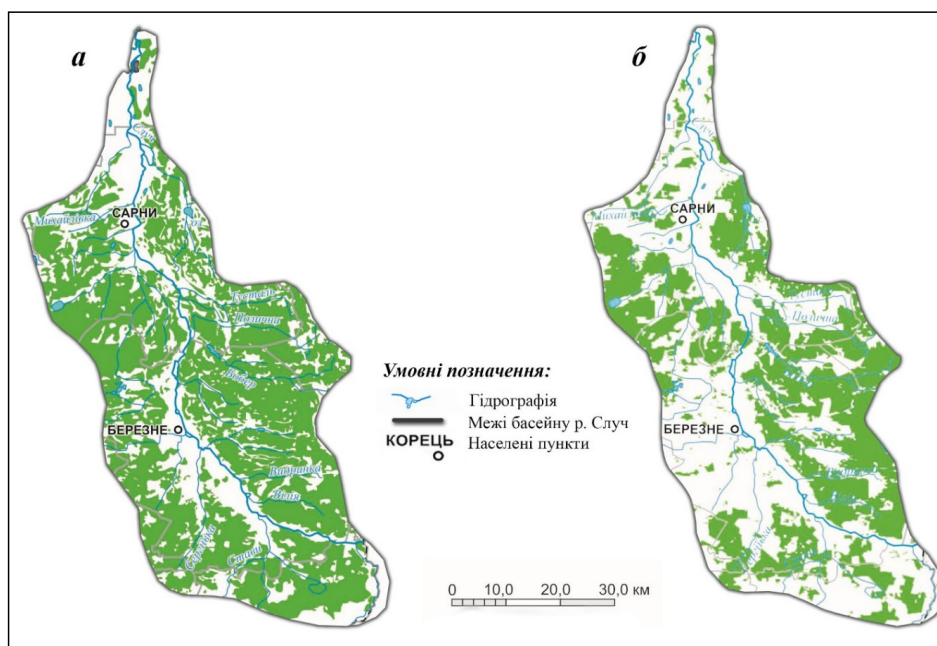
**Мета та завдання дослідження.** Метою дослідження є особливості формування, динаміки та внутрішньо-організаційної структури лісових ландшафтів у басейні річки Случ. Для досягнення мети було окреслено такі завдання: вивчити географічне положення річки, дослідити динаміку залісненості басейну річки з 1910 до 2020 рр., проаналізувати найпоширеніші типи лісів у долині річки Случ, дослідити ландшафтну структуру басейну та виділити лісові ландшафти на рівні місцевостей, охарактеризувати антропогенне навантаження на лісові ландшафти території дослідження та проаналізувати шляхи їх охорони.

**Методи та матеріали дослідження.** Під час дослідження використані такі методи: загальнонаукові (історичний, математичний та статистичний, системний підхід), конкретно-наукові (спостереження, експедиційний, картографічний, аерокосмічний, просторового аналізу, лісо-

таксаційний), методи емпіричного та теоретичного узагальнення інформації, методи обробки отриманої інформації. У роботі використано матеріали Рівненського обласного управління лісового та мисливського господарства, Державного управління екології та природних ресурсів у Рівненській області.

**Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Річка Случ є однією з найбільших водних артерій Рівненської області, басейн якої займає 3900 км<sup>2</sup> території області. Річка є найбільшою притокою Горині. У межах Рівненщини протікає своєю нижньою течією та має довжину 158 км (із 451 км загальної довжини) [11, с. 256].

Басейн річки Случ лежить у межах Поліського краю мішанолісової хвойно-широколистяної та вологої помірно-теплої зони, що обумовлює високий ступінь залісненості території дослідження – 57 %. Аналіз динаміки залісненості території басейну річки з 1910 року до 2020 року показав значний прояв антропогенного навантаження та різне зменшення показника з 84 % до 57 % (рис. 1), що обумовлено неконтрольованими самовільними рубками лісів та видобутком бурштину.



**Рис. 1.** Динаміка залісненості басейну річки Случ із 1910 року (а) до 2020 року (б)  
[розроблено авторами]

Попри все, ще значний показник залісненості басейну Случа, варто зазначити, що сучасні лісові ландшафти на території дослідження, як правило, є частково регульованими людиною ландшафтними комплексами, оскільки долина річки піддається значному антропогенному впливу, що зумовлює зміну цінних корінних деревних порід на малоцінні, відбувається заміна природної рослинності однорічними культурами.

Основною причиною є приналежність території до зони інтенсивної господарської діяльності [18, с. 25] зі значним показником заселеності (в басейні розташовано 41 населений пункт). Значну частину території займають сільськогосподарські угіддя на місці лісів, що призвело до зміни видового складу деревостанів та до спрощення структури висотної диференціації лісової рослинності [1, с. 103].

У нижній течії басейну Случа та у долинах її приток річок Михайлівки, Старухи, Язвинки переважно зростають соснові ліси. Характерними деревостанами є сосняки (*Pinus sylvestris L.*) з домішками берези (*Betula pendula Roth.*). Підлісок або відсутній (у сухих та мокрих борах), або представлений переважно горобиною (*Sorbus aucuparia*), вербою (*Salix L.*), крушиною ламкою (*Frangula alnus*) (у свіжих та вологих борах). Для надґрунтового покриву характерні

зелені мохи (*Bryophyta*), чебрець (*Thymus serpyllum L.*), верес (*Calluna vulgaris (L.) Hill.*), брусниця (*Vaccinium vitis-idaea L.*), чорниця (*Vaccinium myrtillus L.*), лохина (*Vaccinium corymbosum L.*) тощо [16, с. 79–80].

У середній течії та у долинах її приток Тусталь, Полична, Бобер, Комарня, Видринка, Вілія, Сергіївка, Стави переважають дубово-соснові ліси. Деревостани представлені у першому ярусі високобонітетними сосняками (*Pinus sylvestris L.*) з домішками берези (*Betula pendula Roth.*), а у другому ярусі – дубом (*Quercus robur L.*). Із домішками: осики (*Populus tremula L.*), груші (*Pyrus communis L.*) (у свіжих суборах), ялини (*Picea abies*), граба (*Carpinus betulus L.*), берези (*Betula pendula Roth.*) (у вологих суборах). Підлісок зазвичай розріджений, зустрічається горобина (*Sorbus aucuparia*), крушина (*Frangula alnus*), верба сіра та вухаста (*Salix aurita L.*). У надгрунтового покриві – брусниця (*Vaccinium vitis-idaea L.*), суниця (*Fragaria vesca L.*), чорниця (*Vaccinium myrtillus L.*), веснівка (*Maianthemum bifolium*), орляк (*Pteridium aquilinum (L.) Kuhn*) тощо [16, с. 80–81].

Фрагментарно, так званими «острівцями» у басейнах приток Полична (середня течія), Сергіївна, Бобер (верхня течія), а також у басейні власне річки Случ у межах регіонального ландшафтного парку «Надслучанський» зустрічаються дубові та дубово-грабові ліси. У першому ярусі зростає дуб (*Quercus robur L.*) звичайний із домішками ясена, сосни (*Pinus sylvestris L.*), берези (*Betula pendula Roth.*), осики (*Populus tremula L.*), а у другому ярусі – граб (*Carpinus betulus L.*), липа (*Tilia cordata Mill.*), клен (*Acer platanoides L.*). У підліску представлена ліщина (*Corylus avellana L.*), калина (*Viburnum opulus*), бруслина (*Euonymus europaeus L.*), бузина чорна (*Sambucus nigra L.*). Трав'янистий покрив, зазвичай, багатий, зростає копитняк (*Asarum europaeum L.*), кропива (*Urtica dioica L.*), печіночниця (*Hepatica nobilis*), квасениця (*Oxalis acetosella L.*), папороть жіноча (*Athyrium filix-femina*) та ін. [16, с. 82–83].

В результаті здійснених польових спостережень у басейні річки Случ шляхом вивчення та аналізу наукових, фондових та картографічних джерел, завдяки дешифруванню аерокосмічних знімків, накладанням серії тематичних карт здійснено вивчення особливостей просторової ландшафтно-диференціації лісових місцевостей на території дослідження. З метою об'єктивного аналізу та детального обґрунтованого дослідження лісових ландшафтів басейну річки Случ створено ландшафтну карту на рівні місцевостей (рис. 2, табл. 1).

Лісові ландшафти у басейні річки Случ характеризуються неоднорідною структурою. Вони становлять комплекс різноманітних за таксономічним рівнем ландшафтних структур. У межах території басейну річки Случ поширені ландшафтні місцевості, описані у таблиці 1 [16, с. 85–87].

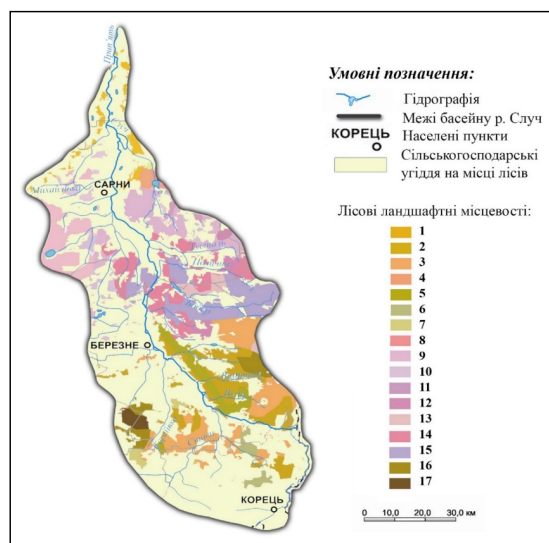


Рис. 2. Лісові ландшафтні місцевості в басейні річки Случ у межах Рівненської області [складено авторами]

Лісові ландшафтні місцевості в басейні річки Случ у межах Рівненської області\*

№ (згідно легенди рис. 2)	Назва ландшафтної місцевості
1	Високі межиріччя, складені моренними та водно-льодовиковими відкладами, вкриті сосновими, березово-сосновими лісами на дерново-оглеєних, торфово-болотних та лучно-болотних ґрунтах
2	Високі межиріччя, складені моренними та водно-льодовиковими відкладами, вкриті дубово-сосновими, березово-дубовими лісами на дерново-оглеєних, торфово-болотних та лучно-болотних ґрунтах
3	Високі межиріччя, складені моренними та водно-льодовиковими відкладами, вкриті дубово-сосновими, березово-дубовими лісами на дерново-підзолистих ґрунтах
4	Понижені межиріччя, складені алювіальними та водно-льодовиковими відкладами, вкриті сосновими, березово-сосновими лісами на дерново-підзолистих ґрунтах
5	Межирічні місцевості, складені водно-льодовиковими відкладами, вкриті дубовими та дубово-грабовими лісами на дерново-підзолистих ґрунтах
6	Межирічні місцевості, складені водно-льодовиковими відкладами, вкриті дубовими та дубово-грабовими лісами на дерново-оглеєних ґрунтах
7	Межирічні місцевості, складені водно-льодовиковими відкладами, вкриті сосновими, сосново-дубовими, дубовими та дубово-грабовими лісами на сірих лісових ґрунтах
8	Понижені межиріччя, складені водно-льодовиковими відкладами, з близьким заляганням крейди та мергелів, вкриті сосновими, сосново-березовими та сосново-дубовими лісами на дерново-оглеєних, торфово-болотних та лучно-болотних ґрунтах
9	Флювіогляціальні рівнини на водно-льодовикових відкладах, вкриті сосновими, березово-сосновими, вільхово-сосновими лісами на дерново-підзолистих ґрунтах
10	Флювіогляціальні рівнини на водно-льодовикових відкладах, вкриті сосновими, березово-сосновими, вільхово-сосновими лісами на дерново-оглеєних, торфово-болотних та лучно-болотних ґрунтах
11	Флювіогляціальні рівнини на водно-льодовикових відкладах, вкриті березовими, березово-сосновими та березово-вільховими лісами на торфово-болотних ґрунтах
12	Флювіогляціальні рівнини на водно-льодовикових відкладах, вкриті березовими, березово-сосновими та березово-вільховими лісами на дерново-підзолистих ґрунтах
13	Флювіогляціальні рівнини на водно-льодовикових відкладах, вкриті дубовими та дубово-грабовими лісами на дерново-підзолистих ґрунтах
14	Флювіогляціальні рівнини на водно-льодовикових відкладах, вкриті дубовими, дубово-сосновими та дубово-грабовими лісами на дерново-оглеєних, торфово-болотних та лучно-болотних ґрунтах
15	Флювіогляціальні рівнини на водно-льодовикових відкладах, вкриті дубово-сосновими та березово-сосновими лісами на дерново-підзолистих ґрунтах
16	Плакорні місцевості з близьким заляганням базальтів і туфів, вкриті дубовими, дубово-сосновими, березово-сосновими лісами на дерново-підзолистих ґрунтах
17	Плакорні місцевості складені флювіогляціальними пісками, вкриті сосновими, дубово-сосновими, вільхово-березово-сосновими лісами на дерново-оглеєних та торфово-болотних ґрунтах

\* Укладено авторами за: [16, с. 85–87].

Однією із необхідних умов задля збереження та охорони унікальних лісових ландшафтів у долині річки Случ є створення на їх основі природоохоронних територій. Зокрема на території дослідження створено лісові заказники: «Березівський» (охорона ділянки дубово-грабових лісів з осокою трясучкоподібною), «Більчаківський» (охорона високопродуктивного соснового насадження), «Остроганський» (охорона старих дубових лісів); функціонує регіональний ландшафтний парк – «Надслучанський» (типові соснові та дубово-соснові ліси).

Разом із тим, варто зазначити, що лісові ландшафти в долині річки Случ у межах Рівненської області зазнають значного антропогенного навантаження, зокрема через суцільні вирубки та самовільні рубки, винищення лісового покриву в результаті будівництва населених пунктів, господарської та транспортної інфраструктури, в результаті видобувної промисловості, через лісові пожежі, рекреаційне навантаження. Внаслідок промислового забруднення повітря, ґрунтів, водойм ліси перебувають під впливом кислотних дощів й озонових аномалій. Для стану лісових ландшафтів надзвичайно руйнівний наслідок має незаконний видобуток бурштину, наслідками чого є утворення так званих своєрідних «місячних» ландшафтів [14, с. 49]. Лісівники прикладають значних зусиль для відновлення лісових насаджень, проте через порушення водного балансу вони не приживаються. Зазвичай, на таких ділянках насаджують сосну звичайну (*Pinus sylvestris L.*), яка є найменш вибагливою до умов місцезростання [14, с. 151]. Проте, по-перше, навіть вона погано приймається на пошкоджених територіях, а, по-друге, таким чином не відновлюються корінні насадження, а отже змінюється структура лісових ландшафтів.

**Висновки.** Таким чином, дослідження лісових ландшафтів у долинах річок є необхідним задля розуміння ролі цих екосистем у природному середовищі та з метою забезпечення їх належної охорони. Здійснене дослідження показало, що на території басейну річки Случ у межах Рівненської області структура лісових ландшафтів представлена 17 ландшафтними місцевостями, зокрема високими та пониженими межиріччями, флювіогляціальними рівнинами та плакорними місцевостями з дубово-сосновими, березово-дубовими, сосновими, березово-сосновими, дубовими, дубово-грабовими, сосново-дубовими, вільхово-сосновими, вільхово-березово-сосновими лісами.

#### **Список використаних джерел:**

1. Берчак В. С. Антропогенні ландшафти долини річки Уманки. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія : Географія.* 2014. Вип. 26. С. 98–107.
2. Бедункова О. О. Оцінка сучасного екологічного стану поверхневих вод річки Случ за басейновим принципом. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер. : Сільськогосподарські науки.* 2013. Вип. 4. С. 74–82
3. Василенко Л. О., Жукова О. Г., Русінов Т. О. Оцінка якості води річки Случ за гідрохімічними показниками. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки.* 2016. Вип. 27. С. 24–29.
4. Гордійчук М. В. Вплив видобування бурштину на природні ландшафти Рівненщини. *Фізична географія та геоморфологія.* 2013. Вип. 2. С. 259–262.
5. Денисик Г. І. Антропогенні ландшафти правобережної України : історико-географічний аналіз, регіональні структури, оптимізація : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук : 11.00.11. Київ, 1999. 32 с.
6. Денисик Г. І., Канський В. С. Лісові антропогенні ландшафти Поділля. Вінниця : Едельвейс і К, 2011. 168 с.
7. Канський В. С. Лісові антропогенні ландшафти Поділля : функціонування, структура, раціональне використання : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11. Київ, 2010. 20 с.
8. Ковалевський С. Б., Ковалевський С. С. Бурштинові копальні : історія вивчення, методи добування та вплив на лісові екосистеми. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2019. 29 (3). С. 56–59. DOI: <https://doi.org/10.15421/40290312>
9. Ковалевський С. Б., Ковалевський С. С., Долід А. Л. Стан лісових ділянок ДП «Сарненське ЛГ», порушених внаслідок незаконного видобутку бурштину. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2019. 29 (7). С. 96–100. DOI: <https://doi.org/10.15421/40290719>
10. Ковальчук І. П., Юровчик В. Г. Конструктивна географія лісів і лісового господарства Волинської області : монографія. Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2009. 150 с.
11. Коротун І. М., Коротун Л. К. Географія Рівненської області : природа, населення, господарство, екологія. Рівне : Принт Хауз, 1996. 380 с.
12. Крайнюков О. М., Кривицька М. І., Крайнюков О. О. Основні ландшафтні передумови формування екологічного стану водних об'єктів (на прикладі Харківської та Рівненської областей). *Молодий вчений.* 2017. № 2 (42). С. 22–25.

13. Лаврик О. Д. Сучасні антропогенні ландшафти заплави Південного Бугу. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія : Географія*. Тернопіль, 2010. Вип. 27. № 1. С. 106–111.
14. Мельничук М. М., Чабанчук В. Ю. Наслідки антропогенного впливу на лісові ландшафти Рівненської області. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Географія*. Тернопіль, 2018. № 1 (вип. 44). С. 146–155.
15. Приймаченко І. В. Екологічний моніторинг басейну річки Случ. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Агронімія*. 2013. Вип. 183 (2). С. 241–248.
16. Стельмах В. Ю., Мельничук М. М. Лісові ландшафти Рівненської області : конструктивно-географічний аналіз та геоecологічні засади оптимізації. Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2021. 200 с.
17. Стефанишин Д. В., Корбутяк В. М., Косинська І. Е. Сучасні тенденції мінливості стоку річки Случ за даними гідрологічних спостережень в контексті виснаження її водних ресурсів. *Математичне моделювання в економіці*. 2019. № 1 (14). С. 92–104.

#### References:

1. Berchak, V. S. (2014). Anthropogenic landscapes of the Umanka River valley. *The Scientific Issues of Vinnytsia State M. Kotsyubynskyi Pedagogical University. Series: Geography*, 26, 98–107. [In Ukrainian].
2. Biedunkova, O. O. (2013). Assessment of the current ecological state of surface waters of the Sluch River according to the basin principle. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering. Series: Agricultural sciences*, 4, 74–82. [In Ukrainian].
3. Vasylenko, L. O., Zhukova, O. H., & Rusinov, T. O. (2016). Water quality assessment of the Sluch River by hydrochemical parameters. *Problems of Water supply, Sewerage and Hydraulics*, 27, 24–29. [In Ukrainian].
4. Hordiichuk, M. V. (2013). The impact of amber mining on the natural landscapes of the Rivne region. *Physical geography and geomorphology*, 2, 259–262. [In Ukrainian].
5. Denysyk, H. I. (1999). Anthropogenic landscapes of the right bank of Ukraine: historical and geographical analysis, regional structures, optimization. Extended abstract of doctor's thesis. Kyiv: KNU, 32. [In Ukrainian].
6. Denysyk, H. I., & Kanskyi, V. S. (2011). Forest anthropogenic landscapes of Podillia. *Vinnytsia: Edelweiss and K.*, 168. [In Ukrainian].
7. Kanskyi, V. S. (2010). Forest anthropogenic landscapes of Podillia: functioning, structure, rational use. Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv: KNU, 20. [In Ukrainian].
8. Kovalevskyi, S. B., & Kovalevskyi, S. S. (2019). Amber minerals: history of study, extraction methods and impact on forest ecosystems. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(3), 56–59. <https://doi.org/10.15421/40290312> [In Ukrainian].
9. Kovalevskyi, S. B., Kovalevskyi, S. S., & Dolid, A. L. (2019). The state of the forest areas of the State Enterprise „Sarnen Forest Management” disturbed as a result of illegal amber mining. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(7), 96–100. <https://doi.org/10.15421/40290719> [In Ukrainian].
10. Kovalchuk, I. P., & Yurovchyk, V. H. (2009). Constructive geography of forests and forestry of the Volyn region. Lutsk: Tower, 150. [In Ukrainian].
11. Korotun, I. M., & Korotun, L. K. (1996). Geography of the Rivne region: nature, population, economy, ecology. Rivne: Print House, 380. [In Ukrainian].
12. Krainiukov, O. M., Kryvytska, M. I., & Krainiukov, O. O. (2017). The main landscape prerequisites for the formation of the ecological state of water objects (on the example of Kharkiv and Rivne regions). *Young Scientist*, 2(42), 22–25. [In Ukrainian].
13. Lavryk, O. D. (2010). Modern anthropogenic landscapes of the South Bug floodplain. *Scientific Notes Ternopil National Volodymyr Hnatyuk Pedagogical University. Series: Geography*, 27, 106–111. [In Ukrainian].
14. Melniichuk, M. M., & Chabanchuk, V. Yu. (2018). Consequences of anthropogenic impact on forest landscapes of the Rivne region. *Scientific Notes Ternopil National Volodymyr Hnatyuk Pedagogical University. Series: Geography*, 1(44), 146–155. [In Ukrainian].
15. Pryimachenko, I. V. (2013). Environmental monitoring of the Sluch river basin. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Agronomy*, 183(2), 241–248. [In Ukrainian].
16. Stelmakh, V. Yu., & Melniichuk, M. M. (2021). Forest landscapes of the Rivne region: structural and geographical analysis and geoecological principles of optimization. Lutsk: PE Ivanyuk V. P., 200. [In Ukrainian].
17. Stefanyshyn, D. V., Korbutiak, V. M., & Kosynska, I. E. (2019). Current trends in the flow variability of the Sluch River according to hydrological observations in the context of depletion of its water resources. *Mathematical modeling in economics*, 1(14), 92–104. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редколегії  
13.03.2023 р.

УДК 551.524(477.82)

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.04>

**Тетяна Павловська**

кандидат географічних наук, доцент кафедри фізичної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
[pavlovska2011@gmail.com](mailto:pavlovska2011@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4931-0803>

**Микола Федонюк**

кандидат географічних наук, доцент кафедри екології,  
Луцький національний технічний університет  
[m.fedoniuk@lntu.edu.ua](mailto:m.fedoniuk@lntu.edu.ua), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4034-3695>

**Олександр Рудик**

старший викладач кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
[rs.lutsk@gmail.com](mailto:rs.lutsk@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0775-4601>

**ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ ПОВІТРЯ У ВОЛИНСЬКІЙ ОБЛАСТІ:  
ХРОНОЛОГІЧНИЙ ТА ХОРОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТИ**

**Анотація.** Стаття присвячена виявленню та аналізу просторових відмінностей і тенденцій змін температурного режиму повітря у Волинській області впродовж 2001–2020 рр. Наукове дослідження базувалося на матеріалах Волинського обласного центру з гідрометеорології з використанням математико-статистичного, графічного, порівняльно-географічного методів та картографічного моделювання. Авторами вперше: 1) визначено для усіх метеостанцій області за 2001–2020 рр. середню річну температуру повітря; амплітуди коливань середньомісячних температур повітря; середнє значення річної амплітуди коливань температури повітря; середню тривалість безморозного періоду; а також середні для області загалом місячні температури повітря; 2) за допомогою геоінформаційного моделювання відображено просторову диференціацію й багаторічну динаміку показників сучасного термічного режиму повітря у Волинській області; 3) виявлено й проаналізовано тенденції багаторічних коливань вказаних показників термічного режиму повітря. У процесі дослідження з'ясовано, що у Волинській області впродовж першого двадцятиріччя XXI ст. простежується чітко виражена тенденція до потепління клімату. У територіальному аспекті найтепліше у Волинській області на крайньому північному заході та в південно-східній частині краю; найхолодніше – у східній частині регіону. На просторову диференціацію термічних показників приземного шару атмосферного повітря в області найбільше впливають особливості підстильної поверхні та циркуляції повітряних мас, континентальність клімату, режим випадання опадів, географічна широта (кут падіння сонячних променів).

**Ключові слова:** абсолютний максимум температури повітря, абсолютний мінімум температури повітря, амплітуда середньомісячних температур повітря, Волинська область, річна амплітуда температури повітря, середньомісячна температура повітря, середньорічна температура повітря, тривалість безморозного періоду.

**Pavlovska Tetiana, Fedoniuk Mykola, Rudyk Olekxandr. AIR TEMPERATURE IN THE VOLYN REGION: CHRONOLOGICAL AND HOROLOGICAL ASPECTS**

**Abstract.** The article is devoted to the identification and analysis of spatial differences and trends of changes in air temperature in the Volyn region during 2001–2020. Scientific research was based on the materials of the Volyn Regional Center in Hydrometeorology using mathematical, statistical, graphical, comparative-geographical methods and cartographic methods. For the first time: 1) the average annual air temperature, amplitudes of fluctuations in average monthly air temperatures, the average value of the annual amplitude of fluctuations in air temperature, the average duration of the frost-free period, the average monthly air temperatures for all weather stations in the region and for the whole region in 2001-2020 are determined; 2) spatial differentiation and long-term dynamics of indicators of the modern thermal regime of the air in the Volyn region are reflected with the help of geoinformational modeling; 3) the trends of long-term fluctuations of the indicated indicators of the thermal regime of the air were identified and analyzed. The study found out that in the Volyn region during the first twenty years of the 21st century there is a clear tendency for climate warming: the average temperatures of almost all months of the year increase the average

annual air temperatures at all weather stations, the duration of the frost-free period increases. The indicator of changes in the hydrothermal conditions of the region is the decrease in annual amplitudes of air temperature, which may indicate changes in the degree of continental climate. In the territorial aspect, the warmest is the far northwest and the southeastern part of the region; the coldest is the eastern part of the Volyn region. The spatial differentiation of the thermal indicators of the surface layer of the atmospheric air in the region is most influenced by the features of the underlying surface (the presence of large water areas, urbanized territories with artificial surfaces and buildings, features of the relief forms and hypsometric markings of the area where the weather station is located), the continentality of the climate, the features of air circulation mass, rainfall regime, latitude (angle of sunlight).

**Key words:** the absolute maximum of air temperature, absolute minimum of air temperature, amplitude of average monthly air temperatures, Volyn region, annual amplitude of air temperature, average monthly air temperature, average annual air temperature, the duration of frostless period.

**Актуальність теми дослідження.** Як відомо, важливою характеристикою клімату є температура повітря. Необхідність вивчення температурного режиму території визначається тим, що температура атмосферного повітря та її зміни мають вплив не тільки на інші метеорологічні параметри й перебіг рельєфоутворюючих процесів, а й на комфорт життєдіяльності людини та її здоров'я, особливості та ефективність аграрного використання території, роботу транспорту, розвиток рекреації й туризму, маркетингові пропозиції в торгівлі товарами й послугами, хід технологічних процесів зі зведення будівель і споруд, стійкість інженерних конструкцій тощо. Актуальність такого роду досліджень підкреслюється також необхідністю посилення адаптаційних можливостей суспільства у зв'язку з глобальними змінами клімату, які відбуваються впродовж останніх десятиліть. Особливої ваги при цьому набувають дослідження можливих причин і наслідків змін (чи мінливості) клімату в регіональному аспекті.

**Стан вивчення питання, основні праці.** На вивченні температурного режиму приземного шару повітря в Україні акцентували увагу в своїх дослідженнях В. Бабіченко, М. Ваколюк, О. Власюк, Н. Гнатюк, Г. Дюкель, В. Затула, Н. Затула, О. Ілляш, Ю. Кобченко, О. Кобченко, С. Краковська, О. Лисенко, В. Осадчий, Л. Паламарчук, С. Решетченко, Є. Самчук, С. Сніжко, І. Ставчук, Т. Ткаченко, О. Шевченко, І. Шедеменко [3–5; 8; 11; 12; 14] та ін.

Регіональні дослідження сучасного температурного режиму у Волинській області відображено в працях В. Бакалейко, Р. Геналука, Т. Павловської [5], Н. Тарасюк, Ф. Тарасюка [8], В. Федонюк [9] та інших.

Приклади ґрунтовних досліджень регіональних змін клімату та локальних особливостей формування й динаміки температурних показників повітря знаходимо в публікаціях і зарубіжних науковців [13; 15–17].

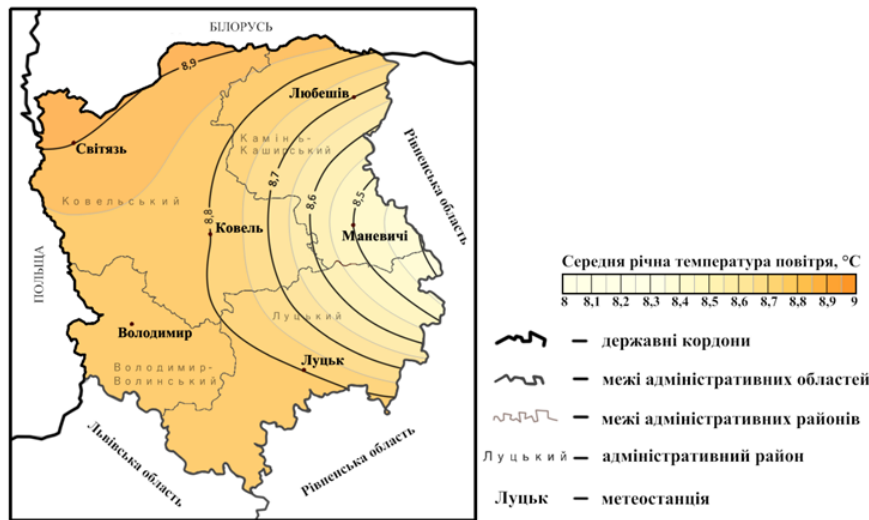
**Метою нашого дослідження** є вивчення сучасного температурного режиму Волинської області упродовж останніх двадцяти років (2001–2020 рр.). Такий часовий інтервал є репрезентативним і допустимим для розрахунку середніх кліматологічних характеристик [1, с. 17]. Для досягнення поставленої мети розв'язувалися такі завдання: 1) вивчити історію дослідження кліматичних умов Волинської області; 2) визначити середні річні температури повітря для всіх метеостанцій Волинської області за перші двадцять років XXI ст.; 3) розрахувати середні за цей період місячні температури повітря по всіх метеостанціях краю; 4) вивчити річний режим температури повітря в регіоні за усередненими даними середньомісячних температур повітря по всіх метеостанціях області за вказаний проміжок часу; 4) зробити й проаналізувати вибірку найхолодніших та найтепліших місяців року в області упродовж 2001–2020 рр.; 5) з'ясувати динаміку середньомісячних температур повітря за обраний інтервал часу; 6) обчислити й проаналізувати амплітуди середньомісячних температур повітря впродовж досліджуваного періоду по всіх метеостанціях регіону; 7) визначити за багаторічний період середнє значення річної амплітуди температури повітря; 8) за даними річних амплітуд температури повітря проаналізувати динаміку континентальності клімату впродовж 2001–2020 рр.; 9) визначити середню тривалість безморозного періоду для Волинської області за цей період; 10) з'ясувати тенденцію змін тривалості безморозного періоду за визначений хронологічний проміжок; 11) виявити просторову диференціацію й тенденції змін температурного режиму у Волинській області за вказаний відтинок часу.



**Матеріали і методи дослідження.** У роботі було використано матеріали Волинського обласного центру з гідрометеорології (далі ВОЦГМ), застосовано математико-статистичний, графічний, порівняльно-географічний методи, картографічне моделювання.

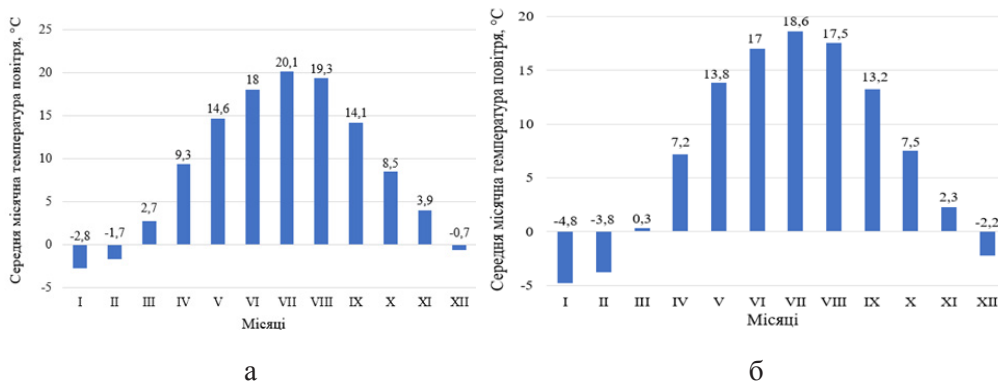
**Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням** отриманих наукових результатів. Волинська область знаходиться у помірному кліматичному поясі. Атлантико-континентальне перенесення повітряних мас на її території формує помірний, вологий клімат із м'якою зимою, нестійкими морозами, нежарким літом, значними опадами, затяжними весною та осінню [6, с. 43]. Спостереження за погодою на території області здійснюють шість метеостанцій (МС): Луцьк, Любешів, Світязь, Маневичі, Ковель, Володимир. Аналітична обробка даних здійснюється у ВОЦГМ (м. Луцьк).

Середньорічні температури повітря в області за двадцятирічний період коливаються в діапазоні 8,5–8,9°C. Найнижчі значення характерні для МС Маневичі, найвищі – для МС Світязь (рис. 1). Сучасні середньорічні температури повітря в області майже на 2°C вищі, ніж у минулому сторіччі [6, с. 49].



**Рис. 1.** Середньорічна температура повітря у Волинській області (2001–2020 рр.) (обраховано й закартографовано авторами у GS Surfer за даними ВОЦГМ)

Упродовж року найхолодніше на Волині взимку (в усі зимові місяці середня температура повітря має мінусові значення), а найтепліше – влітку, зокрема в липні (рис. 2а). У минулому сторіччі річний режим температури повітря в області мав дещо інші кількісні показники (рис. 2б).



**Рис. 2.** Річний режим температури повітря у Волинській області (розраховано й проілюстровано авторами за даними ВОЦГМ і [6, с. 48])

Найнижчі середньомісячні температури зимових місяців характерні для МС Маневичі, а найвищі – для МС Світязь (табл. 1). У теплий період року (з квітня по жовтень) найтепліше в області на МС Світязь і МС Луцьк, найхолодніше – на МС Маневичі (табл. 1).

Таблиця 1

Середні місячні температури повітря у Волинській області в 2001–2020 рр.\*

Місяці	Метеостанції, °С					
	Луцьк	Світязь	Маневичі	Володимир	Любешів	Ковель
I	-2,9	-2,6	-3,1	-2,6	-2,9	-2,6
II	-1,9	-1,4	-1,9	-1,5	-1,7	-1,5
III	2,6	2,6	2,4	2,8	2,7	2,9
IV	9,5	9,2	8,9	9,3	9,3	9,3
V	14,8	14,6	14,4	14,5	14,6	14,6
VI	18,1	18,1	17,8	17,9	17,9	18,0
VII	20,2	20,2	19,9	19,9	20,0	20,1
VIII	19,6	19,4	19,2	19,1	19,2	19,2
IX	14,4	14,2	13,9	14,0	13,9	13,9
X	8,7	8,7	8,2	8,7	8,4	8,5
XI	3,9	4,2	3,6	4,1	3,8	4,0
XII	-0,9	-0,3	-1,0	-0,5	-0,7	-0,5
<b>Рік</b>	<b>8,8</b>	<b>8,9</b>	<b>8,5</b>	<b>8,8</b>	<b>8,7</b>	<b>8,8</b>

\* Визначено авторами за даними ВОЦГМ.

Аналізуючи вибірку найхолодніших і найтепліших місяців року впродовж 2001–2020 рр., зазначимо, що найхолодніші місяці частіше проявлялися в першій половині досліджуваного періоду, а найтепліші – в другій. Найвищі середньомісячні температури повітря за вказаний період найчастіше фіксувалися на МС Луцьк, а найнижчі – на МС Маневичі (табл. 2).

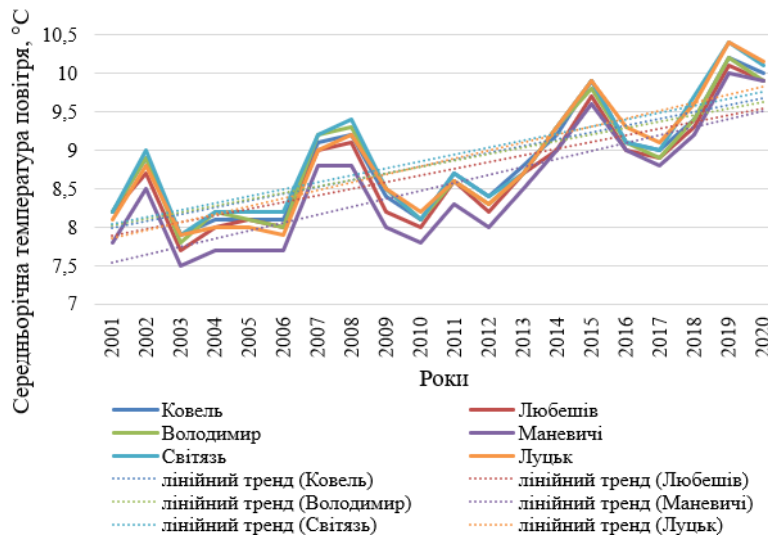
Таблиця 2

Найхолодніші та найтепліші місяці року у Волинській області впродовж 2001–2020 рр.\*

Місяць року	Найхолодніше		Найтепліше	
	Рік	Метеостанція	Рік	Метеостанція
I	2010	Любешів	2007	Світязь
II	2012	Луцьк	2002	Володимир
III	2013	Луцьк, Світязь	2014	Ковель
IV	2003	Маневичі	2018	Володимир, Луцьк
V	2020	Маневичі	2018	Луцьк
VI	2001	Володимир, Маневичі	2019	Світязь
VII	2008	Маневичі	2010	Любешів
VIII	2005	Любешів	2015	Луцьк
IX	2013	Маневичі	2015	Луцьк
X	2010	Маневичі	2020	Луцьк
XI	2007	Луцьк	2010	Володимир, Луцьк
XII	2002	Маневичі	2015	Світязь

\* Складено авторами за даними ВОЦГМ.

Щодо багаторічної динаміки середньорічної температури повітря у Волинській області, то простежується чітко виражена тенденція до зростання величин цього показника на всіх метеостанціях краю. З плином часу відмінності в значеннях на різних метеостанціях зменшуються (рис. 3).



**Рис. 3.** Динаміка середньорічних температур повітря на метеостанціях області упродовж 2001–2020 рр. (обраховано й проілюстровано авторами за даними ВОЦГМ)

Таку ж саму тенденцію в часі мають і середні температури повітря усіх місяців року на Волині, окрім липня та травня. Середні травневі температури повітря не мають вираженої тенденції змін їхніх величин у часі. Величини середніх липневих температур із часом прямують до зменшення. Найбільш стрімке зростання середньомісячних температур повітря характерне для грудня та червня, найменш виражене зростання – для січня. Багаторічна динаміка липневих і грудневих температур повітря, очевидно, пов'язана з атмосферною циркуляцією та режимом випадання опадів. Так, у липні на Волині їх випадає найбільше, порівняно з іншими місяцями року. Інтенсивне зростання середніх температур червня протягом досліджуваного регіону й виражені ознаки глобального потепління в помірних широтах північної півкулі в теплий період року посилюють процеси випаровування океанічних та поверхневих вод. Перенесення вологих повітряних мас з Атлантики призводить до збільшення опадів і хмарності над суходолом, що, за інших рівних умов, влітку знижує температуру приземного шару атмосфери. Тенденція зростання кількості опадів, яка простежується на Волині в грудні в останні десятиріччя, теж є наслідком глобального потепління й атлантико-континентального перенесення насичених вологою повітряних мас, які в зимовий період пом'якшують клімат досліджуваного регіону.

Для презентації виявлених тенденцій пропонуємо графік багаторічних коливань середньомісячних температур повітря на МС Любешів (рис. 4), оскільки температурні показники на цій метеостанції найближчі до усереднених значень по Волинській області (рис. 2 і табл. 1).

Отже, багаторічна динаміка середньомісячних температур повітря має коливальний характер змін (рис. 4). Найбільша мінливість середньомісячних температур повітря властива зимовим місяцям – амплітуди коливання середньомісячних температур грудня, січня й лютого упродовж останніх 20-ти років варіюють в діапазоні 10,7–12,7°C (табл. 3). Найменші амплітуди середньомісячних температур характерні для липня, серпня та вересня (3,2–4,1°C) (див. табл. 3). Значно вищі величини амплітуд коливання середньомісячних температур повітря в холодний період року зумовлені, насамперед, нестабільністю погодних умов у цей час через часті чергування вторгнень циклонів з Атлантики й холодних повітряних мас Арктики.

Середнє значення річної амплітуди коливань температури повітря на метеостанціях області за останнє двадцятиріччя становить близько 55°C. Найбільшою вона є на МС Володимир (55,3°C) та МС Маневичі (55,0°C), а найменшою – на МС Луцьк (54,1°C). Упродовж 2001–2020 рр. найбільша річна амплітуда температури повітря була у 2012 р. на МС Володимир (68,1°C), а найменшою – у 2020 р. на МС Світязь (39–3°C). Протягом досліджуваного періоду величини аналізованого показника на всіх метеостанціях області мають тенденцію до зниження (рис. 5).

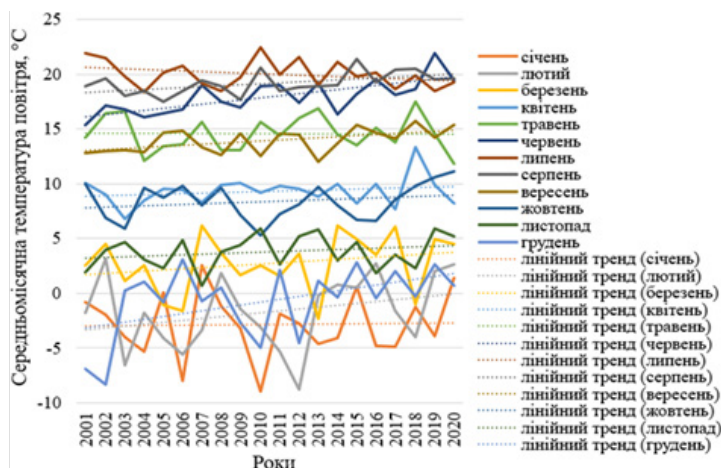


Рис. 4. Багаторічні (2001–2020 рр.) коливання середньомісячних температур повітря на МС Любешів (побудовано авторами за даними ВОЦГМ)

Таблиця 3

Амплітуда коливань середньомісячних температур повітря на метеостанціях Волинської області впродовж 2001–2020 рр., °С\*

Метеостанції	Місяці року											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Луцьк	10,7	12,7	8,6	6,7	6,3	6,7	3,3	3,8	4,0	6,1	6,3	10,9
Світязь	11,6	11	8,5	6,4	5,9	7,1	3,5	4,1	3,5	5,4	5,2	11,1
Маневичі	10,9	11,8	8,4	6,9	6,2	6,7	3,4	4,1	3,7	6,0	5,5	10,9
Володимир	11	12,5	8,4	6,8	5,4	6,4	3,2	3,3	3,7	5,7	5,8	11,3
Любешів	11,5	12	8,5	6,5	5,7	6,5	4,0	3,9	3,7	5,8	5,2	11,4
Ковель	11	12	8,3	6,3	5,7	6,4	3,4	3,7	3,6	5,5	5,5	11,1

\* Розраховано авторами за даними ВОЦГМ.

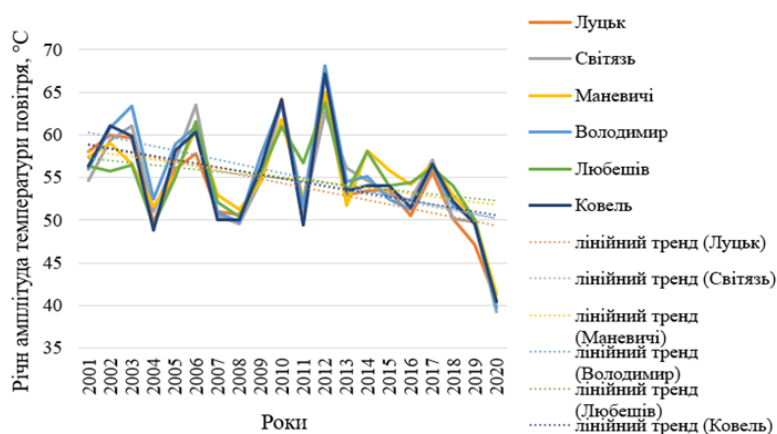


Рис. 5. Багаторічна динаміка річних амплітуд температури повітря у Волинській області (розраховано й побудовано авторами за даними ВОЦГМ)

Абсолютний максимум температури повітря у Волинській області впродовж 2001–2020 рр. спостерігався на МС Ковель 06.08.2012 р. і становив +37,1 °С, абсолютний мінімум температури повітря – на МС Володимир 03.02.2012 р. і становив -31,9 °С. За весь період метеоспостережень Гідрометеослужби Волині (працює з 1944 р.) абсолютний мінімум зафіксовано на позначці -37,2 °С (МС Любешів, 1950 р.), а абсолютний максимум – +38,0 °С (МС Володимир,

1946 р.). Низьким температурам часто сприяють форми рельєфу. Відомо, що екстремальне значення абсолютного мінімуму ( $-39^{\circ}\text{C}$ ) на Волині було зафіксовано у лютому 1929 р. у Володимирі, який розташований у долині річки Луги, тоді як на метеостанціях, розташованих на більш підвищених ділянках, температура повітря була на кілька градусів вищою [6, с. 48].

Середня за двадцятирічний період тривалість безморозного періоду у Волинській області коливається від 164,4 до 179 днів. Найбільшим цей показник є на МС Луцьк (179) і на МС Світязь (176 днів), а найменшим – на МС Володимир (164 дні) (рис. 6). За останнє двадцятиріччя найбільша тривалість безморозного періоду простежувалася у 2020 р. (212 днів на МС Світязь і МС Маневичі, 211 днів на МС Луцьк), а найменша – у 2019 р. (137 днів на МС Маневичі) (рис. 7). Мінливість тривалості безморозного періоду в часі визначається коливаннями дат настання й припинення заморозків. Просторові відмінності у значеннях тривалості безморозного періоду в області зумовлені, найчастіше, впливом підстильної поверхні місцевостей, де розміщені метеостанції: геоморфологічними особливостями, абсолютними відмітками висот, площею акваторій.

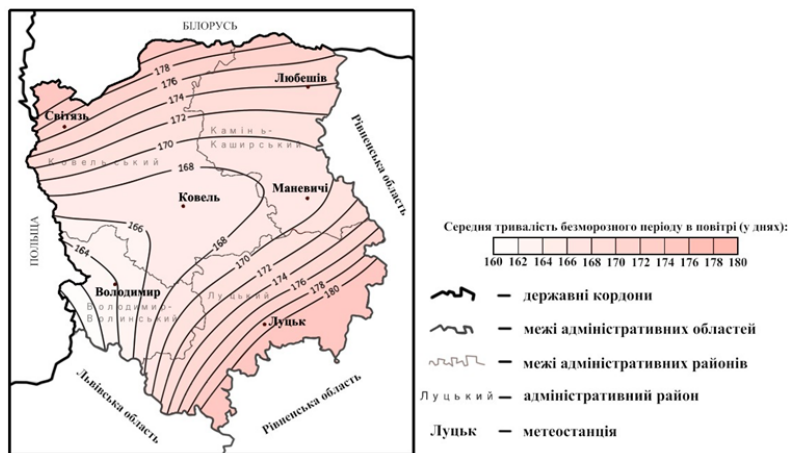


Рис. 6. Середня тривалість безморозного періоду в повітрі у Волинській області впродовж 2001–2020 рр. (обраховано й закартографовано авторами у GS Surfer за даними ВОЦГМ)

Упродовж досліджуваного часу тривалість безморозного періоду на МС Світязь, МС Любешів і МС Луцьк зростає, на МС Володимир, МС Ковель і МС Маневичі має дуже слабо виражену тенденцію до зниження значень (рис. 7). Для більшої впевненості у визначенні тенденцій змін тривалості безморозного періоду на МС Володимир, МС Ковель і МС Маневичі необхідним є подовження часового ряду даних у перспективі.

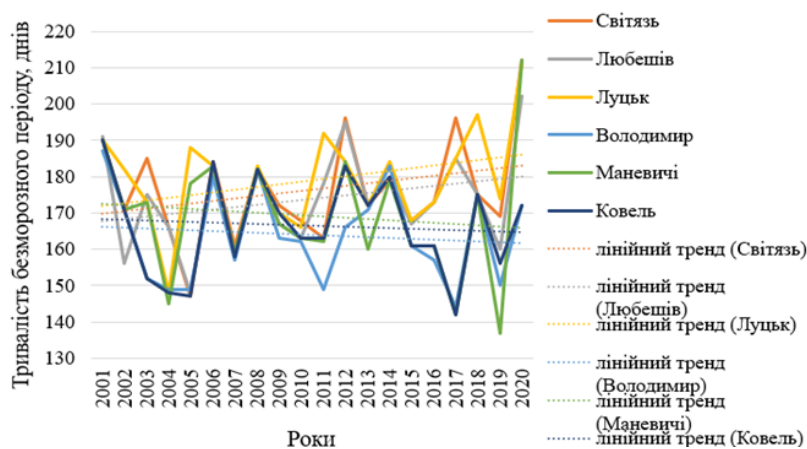


Рис. 7. Багаторічна динаміка тривалості безморозного періоду у Волинській області (розраховано й проілюстровано авторами за даними ВОЦГМ)

**Висновки.** Отож, можна впевнено стверджувати, що у Волинській області впродовж першого двадцятиріччя ХХІ ст. простежується чітко виражена тенденція до потепління клімату: зростають середні температури майже усіх місяців року, середньорічні температури повітря на всіх метеостанціях, збільшується тривалість безморозного періоду. Індикатором зміни гідротермічних умов регіону є зниження річних амплітуд температури повітря, що може свідчити про зміни ступеня континентальності клімату.

У територіальному аспекті найтепліше у Волинській області на крайньому північному заході та в південно-східній частині краю; найхолодніше – у східній частині регіону. На просторову диференціацію термічних показників приземного шару атмосферного повітря в області найбільше впливають особливості підстильної поверхні. Так, поширення значних за площею та обсягом води акваторій в північно-західній частині краю пом'якшує тут клімат у холодний період року й, таким чином, формує порівняно вищі середньорічні температури повітря на МС Світязь. На мікроклімат метеостанцій впливають також геоморфологічні особливості їхнього розташування (місцевий рельєф, абсолютні відмітки поверхні) (найперше це стосується МС Володимир), наявність урбанізованих територій зі штучними покриттями й спорудами (актуально для МС Луцьк). Певний вплив на температуру повітря має й континентальність клімату. Її найбільший прояв відзначається в холодний сезон року у східній частині області: на МС Любешів, МС Маневичі, МС Луцьк спостерігаються значно нижчі значення середньої температури повітря зимових місяців порівняно з іншими метеостанціями. Безумовний вплив на температуру повітря мають й особливості циркуляції повітряних мас та режиму випадання опадів. Тривалість стаціонарування й швидкість чергування циклонів та антициклонів у регіоні впливають на тривалість безморозного періоду, річні амплітуди температур і, звичайно, середньомісячні та середньорічні температури повітря. Просторовий розподіл середньорічних температур повітря в області обернено пропорційний просторовому розподілу опадів в області: менша кількість опадів на МС Світязь у теплий період року супроводжується вищими середніми температурами місяців цього періоду порівняно з МС Маневичі, де спостерігається найбільша кількість опадів в області й найнижчі температури квітня–жовтня. Очевидно, що певний вплив на просторовий розподіл температур повітря регіону має й географічна широта.

Пролонгування виявлених тенденцій кліматичних змін може супроводжуватися в майбутньому зміною тривалості вегетаційного періоду, зростанням повторюваності й інтенсивності хвиль тепла, зміною співвідношення рідких і твердих опадів, зменшенням тривалості залягання стійкого снігового покриву, зміною відносної вологості повітря, зростанням повторюваності та інтенсивності прояву стихійних гідрометеорологічних явищ, зміною режиму й обсягу місцевого стоку [11, с. 7]. Саме ці прогностичні аспекти зміни регіонального клімату спонукають нас до подальших досліджень динаміки метеорологічних параметрів Волинської області та впливу кліматичних тенденцій на природні компоненти довкілля й якість життєдіяльності населення регіону.

**Новизна дослідження.** У статті вперше: 1) визначено для усіх метеостанцій області за 2001–2020 р. середню річну температуру повітря, амплітуди коливань середньомісячних температур повітря, середнє значення річної амплітуди коливань температури повітря, середню тривалість безморозного періоду, а також середні для області загалом місячні температури повітря; 2) за допомогою геоінформаційного моделювання відображено просторову диференціацію й багаторічну динаміку показників сучасного термічного режиму повітря; 3) виявлено й проаналізовано тенденції багаторічних коливань вказаних показників термічного режиму повітря. Набув подальшого розвитку аналіз мезо- та мікрокліматичних умов Волинської області в умовах глобальних змін клімату.

#### **Список використаних джерел:**

1. Бондарчук Р. І., Адаменко Т. І. Агрокліматичний довідник по Волинській області. Кам'янець-Подільський : ТОВ «Друкарня Рута», 2012. 192 с.
2. Затула В. І., Затула Н. І. Річна амплітуда температури повітря і континентальність клімату України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2013. Т. 4. С. 95–101.

3. Краковська С. В., Паламарчук Л. В., Шедемєнко І. П., Дюкель Г. О., Гнатюк Н. В. Верифікація даних світового кліматичного центру (CRU) та регіональної моделі клімату (REMO) щодо прогнозу приземної температури повітря за контрольний період 1961–90 рр. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2008. № 257. С. 42–60.
4. Осадчий В. І., Бабіченко В. М. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату. *Український географічний журнал*. Київ : Академперіодика, 2013. № 4. С. 32–39.
5. Павловська Т. С., Бакалейко В. А., Геналюк Р. М. Температурний режим на метеостанції Луцьк в умовах сучасних кліматичних змін. *Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій Землі : наслідки та шляхи вирішення*: зб. наук. праць III Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Херсон, 11–12 червня 2020 р.). Херсон : ДВНЗ «ХДАУ», 2020. С. 172–176.
6. Природа Волинської області / за ред. проф. К. І. Геренчука. Львів : ВО «Вища школа», вид-во при Львів. держ. ун-ті, 1975. 146 с.
7. Решетченко С. І., Ткаченко Т. Г., Лисенко О. Г. Зміна температурного режиму на території Харківської області. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Геологія. Географія. Екологія*. 2015. Вип. 43. С. 153–158.
8. Тарасюк Н. А., Тарасюк Ф. П. Регіональні дослідження сучасного клімату Волині. *Актуальні проблеми крайнознавчої науки : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції (м. Луцьк, 15–16 листопада 2016 р.) / за ред. В. Й. Лажніка*. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. С. 259–263.
9. Федонюк В. В., Мерленко І. М., Федонюк М. А., Линюк Р. В., Ковальчук Н. С. Зміни агрокліматичних чинників в зоні Полісся в контексті глобального потепління (на прикладі Волинської області). *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2019. Вип. 2 (86). С. 124–134.
10. Шевченко О. Г., Сніжко С. І., Самчук Є. В. Температурні аномалії великого міста. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2011. № 8. С. 67–73.
11. Шевченко О., Власюк О., Ставчук І., Ваколюк М., Ілляш О., Рожкова А. Оцінка вразливості до зміни клімату : Україна. Кліматичний форум східного партнерства (КФСП) та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату. Київ : Myflaer, 2014. 74 с. URL: [https://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine\\_cc\\_vulnerability.pdf](https://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf)
12. Alexander L. V. Global observed long-term changes in temperature and precipitation extremes : A review of progress and limitations in IPCC assessments and beyond. *Weather and Climate Extremes*. 2016. Vol. 11. P. 4–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.10.007>.
13. Holec J., Feranec J., Šťastný P., Szatmári D., Kopecká M., Garaj M. Evolution and assessment of urban heat island between the years 1998 and 2016 : case study of the cities Bratislava and Trnava in western Slovakia. *Theoretical and Applied Climatology*. 2020. 141. P. 979–997. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03197-1>.
14. Kobchenko Yu.f., Kobchenko O. Yu. Space–time tendencies of air temperature change in climate warming period in the territory of Ukraine. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2015. № 1157. С. 88–94.
15. Półrolniczak M., Kolendowicz L., Majkowska A., Czernecki, B. The influence of atmospheric circulation on the intensity of urban heat island and urban cold island in Poznań, Poland. *Theoretical and Applied Climatology*. 2017. 127. P. 611–625. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2413-9>.
16. Przybylak R., Uscka-Kowalkowska J., Arażny A., Kejna M., Kunz M., Maszewski R. Spatial distribution of air temperature in Toruń (Central Poland) and its causes. *Theoretical and Applied Climatology*. 2017. 127 (1–2). P. 441–463. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1644-2>.

#### References:

1. Bondarchuk, R. I., & Adamenko, T. I. (2012). *Agroclimatic guide for the Volyn region*. Kamianets-Podilskyi: Ruta Printing House LLC, 192. [In Ukrainian].
2. Zatula, V. I., & Zatula, N. I. (2013). Annual amplitude of air temperature and continental climate of Ukraine. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, 4, 95–101. [In Ukrainian].
3. Krakovska, S. V., Palamarchuk, L. V., Shedemenko, I. P., Dukel, G. O., & Hnatyuk, N. V. (2008). Verification of the data of the world climate center (CRU) and the regional climate model (REMO) regarding the forecast of the surface air temperature for the control period 1961–1990. *Scientific works of the Ukrainian Research Hydrometeorological Institute*, 257, 42–60. [In Ukrainian].
4. Osadchiy, V. I., & Babichenko, V. M. (2013). The air temperature on the territory of Ukraine in today's climate conditions. *Ukrainian Geographical Journal*, 4, 32–39. [In Ukrainian].

5. Pavlovska, T. S., Bakaleiko, V. A., & Genaliuk, R. M. (2020). Temperature regime at Lutsk weather station in the conditions of modern climate changes. *The impact of climate change on the spatial development of the Earth's territories: consequences and solutions. Proceedings of the III International conf.* (Kherson, June 11–12, 2020). Kherson: KhDAU, 172–176. [In Ukrainian].
6. Gerenchuk, K. I. (Ed.) (1975). Nature of Volyn Region. Lviv: Vyscha shkola, 146. [In Ukrainian].
7. Reshetchenko, S. I., Tkachenko, T. G., & Lysenko, O. G. (2015). Changes in the temperature regime on the territory of the Kharkiv region. *Bulletin of Kharkiv National University named after V. N. Karazin. Series „Geology. Geography. Ecology”*, 43, 153–158. [In Ukrainian].
8. Tarasyuk, N. A., & Tarasyuk, F. P. (2016). Regional studies of the modern climate of Volyn. *Actual problems of country studies: Proceedings of the 4th International conference (Lutsk, November 15–16, 2016)* / edited by V. Y. Lazhnik. Lutsk: Vezha-Druk, 259–263. [In Ukrainian].
9. Fedoniuk, V. V., Merlenko, I. M., Fedoniuk, M. A., Lyniuk, R. V., & Kovalchuk, N. S. (2019). Changes in agroclimatic factors in the Polissia zone in the context of global warming (on the example of Volyn region). *Bulletin of the National University of Water and Environmental Engineering*, 2(86), 124–134. [In Ukrainian].
10. Shevchenko, O. G., Snizhko, S. I., & Samchuk, E. V. (2011). Temperature anomalies in the big city. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 8, 67–73. [In Ukrainian].
11. Shevchenko, O., Vlasyuk, O., Stavchuk, I., Vakolyuk, M., Ilyash, O., & Rozhkova, A. (2014). *Assessment of vulnerability to climate change: Ukraine. The Climate Forum of the Eastern Partnership (CFEP) and the Working Group of Non-Governmental Organizations on Climate Change*. Kyiv: Myflaer, 74. [In Ukrainian].
12. Alexander, L. V. (2016). Global observed long-term changes in temperature and precipitation extremes: A review of progress and limitations in IPCC assessments and beyond. *Weather and Climate Extremes*, 11, 4–16. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.10.007>
13. Holec, J., Feranec, J., Šťastný, P., Szatmári, D., Kopecká, M., & Garaj, M. (2020). Evolution and assessment of urban heat island between the years 1998 and 2016: case study of the cities Bratislava and Trnava in western Slovakia. *Theoretical and Applied Climatology*, 141, 979–997. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03197-1>
14. Kobchenko, Y. F., & Kobchenko, O. Y. (2015). Spase-time tendencies of air temperature change in climate warming period in the territory of Ukraine. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series „Geology. Geography. Ecology”*, 42(1157), 88–94.
15. Półrolniczak, M., Kolendowicz, L., Majkowska, A., & Czernecki, B. (2017). The influence of atmospheric circulation on the intensity of urban heat island and urban cold island in Poznań, Poland. *Theoretical and Applied Climatology*, 127, 611–625. <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2413-9>
16. Przybylak, R., Uscka-Kowalkowska, J., Arażny, A., Kejna, M., Kunz, M., & Maszewski, R. (2017). Spatial distribution of air temperature in Toruń (Central Poland) and its causes. *Theoretical and Applied Climatology*, 127(1–2), 441–463. <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1644-2>

Стаття надійшла до редколегії  
01.03.2023 р.



УДК 911.2:910.3(502)

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.05>

**Лариса Чижевська**

кандидат географічних наук, доцент кафедри фізичної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
geolora@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6705-3460>

**Зоя Карпюк**

кандидат географічних наук, доцент кафедри фізичної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
karpyuk.zk@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8073-3129>

**Сергій Полянський**

кандидат географічних наук, доцент кафедри фізичної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
polianskyi@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8666-7695>

**МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ  
З МЕТОЮ ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ МІСТА ЛУЦЬКА**

**Анотація.** Обґрунтовано теоретичні та методичні аспекти проведення мікрокліматичних спостережень у місті Луцьку. Простежено історію становлення кліматологічних студій у межах міста Луцька, витоки якої сягають кінця XIX століття. Визначено методичні особливості організації маршрутних досліджень. Проведено мікрокліматичні спостереження за радіальними напрямками, що пролягають від центру міста до його околиць, упродовж різних сезонів. Здійснено порівняння відповідних результатів, що були отримані в різні періоди. Враховано вплив природних і антропогенних передумов на формування мікроклімату міста Луцька. Проаналізовано перспективи регулювання мікрокліматичних умов у межах досліджуваної території. Виокремлено мікрокліматичні зони за характером прояву переважаючих параметрів мікроклімату, що сприяє його подальшому просторовому плануванню міста та створенню оптимальних умов проживання та діяльності населення.

**Ключові слова:** мікроклімат, природні й антропогенні чинники формування мікроклімату, температура та вологість повітря, вимірювання, вітер, зелені зони, мікрокліматичне зонування, глобальні зміни клімату, Луцьк.

**Chyzhevska Larysa, Karpiuk Zoia, Polianskyi Serhiy. METHODOLOGY OF MICROCLIMATE RESEARCH FOR THE PURPOSE OF FOR SPATIAL PLANNING OF THE CITY OF LUTSK**

**Abstract.** The purpose of the scientific work is study of microclimatic conditions within the city of Lutsk. The role of the microclimate as an important component of the effective functioning of the territories, in particular the existence of the population in conditions of global warming, is substantiated. The history of the formation of climatological research within the city of Lutsk, whose origins go back to the end of the 19th century, is traced, but the prerequisites for the formation of the microclimate itself were not considered. The methodical features of the organization and conducting of route meteorological observations have been determined. Microclimatic observations were carried out along the developed directions, running from the city center to its outskirts, during different seasons. The influence of natural and anthropogenic preconditions on the formation of the microclimate of the city of Lutsk is taken into account.

Differences in the manifestation of temperature, humidity and wind strength during the passage of each of the radial routes were revealed. The highest temperature indicators were recorded within urban areas of man-made nature, covered with artificial surfaces, densely built-up, exposed to traffic, the situation is aggravated by the lack of water bodies and green spaces within them.

The prospects for regulating microclimatic conditions within the scope of the study were analyzed. The need to introduce measures to optimize the microclimate, such as reducing the traffic load and carrying out landscaping, is substantiated.

Microclimatic zones are distinguished within the city according to the nature of the manifestation of the prevailing parameters of the microclimate, among which "heat islands", "heat bands", transition zones, coolness zones are clearly

distinguished. It was established that there is a need to improve the combination of microclimatic and functional zones. In particular, settlement zones must border green areas, which happens extremely rarely. It is suggested that the obtained results be taken into account in the course of spatial planning of the city of Lutsk in order to create optimal living conditions and activities of the population.

**Key words:** microclimate, natural and anthropogenic factors of microclimate formation, air temperature and humidity, measurement, wind, green zones, microclimatic zoning, global climate changes, Lutsk.

**Актуальність теми дослідження.** У будь-якому населеному пункті простежуються мікрокліматичні особливості, що залежать від таких чинників, як рельєф, характер покриття поверхні та забудови, забруднення повітря, наявність зелених зон та водойм. Мікроклімат окремих ділянок, як правило, детально не вивчений, хоча має неабияке значення для функціонування територій, передусім для існування населення. Саме це й обумовлює потребу виявлення мікрокліматичних особливостей у межах Луцька, встановлення передумов їх формування, визначення зон із різним проявом параметрів мікроклімату, що характеризуються більш чи менш сприятливими умовами існування. Особливого значення це набуває в умовах глобальної зміни клімату, що на сьогодні виявляється, здебільшого, у вигляді потепління. Оскільки мікрокліматичні умови можливо регулювати, то їх слід розглядати як складник просторового планування сучасних міст, зокрема Луцька.

**Стан вивчення питання з аналізом основних праць.** Варто зазначити, що спостереження за кліматом у Луцьку розпочалися в 1891 р. З 1925 р. вже проводилися метеорологічні спостереження за різними параметрами. З липня 1940 р. метеорологічні спостереження були організовані УГМС (Українською гідрометеорологічною службою) УРСР. Станція Луцьк, що знаходилася на території аеропорту в с. Крупа, а в 1998 р. була перенесена в с. Підгайці, досліджує клімат міста загалом. Питання вивчення мікрокліматичних відмінностей у Луцьку тривалий час не піднімалось. Окремі моменти цієї проблеми були висвітлені у працях волинських науковців Ф. В. Зузук, Н. А. Тарасюк, Ф. П. Тарасюка, І. М. Нетробчук [1; 11; 13]. Передумови покращення міського мікроклімату досліджували В. М. Волошин та М. І. Лепкий [2]. Інформацію щодо ролі зелених насаджень у Луцьку знаходимо у працях Л. В. Коцун, О. К. Михайлишина [6; 9]. Зв'язок мікроклімату з екологічною ситуацією розглядали Я. О. Мольчак, В. О. Фесюк [10]. Вплив архітектурних особливостей міста на його мікроклімат досліджував О. В. Мельник [7]. Фахівцями управління екології Луцької міської ради вивчаються особливості прояву глобальних кліматичних змін у нашому місті, проводяться дослідження щодо впливу мікроклімату на стан дерев. Зокрема, встановлено, що середньорічна температура повітря зросла на 1 °С, порівняно з попередніми періодами. Цього виявилось достатньо для зниження рівня ґрунтових вод й як наслідок, масового всихання віковічних дерев, коріння яких нині не досягає водоносних пластів [4].

Незважаючи на широкий науковий резонанс, питання формування мікрокліматичних умов територій, передумови формування мікроклімату саме міста Луцька не розглядалися. Відсутня в науковій літературі інформація, яка б стосувалась обґрунтування чинників оптимізації мікроклімату та мікрокліматичного зонування Луцька. Це ще раз засвідчує актуальність теми, що обрана для дослідження.

**Мета та завдання дослідження.** Метою наукової роботи є дослідження мікрокліматичних умов у межах міста Луцька, що є складником просторового планування. Для досягнення мети поставлено та виконано такі завдання: обґрунтовано теоретичні та методичні аспекти проведення мікрокліматичних спостережень у місті Луцьку; досліджено історію становлення кліматологічних досліджень у Луцьку; визначено методичні особливості організації та проведення маршрутних метеоспостережень; з'ясовано роль природних й антропогенних чинників у формуванні мікроклімату в місті; здійснено мікрокліматичні спостереження за маршрутними напрямками, що пролягають від центру міста до його околиць упродовж різних сезонів; визначено перспективи регулювання мікрокліматичних умов у Луцьку; виокремлено мікрокліма-

тичні зони за характером прояву переважаючих параметрів мікроклімату, що є складовою частиною просторового планування міста та сприяє створенню оптимальних умов проживання та діяльності населення.

**Методи та матеріали дослідження.** Під час дослідження мікрокліматичних умов міста Луцька використовувалися загальнонаукові та суто географічні підходи й методи [3]. Визначальна роль належить історичному підходу, застосування якого дало змогу виявити етапи становлення мікрокліматичних спостережень, встановити динаміку метеопараметрів. Термінологічний підхід сприяв систематизації, подекуди уточненню термінів і понять, що стосуються теми дослідження. Використання літературного підходу передбачало з'ясування стану вивчення питання, наявності прогалів у сфері дослідження клімату в м. Луцьку. Методологічною основою дослідження став системний підхід, використання якого спонукає враховувати зв'язок між мікрокліматом та іншими природними й антропогенними умовами, що мають місце в межах досліджуваної території [12]. Як і передбачає ландшафтний підхід, дослідження проводились у межах певних природно-антропогенних або ж суто антропогенних чи техногенних комплексів, що характеризуються своєрідною генезою, структурою та функціями. Відповідно до вимог екологічного підходу, дослідження мікрокліматичних умов міста проводились із метою їх подальшої оптимізації, чітко розуміючи як на них впливають конкретні чинники.

Застосовано традиційні методи географічних досліджень, як-то порівняльно-описовий, аналітичний, статистичний, польових маршрутних спостережень. Для отримання результатів розроблялися польові маршрути, що повинні були охопити точки з різним впливом природних та антропогенних чинників. У межах запланованих точок проводилися мікрокліматичні вимірювання, дані фіксувалися. Кожна з точок детально описувалась, отримана інформація порівнювалась [8]. Ставилася мета – виявити відмінності метеорологічного режиму в межах визначених ділянок, а також порівняти їх із показниками постійно діючої поблизу міста (с. Підгайці) метеорологічної станції Луцьк.

Спостереження за мікрокліматом проводять за допомогою спеціальних приладів, які можна легко переносити [8; 15]. Для вимірювання температурних показників використовували цифровий електронний термометр, вологості повітря – гігрометр, швидкості вітру – анемометр ручний, хмарність визначалась окомірним способом за десятибальною шкалою. Для проведення мікрокліматичних спостережень вибиралися періоди зі спекотною погодою, оскільки саме за таких умов вплив різних чинників на мікроклімат виявляється найбільш суттєво.

**Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих наукових.** Мікроклімат територій залежить від рельєфу, характеру забудови, покриття поверхні, наявності водойм та зелених насаджень, забруднення повітря [12; 15]. У Луцьку мають місце ділянки з різним рельєфом – схили, підвищення, улоговини. Чергуються щільно забудовані багатопверхівками райони з приватними секторами, де переважають одно- та двоповерхові будинки [7; 11]. Загалом у Луцьку є низка водойм (річки Стир та Сапалаївка, Теремнівські ставки, штучні водойми Центрального парку) [13]. До того ж наше місто є доволі зеленим, незважаючи на те, що окремі зелені зони вже безповоротно втрачені [5; 12].

З метою виявлення мікрокліматичних особливостей м. Луцька вимірювалися прояви температурних показників, вологості повітря, сили вітру в різних його районах відповідно до розроблених маршрутів, що пролягали радіально від центру міста до його околиць. Загалом було заплановано провести спостереження вказаних параметрів мікроклімату за чотирма маршрутами (табл. 1).

В межах кожного з маршрутів були заплановані точки для вимірювання параметрів на ділянках із різними характеристиками: на відкритій місцевості, що вкрита бруківкою, посеред густої забудови, поблизу транспортних шляхів, озелених територіях, у межах навітрених околиць міста. Під час вимірювань отримано значний обсяг кількісної інформації, з якої була сформована відповідна база даних. Приклад оформлення отриманих результатів спостережень наведений у таблиці 2.

Таблиця 1

Організація маршрутних спостережень у місті Луцьку

№ маршруту	Точки вимірювання параметрів	Дата вимірювання параметрів
1	Театральний майдан – майдан Злуки – гідропарк – Гнідава	07.08.2020, 12.09.2020 24.06.2021, 10.08.2021, 05.12.2021
2	Театральний майдан – Меморіал Вічної Слави – гіпермаркет «Там-Там» – 33-й квартал – ТЦ «Глобус»	15.08.2020, 19.09.2020, 25.06.2021, 14.08.2021, 12.12.2021
3	Театральний майдан – Центральний парк імені Лесі Українки – ботанічний сад – Київський майдан – «Модерн-Експо»	22.08.2020, 07.10.2020, 14.07.2021, 11.09.2021, 18.12.2021
4	Торговельно-розважальний центр «Промінь» – військовий ліцей (вул. Стрілецька) – район приватної забудови поблизу Волинського наукового ліцею – очисні споруди КП «Луцькводоканал»	16.07.2021

Таблиця 2

Результати мікрокліматичних досліджень за маршрутом № 1  
Театральний майдан – майдан Злуки – гідропарк – Гнідава (24 червня 2021 р.)\*

№ точки	Температура повітря, °С	Різниця	Температура на поверхні ґрунту, °С	Вологість повітря, %	Різниця	Хмарність	Напрямі і сила вітру	Примітка
Метеостанція Луцьк	+34	-	-	68	-	Ясно	Пд 2 м/с	-
Точка № 1	+38	+4	+39	66	-2	Ясно	Пд 4 м/с	Формується протяг
Точка № 2	+37	+3	+37	66	-2	Ясно	Пд 3 м/с	Формується протяг
Точка № 3	+33	-1	+29	72	+4	Ясно	Пд 2 м/с	
Точка № 4	+34	0	+30	74	+6	Ясно	Пд 4 м/с	
Точка № 5	+37	+3	+38	66	-2	Ясно	Пд 3 м/с	

\* Примітка: Складено за результатами маршрутних мікрокліматичних спостережень.

Найвищі температурні показники зафіксовані в межах міських ділянок техногенного характеру, що вкриті штучним покриттям, зазнають впливу транспорту, а щільна висотна забудова перешкоджає випромінюванню тепла. Ситуація посилюється в результаті відсутності водойм та зелених насаджень в їх межах, що, як відомо, мають охолоджуючий ефект. Проведені спостереження підтвердили, що одними із найтепліших місць в Луцьку є «острови тепла», зокрема, Театральний та Київський майдани, забудовані ділянки житлових кварталів. Температура повітря в їх межах на 1–2°C перевищує відповідні показники на метеостанції Луцьк. У межах таких територій необхідно запроваджувати заходи щодо оптимізації мікроклімату, а саме, сприяти зниженню транспортного навантаження, проводити озеленення. Реальним кроком у напрямі покращення мікроклімату в центрі міста є спорудження довгоочікуваного фонтану, що за охолоджувальною ефективністю в спекотну пору року може прирівнюватися до водойми. Температура повітря у точках, що знаходяться посеред природної рослинності, поблизу водойм, є на 1–4°C нижчою, порівняно з метеоданими по місту Луцьку. Це зумовлено наявністю трав'янистого покриву, густого деревостану, охолоджуючим впливом річок Стиру та Сапалаївки, відсутністю транспорту та житлової забудови.

Під час досліджень, що були проведені в зимовий період, простежувалася подібна тенденція. Температура повітря в межах точок радіальних маршрутів відрізнялася на 3–4°C. Найвищі температурні показники в грудні відмічені в межах центральних вулиць міста, що є густо забудованими й характеризуються значним транспортним навантаженням. Зокрема транспорт, що рухається суцільним потоком, значно «нагріває» повітря. На таких ділянках міста температура є вищою від показників метеостанції Луцьк на 1–3°C. Найпрохолодніше цієї пори року в межах знижених ділянок прирічкових заплав (ботанічний сад поблизу р. Сапалаївки та Центральний парк), на околицях міста. Встановлено, що температура на цих місцевостях є нижчою від показників метеостанції Луцьк на 1–3°C.

*Таблиця 3*

**Мікрокліматичні зони міста Луцька\***

№з/п	Зона	Характерні особливості	Поширення	Назва ділянок
1	«Острови тепла»	Відкритість території, наявність значних площ штучного покриття, скупчення транспорту, високий рівень забруднення.	Майдани, площі, автостоянки, ринки, території промис-лових підприємств.	Київський майдан, Театральний майдан із автостоянками, майдан Злуки, ділянка поблизу ТРЦ «Промінь», Центральний, Завокзальний, Північний ринки, перехрестя поблизу Палацу урочистих подій, Привокзальна площа, територія «Модерн-Експо», ЛуАЗу, підприємства «Електротермометрія», підприємство SKF, Кромберг і Шуберт, промислові зони по вул. Карбишева електроапаратного заводу та підприємства «Полімер».
2	«Теплові смуги»	Відкритість території, відсутність зелених насаджень, штучне покриття, тепловий вплив транспорту, теплотрас, каналізаційних мереж.	Вулиці, проспекти, мережа комунікацій.	Основні транспортні магістралі міста (проспекти Волі, Соборності, Перемоги, Грушевського, Відродження, вул. Рівненська).
3	Перехідні зони	Періодичне затінення залежно від періоду доби, чергування ділянок із штучним покриттям та вуличних і міжбудинкових зелених насаджень.	Житлова забудова.	Старе місто, житлові масиви 33, 40 кварталів, районів ДПЗ, Цегельного заводу, Привокзального, Вишків-ського, Теремнівського районів, Кічкарівки, вул. Володимирської, Львівської, Балки.
4	Зони прохолоди	Високий рівень озеленення, зокрема наявність деревних насаджень, відсутність штучного покриття, охолоджуючий вплив водних об'єктів.	Масиви деревних насаджень, водні потоки та замкнуті водойми.	Центральний парк імені Лесі Українки, заплава р. Стир поза межа-ми парку, гідропарк, парк 900-річчя Луцька, заплава р. Сапалаївка, парк «Діброва», Теремнівські ставки, ставки в районі Кічкарівки, заказник «Гнідавське болото», ботанічний сад ВНУ, сквер біля Палацу урочистих подій, зона зелених насаджень у межах 40 кварталу.

\* Примітка. Складено за результатами маршрутних мікрокліматичних спостережень.

Варто зауважити, що вологість повітря у межах міських «островів тепла» є нижчою, ніж на околицях, що пов'язано з підвищеною температурою й незначним випаровуванням із штучно вкритих вуличних поверхонь [3; 15]. Аналіз результатів вимірювань показав, що відносна

вологість повітря на метеостанції була вищою на 2–4 %, порівняно з відповідною в межах міських ділянок. Виняток становлять території зі збереженою природною рослинністю, зниженим рельєфом, що розташовані поблизу водойм. Це стосується вже згадуваних точок вимірювання в межах скверів, гідропарку, Центрального парку, ботанічного саду, де вологість повітря є на 4–8 % вищою, порівняно з даними метеостанції Луцьк. Простежуються відмінності в прояві вітрової діяльності в межах різних маршрутних точок. Встановлено, що вітри з найменшою силою дмуть у центральних зонах міста, що є забудованими. Виняток становлять шляхи сполучення та відкриті ділянки, де часто формуються протяги. Послаблюється вітрова діяльність у парках, скверах із густою деревною рослинністю. Вітри з посиленою інтенсивністю дмуть на околицях міста. У межах маршрутів спостереження № 1, № 2, № 3 відмінність у інтенсивності вітру сягала, відповідно, 3–5, 1–5, 2–6 м/с.

Таким чином, встановлено певні закономірності прояву параметрів мікроклімату. Виявлено безпосередню залежність останніх від поєднання природних й антропогенних чинників. Отримані кількісні дані дають підстави виокремити в межах Луцька так звані мікрокліматичні зони за характером прояву переважаючих складових, що сприяє подальшому просторовому плануванню з метою створення оптимальних умов проживання та діяльності населення (табл. 3). Відтак, у межах Луцька чітко вирізняються «острови тепла», «теплові смуги», перехідні зони та зони прохолоди (рис. 1, 2).

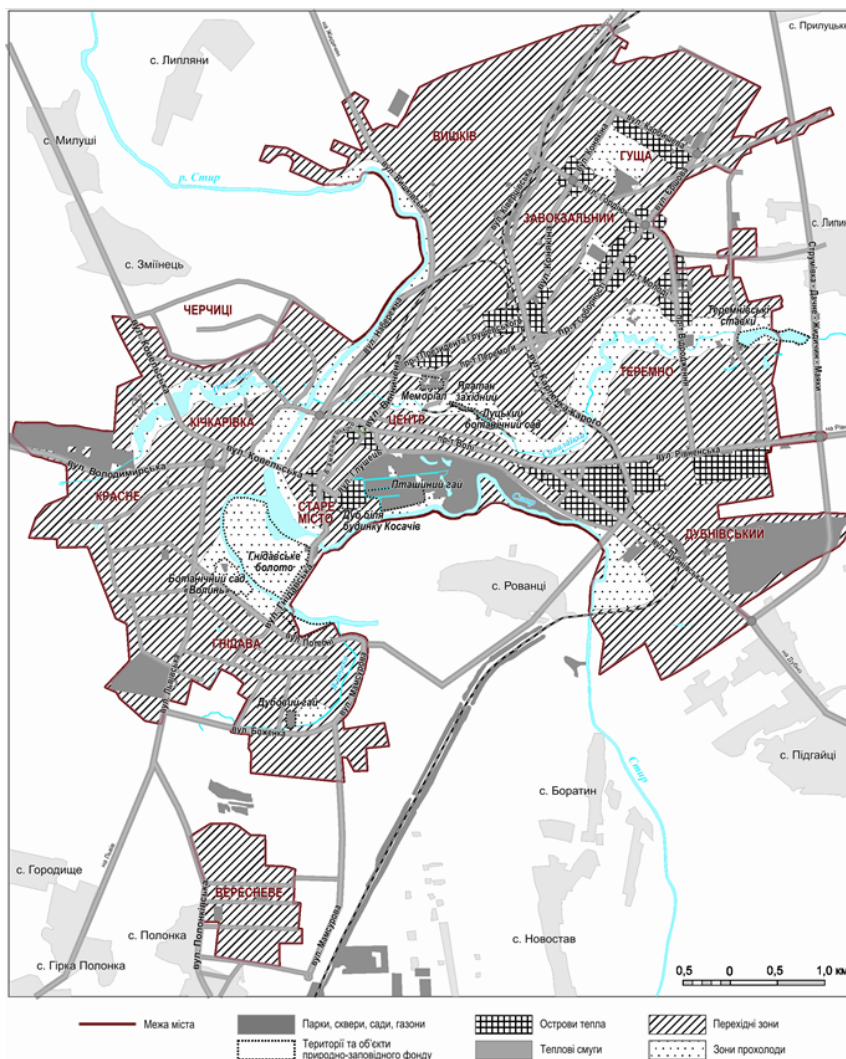


Рис. 1. Теплові зони м. Луцька



**Рис. 2.** Зони прохолоди (фото 1–3), перехідні зони (фото 4), теплові смуги (фото 5), «острови тепла» (фото 6) (зображення авторські)

Мікрокліматичні зони певною мірою збігаються з ділянками міста, що є елементами його планувальної структури. До них відносять житлові мікрорайони та іншу міську забудову, територію промислових підприємств, майдани та вулиці, транспортну мережу, лінії прокладання комунікацій, кладовища та меморіали, водні потоки та замкнуті водойми, масиви зелених насаджень (парки та сквери), санітарно-захисні зони підприємств. Ці ділянки в місті виділені залежно від особливостей їх призначення та використання. Відповідно до правил містобудування, планування й забудови міських територій вказані ділянки є складовими частинами функціональних зон міста, а саме: поселенської, виробничої промислової, транспортної, ландшафтно-рекреаційної (табл. 4).

**Висновки.** Польові дослідження дали змогу встановити вплив різних чинників на мікроклімат міста. Результати вимірювань свідчать, що відмінності прояву температури, вологості та сили вітру простежувалися під час проходження кожного із маршрутів як у теплу, так і в холодну пору року. Таким чином, виявлено мікрокліматичну різноманітність у межах міста, що стала основою відповідного зонування. Отже, у Луцьку простежується відповідність між мікрокліматичною зоною «теплових смуг» і транспортною функціональною зоною та, відповідно, зоною прохолоди й ландшафтно-рекреаційною зоною. У принципі, можна провести паралелі між перехідною та поселенською зонами. Однак, поселенська зона повинна поєднуватися із озеленими ділянками, що має місце вкрай рідко. Є певні розбіжності між виробничою промисловою зоною та «островами тепла», оскільки останні включають ще й великі ділянки майданів та площ, що розміщені поза промисловими підприємствами, часто в центральних частинах міста. Ці моменти слід враховувати під час просторового планування міста. Зокрема, площі та майдани можна вивести із мікрокліматичної зони «островів тепла» завдяки озелененню, спорудженню штучних водойм, обмеженню транспортного навантаження. Аналогічно доцільно вдосконалити поселенську зону, поєднавши її з ландшафтно-рекреаційною, таким чином, створюючи більш комфортні умови для життя та відпочинку населення.

Таблиця 4

Відповідність між мікрокліматичними та функціональними зонами у місті Луцьку

Мікрокліматичні зони	Основні ділянки	Функціональні зони	Основні складники
«Острови тепла»	Київський майдан, Театральний майдан із автостоянками, майдан Злуки, ділянка поблизу ТРЦ «Промінь», Центральний, Завокзальний, Північний ринки, перехрестя поблизу Палацу урочистих подій, Привокзальна площа.	Виробнича промислова	Промислові зони по вул. Карбишева електроапаратного заводу та підприємства «Полімер», територія «Модерн-Експо», ЛуАЗу, підприємства «Електротермометрія», підприємство SKF, Кромберг і Шуберт.
«Теплові смуги»	Основні транспортні магістралі міста (проспекти Волі, Соборності, Перемоги, Грушевського, Відродження, Рівненська).	Транспортна	Основні транспортні магістралі міста (проспекти Волі, Соборності, Перемоги, Грушевського, Відродження, Рівненська), комунікаційні мережі.
Перехідні зони	Старе місто, житлові масиви 33, 40 кварталів, районів ДПЗ, Цегельного заводу, Привокзального, Вишківського, Теремнівського районів, Кічкарівки, вул. Володимирської, Львівської, Балки.	Поселенська	Житлові масиви 33, 40 кварталів, районів SKF (ДПЗ), Цегельного заводу, Привокзального, Вишківського, Теремнівського районів, Кічкарівки, вул. Володимирської, Львівської, Балки.
Зони прохолоди	Центральний парк імені Лесі Українки, заплава р. Стир поза межами парку, гідропарк, парк 900-річчя Луцька, заплава р. Сапа-лаївка, парк «Діброва», Теремнівські ставки, ставки в районі Кічкарівки, заказник «Гнідавське болото», ботанічний сад ВНУ, сквер біля Палацу урочистих подій, зона зелених насаджень в межах 40 кварталу.	Ландшафтно-рекреаційна	Центральний парк імені Лесі Українки, заплава р. Стир поза межами парку, гідропарк, парк 900-річчя Луцька, заплава р. Сапалаївка, парк «Діброва», Теремнівські ставки, ставки в районі Кічкарівки, заказник «Гнідавське болото», ботанічний сад ВНУ, сквер біля Палацу урочистих подій, зона зелених насаджень у межах 40 кварталу.

**Новизна дослідження.** За результатами дослідження обґрунтовано роль мікроклімату як важливого складника ефективного функціонування міста Луцька в умовах глобального потепління. Розроблено методику організації та проведення маршрутних метеорологічних спостережень для умов досліджуваної території. Проведено польові мікрокліматичні спостереження за розробленими напрямками, що пролягають від центру міста до його околиць, упродовж різних сезонів. Враховано вплив природних й антропогенних передумов на формування мікроклімату м. Луцька.

Проаналізовано перспективи регулювання мікрокліматичних умов у межах об'єкту дослідження. Обґрунтовано необхідність запровадження заходів щодо оптимізації мікроклімату, як-то зниження транспортного навантаження, проведення озеленення.

Виокремлено в межах міста мікрокліматичні зони за характером прояву переважаючих параметрів мікроклімату, серед яких чітко вирізняються «острови тепла», «теплові смуги»,



перехідні зони, зони прохолоди. Встановлено, що існує потреба у вдосконаленні поєднання мікрокліматичних і функціональних зон. Запропоновано отримані результати враховувати під час просторового планування міста Луцька задля створення оптимальних умов проживання та діяльності населення.

**Список використаних джерел:**

1. Бабиченко В. Н., Зузук Ф. В. Клімат Луцька. Л. : Гидрометеоздат, 1988. С. 138–141.
2. Волошин І. М., Лепкий М. І. Еколого-географічні проблеми урбосистем Волинської області : монографія. Львів : ВЦ ЛНУ, 2004. 241 с.
3. Дмитрук О. Функціональний аналіз зеленої зони міста Києва. *Географія та туризм*. 2010. Вип. 7. С. 129–137.
4. Грішина Т. Клімат змінюється : чому Волинь втрачає дерева. *Конкурент*. 2019. 10 вересня. URL: <https://konkurent.ua/publication/45849/vklimat-zminuetsya-chomu-volin-vtrachae-dereva/>
5. Карпюк З. К., Фесюк В. О. Природоохоронні мережі Волинської області : монографія. Луцьк : Вид-во «Терен», 2021. 212 с.
6. Коцун Л. Молодіє парк древнього Луцька. *Міське господарство України*. 1997. № 1. С. 34–36.
7. Мельник О. В. Сучасні проблеми містобудування. Луцьк : РВВ Луцького НТУ, 2014. 176 с.
8. Метеорологічні спостереження на станціях. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Київ : Державна метеорологічна служба, 2011. Вип. 3. 277 с.
9. Михайлишин О. К. Палацово-паркові ансамблі Волині 2-ї половини XVIII–XIX століть. Київ, 2000. 193 с.
10. Мольчак Я. О., Фесюк В. О., Картава О. Ф. Луцьк : сучасний екологічний стан та проблеми. Луцьк : РВВ ЛДТУ, 2003. 119 с.
11. Нетробчук І. М., Вдовичук І. І. Мікрокліматичні особливості міста Луцьк. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*. 2017. № 9 (358). С. 15–22.
12. Саган М. Зелені зони міста Луцька : дипл. робота. Луцьк : Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки. 2012. 69 с.
13. Тарасюк Н. А., Тарасюк Ф. П. *Сучасні кліматичні тенденції на Волині*. В Миколаївські читання : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (Луцьк, 12–13 травня 2016 р.). Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2016. С. 68–72.
14. Чижевська Л. Т., Лавренчук О. М., Качаровський Р. Є., Карпюк З. К., Антипюк О. В. *Оцінка сучасного стану водних ресурсів Волині*. Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів : Луцьк, 11–12 квітн. 2019 р. С. 98–101.
15. Щербань М. И. Микроклиматология. Киев : Вища школа, 1985. 223 с.

**References:**

1. Babychenko, V. N., & Zuzuk, F. V. (1988). *The climate of Lutsk*. Leningrad: Hydrometeoizdat.
2. Voloshin, I. M., & Lepkiy, M. I. (2004). *Ecological and geographical problems of urban system of Volyn region: monograph*. Lviv: VDC LNU. [In Ukrainian].
3. Dmytruk, O. (2010). Functional analysis of the green zone of the city of Kyiv. *Geography and tourism*, 7, 129–137. [In Ukrainian].
4. Hryshyna T. Climate change: why Volyn is losing trees. (2019, September 10). *Konkurent*, September 10. <https://konkurent.ua/publication/45849/vklimat-zminuetsya-chomu-volin-vtrachae-dereva/> [In Ukrainian].
5. Karpiuk, Z. K., & Fesiuk, V. O. (2021). Nature protection networks of Volyn region: monograph. Lutsk: Teren, 212. [In Ukrainian].
6. Kotsun, L. (1997). The park of ancient Lutsk is rejuvenating. *Urban economy of Ukraine*, 1, 34–36. [In Ukrainian].
7. Melnyk, O. V. (2014). Modern problems of urban planning. Lutsk: RVO LNTU, 176. [In Ukrainian].
8. Meteorological observation at the stations. Instruction to stations and posts. (2011). *State meteorological service*, 3, 277. [In Ukrainian].
9. Mikhailyshyn, O. K. (2000). Palace park ensembles of Volyn 2 halves of XVIII–XIX century. Kyiv, 193. [In Ukrainian].
10. Molchak, Ya. O., Fesyuk, V. O., & Kartava, O. F. (2003). Lutsk: modern ecological state and problems. Lutsk: RVO of LSTU, 119. [In Ukrainian].

11. Netrobchuk, I. M., & Vdovychuk, I. I. (2017). Microclimatic features of the city of Lutsk. *Scientific Bulletin of the East European National University named after Lesya Ukrainka. Geographical sciences*, 9(358), 15–22. [In Ukrainian].
12. Sahan, M. (2012). Green zones of the city of Lutsk: graduate work. Lutsk: Lesya Ukrainka Eastern European National University, 69. [In Ukrainian].
13. Tarasiuk, N. A., & Tarasiuk, F. P. (2016). Modern climate trends on Volyn. *V Mykolaiv readings: materials of the International scientific and practical conference* (Lutsk, 2016, 12–13 May). Lutsk: Lesya Ukrainka Eastern European National University, 68-72. [In Ukrainian].
14. Chyzhevska, L. T., Lavrenchuk, O. M., Kacharovskiyi, R. Ye., Karpiuk Z. K., & Antypiuk, O. V. (2019). Assessment of the current state of water resources in Volyn. *Socio-geographical factors of regional development: Materials of the scientific and practical conference*. (Lutsk, 2019, April 11–12). Lutsk, 98–101. [In Ukrainian].
15. Shcherban, M. Y. (1985). *Microclimatology*. Kyiv: Vyscha shkola, 223. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редколегії  
21.03.2023 р.

## РОЗДІЛ II

### Економічна та соціальна географія

УДК 911.3:621.39(477.8)

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.06>

#### Сергій Пугач

доктор географічних наук, доцент, професор кафедри економічної та соціальної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
[puhachserhiy@gmail.com](mailto:puhachserhiy@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3738-7961>

#### Костянтин Мезенцев

доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри економічної та соціальної географії,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
[k\\_mez@ukr.net](mailto:k_mez@ukr.net), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1974-7860>

#### Наталія Добровольська

кандидат географічних наук, доцент кафедри соціально-економічної географії і регіоназнавства,  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
[natalie.dobrovolskaya@gmail.com](mailto:natalie.dobrovolskaya@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5583-2179>

### ПРОСТОРОВИЙ ВИМІР МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ – КЕЙС МЕРЕЖІ VODAFONE У ЗАХІДНІЙ УКРАЇНІ

**Анотація.** Мережі мобільного зв'язку сьогодні відіграють дуже важливу роль у житті суспільства. Сукупність базових станцій забезпечують покриття великих за площею територій. Метою дослідження є визначення просторових особливостей функціонування мережі мобільного зв'язку Vodafone у Західній Україні, а основним завданням – проаналізувати показники покриття мережі мобільного зв'язку Vodafone у розрізі територіальних одиниць Західної України. Vodafone є другим, після Київстар, найбільшим мобільним оператором у Західній Україні з 19,8 млн абонентів. Мобільні мережі 3G Vodafone та 4G Vodafone у загальних рисах дублюють одна одну з незначним переважанням 4G. Покриття насамперед охоплює найбільші міські населені пункти та прилеглі до них райони, території з високою концентрацією сільського населення, вздовж основних транспортних магістралей. Найбільшого поширення мережа Vodafone набула в обласних центрах та інших великих містах. У розрізі субрегіонів найкраще забезпечені мережею Vodafone Передкарпаття та Закарпаття, найгірше – регіон Українських Карпат. У розрізі областей найвищі показники мають Волинська та Чернівецька області, в яких Vodafone створює конкуренцію Київстар, найнижчі – Тернопільська область.

**Ключові слова:** мережа, мобільна мережа, Vodafone, просторовий вимір, Західна Україна.

#### **Puhach Serhii, Mezentsev Kostyantyn, Dobrovolska Nataliia. SPATIAL DIMENSION OF THE MOBILE COMMUNICATION NETWORK - A CASE OF THE VODAFONE NETWORK IN WESTERN UKRAINE**

**Abstract.** Mobile communication networks play a very important role in society today. A mobile network (other names: wireless network, cellular network) route communications in the form of radio waves to and from different users. It consists of communication base stations that each cover a certain delimited area or "cell". The clusters of base stations provide coverage over a wide geographic area. This allows a large number of portable transceivers (such as mobile phones, pagers, etc.) to communicate with each other, with fixed receiver-transmitters at any point in the network, even if some of the users move around the network.

The purpose of the research is to determine the spatial features of the Vodafone's mobile network in Western Ukraine, and the main task is to analyze the coverage indicators of the Vodafone's mobile network in the context of territorial units of Western Ukraine. The research was made on the basis of open data from "Vodafone Ukraine" company. The primary data are the coverage areas of the 3G Vodafone and 4G Vodafone networks. These data were processed and analyzed using the geographic information system QGIS Desktop 2.14.9.

Vodafone is the second largest mobile operator in Western Ukraine after Kyivstar with 19.8 million subscribers. Vodafone's 3G and Vodafone 4G mobile networks broadly duplicate each other with 4G slightly predominating. The mobile networks cover the largest urban settlements and their adjacent territories, territories with a high concentration of rural population, main transport highways.

The Vodafone network is most developed in the cities of the regional subordination of Western Ukraine. The best Vodafone mobile network is in Precarpathia and Transcarpathia, the worst network is in the Ukrainian Carpathians. Among the regions, Volyn and Chernivtsi regions have the highest coverage rates (Vodafone has significant competition with Kyivstar in them), Ternopil region has the lowest coverage.

**Key words:** network, mobile network, Vodafone, spatial dimension, Western Ukraine.

**Актуальність теми дослідження.** В останні десятиріччя усе більшого значення у житті суспільства набувають мережі мобільного зв'язку, які часто називають просто мобільними мережами. Це принципово новий тип комунікаційної (медійної) мережі, який сформувався в останні 40 років, та одна з найбільш динамічних інфраструктур світу, котра докорінно змінює суспільство, його поведінкові патерни та загалом життєдіяльність.

Мобільна мережа (інші назви: бездротова мережа, стільникова мережа) функціонує внаслідок передачі комунікації у формі радіохвиль. Вона складається з базових станцій зв'язку, кожна з яких «покриває» певну зону або комірку. Сукупність базових станцій забезпечують покриття великих за площею територій, що дає змогу великій кількості портативних приймачів-передавачів (наприклад, мобільних телефонів, пейджерів тощо) спілкуватися один з одним, зі стаціонарними приймачами-передавачами в будь-якій точці мережі, навіть якщо деякі з користувачів переміщуються по території мережі.

В останнє десятиліття провайдери комунікаційних послуг розгорнули мобільні мережі на більшій частині освоєної людиною території Землі. Це дає змогу користувачам підключати мобільні телефони та ноутбуки як до власне телефонних мереж, так і до світової глобальної мережі Інтернет. Мобільна мережа сьогодні усе більше стає синонімом поняття «мобільний інтернет». Мобільні мережі мають низку особливостей функціонування та розвитку. Одним із головних параметрів для ефективного функціонування мережі є її площа, тобто покриття території. Саме тому ми вважаємо тему нашого наукового дослідження актуальною та такою, що потребує наступних вивчень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій за темою дослідження.** Проблематика впливу мереж мобільного зв'язку на просторові поведінкові патерни людського суспільства привертає увагу багатьох дослідників. Так, S. Phithakkitnukoon, Z. Smoreda, P. Olivier (2012) на основі аналізу даних про дзвінки та мобільність протягом року у Португалії дослідили взаємозв'язки між мобільністю людей та їх соціальними мережами [13]. P. Fisher та J. Dobson (2003) вивчали етичні моменти використання (та зловживання) інформації про особисте місцезнаходження на основі даних мобільних телефонів [12]. F. Calabrese та ін. (2011), досліджуючи взаємозв'язки між дзвінками людей та їхнім фізичним місцезнаходженням, виявили, що телефонні дзвінки мають ознаки координатних сигналів, які відбуваються безпосередньо перед очними зустрічами [10]. S. Silm та R. Ahas (2010) дослідили сезонні міграції населення Естонії на основі даних найбільшого оператора мобільного зв'язку й виявили, що близько 5 % населення Естонії сезонно змінюють місце проживання [14]. S. Çolak та ін. (2015) показали можливості використання мобільних даних та щільності населення для створення матриць поїздки у метрополітенських ареалах Бостона (США) та Ріо-де-Жанейро (Бразилія) [11].

Серед українських науковців дослідження просторових аспектів функціонування мобільних мереж не отримали значного поширення. Можна зустріти велику кількість праць із проблематики мобільного зв'язку, виконаних переважно економістами, у яких відсутній географічний

підхід, а Україна аналізується загалом без регіональних особливостей [2; 5–8]. Серед робіт, що фокусуються на просторових аспектах поширення мереж варто згадати дослідження маятникових міграцій населення Київської агломерації [1] та аналіз внутрішнього туризму в Україні [9] на основі даних Київстар.

**Мета та завдання дослідження.** Метою дослідження є визначення просторових особливостей функціонування мережі мобільного зв'язку Vodafone у Західній Україні, а основним завданням – проаналізувати показники покриття мережі мобільного зв'язку Vodafone у розрізі територіальних одиниць Західної України.

**Методи та матеріали дослідження.** Дослідження здійснено на основі відкритих даних ПрАТ «ВФ Україна» із сайту [4]. Первинні дані – полігони покриття мереж 3G Vodafone та 4G Vodafone – було опрацьовано за допомогою геоінформаційної системи QGIS. В результаті було отримано базовий показник *площа мобільної мережі у межах адміністративно-територіальних одиниць*. На основі показника площа мобільної мережі було обчислено *частку покриття території мобільною мережею* (відношення площі мобільної мережі до загальної площі території).

За базові таксони була вибрана система територіальних одиниць другого рангу адміністративно-територіального поділу, який існував до 17.07.2020 р. Вибір саме цих одиниць пояснюється зручністю для цього територіального охоплення. Під час дослідження аналізувалися мобільні мережі 3G Vodafone та 4G Vodafone станом на 1.02.2021 р.

**Виклад основного матеріалу.** Vodafone Україна (ПрАТ «ВФ Україна») – другий за величиною мобільний оператор в Україні, який надає широкий спектр послуг, включаючи передачу даних за технологіями 3G та 4G, мобільний голосовий зв'язок, обмін повідомленнями, фіксований інтернет і мобільне телебачення. В Україні мережа Vodafone обслуговує 19,8 млн абонентів [3]. ПрАТ «ВФ Україна» входить до складу Vodafone – однієї з найбільших світових телекомунікаційних компаній, що надає широкий спектр послуг та працює в 25 країнах, має партнерські угоди з операторами 44 країн і надає послуги фіксованого широкопasmового доступу в інтернет на 19 ринках.

Компанія двічі проводила ребрендинг. У 1992–2007 рр. послуги надавалися під брендом UMC, 2007–2015 рр. – МТС Україна, а з грудня 2015 р. – Vodafone Україна. UMC був першим оператором мобільного зв'язку на території України, заснованим у 1992 р. У 2003 р. повний пакет акцій викупила російська компанія «Мобільні ТелеСистеми» (МТС). У кінці 2015 р. МТС Україна оголосила про зміну бренду на Vodafone Україна. 25.11.2019 р. МТС оголосила про продаж свого бізнесу в Україні азербайджанській корпорації NEQSOL Holding [15].

За даними офіційного сайту [3], мережа Vodafone охоплює 98 % території України, де проживає 99 % населення. Покриття 3G Vodafone в Західній Україні охоплює найбільші міські населені пункти, прилеглі до них території, а також території вздовж основних транспортних магістралей (Київ–Чоп, Львів–Чернівці та ін.) (рис. 1). Загальна площа мережі становить 37 131,4 км<sup>2</sup>, що складає 33,7 % території регіону. Тобто, для переважної більшості території характерний низькошвидкісний 2G зв'язок, який придатний лише для телефонних дзвінків та повільного інтернету.

Найбільші абсолютні показники площі покриття 3G Vodafone (понад 400 км<sup>2</sup>) мають Рокитнівський, Сарненський, Дубенський, Зарічненський, Рівненський (Рівненська обл.), Луцький, Ківерцівський, Маневицький, Ратнівський (Волинська обл.), Сокальський, Пустомитівський, Жовківський (Львівська обл.), Мукачівський (Закарпатська обл.) райони. Для більшості з них характерна велика загальна площа території (понад 1000 км<sup>2</sup>). Окрім того, це також розвинені у соціально-економічному відношенні, прилеглі до потужних економічних центрів райони (Луцький, Пустомитівський, Мукачівський) (рис. 2).

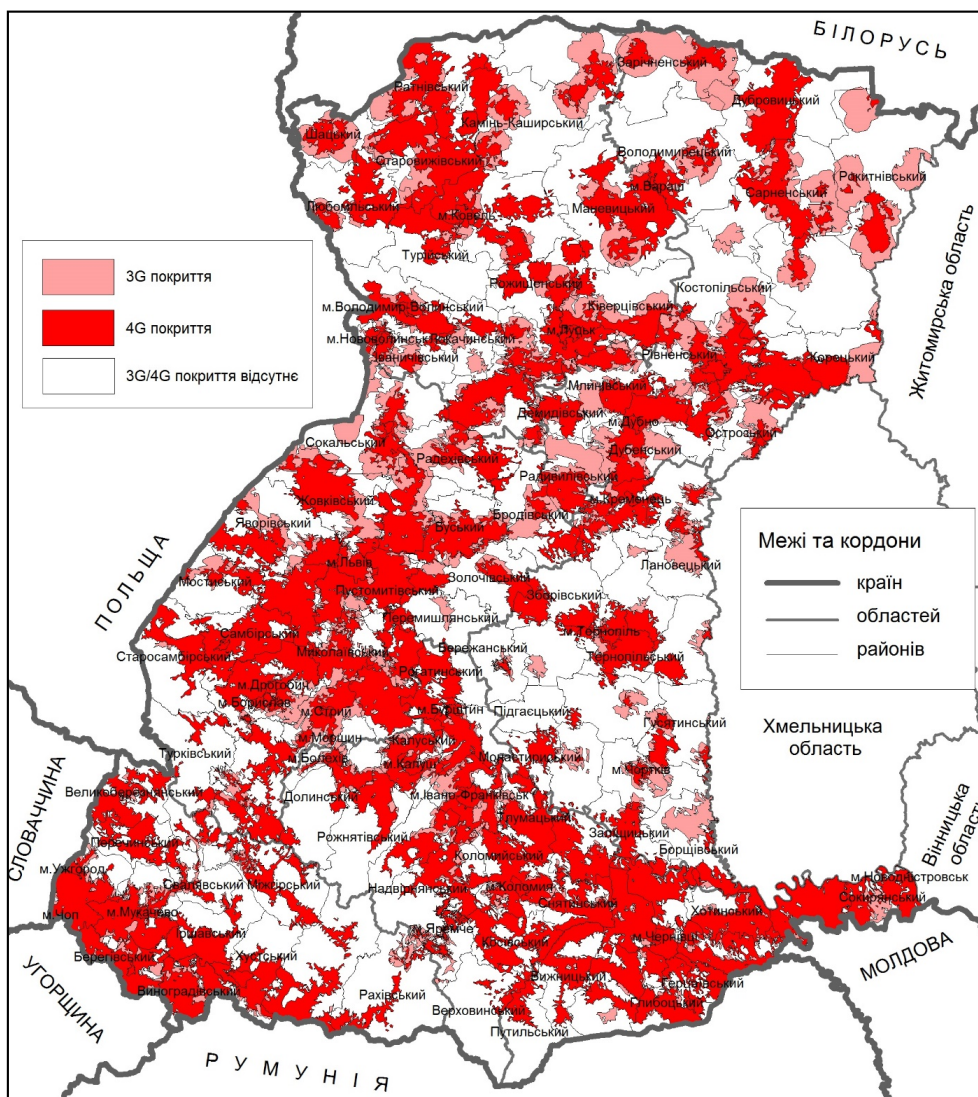


Рис. 1. Просторове поширення мережі мобільного зв'язку Vodafone у Західній Україні (станом на 1.02.2021 р.)

Площі 3G покриття Vodafone менше 30 км<sup>2</sup> характерні для міст обласного підпорядкування Дубно, Острог, Вараш (Рівненська обл.), Мукачево, Берегово, Чоп (Закарпатська обл.), Новий Розділ, Червоноград, Стрий, Самбір, Трускавець, Моршин (Львівська обл.), Кременець, Березжани, Чортків (Тернопільська обл.), Володимир-Волинський, Нововолинськ (Волинська обл.), Бурштин (Івано-Франківська обл.), Новодністровськ (Чернівецька обл.). Серед районів аномально мала площа мережі у Березжанському районі Тернопільської області (3G є лише на невеликій, прилеглий до райцентру території), а також у Верховинському та Путильському районах (крайня південна, гірська, периферійна частина Західної України) (рис. 2). У середньому одна територіальна одиниця у Західній Україні має 263,3 км<sup>2</sup> площі 3G покриття Vodafone.

Покриття 4G мережі Vodafone за поширення значно поступається своєму конкуренту Київстар (36,7 % проти 69,9 %). 4G покриття Vodafone у загальних рисах дублює свою більш давню мережу 3G та лише незначною мірою переважає її за площею. Покриттям охоплені найбільші міські населені пункти, прилеглі до них території, головні магістралі. Стосовно підрегіонів, то найкраще забезпечені 4G Vodafone Передкарпаття та Закарпаття, найгірше – Українські Карпати та Тернопільщина (рис. 3).

Серед територіальних одиниць найвищі абсолютні показники площі мережі 4G Vodafone (понад 600 км<sup>2</sup>) мають 12 районів: п'ять із них розміщені у Львівській області (Жидачівський,

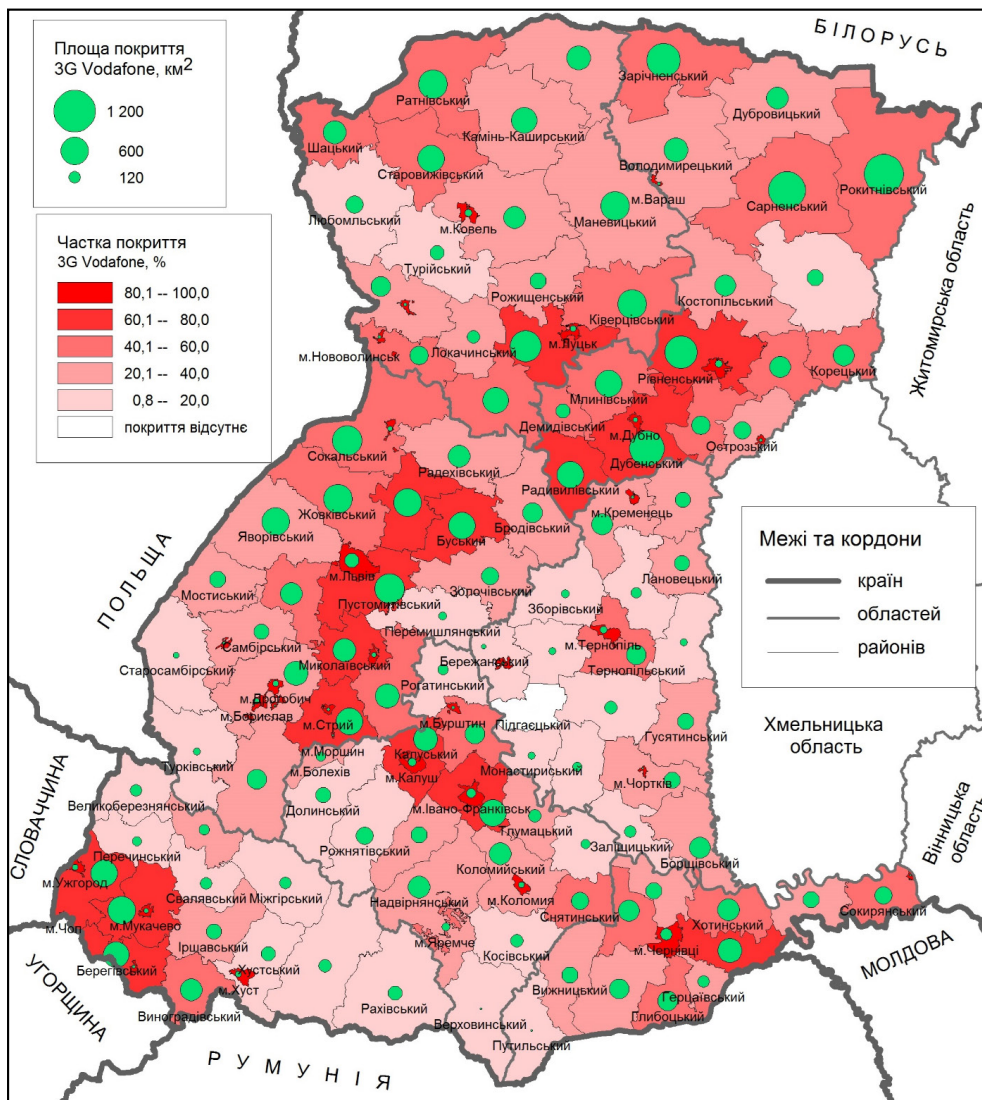


Рис. 2. Просторове поширення мережі мобільного зв'язку 3G Vodafone у Західній Україні (станом на 1.02.2021 р.)

Пустомитівський, Дрогобицький, Самбірський, Жовківський), 4 – у Волинській (Маневицький, Старовижівський, Ковельський, Ратнівський), по 1 – у Рівненській (Дубровицький), Івано-Франківській (Коломийський), Чернівецькій (Кельменецький) областях. Велика площа покриття у розвинених територіальних одиницях Львівщини цілком зрозуміла, а от присутність чотирьох районів Волинської області та невеликого за площею Кельменецького району Чернівецької області є непрямомою ознакою того, що Vodafone на цих територіях не поступається Київстар.

Більшість міст обласного підпорядкування мають площу 4G покриття Vodafone менше 60 км<sup>2</sup>. Виняток становлять лише великі за площею міста Львів, Чернівці, Івано-Франківськ, Яремче (міськрада). Серед районів найменшу площу покриття (менше 30 км<sup>2</sup>) мають Лановецький, Бучацький, Козівський, Бережанський, Підгаєцький райони Тернопільської області (рис. 3). Загалом, одна територіальна одиниця у Західній Україні має 286,7 км<sup>2</sup> площі 4G покриття Vodafone.

Міста обласного підпорядкування, цілком очікувано, мають найвищі показники охоплення території мережею 4G Vodafone. 13 міст мають 100 % покриття (Рівне, Луцьк, Коломия, Дубно, Кременець, Червоноград (міськрада), Володимир-Волинський, Стрий, Самбір, Берегово (міськрада), Вараш, Чоп, Моршин). Більшість обласних міст мають площу покриття понад 78 %.

Менше 67 % мають лише міста Яремче (пересічений гірський рельєф), Новий Розділ (депресивне місто), Болехів (велика площа території, яка підпорядкована міськраді).

Серед районів найвищі показники покриття мобільною мережею мають Кельменецький (91,9 %) та Кіцманський (85,5 %) райони Чернівецької області. 20 територіальних одиниць мають покриття у межах 60–80 %. Шість із них розмішені у Чернівецькій області (Герцаївський, Новоселицький, Заставнівський, Сокирянський, Хотинський, Глибоцький), чотири – у Львівській (Городоцький, Пустомитівський, Жидачівський, Самбірський), чотири – в Івано-Франківській (Тлумацький, Снятинський, Косівський, Коломийський), три – у Закарпатській (Виноградівський, Берегівський, Ужгородський), по одному – у Волинській (Старовижівський), Рівненській (Гощанський), Тернопільській (Тернопільський) областях. Наявність багатьох районів Чернівецької області вказує на високий рівень сформованості мережі Vodafone.

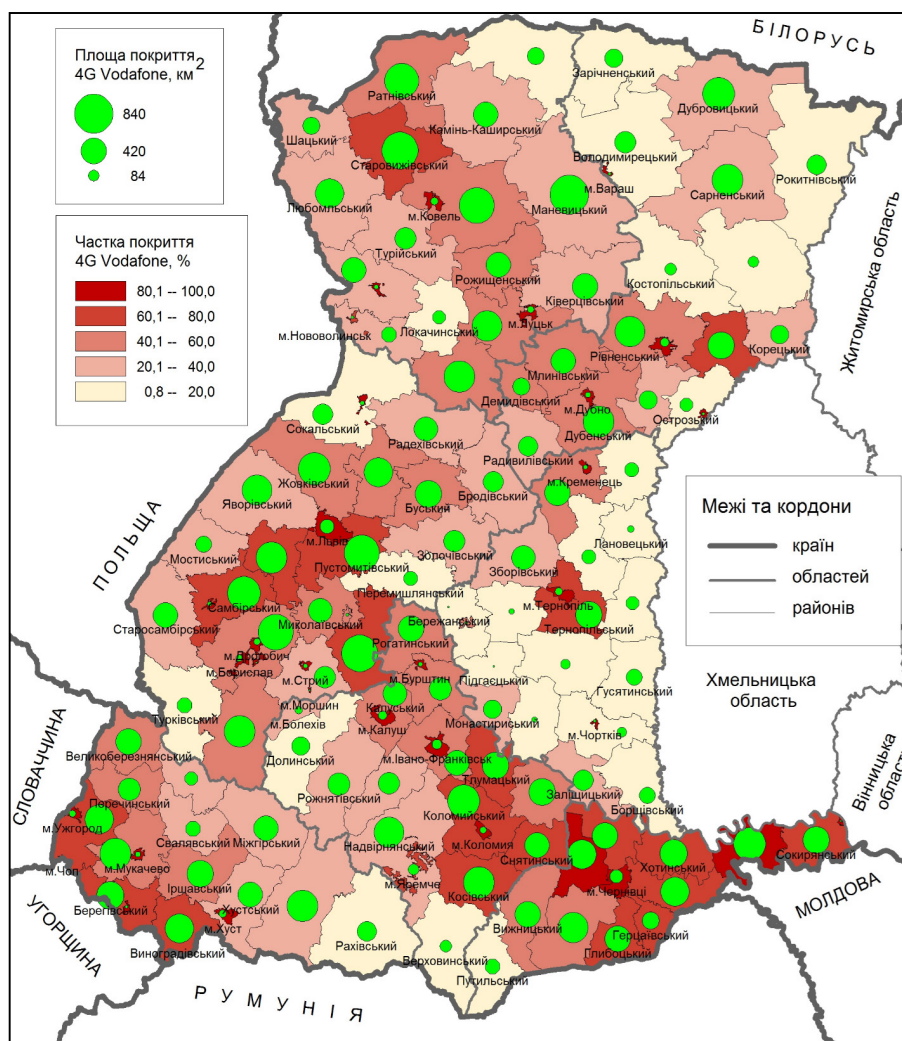


Рис. 3. Просторове поширення мережі мобільного зв'язку 4G Vodafone у Західній Україні (станом на 1.02.2021 р.)

Найнижчі показники рівня покриття 4G Vodafone (менше 20 % території) мають Боршівський, Шумський, Гусятинський, Підволочиський, Збаразький, Чортківський, Тербовлянський, Лановецький, Козівський, Бучацький, Підгаєцький, Бережанський (Тернопільська обл.), Острозький, Володимирецький, Зарічненський, Рокитнівський, Костопільський, Березнівський (Рівненська обл.), Сокальський, Перемишлянський, Турківський (Львівська обл.), Локачинський, Любешівський (Волинська обл.), Долинський, Верховинський (Івано-Франків-



ська обл.), Рахівський (Закарпатська обл.), Путильський (Чернівецька обл.) (рис. 3). Найперше звертає увагу присутність багатьох територіальних одиниць Тернопільської області, що вказує на недостатній розвиток покриття та присутність лише одного периферійного району Чернівецької області, що вказує на вищий розвиток мережі 4G Vodafone. Серед решти – це великі за площею райони, «гірські» райони.

У Західній Україні показник покриття 100 % мобільною мережею 4G Vodafone мають 13 територіальних одиниць (усі міста обласного підпорядкування); 90,0–99,9 % – 11 таксонів (10 міст обласного підпорядкування, один район); 80,0–89,9 % – 7 територіальних одиниць (шість міст, один район); 70,0–79,9 % – 7 територіальних одиниць (одне місто, шість районів); 50,0–69,9 % – 29 територіальних одиниць (одне місто, 28 районів); менше 50,0 % – 74 одиниці (три міста, 71 район).

**Висновки та перспективи дослідження.** Отже, мобільні мережі 3G та 4G Vodafone у загальних рисах дублюють одна одну з незначним переважанням 4G. Покриття насамперед охоплює найбільші міські населені пункти та прилеглі до них території, території з високою концентрацією сільського населення, основні транспортні магістралі. Найвищий розвиток мережі Vodafone характерний для міст обласного підпорядкування. У розрізі субрегіонів найкраще забезпечені мережею Vodafone Передкарпаття та Закарпаття (території давнього господарського освоєння), найгірше – регіон Українських Карпат. У розрізі областей найвищі показники мають Волинська та Чернівецька області, в яких Vodafone створює конкуренцію Київстар, найнижчі – Тернопільська область. Найнижчі показники Тернопільської області пояснюється цілковитим домінуванням мобільної мережі Київстар.

Дослідження мереж мобільного зв'язку слід у подальшому здійснювати на мікрорівні, що дасть змогу значно збагати джерельну базу поведінкової географії. Такі дослідження також будуть дуже корисними для потреб просторового планування розвитку міських населених пунктів, а також рекреаційних зон для потреб рекреаційної діяльності.

**Наукова новизна** проведеного дослідження полягає у виявленні особливостей територіальної диференціації мереж мобільного зв'язку 3G та 4G Vodafone у розрізі територіальних одиниць Західної України. У статті вперше проаналізовано регіональні особливості мобільного покриття Vodafone, виявлено зони та території із найкращим та найгіршим охопленням послугою мобільного зв'язку ПрАТ «ВФ Україна».

#### **Список використаних джерел:**

1. Беспалов Д. Применение данных сотовых операторов для анализа маятниковой миграции Киевской агломерации. URL: <https://bespalov.me/2017/01/05/primenenie-dannyh-sotovyh-operatorov-dlja-analiza-majatnikovoj-migracii-kievskoj-aglomeracii> (дата звернення: 20.02.2023).
2. Зубко Л. В., Зубко Т. Л., Сапега Я. В. Аналіз конкуренції на ринку мобільного зв'язку України. *Економіка. Менеджмент. Бізнес*. 2015. № 3. С. 107–114.
3. Історія компанії. *Vodafone Ukraine*. Website. URL: <https://www.vodafone.ua/company/history-company> (дата звернення: 20.02.2023).
4. Карта покриття 3G/4G інтернету в Україні – Vodafone. *Vodafone Ukraine*. Сайт. URL: <https://www.vodafone.ua/services/network/coverage-map> (дата звернення: 1.02.2021).
5. Лазоренко Л. В. Аналіз ринку мобільного зв'язку України та напрями його розвитку. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2017. № 15. С. 246–249.
6. Маргіта Н. О., Карпій О. П. Оцінка сучасного стану розвитку ринку мобільного зв'язку в Україні. *Економіка і суспільство*. 2016. № 7. С. 385–389.
7. Усик С. П., Пономаренко С. А. Аналіз послуг мобільного зв'язку на ринку України. *Сталий розвиток економіки*. 2013. № 3. С. 341–346.
8. Харамбура Ю. Б., Лихолат С. М. Стан та перспективи розвитку ринку мобільного стільникового зв'язку в Україні. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2005. Т. 15. № 4. С. 409–412.
9. Big Data Київстар : кількість внутрішніх туристів в Україні у 2020 році зменшилася на 17 %. *Київстар*. Вебсайт. URL: <https://kyivstar.ua/uk/mm/news-and-promotions/big-data-kyivstar-kilkist-vnutrishnih-turystiv-v-ukrayini-u-2020-roci> (дата звернення: 20.02.2023).

10. Calabrese F., Smoreda Z., Blondel V. D., Ratti C. Interplay between telecommunications and face-to-face interactions: A study using mobile phone data. *PLoS ONE*. 2011. 6(7). e20814. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020814>.
11. Çolak S., Alexander L. P., Alvim B. G., Mehndiratta S. R., González M. Analyzing cell phone location data for urban travel : current methods, limitations and opportunities. *Transportation Research Record*. 2015. Vol. 2526 (1). P. 126–135. DOI: <https://doi.org/10.3141/2526-14>.
12. Fisher P., Dobson J. Who knows where you are, and who should, in the era of mobile geography? *Geography*. 2003. Vol. 88. No. 4. P. 331–337.
13. Phithakkitnukoon S., Smoreda Z., Olivier P. Socio-geography of human mobility : A study using longitudinal mobile phone data. *PLoS ONE*. 2012. Vol. 7 (6). e39253. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039253>.
14. Silm S., Ahas R. The seasonal variability of population in Estonian municipalities. *Environment and Planning A : Economy and Space*. 2010. Vol. 42 (10). P. 2527–2546. DOI: <https://doi.org/10.1068/a43139>.
15. Vodafone Україна. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Vodafone\\_Україна](https://uk.wikipedia.org/wiki/Vodafone_Україна) (дата звернення: 26.04.2021).

#### References:

1. Bespalov, D. (2017). Application of data from mobile operators for the analysis of pendulum migration of the Kyiv agglomeration. Retrieved 20.02.2023 from <https://bespalov.me/2017/01/05/primenenie-dannyh-sotovyh-operatorov-dlja-analiza-majatnikovoj-migracii-kievskoj-aglomeracii>
2. Zubko, L. V., Zubko, T. L., & Sapeha, Ya. V. (2015). Analysis of competition in the mobile communications market of Ukraine. *Economy. Management. Business*, 3, 107–114. [In Ukrainian].
3. Vodafone Ukraine. (2023). *The history of the company*. Website. Retrieved 20.02.2023 from <https://www.vodafone.ua/company/history-company> [In Ukrainian].
4. Vodafone Ukraine. (2021). *Map of 3G/4G Internet coverage in Ukraine – Vodafone*. Website. Retrieved 01.02.2021 from <https://www.vodafone.ua/services/network/coverage-> [In Ukrainian].
5. Lazorenko, L. V. (2017). Analysis of market of mobile communication of Ukraine and ways of its development. *Global and national problems of economics*, 15, 246–249. [In Ukrainian].
6. Marhita, N. O., & Karpiv, O. P. (2016). Assessment of the current status of development of mobile communication market in Ukraine. *Economy and society*, 7, 385–389. [In Ukrainian].
7. Usyk, S. P., & Ponomarenko, S. A. (2013). Analysis of mobile communication services on the market of Ukraine. *Sustainable economic development*, 3, 341–346. [In Ukrainian].
8. Kharambura, Y. B., & Lyholat, S. M. (2005). State and prospects of market development of mobile cellular communication in Ukraine. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*, 15(4), 409–412. [In Ukrainian].
9. Kyivstar. (2020). Big Data Kyivstar: the number of internal tourists in Ukraine decreased by 17% in 2020. Retrieved 15.02.2023 from <https://kyivstar.ua/uk/mm/news-and-promotions/big-data-kyivstar-kilkist-vnutrishnih-turystiv-v-ukrayini-u-2020-roci>. [In Ukrainian].
10. Calabrese, F., Smoreda, Z., Blondel, V. D., & Ratti, C. (2011). Interplay between telecommunications and face-to-face interactions: A study using mobile phone data. *PLoS ONE*, 6(7), e20814. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020814>
11. Çolak, S., Alexander, L. P., Alvim, B. G., Mehndiratta, S. R., & González, M. (2015). Analyzing cell phone location data for urban travel: current methods, limitations and opportunities. *Transportation Research Record*, 2526(1), 126–135. <https://doi.org/10.3141/2526-14>
12. Fisher, P., & Dobson, J. (2003). Who knows where you are, and who should, in the era of mobile geography? *Geography*, 88(4), 331–337.
13. Phithakkitnukoon, S., Smoreda, Z., & Olivier, P. (2012). Socio-geography of human mobility: A study using longitudinal mobile phone data. *PLoS ONE*, 7(6), e39253. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039253>
14. Silm, S., & Ahas, R. (2010). The seasonal variability of population in Estonian municipalities. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 42(10), 2527–2546. <https://doi.org/10.1068/a43139>
15. Wikipedia. (2023). *Vodafone Ukraine*. Website. Retrieved 26.04.2021 from [https://uk.wikipedia.org/wiki/Vodafone\\_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/Vodafone_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B0) [2023, 3 March]. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редколегії  
10.03.2023 р.

УДК 911.3:314.4(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.07>

### **Тарас Погребський**

кандидат географічних наук, доцент, завідувач кафедри економічної та соціальної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
[pogrebnskyi.taras@vnu.edu.ua](mailto:pogrebnskyi.taras@vnu.edu.ua),  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2290-134X>

### **Геннадій Голуб**

кандидат географічних наук, доцент кафедри економічної та соціальної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
[golub.gennadiy@vnu.edu.ua](mailto:golub.gennadiy@vnu.edu.ua), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3548-6998>

### **Наталія Бринчук**

магістрант кафедри економічної та соціальної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
[brinchuk2300@gmail.com](mailto:brinchuk2300@gmail.com)

## **СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОЯВИ ТА ПОШИРЕННЯ COVID-19 В УКРАЇНІ**

**Анотація.** Метою цієї статті є суспільно-географічний аналіз індикативних показників захворюваності другої хвилі пандемії COVID-19 на території України, які виступають чітким відображенням демографічних, соціально-економічних та фізико-географічних особливостей регіонів. Задля досягнення поставленої мети нами було виокремлено основні ареали захворюваності COVID-19 з урахування соціально-економічних показників розвитку регіонів, зокрема, щільності та мобільності населення, розвитку урбанізаційних та міграційних процесів, рівня індустріалізації тощо. Новизна дослідження полягає у представленні схеми епідеміологічних ареалів поширення COVID-19 на території України, відповідно до сучасної динаміки показників захворюваності та особливостей соціально-економічного розвитку регіонів.

**Ключові слова:** пандемія, COVID-19, суспільно-географічні дослідження, епідеміологічні ареали, Україна.

### **Pohrebnskyi Taras, Golub Gennadiy, Brynchuk Nataliia. SOCIO-GEOGRAPHICAL FEATURES OF THE EMERGENCE AND SPREAD OF COVID-19 IN UKRAINE**

**Abstract.** The main purpose of the article is to classify the regions of Ukraine according to the level of morbidity indicators during the first COVID-19 wave in the state, which clearly display regional demographic, socio-economic and physiographic features.

During the research scientific works of V. Baranovskyi, S. Batychenko, V. Hutsuliak, N. Mezentseva, K. Mezentsev, L. Niemets, V. Shevchenko, O. Shablii, A. Barkova were used, as well as works of other scientists who concentrated their attention on the territorial specifics of disease spread in the context of regions' socio-demographic security. To carry out complex analysis of Ukraine's epidemic situation authors used a number of common and specific methods, in particular, comparative-geographical, mathematical-statistical, cartographic methods, logical generalization, comparison and systematization, induction, deduction and structural analysis.

A research novelty consists in the presentation of a chart of the epidemiology districting of the territory of Ukraine, according to the current dynamic of morbidity indicators and socio-economic features of regions' development. This districting will help to localize the scales of COVID-19 pandemic's distribution, to avoid considerable demographic losses among population and can be used for the development of regional strategies to increase efficiency of quarantine limitations.

The current epidemic situation in Ukraine, related to the intensive distribution of COVID-19, is characterized by considerable territorial disproportions, ignoring which increases scales of the new COVID-19 pandemic wave, which comes forward as the main factor of the industrial complex decline complex and entry of the country in the period of deep recession. To avoid the negative tendency of the disease distribution, it is necessary to revise the policy of preventive action, which currently foresees only medical aspects and implementation complex of medico-geographical quarantine limitations, which take into account socio-geographical features of regions' development. It will enable minimizing between regional distributions of the virus and will promote the efficiency of quarantine measures according to specific of the selected epidemiology regions.

**Key words:** pandemic, COVID-19, socio-geographical research, epidemiological zoning, Ukraine.

**Актуальність теми дослідження.** Мільйони людських втрат, обмеження соціально-культурного життя населення, а також входження країн світу у глобальну економічну кризу, стали одними із головних наслідків поширення пандемії нового штампу коронавірусу SARS-CoV-2 (COVID-19), який набуває загрозливого характеру для політико-правових та соціально-економічних аспектів життєдіяльності громадян України. На момент проведення дослідження в країні спостерігається складна епідеміологічна ситуація, характерними рисами якої залишаються швидкі темпи поширення захворюваності в межах окремо взятих регіонів, що пов'язано з погіршенням якості навколишнього середовища, змінами соціально-економічних умов життя, рівня медичного обслуговування та фінансування державних установ тощо. Задля уникнення критичної ситуації, щодо розповсюдження COVID-19, виникає потреба у деталізації не лише епідеміологічних, а й медико-географічних досліджень, які повинні базуватися на взаємодії органів державного управління, Міністерства охорони здоров'я та представників суспільно-географічних наукових шкіл країни.

**Стан вивчення питання з аналізом основних праць.** Стрімке поширення пандемії, формування регіональних осередків спалахів COVID-19, а також численні мутації та еволюювання збудника коронавірусу, призводить до підвищення інтересу щодо розвитку суспільно-географічних досліджень системи охорони здоров'я країни, яка наразі перебуває у стані стагнації. Незважаючи на молоду історію формування медичної географії, значний внесок у розвиток суспільнознавчих основ здійснили А. Баркова [5], С. Батиченко [2; 5], В. Гуцуляк [3], К. Мезенцев, Н. Мезенцева [5], Л. Немець [8], Л. Романів, В. Шевченко [1; 3], О. Шаблій та інші українські вчені, які зосереджували увагу на взаємозв'язку природних умов, соціально-економічних факторів з особливостями захворюваності населення. Початок ХХІ ст. ознаменувався не лише зростанням зацікавленості науковців у дослідженні особливостей виникнення хвороб на певній території, а й у моделюванні просторових дифузій епідемій. Теоретичні та прикладні проблеми медичного картографування відображені у працях В. Барановського [1], В. Гуцуляка [2], Я. Жупанського, А. Келлер, К. Пироженко [1] та ін.

Сучасні фактори розвитку медичної системи України та стану здоров'я населення можна типізувати на шість груп, а саме суспільно-географічні, історичні, економічні, демографічні, соціальні та екологічні. При цьому кожна група чинників має різний ступінь прояву залежної від особливостей соціально-економічного та природно-географічного стану досліджуваного регіону [2, с. 8–15; 3, с. 38–42].

**Мета та завдання дослідження.** Метою цього дослідження є суспільно-географічний аналіз індикативних показників захворюваності другої хвилі пандемії COVID-19, які виступають чітким відображенням демографічних, соціально-економічних та фізико-географічних особливостей регіонів. Реалізація поставленої мети вимагає вирішення таких завдань:

- виявити основні фактори підвищення індикативних показників захворюваності у період другої хвилі пандемії;
- дослідити тенденції поширення пандемії COVID-19 на території України;
- виділити основні ареали захворюваності пандемії COVID-19;
- проаналізувати взаємозалежність зростання показників захворюваності від соціально-економічних особливостей розвитку територій.

**Методи та матеріали дослідження.** Основою для проведення цього дослідження стали статистичні дані Міністерства охорони здоров'я, Державної служби статистики та Національної служби здоров'я України. Під час розв'язання поставлених завдань було використано низку загальнонаукових та спеціальних методів, зокрема, порівняльно-географічний, математико-статистичний методи, логічного узагальнення, систематизації, індукції та дедукції, кореляційного аналізу та ін. Задля наочного відображення результатів застосовано картографічний метод, який базується на комплексному дослідженні основних ареалів поширення COVID-19, виокремлених авторами.

**Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих наукових результатів.**

Головною особливістю сучасного розвитку науки залишається виникнення нових міждисциплінарних напрямів, одним із яких виступає медична географія, в основі якої лежить гармонійне поєднання медичних, географічних та екологічних аспектів дослідження захворюваності населення, організації якісного медичного обслуговування, а також впливу навколишнього середовища та суспільних факторів на перебіг світових епідемій та пандемій, однією з яких є новий штамп коронавірусного захворювання – SARS-CoV-2 (COVID-19). На сьогодні пандемія коронавірусу залишається головною причиною підвищення показників смертності та скорочення чисельності населення, зниження рівня економічного розвитку країни та виникнення негативних соціально-економічних явищ, що призводить до погіршення якості життя населення. Серед основних факторів негативної тенденції поширення COVID-19 в межах України можна виділити високий рівень урбанізації та соціальної взаємодії, підвищення мобільності населення, а також особливості спеціалізації окремих регіонів, які сприяють надмірній концентрації трудових ресурсів у промислових центрах. Важливим аспектом поширення COVID-19 залишається низький рівень розвитку системи охорони здоров'я, яка не пристосована до боротьби з масовими спалахами коронавірусного захворювання, викликаними неефективним веденням політики впровадження превентивних заходів [5, с. 29–45].

На відміну від світової спільноти, яка ще у січні 2020 р. стикнулася з проблемою поширення раніше невідомого вірусу, Україна відчула на собі перші його прояви лише у березні 2020 р. За даними Міністерства охорони здоров'я, перші випадки інфікування були виявлені у прикордонних регіонах, а саме у Чернівецькій, Волинській та Одеській областях. Щонайменше в 9 обласних центрах першими інфікованими були особи, які нещодавно повернулися із закордонних подорожей. 10 березня 2020 р. на території Донеччини та Закарпаття були зафіксовані масові спалахи COVID-19, які означали початок входження країни у фазу епідемії, котра згодом набере масштабів пандемії з показниками понад 1 мільйон зафіксованих випадків, що охоплюють усі куточки країни.

Станом на 1 грудня 2020 р. в Україні спостерігалось погіршення епідеміологічної ситуації, що безпосередньо пов'язано з входженням країни у нову фазу пандемії. На відміну від чітко вираженого лінійного характеру перебігу коронавірусного захворювання у травні–серпні, грудневі коливання захворюваності набувають чітких експоненційних рис, які відображаються в екстремальних зростаннях кількості хворих. За показниками захворюваності у країні можна виділити 5 областей – лідерів, а саме Київську (126,4 тис. випадків), Харківську (56, 8 тис. випадків), Одеську (49,7 тис. випадків), Львівську (48,5 тис. випадків) та Дніпропетровську (41,5 тис. випадків) області, які є головними центрами соціально-економічного розвитку України. Стрімке зростання захворюваності COVID-19 спостерігалось у Сумській, Херсонській та Хмельницькій областях, де добовий приріст становив понад 2 % від усіх випадків. Одним із найменших показників захворюваності володіла Кіровоградська область, що пов'язано з особливостями розміщення населення, низьким рівнем урбанізації та мобільності трудових ресурсів (рис. 1) [4].

Значні зміни також властиві для показників завантаженості ліжок закладів охорони здоров'я у Полтавській, Миколаївській, Запорізькій та Чернігівській областях (60–70 %). На момент дослідження у межах епідемічного порогу перебувало лише дев'ять регіонів, а саме Хмельницька, Рівненська, Дніпропетровська, Житомирська, Івано-Франківська, Сумська, Тернопільська, Луганська та Херсонська області. Тривалі ускладнення перебігу пандемії протягом вересня–листопада 2020 р. викликали потребу проведення масштабних тестувань серед населення Київської області, де даний показник сягнув позначки 476,2 тестувань на 100 тис. осіб, що майже у 3 рази перевищувало загальнодержавні результати. Понад 180 тестувань на 100 тис. населення було здійснено у Херсонській, Рівненській та Луганській областях.

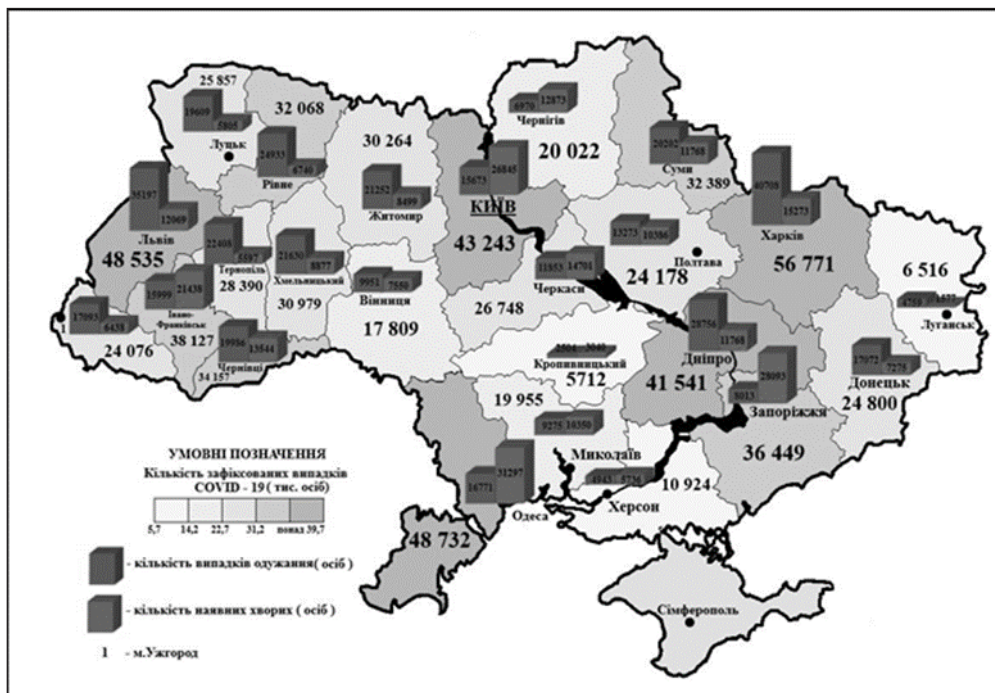


Рис. 1. Стан епідеміологічної ситуації в Україні на 1 грудня 2020 р. (побудовано за даними WDC [9])

У зв'язку з регіональною неоднорідністю перебігу пандемії COVID-19, її високою волатильністю, а також наявністю прихованих «хвостів» поширення інфекційного захворювання на території України можна виділити 6 епідеміологічних ареалів, а саме Західний (центр – м. Львів), Центральний (центр – м. Київ), Донецький (центр – м. Донецьк), Придніпровський (центр – м. Дніпро), Причорноморський (центр – м. Одеса) та Харківський (центр – м. Харків) (рис. 2).

В основу виокремлення вищезазначених ареалів лягли особливості поширення COVID-19 відповідно до основних демографічних, урбаністичних, соціальних, культурних та економічних показників розвитку території. Також враховані особливості внутрішнього переміщення громадян до ядер промислових агломерацій та економічних центрів, пов'язаних із маятниковими трудовими міграціями, які виступають одним із факторів міжрегіонального розповсюдження захворювання.

За даними Міністерства охорони здоров'я станом на 1 грудня 2020 р., лідером за кількістю зареєстрованих випадків залишався Західний епідеміологічний ареал, де нараховувалося понад 262 тис. хворих із початку пандемії, що пов'язано з високим рівнем релігійності основних етнографічних груп, культурні традиції яких стали основними чинниками інтенсивного поширення COVID-19 ще на її початкових етапах. Особливою рисою епідеміологічної ситуації цієї території залишаються високі показники летальних випадків серед літніх людей, зокрема, у Львівській, Чернівецькій та Закарпатській областях, що пов'язано з наявністю супутніх серцево-судинних захворювань серед населення цієї категорії. Беззаперечним лідером за кількістю зареєстрованих випадків залишалася Львівська область (49 тис. випадків), яка неодноразово поступалася своїм місцем Чернівецькій та Рівненській області, де наразі нараховують лише 34 тис. та 32 тис. випадків зараження.

Значні регіональні відмінності перебігу епідеміологічної ситуації також характерні для сходу України, де чітко виділяються три окремих ареали: Харківський, Донецький та Придніпровський, що пов'язано з різним економічним розвитком територій та наявністю спеціалізованих промислових ядер міських агломерацій, які через надмірну концентрацію населення, виступають основними осередками поширення коронавірусного захворювання. Станом на 1 грудня 2020 р. понад 133 тис. випадків зараження було зареєстровано у межах Харківського ареалу, з них 57 тис. – на території однойменної області, що пов'язано з трудовими міграціями

громадян сусідніх областей до ядра міської агломерації – м. Харків. Одним із головних факторів поширення хвороби у східних регіонах залишаються періодичні поїздки громадян України до Російської Федерації, які сприяли виникненню нових масових спалахів COVID-19. Порівняно з літнім періодом в усіх областях, зокрема у Харківській, Сумській та Полтавській областях, спостерігалось зростання числа інфікованих серед дітей, які можуть виступати головними безсимптомними носіями захворювання, що пов'язано з недостатнім забезпеченням закладів дошкільної та середньої освіти засобами гігієни. Варто зазначити, що несприятлива екологічна ситуація, спричинена інтенсивними процесами індустріалізації Харківського епідеміологічного ареалу, викликала зниження вікової тенденції летальних випадків пандемії до 40 років.

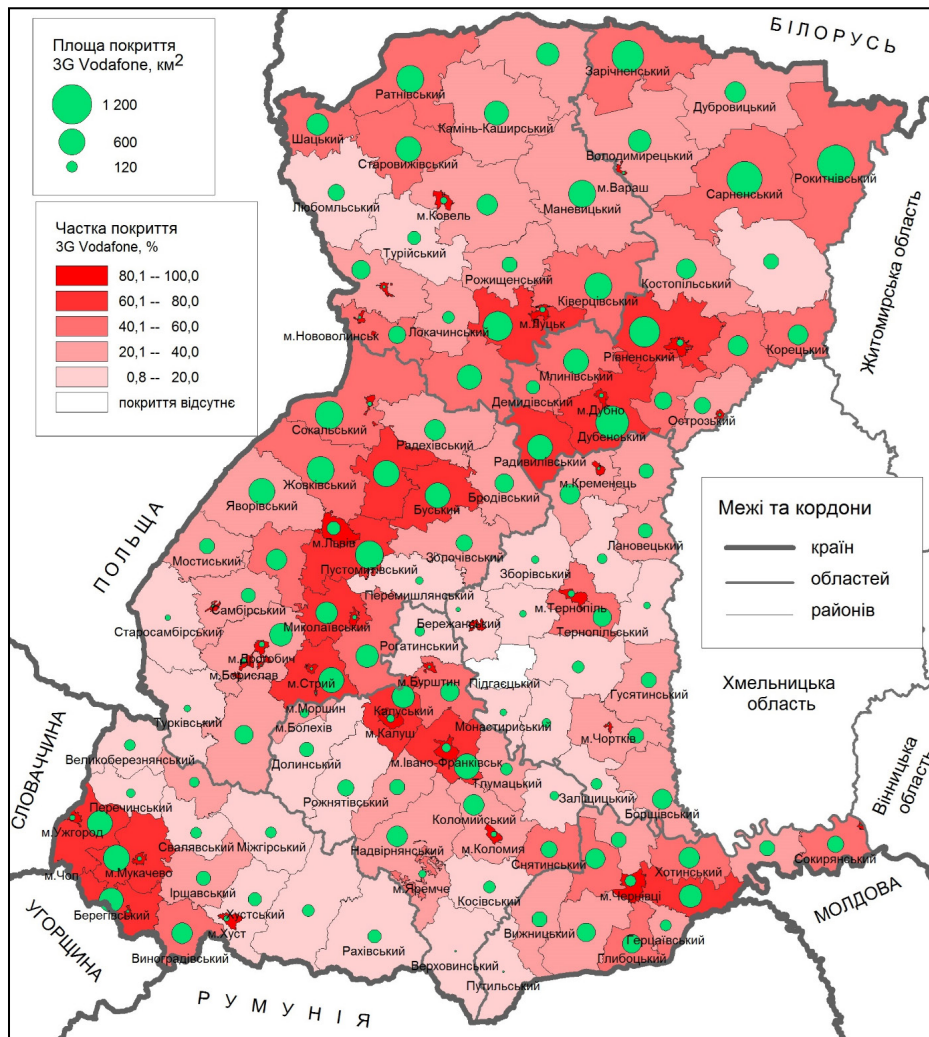


Рис. 2. Основні епідеміологічні ареали поширення COVID–19 на території України на 1 грудня 2020 р. (розроблено авторами)

Важливим фактором розповсюдження COVID-19 залишалися внутрішні переміщення населення з окупованих регіонів Донбасу до східних районів Запорізької та Дніпропетровської області, які у поєднанні з надмірною концентрацією населення у промислових центрах та підприємствах важкої індустрії, сприяли формуванню Придніпровського епідеміологічного ареалу, де на момент проведення дослідження було зафіксовано понад 83 тис. випадків інфікувань. Унікальною рисою перебігу епідеміологічної ситуації регіону виступає його біцентральність, яка полягає у наявності двох основних осередків розповсюдження збудника COVID-19, а саме в Запорізькій та Дніпропетровській областях.

Нестабільна політична ситуація на сході та півдні України, а також відсутність достовірних даних щодо кількості випадків захворюваності серед населення окупованих територій, наразі викликає значні труднощі побудови реальної картини розповсюдження COVID-19 у межах цих регіонів. Зокрема, через відсутність даних чисельності хворих серед мешканців АР Крим, пропонуємо розглядати Причорноморський епідеміологічний ареал у складі Одеської, Миколаївської та Херсонської областей, які на відміну від північних та західних регіонів характеризуються повільними темпами розповсюдження захворювання, що пов'язано з кліматичними особливостями території, які сприяють зменшенню тривалості існування вірусу на різних контактних із людиною поверхнях.

За даними обласних лабораторних центрів Міністерства охорони здоров'я, за весь період пандемії на цій території було зафіксовано понад 79 тис. випадків інфікувань, з них понад 61,6 % припадає на Одеську область, що пов'язано з іноземними міграціями громадян Республіки Молдова та Румунії, а також надмірною концентрацією туристів із різних епідеміологічних ареалів у літній період. Одним із головних факторів регіональної диференціації розповсюдження вірусного захворювання залишається неоднорідне розміщення населення, а саме його густота, що пришвидшує поширення інфекцій в Одеській області та послаблює – в Херсонській та Миколаївській області. Одними з головних осередків інфікувань населення залишалися релігійні громади, будинки для літніх людей, фестивалі тощо [7].

У зв'язку з проведенням операції Об'єднаних сил, а також відсутністю достатньої кількості ПРЛ-тестувань, складною залишалася ситуація щодо поширення COVID-19 на території Донецької та Луганської областей, які формують єдиний Донецький епідеміологічний ареал. Загалом за період пандемії у межах цієї території було зафіксовано лише 31 тис. випадків захворюваності, з них 25 тис. припадає на Донецьку область. Відсутність чіткої системи превентивних заходів, низький рівень системи охорони здоров'я, а також відсутність належного медичного забезпечення необхідного для виявлення хворих, сприяли виникненню масових спалахів COVID-19, який серед місцевого населення класифікується, як звичайний штамп грипу, що може мати легку та важку форму. За даними Донецького обласного лабораторного центру МОЗ, основними причинами зараження населення залишалися промислові підприємства, військові казарми, лазарети та будинки для літніх людей [6].

Унікальними, на наш погляд, рисами розвитку пандемії володіє Центральний епідеміологічний ареал поширення COVID-19, який виступає основним осередком концентрації політичних, економічних та культурних сил країни. За даними Міністерства охорони здоров'я, станом на 1 грудня 2020 р. за весь період пандемії у межах виокремленої території було зафіксовано 219 тис. випадків захворюваності, з яких понад 3 тис. завершилося летально. Головним осередком масового інфікування коронавірусом залишався м. Київ (82 тис. інфікувань), що безпосередньо пов'язано з кількісними показниками розміщення населення (густина населення – 3531,44 осіб/км<sup>2</sup>), діяльністю розважальних закладів та здійснення трудових міграцій громадян. На відміну від обласних показників вікової структури хворих, де переважаючою ланкою виступає населення віком від 50 до 59 років, для столиці країни характерне явище «молодої» пандемії», яке характеризується ураженням населення віком від 20 до 39 років [7].

Суспільна несвідомість та високий рівень мобільності населення, а також сезонні зміни погодних умов, які виступають сприятливим фактором виникненню гострих респіраторних інфекційних захворювань, стали основною причиною нової хвилі пандемії, яка внаслідок мутації генетичного матеріалу вірусу набула агресивного характеру поширення серед населення віком 30–45 років, що призводить до різких змін числа госпіталізованих [8].

Станом на 1 лютого 2021 р. спостерігалися тимчасові територіальні диспропорції епідеміологічної ситуації, що пов'язано з різним ступенем впливу суспільно-географічних факторів, зокрема, туристичної діяльності великих гірськокопальних комплексів на Заході країни, що призвели до коронавірусного колапсу Львівської, Закарпатської, Івано-Франківської та Чернівецької областей. Варто зазначити, що значне збільшення чисельності інфікованих також



характерне для Східного регіону, зокрема Харківської, Сумської, Полтавської, Луганської та Донецької областей, що пов'язано зі збільшенням міграційних поїздок громадян України до Російської Федерації та проведенням масових релігійних зібрань. Варто зазначити, що закордонні подорожі українців під час Різдяних свят призвели до імпортного виникнення нового «британського» штампу COVID-19, який характеризується високим репродуктивним показником – 1,65, що призводить до масового зростання показників захворюваності по всій території України та підвищення швидкості розповсюдження вірусу серед населення [7].

**Висновки.** Для території України характерні значні територіальні диспропорції розвитку епідеміологічної ситуації, ігнорування яких може призвести до виникнення нової хвилі пандемії, яка виступає головним чинником занепаду промислового комплексу та входження країни в період глибокої економічної кризи. Задля уникнення негативної тенденції поширення коронавірусного захворювання необхідно переглянути політику впровадження превентивних заходів, яка наразі передбачає лише медичні аспекти та запровадити комплексні медико-географічні карантинні обмеження, які передбачають врахування суспільно-географічних чинників поширення COVID-19 шляхом виокремлення епідеміологічних ареалів, що дасть змогу мінімізувати міжрегіональне розповсюдження вірусу, а також підвищить ефективність карантинних заходів відповідно до специфіки окремої території. Варто зазначити, що пріоритетним напрямом мінімізації розповсюдження коронавірусної хвороби повинні стати масові тестування та вакцинація населення, а також ізолювання населених пунктів, що характеризуються значною кількістю інфікувань.

**Новизна дослідження.** Новизна дослідження полягає у систематизації суспільно-географічних чинників розповсюдження пандемії COVID-19, а також розробці та представленні схеми епідеміологічних ареалів поширення COVID-19 на території України, відповідно до сучасної динаміки показників захворюваності та особливостей соціально-економічного розвитку регіонів. Отримані результати дослідження можуть бути використані при розробленні стратегії мінімізації захворюваності COVID-19 та підвищення ефективності карантинних обмежень на регіональному рівні, що залишається актуальним питанням для органів державного управління й Міністерства охорони здоров'я.

#### **Список використаних джерел:**

1. Барановський В. А., Пирожено К. Г., Шевченко В. О. Медико-географічний атлас України. Київ : Зел. світ, 1995. 32 с.
2. Батиченко С. П. Суспільно-географічні аспекти захворюваності населення регіонів України : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.02. Київ, 2014. 20 с.
3. Гуцуляк В. М., Нечипоренко Г. Л., Шевченко В. О. Загальна медична географія світу. Київ, 1998. 178 с.
4. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.02.2023).
5. Мезенцева Н. І., Батиченко С. П., Мезенцев К. В. Захворюваність і здоров'я населення в Україні : суспільно-географічний вимір : монографія. Київ : ДП «Прінт Сервіс», 2018. 136 с.
6. Міністерство охорони здоров'я України. URL: <https://moz.gov.ua> (дата звернення: 22.02.2023).
7. Національна служба здоров'я України. URL: <https://nszu.gov.ua> (дата звернення: 20.02.2023).
8. Немець Л. М., Баркова Г. А., Немець К. А. Медична галузь Харківської області : територіальні особливості, проблеми та шляхи удосконалення (суспільно-географічні аспекти) : монографія. Київ : Четверта хвиля, 2009. 224 с.
9. Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку. URL: <http://wdc.org.ua/uk> (дата звернення: 20.02.2023).
10. Шевчук Л. Т. Основи медичної географії : текст лекцій. Львів, 1997. 168 с.
11. Del Casino V. J. (Re)placing health and health care : mapping the competing discourses and practices of “traditional” and “modern” Thai medicine. *Health and Place*. 2004. Vol. 10. P. 59–73.
12. Gesler W. M. Therapeutic landscapes medical issues in light of the new cultural geography. *Social Science & Medicine*. 1992. Vol. 34. P. 735–746.
13. Global Health Observatory Data Repository / World Health Organization. URL: <http://apps.who.int/gho/data/node.home> (data of access: 20.02.2023).

14. Karlsson Ch., Andersson M., Norman Th. Handbook of research methods and applications in economic geography. Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, 2015.
15. Kearns R. A. Place and health : towards a reformed medical geography. *Professional Geographer*. 1993. Vol. 45. P. 139–147.
16. Trade and Development Report 2020. URL: <https://unctad.org/webflyer/trade-and-development-report-2020> (data of access: 20.02.2023).

#### References:

1. Baranovskiy, V. A., Pyrozhenko K. H., & Shevchenko, V. O. (1995). Medico-geographical atlas of Ukraine. Kyiv: Zelenyi svit, 32. [In Ukrainian].
2. Batychenko, S. P. (2014). Socio-geographical aspects of population morbidity of Ukraine's regions: author's thesis. .... kand. geogr. nauk: 11.00.02. Kyiv, 20. [In Ukrainian].
3. Hutsuliak, V. M., Nechyporenko H. L., & Shevchenko, V. O. (1998). General medical geography of the world: monograph. Kyiv, 178.
4. State Statistics Service of Ukraine. Retrieved 20.02.2023 from <http://www.ukrstat.gov.ua> [In Ukrainian].
5. Mezentseva, N. I., Batychenko, S. P., & Mezentsev, K. V. (2018). The incidence and health of the population in Ukraine: socio-geographical dimension: monograph. Kyiv: DP "Print Servis", 136. [In Ukrainian].
6. Ministry of Health of Ukraine. Retrieved 22.02.2023 from <https://moz.gov.ua> [In Ukrainian].
7. National Health Service of Ukraine. Retrieved 20.02.2023 from <https://nszu.gov.ua> [In Ukrainian].
8. Niemets, L. M., Barkova, H. A., & Niemets K. A. (2009). Medical branch of Kharkiv region: territorial peculiarities, problems and ways of improvement (socio-geographical aspects): monograph. Kyiv: Chetverta khvilia, 224. [In Ukrainian].
9. World Data Center for Geoinformatics and Sustainable Development. Retrieved 20.02.2023 from <http://wdc.org.ua/uk> [In Ukrainian].
10. Shevchuk, L. T. (1997). Fundamentals of Medical Geography: text of lectures. Lviv, 168. [In Ukrainian].
11. Del Casino, V. J. (2004) (Re)placing health and health care: mapping the competing discourses and practices of “traditional” and “modern” Thai medicine. *Health and Place*, 10, 59–73 .
12. Gesler, W. M. (1992). Therapeutic landscapes: medical issues in light of the new cultural geography. *Social Science & Medicine*, 34, 735–746.
13. Global Health Observatory Data Repository / World Health Organization. Retrieved 20.02.2023 from <http://apps.who.int/gho/data/node.home>
14. Karlsson, Ch., Andersson, M., & Norman, Th. (2015). Handbook of research methods and applications in economic geography. Cheltenham and Northampton: Edward Elgar.
15. Kearns, R. A. (1993). Place and health: towards a reformed medical geography. *Professional Geographer*, 45, 139–147 .
16. Trade and Development Report 2020. (2020). Retrieved 20.02.2023 from <https://unctad.org/webflyer/trade-and-development-report-2020>

Стаття надійшла до редколегії  
02.03.2023 р.

## РОЗДІЛ III

### Географія туризму та рекреації

УДК 371.3

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.08>

**Олександр Бейдик**

доктор географічних наук, професор,

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

[aabeydik@gmail.com](mailto:aabeydik@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5862-4604>

#### ОПОРНІ КАРКАСИ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНІ МОДЕЛІ ЯК ВАЖІЛЬ ПІЗНАННЯ РЕКРЕАЦІЙНО-ТУРИСТСЬКОГО КОНСТРУКТУ

**Анотація.** В рекреаційній географії, як і в інших науково-практичних напрямках і науках, використовуються вербальні, математичні, комп'ютерні, графічні моделі. З останніх у розрізі демонстрації, використання, специфіки та обговорення розглянуто п'ять груп моделей. Графічне моделювання є не тільки суттєвим чинником досягнення дослідницької мети, а й важелем формування пошукових навичок як із боку студента, так і викладача. Предмет-об'єктною сутністю моделювання можуть виступати точкові, лінійні, площинні різномірні конструкти – від локальних і регіональних до (суб)континентальних і планетарних. Запропоновано приклади п'яти груп моделей (опорні ресурсно-рекреаційні каркаси, моніторингові оцінювальні моделі, моделі просторового поширення та ієрархії, моделі територіальних рекреаційних систем, картосхематичні моделі), які мають важливе значення як у педагогічному процесі у закладах вищої освіти, прищеплюючи навички постійного пошуку й поглиблюючи методичний арсенал пошукача, так і в науковій діяльності, виступаючи важливим важелем пізнавального процесу.

**Ключові слова:** моделювання, конструкт, рекреаційна географія, географія туризму, опорні каркаси, структурно-логічні моделі, територіальна рекреаційна система.

#### **Beydyk Oleksandr. SUPPORTING FRAMEWORKS AND STRUCTURAL-LOGICAL MODELS AS A LEVER FOR UNDERSTANDING THE RECREATIONAL-TOURIST CONSTRUCT**

**Abstract.** Turning to models as «sterile situations» and modeling means a transition to new levels of knowledge of public reality and the natural environment. The model as an anchor connects the subject and the object, and the efforts to create it activates cognitive activity, spreads effective methods of experimental research to little-studied areas. In geography, modeling has gone through a number of stages, during which the ratio between visual and abstract, natural and mathematical, non-formalized and formalized methods of reproducing reality has changed.

In recreational geography, as in other scientific and practical directions and sciences, verbal, mathematical, computer, graphic models are used; of the latter, 5 groups of models were considered in terms of demonstration, use, specifics and discussion; graphic modeling is not only an essential factor in achieving the research goal, but also a lever for the formation of search skills on the part of both the student and the teacher; the subject-object essence of modeling can be point, linear, planar multi-level constructs – from local and regional to (sub)continental and planetary.

The illustrative component of the article is an insignificant part of our own developments, which are based on many years of experience in the application of field, expeditionary and cameral methods, the use of numerous information sources, a number of classical research methods and computer technologies.

Examples of 5 groups of models are offered (supporting resource-recreational frameworks, monitoring evaluation models, models of spatial distribution and hierarchy, models of territorial recreation systems, cartographic models), which are important both in the pedagogical process in institutions of higher education, instilling the skills of constant search and deepening the methodological arsenal of the acquirer, and in scientific activity, acting as an important lever of the cognitive process.

**Key words:** modeling, construct, recreational geography, geography of tourism, supporting frames, structural-logical models, territorial recreation system.

**Актуальність.** Звернення до моделей, як «стерильних ситуацій», та моделювання означає перехід до нових рівнів пізнання суспільної дійсності та натурального середовища. Модель як анкер зв'язує суб'єкт й об'єкт, а зусилля щодо її створення активізує пізнавальну діяльність, поширює на маловивчені області ефективні прийоми експериментального дослідження. У географії моделювання пройшло низку етапів, упродовж яких змінювалося співвідношення між наочними й абстрагованими, натуральними та математичними, неформалізованими й формалізованими методами відтворення дійсності. Водночас цей актуальний важіль пізнання в географії (у тому числі рекреаційній географії та географії туризму) має свої особливості, зумовлені передусім необхідністю врахування множини взаємовідносин і взаємодій між різноякісними конструктами.

**Стан вивчення питання.** Різним аспектам моделювання, у т. ч. в географії, присвячений значний масив публікацій як вітчизняних, так і зарубіжних вчених [1–18]. Ілюстративна складова статті є незначною частиною власних розробок, які базуються на багаторічному досвіді застосування польових, експедиційних і камеральних методів, використання численних інформаційних джерел, низки класичних методів дослідження та комп'ютерних технологій, що, власне, складає методичний і методологічний блок дослідження. Зважаючи на те, що й довкілля, й суспільне середовище, й важелі їх пізнання перебувають у постійному діалектичному русі, актуальність методології, методів, методики та технології наукового пошуку завжди залишатимуться на часі.

**Виклад основного матеріалу.** Метод структурно-логічного (наочно-уявного), картографічного (включаючи картосхеми, картоїди) моделювання розглядається, у свою чергу, як актуальний чинник пізнання рекреаційно-географічної та ресурсно-туристської дійсності. У статті увага акцентується на прикладах п'яти груп моделей (опорні ресурсно-рекреаційні каркаси; моделі просторового поширення та ієрархії; моніторингові оцінювальні моделі; картосхематичні моделі; моделі територіальних рекреаційних систем), які ми розробляли та використовуємо у поточній дослідницькій діяльності. Таким чином, предмет-об'єктна сутність і мета статті позиціонується як короткий аналіз структурно-логічних (опорні каркаси, моделі просторового поширення та ієрархії, моніторингові оцінювальні моделі), картосхематичних та моделей територіальних рекреаційних систем, які застосовуються при вивченні різних рекреаційно-туристських конструктів, явищ і процесів.

Структурно-логічне (наочно-уявне) моделювання (СЛМ) – важіль і метод пізнання природно-географічної та суспільно-економічної дійсності, чинник конструювання ідеально-структурного фрагменту натурального (природні ландшафти) або синтетичного (антропосфера – міста, промислові комбінати) простору. Масив моделей достатньо диверсифікований і містить десятки складників [5], а наочні моделі, як самобутні твори, входять у «золоту обойму» цього масиву. Водночас СЛМ є елементом активних методів навчання (АМН), які були постійним рефреном при авторській викладацькій діяльності у провідних ЗВО України впродовж кількох десятиліть [1–9]. До блоку АМН, крім СЛМ, входять тренінги, таблиці Шульге та Блока, опорні ресурсно-рекреаційні каркаси, тести, мнемотехнічні прийоми та технології, картографічні моделі.

**1. Опорні ресурсно-рекреаційні каркаси.** Принципове визначення опорного каркасу може бути подане у такій редакції – кістяк «конструкції» території (регіон, країна, мезорайон), головними елементами якого, як правило, є головні або історичні міста та потоки (транспортні, туристські, пасажирські). **Опорні ланки ресурсно-рекреаційного каркасу** – вузли каркасу рекреаційно-туристських ресурсів; найбільш суттєві типи рекреаційно-туристських ресурсів: історичні міста й ядра столичних центрів, музейні комплекси (у тому числі картинні галереї), пам'ятки монументального мистецтва, культові (сакральні) споруди, некрополі, архітектурно-історичні заповідники, пам'ятки архітектури та містобудування, пам'ятки інженерного мистецтва (мости, вежі, електростанції), фауністичні резервати (зоопарки, акваріуми, океанарії), національні парки, заповідники, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва (ботанічні сади, дендро-, ландшафтні, гідро-, лісо-, лукопарки), печерні міста, покомпонентні пам'ятки природи (геологічні, ботанічні, гідрологічні), курорти, біосоціальні ресурси, які транзитно або кінцево фіксують турпотоки.

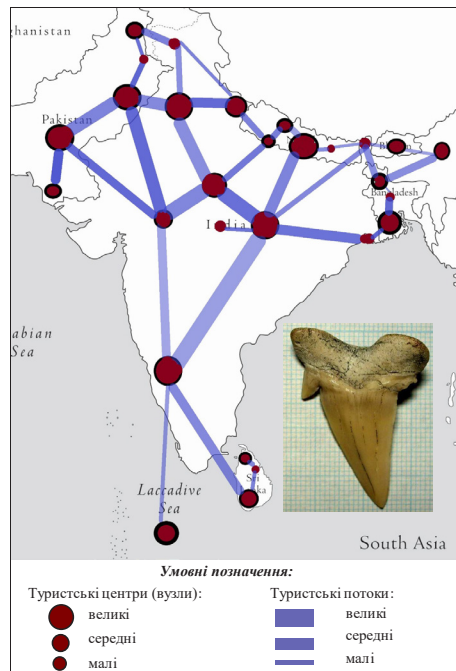


Рис. 1. Мезорайон Південна Азія (асоціація «Зуб прадавньої акули») (О. О. Бейдик, 2019) [3]

Нижче наведені приклади опорних ресурсно-рекреаційних каркасів провідних у туристському відношенні мезорайонів світу, при визначенні назв яких використовувалися асоціативні уявлення щодо їх конфігурації. Для переконливості та більш наочного сприйняття асоціації опорний каркас підсилювався відповідною світлиною або малюнком. Створення опорного туристського каркасу мезорайону передбачає віддзеркалення основних, найбільших вагомих у туристському відношенні вузлів і потоків відповідних підрайонів (держави, країни, інші типи території) (рис. 1–2).

Опорні ланки:

- **Індія:** національний парк Кеоладео, Сундарбан, індуїстські храми Конарак, Хампі, мавзолеї Хумаюна та Тадж-Махал, мечеть Кутб-Мінар, католицькі монастирі Гоа, Бомбей, Делі, Колката, Мумбай (Бомбей), Варанасі (Бенарес), Бхаратпур, Ченнай (Мадрас), Джайпур, Данделі, Казіранга.
- **Бангладеш:** Пахарпур, Дакка, Читтагонг, Сундарбан.
- **Шрі-Ланка:** давні міста Полоннарува і Сигірія, Канді, Коломбо, Шрі-Джаяварденепура-Котте, Галле.
- **Непал:** Лумбіні, долина Катманду, національні парки Сагарматха, Чітван, оз. Пхева, оз. Рара.
- **Пакистан:** археологічні пам'ятки Мохенджо-Даро, Карачі, Лахор, Ісламабад, Равалпінді.
- **Бутан:** Тхімпху.
- **Мальдівська Республіка:** Малє.

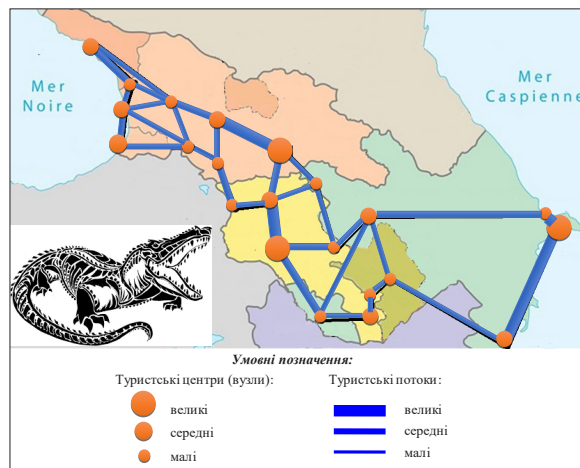


Рис. 2. Мезорайон Закавказзя (асоціація «Крокодил») (О. О. Бейдик, 2019) [3]

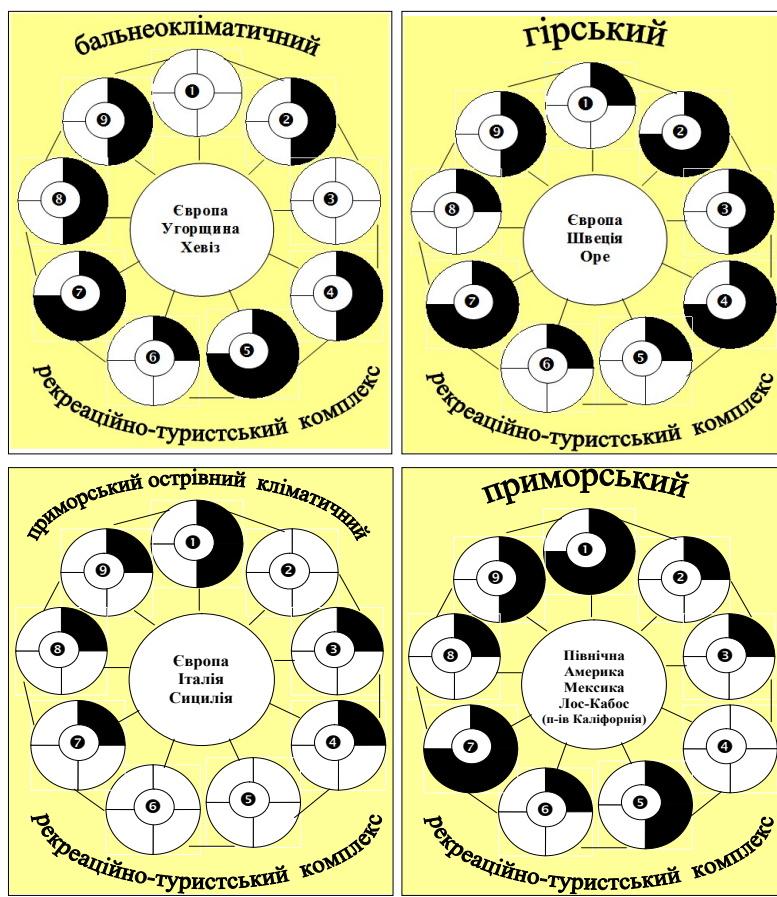
**Опорні ланки:**

- *Азербайджан:* Гюмрі, Нахічевань, Ханкенді (Степанакерт), Гянджа, Сумгаїт, Ленкорань, Баку.
- *Вірменія:* Єреван, оз. Севан, Вагаршапат (Ечміадзин), Гюмрі, Ванадзор, Варденіс, Капан, Горіс.
- *Грузія:* Сухумі, Батумі, Зугдіді, Поті, Кутаїсі, Хашури, Ахалціхе, Ахалкалакі, Тбілісі.

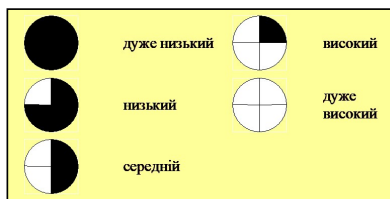
**2. Моніторингові оцінювальні моделі.** Наведені нижче принципові моніторингові СЛМ оцінки чинників розвитку рекреаційно-туристських комплексів можуть застосовуватися при оперативному, коротко-, середньо-, довго- та далеко-строковому плануванні суспільно-географічного (у тому числі ресурсно-рекреаційного) регіонального розвитку як у межах національного, так і зарубіжного простору (рис. 3).

**Чинники розвитку рекреаційно-туристських комплексів:**

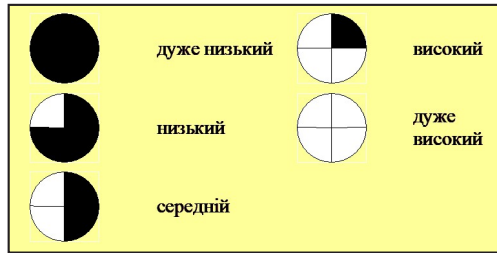
- 1) використання ГПП (геополітичне положення);
- 2) безпека;
- 3) клімат;
- 4) акваторія;
- 5) рельєф;
- 6) ГРТ (грунти–рослини–тварини);
- 7) АІК (архітектурно-історичні комплекси);
- 8) ТПЗ (транспорт–послуги–зручності);
- 9) деструкції.



Рівні реалій та можливостей розвитку рекреаційно-туристських чинників

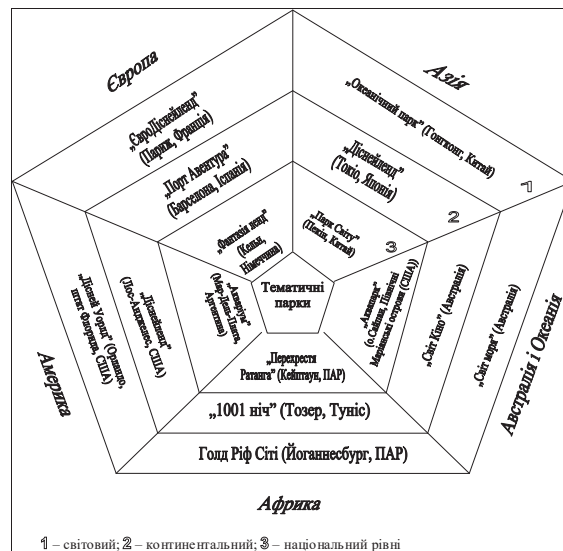


Рівні реалій та можливостей розвитку рекреаційно-туристських чинників



**Рис. 3.** Принципові моніторингові структурно-логічні моделі оцінки чинників розвитку рекреаційно-туристських комплексів (на прикладі РТК Хевіз (Угорщина), Оре (Швеція), о. Сіцилія (Італія), Лос-Кабос (Мексика)) (О. О. Бейдик, 2009) [9]

**3. Моделі просторового поширення та ієрархії.** Ця група моделей використовувалася та використовується нами й при викладанні низки рекреаційно(туристсько)-географічних дисциплін, і в науковій діяльності. Створення відповідних «сюжетів» є цілком авторським, оригінальним процесом як із боку вченого, так і з боку студента. Отже, досягається мета індивідуального пошуку розробником і відповідної якісно-кількісної інформації та формування навичок використання необхідних комп'ютерних програм (рис. 4–7).



**Рис. 4.** Географія та ієрархія тематичних парків світу (О. О. Бейдик, 2019) [3]



**Рис. 5.** Географія та ієрархія світових ресурсів рафтингу (О. О. Бейдик, 2019) [3]

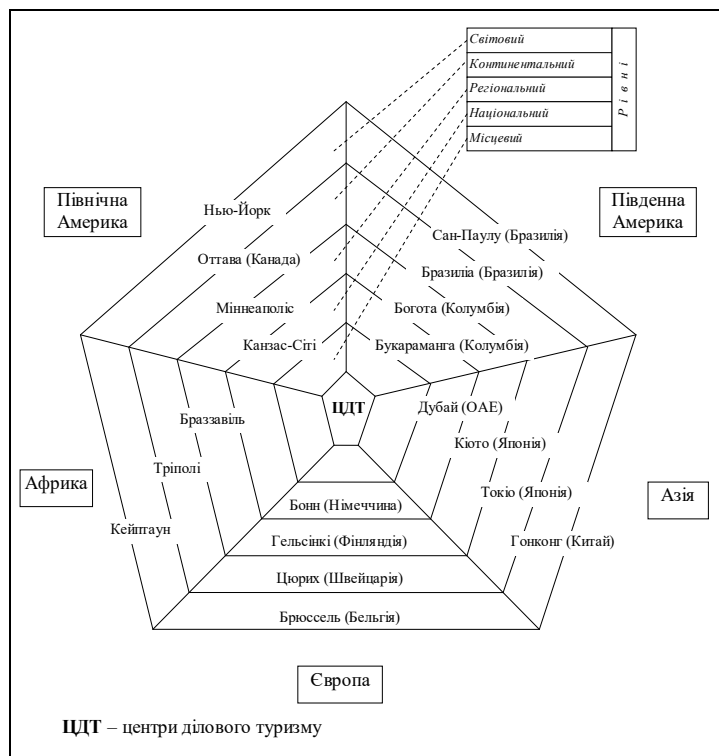


Рис. 6. Географія та ієрархія центрів ділового туризму (О. О. Бейдик, 2019) [3]

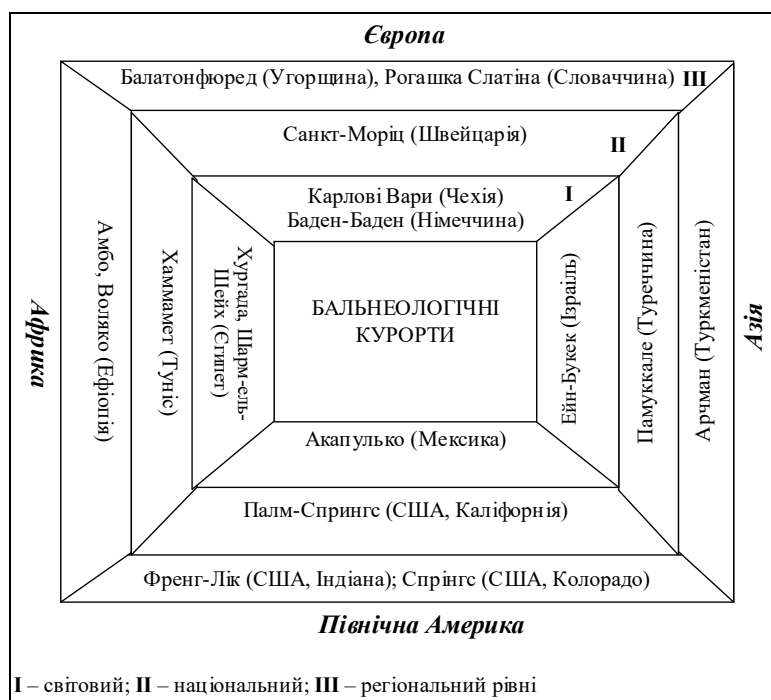


Рис. 7. Географія та ієрархія бальнеологічних курортів (О. О. Бейдик, 2019) [3]

4. **Моделі територіальних рекреаційних систем.** Нагадаємо, що базисним уявленням рекреалогії є уявлення про рекреаційну систему (територіальну рекреаційну систему (ТРС), туристсько-територіальний комплекс, рекреаційно-туристський комплекс), яке виступає основою для формування широкої множини моделей. Еволюція моделей ТРС свідчить про актуальність графічного моделювання при пізнанні різних ресурсно-рекреаційних змістів, зберігаючи в якості постійної та сутнісної ланки потреби рекреантів (рис. 8–10).



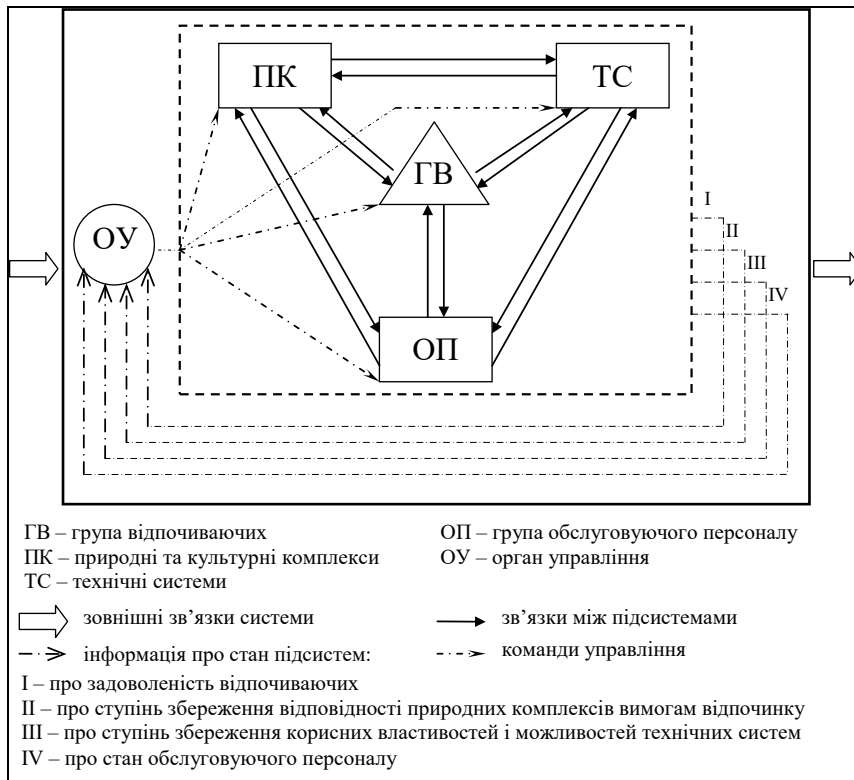


Рис. 8. Схема рекреаційної системи (В. С. Преображенський, 1975) [16, с. 23; 13]

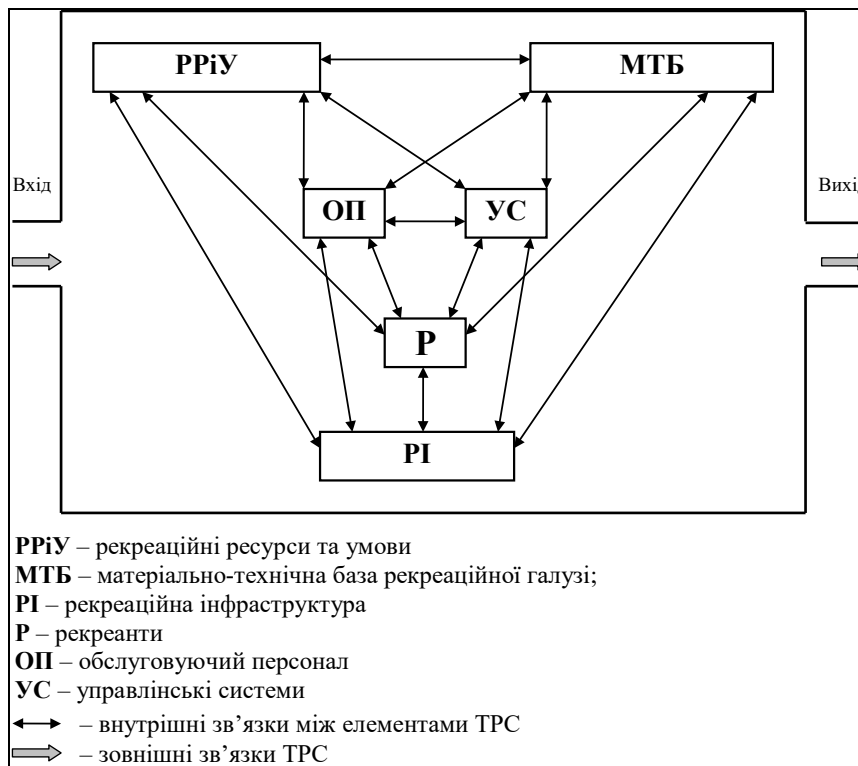


Рис. 9. Модель територіальної рекреаційної системи (В. І. Павлов, Л. М. Черчик, 1998) [12; 13]

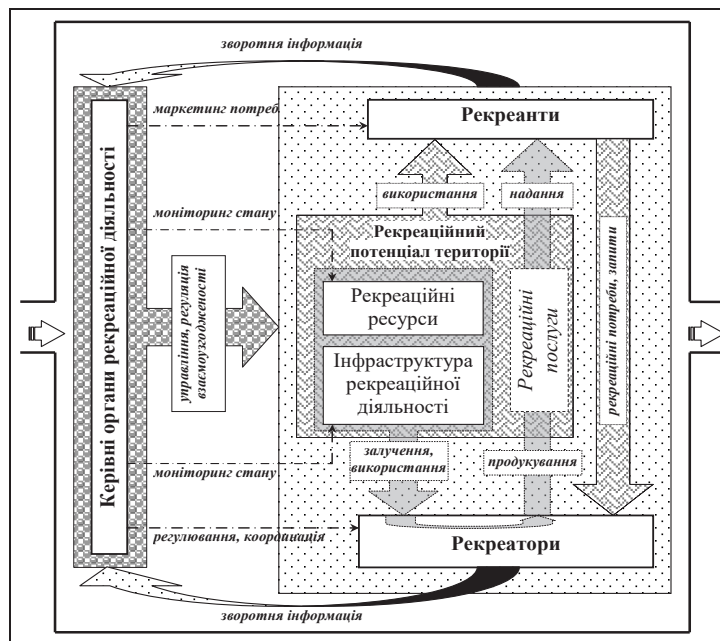


Рис. 10. Структура та функціонування рекреаційної системи (В. І. Новикова, 2007 [11; 13], 2008 [10]; доопрацьована, 2020)

**5. Картосхематичні моделі.** Досвід картографічного моделювання рекреаційно-географічного простору (РГП) поки що найбільшою мірою охопив лише створення одиничних карт та їх серії. Картографічне моделювання РГП у національній географії не вийшло за межі внутрішньо-текстових дрібно- та середньомасштабних карт і картосхем. Наявний у проектно-пошукових роботах досвід великомасштабного картування (столичні інститути ДІПРОмісто, КиївН-ДіПмістобудування, КиївЗНДІЕП) вивчений вкрай недостатньо. Картографічна складова в триаді реперних науково-дослідницьких точок рекреаційної географії та суміжних напрямів (ресурси – потоки – районування) має першочергове значення (нижче наведено дві картосхематичні моделі з цієї триади) (рис. 11–12).



Рис. 11. Рейтингове ресурсно-рекреаційне районування території України (О. О. Бейдик, 2004) [2]

Ознайомлення з моделлю «Рейтингове ресурсно-рекреаційне районування території України» (рис. 11) показує певну диспропорцію між рівнем забезпеченості рекреаційно-туристськими ресурсами західного (Львівського) та східного (Харківсько-Кримського) «крила» території України, які розділяються областями з достатньо високим рівнем ресурсно-рекреаційного потенціалу (Чернігівсько-Одеський «гребінь» – центральна S-подібна вісь, всередині якої знаходяться Київська та Вінницька області).

Слід зазначити, що як наведенні структурно-логічні моделі, так й їх наповнення, подаються в порядку обговорення, містять певний суб'єктивізм та відповідають часу їх створення. Останній свідомо опущений, адже основний меседж запропонованих сюжетів – показати їх принципові ознаки, а не загострювати увагу на деталях.



Рис. 12. Ресурсно-рекреаційні (рейтингові) угруповання на території України (О. О. Бейдик, 2004) [2]

### Висновки:

- Предмет-об'єктною сутністю моделювання можуть виступати точкові, лінійні, площинні різномірні конструкти – від локальних і регіональних до (суб)континентальних і планетарних;
- методи моделювання (комп'ютерні технології, структурно-логічні, картографічні, математико-картографічні моделі) поглиблюють методологічний апарат рекреаційної географії, географії туризму та суміжних дисциплін, розширюють уявлення про методичний інструментарій дослідження рекреаційно-туристських ресурсів і можуть бути використані при вирішенні низки територіально-ресурсних питань;
- графічне моделювання є не тільки суттєвим чинником досягнення дослідницької мети, а й важелем формування пошукових навичок як із боку студента, так і викладача;
- в рекреаційній географії, як і в інших науково-практичних напрямках і науках, використовуються вербальні, математичні, комп'ютерні, графічні моделі; з останніх у розрізі демонстрації, використання, специфіки та обговорення розглянуто п'ять груп моделей;
- наведено приклади п'яти груп моделей, які відіграють важливу роль у педагогічному процесі та науковій діяльності: 1) опорні ресурсно-рекреаційні каркаси; 2) моніторингові оцінювальні моделі; 3) моделі просторового поширення та ієрархії; 4) моделі територіальних рекреаційних систем; 5) картосхематичні моделі.

**Новизна дослідження.** Вперше здійснено спробу рамочної систематизації широкого блоку графічних моделей (у т. ч. інноваційних), які впродовж тривалого часу застосовувались і використовуються в педагогічній та науковій діяльності, поглиблюючи уявлення щодо диверси-

фікованої ресурсно-рекреаційної та туристсько-інфраструктурної проблематики. Зазначимо, що кожному елементу «модельного квінтету» притаманні діалектичність (постійний взаєморозвиток і взаємодія) та моніторинговість (зміна стану та параметрів у просторі та часі, які мають відслідковуватись). Отже, якщо акцентувати увагу на останньому, – картосхематичному блоці та вмонтувати його в сучасну екзистенційну дійсність, то висновок має бути лише один: кардинальному, кількісно-якісному перегляду має підлягати кожний «пазл» наведених ресурсно-рекреаційних рейтингових моделей території України, а базовими, фундаментальними «конструктами відліку» мають слугувати саме вони. У цьому контексті слід нагадати дві сумні реалії: 1) в Україні зруйновано або пошкоджено 1271 об'єкт культурної інфраструктури (станом на березень 2023 р.); 2) станом на 2023 р. в Україні актуально та потенційно заміновано 174 тис. км<sup>2</sup> території, період розмінування якої становить кілька сотень років (аналітика Globsec). Україна зараз є найбільш замінованою країною у світі, для розмінування якої необхідно мінімум 40 млрд дол. США при щорічному фінансуванні в 3,7 млрд дол. (міністерка з питань реінтеграції тимчасово окупованих територій України І. А. Верещук). Цілком логічно, що ці та інші суттєві трансформації мають бути враховані у подальших розробках рекреаційно-картографічних моделей України.

#### **Список використаних джерел:**

1. Бейдик О. О. Застосування активних методів при викладанні рекреаційно-туристичних дисциплін у вищих навчальних закладах. *Туристично-краєзнавчі дослідження*. Вип. 7. К. : Ін-т туризму ФПУ, 2007. С. 214–227.
2. Бейдик О. О. *Методологія та методика аналізу рекреаційно-туристських ресурсів України* : автореф. дис. ... докт. геогр. наук. К., 2004. 36 с.
3. Бейдик О. О. Навчально-методичний комплекс дисципліни «Географія туризму» [для студ. спец. 242 «Туризм»]. 3-е вид., доп. і розш. Черкаси : Ю. А. Чабаненко, 2019. 175 с.
4. Бейдик О. О., Новосад Н. О. *Унікальна Україна : географія та ресурси туризму* : навч. посіб. К. : Альтерпрес, 2013. 572 с.
5. Бейдик О. О. *Рекреаційно-туристські ресурси України: Методологія та методика аналізу, термінологія, районування*. К. : ВПЦ «Київ. ун-т», 2001. 395 с.
6. Бейдик О. О. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 67838. Україна. Наукова стаття «Застосування таблиць Шульте при вивченні географічних та історичних дисциплін». 15.09.2016.
7. Бейдик О. О. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 75011. Україна. Наукова стаття «Застосування таблиці Блока при вивченні рекреаційно-географічних дисциплін». 27.11.2017.
8. Бейдик О. О. Структурно-логічні моделі в туристській освіті та регіональному розвитку туризму. *Міжнародний та національний досвід суспільно-географічного розвитку туристичної галузі в умовах євроінтеграції* : зб. тез допов. III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. (м. Мукачєво, 28 жовтня 2022 р.). Мукачєво : МДУ, 2022. С. 108–111.
9. Бейдик О. О. *Україна : стратегія розвитку національного туризму* : навч.-метод. посіб. 2-е вид. К. : Обрії, 2010. 236 с.
10. Новикова В. І. *Територіальна організація рекреаційної діяльності у контексті збалансованого розвитку регіону (на прикладі Черкаської області)* : автореф. дис. ... канд. геогр. наук ; 11.00.02 – економічна та соціальна географія. К., 2008. 23 с.
11. Новикова В. І. Територіальна рекреаційна система як форма організації рекреаційної діяльності на певній території. *Український географічний журнал*. 2007. № 2. С. 55–59.
12. Павлов В. І., Черчик Л. М. *Рекреаційний комплекс Волині : теорія, практика, перспективи* : монографія. Луцьк : Надстир'я, 1998. 124 с.
13. *Рекреація. Туризм. Географія* : зб. автор. статей В. І. Новикової. Черкаси : Ольга Вовчок, 2013. 524 с.
14. Смаль І. В. *Основи географії рекреації і туризму*. Ніжин : Вид-во НДПУ ім. М. Гоголя, 2004. 264 с.
15. Тарасов В. К. *Персонал-технологія : отбор и подготовка менеджеров*. Л. : Машиностроение, 1989. 368 с.
16. *Теоретические основы рекреационной географии* ; отв. ред. В. С. Преображенский. М. : Наука, 1975. 222 с.
17. Топчієв О. Г. *Суспільно-географічні дослідження : методологія, методи, методики*. Одеса : Астропринт, 2005. 632 с.

18. Ціншен Ван, Топчієв О. Г. Теоретичні та методологічні аспекти рекреаційної географії : сучасний підхід. *Український географічний журнал*. 2003. № 1. С. 45–49.

**References:**

1. Beydyk, O. O. (2007). The use of active methods of teaching recreational and touristic disciplines in higher educational institutions. *Tourism and local studies*, 7, 214–227. [In Ukrainian].
2. Beydyk, O. O. (2004). Methodology and methods of analysis of recreational and tourist resources of Ukraine. Kyiv, 36. [In Ukrainian].
3. Beydyk, O. O. (2019). Educational and methodological complex of the discipline “Geography of tourism”. Cherkasy, 175. [In Ukrainian].
4. Beydyk, O. O., & Novosad, N. O. (2013). A unique Ukraine: geography and resources of tourism. Kyiv, 572. [In Ukrainian].
5. Beydyk, O. O. (2001). Recreational and tourist resources of Ukraine: Methodology and methods of analysis, terminology, regionalization. Kyiv, 395. [In Ukrainian].
6. Beydyk, O. O. (2016). Certificate of registration of copyright for the work № 67838. Ukraine. Science article «The use of Schulte's tables in the study of geographic and historical disciplines». [In Ukrainian].
7. Beydyk, O. O. (2017). Certificate of registration of copyright for the work № 75011. Ukraine. Science article «The use of Block's table in the study of recreational geographical disciplines». [In Ukrainian].
8. Beydyk, O. O. (2022). Structural-logical models in tourism education and regional development of tourism. *International and national experience of socio-geographical development of the tourism industry in the conditions of European integration*. Mukachevo, 108–111. [In Ukrainian].
9. Beydyk, O. O. (2010). Ukraine: strategy for the development of national tourism. Kyiv, 236. [In Ukrainian].
10. Novykova, V. I. (2008). Territorial organization of recreational activities in the context of sustainable development of the region (on the example of Cherkasy Oblast) : 11.00.02. Kyiv, 23. [In Ukrainian].
11. Novykova, V. I. (2007). Territorial recreational system as a form of organization of recreational activities in a certain territory. *Ukrainian Geographical Journal*, 2, 55–59. [In Ukrainian].
12. Pavlov, V. I., & Cherchuk, L. M. (1998). Recreational complex of Volyn: theory, practice, perspectives. Lutsk, 124. [In Ukrainian].
13. Novykova, V. I. (2013). Recreation. Tourism. Geography. Cherkasy, 524. [In Ukrainian].
14. Smal, I. V. (2004). Basics of the geography of recreation and tourism. Nizhyn, 264. [In Ukrainian].
15. Tarasov, V. K. (1989). Personnel-technology: selection and training of managers. L., 368.
16. Theoretical foundations of recreational geography (1975); resp. ed. V. S. Preobrazhensky. M., 222.
17. Topchiev, O. G. (2005). Суспільно Socio-geographical research: methodology, methods, techniques. Odesa, 632. [In Ukrainian].
18. Qingshen, Wang, & Topchiev, O. G. (2003). Theoretical and methodological aspects of recreational geography: a modern approach. *Ukrainian Geographical Journal*, 1, 45–49. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редколегії  
25.05.2023 р.

УДК 379.85:069(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.09>

**Тетяна Лисюк**

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри туризму та готельного господарства,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
tetiana.0602@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1629-9652>

**Денис Мірошніков**

академічний викладач, кафедра туризму і рекреації факультету суспільних наук,  
Академія прикладних наук Вінсента Поля в Любліні (Республіка Польща)  
denys.miroshnikov@pol.edu.pl

## СКАНСЕНИ УКРАЇНИ – ІННОВАЦІЙНИЙ НАПРЯМ МУЗЕЙНОГО ТУРИЗМУ

**Анотація.** У статті розглядаються українські скансени, як музеї архітектури та етнографії під відкритим небом, що відображають багатовіковий досвід історичного розвитку українського народу та репрезентують його духовну культуру.

Визначено, що музеї-скансени є інноваційним типом музеїв, які мають на меті відтворення традиційних форм народного побуту в різних сферах. Характер експозиції та розміри території скансенів уможливають наявність видовищного елементу – народних зібрань, святкувань, фестивалів. Саме тому такі музеї є хранителями національних традицій, активними учасниками туристично-розважальної діяльності з метою популяризації народної культури та осередком духовного відродження глибинних традицій українського народу.

Розкрито унікальність музеїв-скансенів України як туристично-рекреаційної ресурсної бази, що посилює привабливість національних культурно-історичних та архітектурних об'єктів, сприяє отриманню естетичної насолоди, інформаційному та емоційному насиченню відвідувачів і, безумовно, комфортним умовам рекреації.

**Ключові слова:** відвідуваність скансенів, інноваційність скансенів, музейний туризм, музей-скансен, Україна.

## Lysiuk Tetiana, Miroshnikov Denys. SCANS OF UKRAINE – AN INNOVATIVE DIRECTION OF MUSEUM TOURISM

**Abstract.** The article examines Ukrainian skansens as open-air museums of architecture and ethnography that reflect the centuries-old experience of the historical development of the Ukrainian people and represent their spiritual culture.

It is determined that skansen museums are an innovative type of museums aimed at reproducing traditional forms of folk life in various fields. The nature of the exposition and the size of the skansen's territory make it possible to have a spectacular element – folk gatherings, celebrations, festivals. That is why such museums are the keepers of national traditions, active participants in tourist and entertainment activities aimed at popularising folk culture and a centre of spiritual revival of the deep traditions of the Ukrainian people.

The article reveals the uniqueness of Ukrainian skansen museums as a tourist and recreational resource base that enhances the attractiveness of national cultural, historical and architectural sites, contributes to aesthetic pleasure, informational and emotional saturation of visitors and, of course, comfortable recreational conditions.

Ukraine's open-air museums have unique opportunities to introduce visitors to local culture and provide them with comfortable recreational conditions. Open-air museums have the potential to become a means of mobilising tourism and recreational activities in the country, in particular by increasing the flow of excursions and tourists. Ukrainian skansens are presented as cultural centres and are the starting point for tourists to get to know our country. The promotion of these museums as tourist attractions is an important strategic task.

The article outlines the characteristics of storybook museums as an important tourist and entertainment resource: innovation, complexity, inextricable connection with nature, the presence of spectacular elements and animation of programmes. Unique socio-cultural complexes, such as skansen, are focused on collecting and studying monuments of architecture, folk life and culture, which makes them an important factor in the preservation of historical and national cultural heritage.

The author substantiates the specifics of open-air museums' activities, which consist in a comprehensive display of national folk culture, architecture, household items, tools and applied arts. In other words, a certain model of the environment, landscape, etc. is created. This is certainly an incentive to visit this type of museum.

**Key words:** attendance of skansen, innovativeness of skansen museums, museum tourism, skansen museum, Ukraine.

**Актуальність теми дослідження.** Агресія росії проти України призвела до жахливих злочинів, тортур і людських жертв. Цивільне населення піддається жорстоким бомбардуванням, а українські Збройні Сили борються з агресором. Сьогодні українці гинуть, захищаючи свою Батьківщину, проте тотальна війна завдала непоправної шкоди спадщині та культурі країни. На цьому етапі перед українськими музеями стоять надзвичайно складні виклики: як захистити свої колекції, як зберегти надбання поколінь й як закрити небо над скансенами України.

Розкрадання та знищення наших культурних цінностей набуло величезних масштабів, кульмінацією яких стало повне розграбування та знищення музейної спадщини на сході та півдні країни. Боротьба за захист культурної та національної спадщини України – це наша спільна боротьба, адже кожен із нас повинен долучитися, просувати та підтримувати ініціативи зі збору коштів для відновлення та підтримки постраждалих від війни музеїв.

За останні кілька років українські музейники доклали чимало зусиль для створення та розвитку музеїв-скансенів, щоб зберегти (зафіксувати, візуалізувати та показати) традиції та живі форми самовираження, які передаються від попередніх поколінь майбутнім поколінням. Музеї просто неба є не традиційними, а інноваційними, такими, що живуть, змінюються, розвиваються й передаються наступним поколінням.

Питання розвитку музеїв просто неба набуло ще більшої актуальності в умовах тотальної війни України, коли сусідні країни (Польща, Німеччина, Італія та ін.) взяли на себе величезну місію та відповідальність допомогти зберегти українську культуру. Адже специфіка музейного туризму полягає в ефективному використанні туристичного потенціалу музеїв та прилеглих до них територій із метою популяризації національної спадщини та сприяння входження України в європейський музейний простір.

Музеї просто неба, або музеї-скансени, повною мірою відповідають цим завданням й є однією з найперспективніших та найцікавіших форм музейної діяльності. Такі музеї є інноваційними за своєю природою – максимальна наближеність до відвідувачів робить їх дуже привабливими для широкого загалу як спосіб організації цікавого дозвілля. Саме тому музеї-скансени є інноваційним напрямом і світовим трендом музейного туризму.

**Стан вивчення питання з аналізом основних праць.** Багато дослідників розглядали різні аспекти досліджуваної теми. А. Антоненко та В. Хуткий охарактеризували музеї як ресурс для туризму в умовах пандемії COVID-19 та визначили виклики та нові можливості для музеїв у своїх дослідженнях [1]. Г. Балабанов зосередив увагу на музеях як головному чиннику розвитку туризму, порівнюючи європейський досвід з українськими реаліями [2]. Системний підхід до музеїв як об'єктів культурно-пізнавального туризму простежується в роботі С. Гаврилюк [3]. А. Данилюк [4] досліджує історію проблем виникнення, експозиції та розвитку музеїв просто неба в Україні. Л. Дубровіна, А. Киридон й І. Матяш проаналізували музеї як джерело національної пам'яті та культурної спадщини України [6]. Теоретичні засади сучасної музейної освітньої діяльності вивчала Ю. Ключко [8]. Сутність та зміст музейного туризму висвітлено у працях науковців О. Любіцевої та Т. Шпараги [9]. Р. Маньковська подає огляд українських музеїв у контексті суспільно-історичних викликів ХХ – початку ХХІ ст. [10]. В. Герасименко у своїх наукових доробках здійснює оцінку туристично-рекреаційного потенціалу регіону [13]. Спеціальне дослідження питань захисту українського державного фонду в умовах політичної кризи та військового конфлікту знайшло своє підтвердження в роботі Л. Плешакової [14]. О. Романуха визначає основні напрями розвитку музейної справи як чинника активізації міжнародного туризму в Україні [15], а І. Січка аналізує особливості та розвиток українського туристичного ринку [16]. Наукову інтерпретацію основних тенденцій розвитку екскурсійного туризму в Луцьку знаходимо у працях І. Тищук, Л. Поліщук [19].

Однак, відчувається також явний брак системних досліджень щодо загальної ситуації музеїв-скансенів та попередньої статистики щодо очікувань відвідувачів таких музеїв.

Інформаційну базу дослідження склали наукові праці українських та зарубіжних дослідників, а також інформація з офіційних і довідкових видань України та дані мережі Інтернет.

**Мета дослідження:** проаналізувати діяльність музеїв-скансенів в Україні та запропонувати основні напрями їх розвитку.

**Завдання дослідження:** обґрунтувати сутність понять «музеї-скансени», «музейний туризм», «інноваційність скансенів»; проаналізувати сучасний стан музеїв-скансенів в Україні; виявити проблеми та запропонувати перспективні напрями діяльності музеїв просто неба.

**Виклад основного матеріалу.** Тоді як російські війська знищують цілі міста, а разом із ними й їхню безцінну музейну спадщину, музейники цивілізованого світу спрямовують кошти на екстрену допомогу для збереження української культури, шукають сотні можливостей для евакуації ключових музейних колекцій та зосереджуються на нових схемах підтримки, щоб відповісти на виклики війни та зберегти унікальні культурні пам'ятки України. Музеї просто неба – це «живі музеї» з власною унікальною програмою відтворення історико-культурного середовища, які потребують особливого захисту, оскільки знаходяться під відкритим небом. Музей-скансен – це вже не музей у класичному розумінні, а зріз сучасного життя, де відвідувачі можуть не лише спостерігати за життям минулих століть, а й брати в ньому безпосередню участь.

Для музеїв під відкритим небом характерне відтворення національної народної культури, звичаїв і традицій, всебічне відображення архітектури, предметів побуту, знарядь праці та прикладного мистецтва. Важливою особливістю таких музеїв є наявність розважального елемента та широкі можливості для неформального спілкування (під час організованих ігор, обрядів, театральних вистав, ярмарків та виступів фольклорних колективів).

На сучасному етапі спостерігається тенденція до відтворення в скансені традиційних ремесел і занять, характерних для певного регіону та часу, таких як робота ткачів, ковалів, гончарів, теслярів, пивоварів, бджолярів та багатьох інших. Час від часу музеї також пропонують відвідувачам можливість спробувати свої сили в їхньому ремеслі під керівництвом експертів. Кожен може відчувати себе ковалем чи гончарем. Цікавим елементом музеїв просто неба є практика приготування традиційних страв, які готуються на очах у відвідувачів і навіть за їхньої участі. Тому сприйнята цінність та емоційний вплив таких музеїв на відвідувачів є значним [10].

Інноваційність скансенів полягає в тому, що така інституція не лише збирає предмети, а й розміщує їх у контекст, максимально наближений до того середовища, в якому вони були знайдені. Відвідувачів приваблюють не лише окремі будівлі та предмети старовини, а й професійні аніматори, які відтворюють побут, поведінку, матеріальну та духовну культуру попередніх епох.

Щодня до 24 лютого 2022 р. десятки тисяч громадян України та іноземних туристів відвідували музеї України, щоб збагатити свої знання та відкрити для себе прекрасне. Мальовничі музеї дають змогу відвідувачам побувати в далекому минулому, дізнатися про сьогоднішнє, зрозуміти досягнення людства й навіть зазирнути в майбутнє. Цілком природно, що, незважаючи на війну, працівники українських музеїв із великою турботою збирають і зберігають все те, що нам, українцям, дороге й що є гордістю нашого народу. Адже країна, яка не цінує свого минулого, не заслуговує на своє майбутнє [14].

Музейний туризм – це вид культурного туризму, який передбачає відвідування музеїв, ознайомлення з їхніми виставками, галереями та колекціями, участь у їхній науковій, культурно-просвітницькій діяльності [9].

Музеї-скансени займають невелике місце серед музейних закладів країни – лише 3 % від загальної кількості музеїв країни (рис. 1).

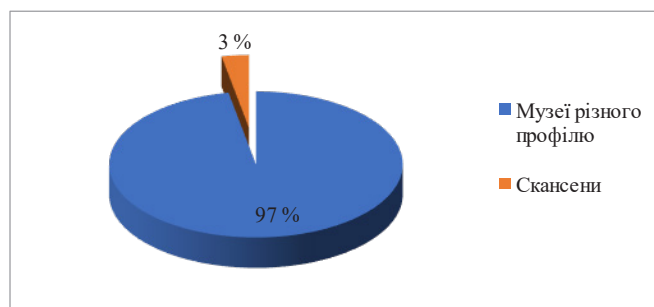


Рис. 1. Частка музеїв-скансенів серед музейних закладів України  
Джерело: складено за: [18]



Частка областей, де є музеї просто неба, показана на рис. 2. Музеї-скансени чітко відрізняються від традиційних музейних закладів – це не просто експонати на полицях, вони пов’язані з природою, з часом і з культурною спадщиною народу. Такі музеї характеризуються більшими можливостями для збереження та демонстрації об’єктів культурної спадщини, що дає змогу представити їх всебічно та інтегровано, разом з історичним та ландшафтним оточенням [8]. Музеї просто неба є особливим туристично-рекреаційним ресурсом у сфері музейного туризму, привабливість якого залежить не лише від унікальності пам’яток культури й архітектури, а й від наявності видовищних елементів – свят, конкурсів, обрядів, виставок, ярмарків, фестивалів [4].

Наразі українські скансени залучені до створення національних туристичних продуктів у сфері екскурсійного та подієвого туризму. Наприклад, Національний музей української народної архітектури та побуту в селі Пирогово Київської області є відомим центром фестивального туризму. Тут проводяться найрізноманітніші фестивалі та заходи. Значний внесок у формування фестивального туристичного продукту зробили Львівський музей народної архітектури та побуту «Шевченківський гай» і Сарненський історико-етнографічний музей, де щорічно навесні проводиться фестиваль народної творчості, а також традиційний для Полісся обряд водіння «Куста».

Особливе значення для створення екскурсійного туристичного продукту Волинської області має Волинський музей історії сільського господарства в селищі Рокині поблизу Луцька. Музей є унікальним в Україні, оскільки це єдиний «живий» скансен. Працівники музею живуть на його території, ведуть господарство й зберігають усі традиції, що дає змогу відвідувачам у будь-який час побачити на власні очі всі особливості культури регіону [19].

До війни в Україні наші музеї-скансени щороку відвідували понад п’ять мільйонів людей, майже кожен дев’ятий житель України за чисельністю населення, або кожна шоста дитина шкільного та студентського віку [11].

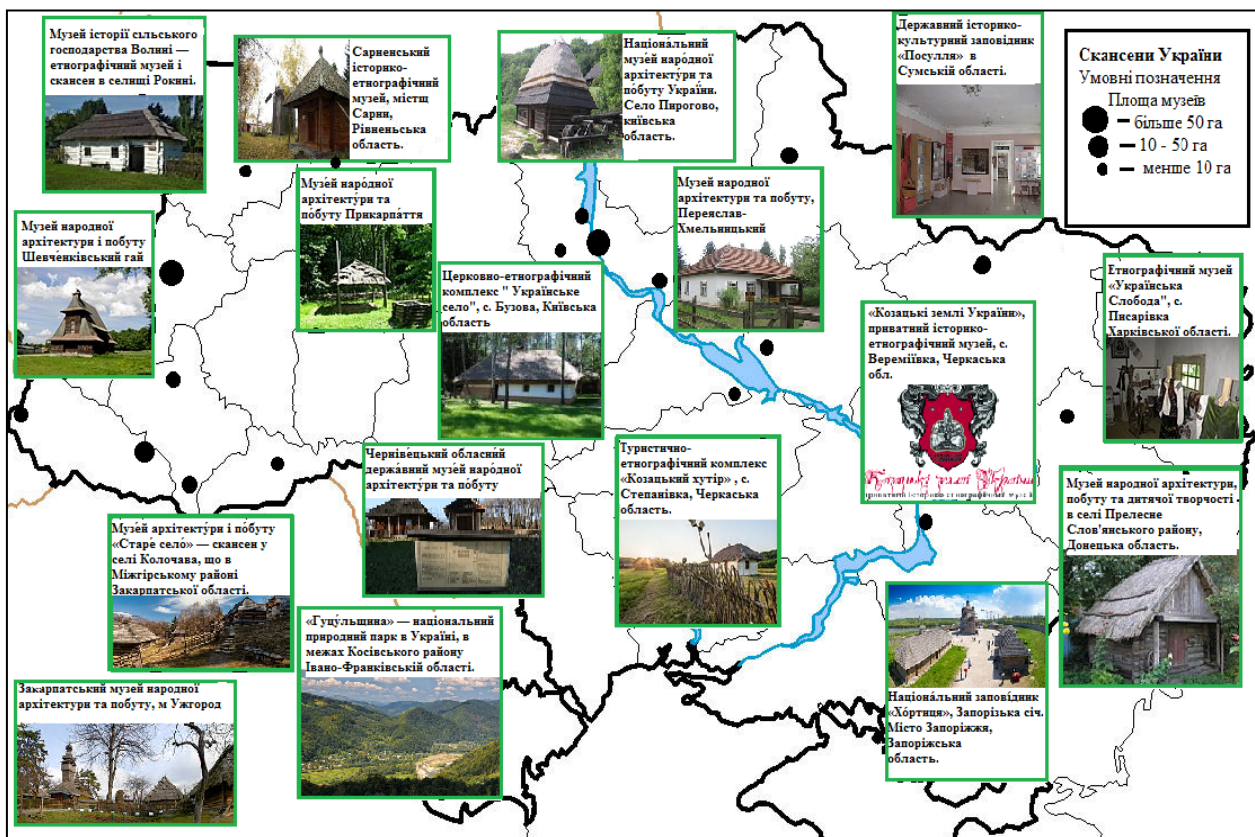


Рис. 2. Карта розташування музеїв-скансенів на території України  
Джерело: складено за [12]

В Україні спостерігається явище вкрай нерівномірного географічного розподілу відвідувань музеїв-скансенів за регіонами, як показано на рис. 3. Кількість відвідувань музеїв-скансенів у кожному регіоні країни коливається від 200 000 осіб/рік у Волинській області до 4 508 000 осіб/рік у Києві.

Загалом, Київ виділяється серед інших міст країни за популярністю своїх музеїв серед відвідувачів. У відносному вираженні на музеї-скансени в Києві припадає понад 17 % (або 1/6) усіх відвідувачів музеїв країни. В інших регіонах можна виділити Львівську область (понад 14 %) та Закарпатську область (понад 16 %) [5].

Найбільш відвідуваними музеями-скансенами у 2021 р. були: Національний музей народної архітектури та побуту України НАН України (Пирогів, Київська область), Львівський музей народної архітектури та побуту «Шевченківський гай», Музей народної архітектури та побуту Закарпаття (Ужгород), Музей народної архітектури та побуту Прикарпаття (с. Крилос, Галицький район, Івано-Франківська область), Музей народної історії сільського господарства Волинської області (сміт Рокині, Луцький район, Волинська область) (рис. 3).

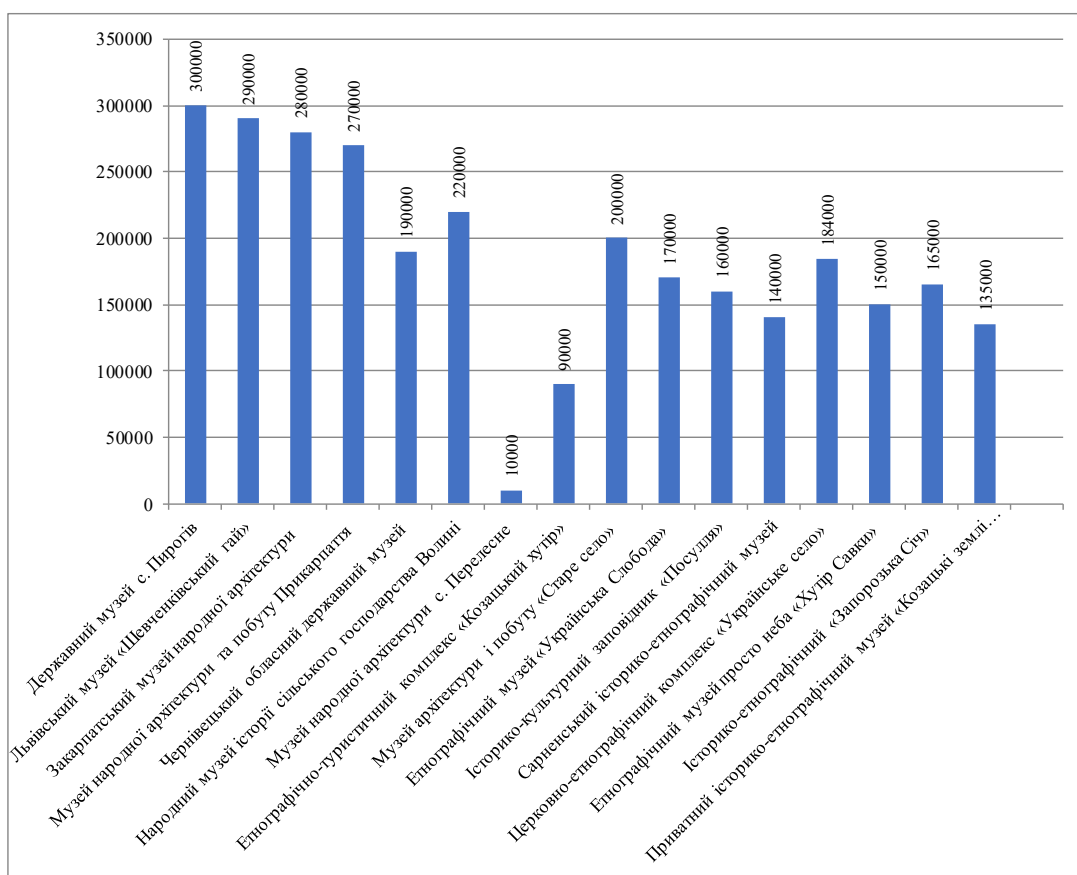


Рис. 3. Динаміка відвідувань музеїв-скансенів в Україні у 2021 р.  
Джерело: складено за [5]

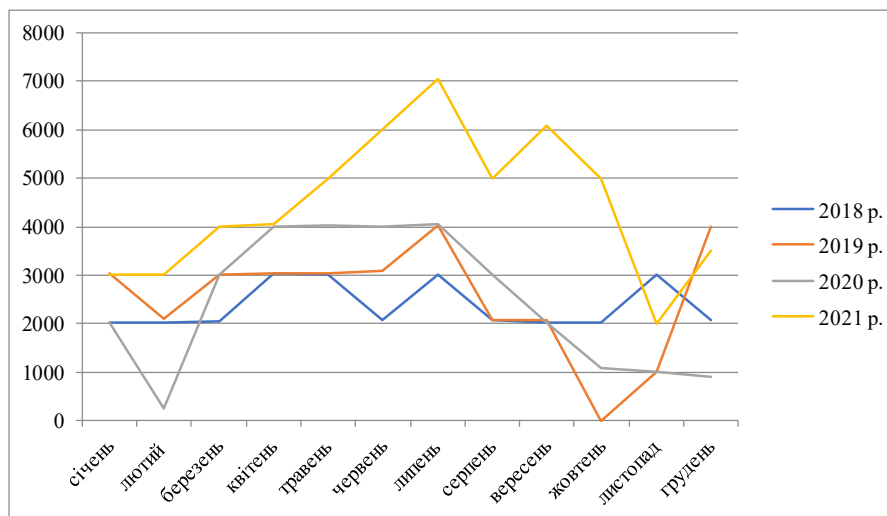
Найменш відвідувани музеї: Музей народної архітектури, побуту та дитячої творчості (с. Перелесне, Слов'янський район, Донецька область) через війну, Етнографічно-туристичний комплекс «Козацький хутір» (с. Стецівка, Чигиринський район, Черкаська область).

Як наслідок, спостерігається явний непропорційний розрив між цими регіонами та рештою країни за рівнем відвідуваності музеїв (у тому числі скансенів). Рівень відвідуваності музеїв-скансенів за місяцями показано на рис. 4. На рівень відвідуваності музеїв-скансенів впливають пори року, оскільки вони працюють під відкритим небом. Різні природні явища (дощ, туман,

град, сніг, мороз) значно перешкоджають відвідуванню скансенів і сприяють йому (сонячна, тепла погода).

Виходячи із загальної річної відвідуваності всіх музеїв (різних типів і профілів), регіони України поділяються на:

- регіони, де популярність музеїв серед відвідувачів є стабільно високою й не опускається нижче 1 млн осіб/рік – міста Київ, Львів та області, а також Закарпатська область;
- області з середньою відвідуваністю музейної мережі (0,5 до 1,0 млн осіб/рік) – Івано-Франківська, Хмельницька, Вінницька, Черкаська, Полтавська, Чернігівська, Рівненська, Житомирська, Київська, Сумська, Чернівецька, Тернопільська, Кіровоградська, Волинська;
- через війну з 2014 р. мережа музеїв у цих регіонах украї мало залучена до екскурсійного руху й обслуговує невелику кількість (0,5 млн) відвідувачів на рік – Миколаївська, Херсонська, Харківська, Донецька, Луганська, Дніпропетровська, Запорізька, Одеська області.



**Рис. 4.** Відвідуваність музеїв-скансенів за місяцями в 2018–2021 рр.  
Джерело: складено за [5]

Таким чином, успішно функціонують лише музеї в Київській, Закарпатській та Львівській областях. Мережа музеїв на решті території країни потребує масштабної маркетингової та інформаційної стратегії для просування та популяризації музеїв.

Характерними у цьому плані є музеї Західного та Центрального Полісся, їх колекції найрідкісніших скарбів та автентичних предметів давнього українського побуту багаті на матеріальну, а ще багатші на духовну культуру. На Правобережному Поліссі зосереджено 10 % музеїв країни (тобто один на кожні десять музеїв країни), проте щороку ці музеї відвідує менше 5 % відвідувачів [13].

Загалом у музеях-скансенах України проводять до 400 000 екскурсій на рік. Однак існують значні географічні відмінності у рівні екскурсійного обслуговування в різних регіонах країни. Лише кілька областей мають належний рівень екскурсійного обслуговування: музеї Львівської, Хмельницької, Вінницької, Черкаської, Полтавської та Запорізької областей проводять понад 100 000 екскурсій на рік. Окремо звертаємо увагу на музеї-скансени Київської, Закарпатської та Волинської областей, де щорічно проводиться понад 150 000 екскурсій [16].

Такий диспропорційний стан є проблемою, яка потребує нагального вирішення. Вирішення проблеми «випадання» музеїв просто неба України з масових туристичних та екскурсійних маршрутів можливе лише шляхом налагодження ефективної PR-комунікації між музеями та суспільством, а також побудови взаємовигідних партнерських відносин між музейним та туристичним секторами країни [15].

У Закарпатській та Львівській областях найкраще налагоджена співпраця музеїв із санаторно-курортними та туристичними підприємствами у сфері екскурсійного обслуговування відвідувачів. Однак низький рівень екскурсійних послуг, що надаються музейними працівниками, все ще залишається дуже великою проблемою. Низький рівень обслуговування пов'язаний із загальною низькою кваліфікацією персоналу та відсутністю сучасних інноваційних методик для навчання персоналу. Дуже часто через бюджетні обмеження в музеях екскурсії проводять не професійні екскурсоводи, а працівники музеїв під відкритим небом.

Колекції українських музеїв-скансенів зберігають велику кількість пам'яток історії країни, проте не усі українські музеї, використовують наявний потенціал, залишаючи націю відірваною від матеріальних і духовних цінностей, набутих протягом століть.

Основними причинами є [6]:

- технологічна відсталість галузі (технології, що набули поширення в багатьох країнах, майже не використовуються);
- занедбаність значної частини пам'яток історії та культури й обмежене фінансування музеїв;
- відсутність паркувального майданчику поблизу музеїв;
- брак кваліфікованих екскурсоводів та перекладачів тощо.

Хронічною проблемою для музеїв залишається недостатнє фінансування. Більшість бюджетних коштів витрачається на видатки споживання, тоді як видатки на розвиток не лише не збільшуються, а й подекуди навіть зменшуються.

Керівництву музеїв просто неба необхідно використовувати інструменти, які не лише сприятимуть залученню відвідувачів, а й створюватимуть певні стратегії оновлення музейної справи, адже музеї задовольняють потребу в інформації, зростанні самосвідомості, розвитку духовного потенціалу особистості, що відбувається у спілкуванні, тобто наданні музейних послуг [7].

Сьогодні в Україні майже відсутня культурна політика й музеї змушені вирішувати свої проблеми самостійно, оскільки держава майже не виділяє коштів на утримання музеїв. Музеї просто неба потребують багато коштів на реставрацію, адже експонати перебувають під відкритим небом і можуть бути пошкоджені зовнішнім середовищем. У цій ситуації дуже важливо об'єднуватися музейникам для вирішення проблем і спільними зусиллями шукати спонсорів.

Час вимагає іншого погляду, адже змінилася форма комунікації між відвідувачами та музеями. Сьогодні відвідувачі приходять не тільки подивитися на спадщину свого народу, а й навчитися чомусь і стати мудрішими. За таких умов необхідно розвивати музеї, створювати зони дозвілля та залучати зовнішнє фінансування.

Сучасні інноваційні стратегії розвитку музейної сфери передбачають розробку та впровадження нових музейних продуктів, орієнтованих на потреби відвідувачів. Програма розвитку нових регіональних продуктів має бути спрямована на [1]:

- розширення спектру діяльності за рахунок розвитку нових додаткових послуг (розважальних, інформаційних, освітніх тощо);
- впровадження у практику сучасних музейних послуг;
- створення проектів із перспективними музейними пропозиціями;
- розробка та вдосконалення програм залучення та утримання постійних відвідувачів;
- інтеграція маркетингових програм із відповідними організаціями та установами (банками, транспортними компаніями тощо).

Пріоритетними напрямками на сьогодні є підготовка швидкого реагування на надзвичайні ситуації під час війни; захист музейних колекцій від втрат; проведення рятувальних операцій; збір та систематизація інформації про злочини у сфері культурної спадщини; координація дій національних/муніципальних органів влади, музеїв, закладів культури, неурядового сектору та міжнародних організацій у сфері захисту та реставрації культурної спадщини; надання різноманітної гуманітарної допомоги [3].

Треба розуміти, що музеї просто неба – це унікальні музеї й їхня специфіка часто не враховується законодавством. Однак необхідно шукати компроміси, щоб зробити музейне життя в Україні гідним не лише великих європейських грандів, а й вдячних поглядів відвідувачів [17].

**Висновки.** Враховуючи специфіку розвитку музейного туризму, ми розглянули та проаналізували найбільші комплекси скансенного типу в Україні. Результати показують, що географічні чинники відіграють важливу роль у розвитку цих закладів. Пріоритетність розташування визначається розвиненою інфраструктурою та близькістю до міста, що зумовлює високу активність їхнього відвідування. Основними формами роботи українських музеїв просто неба є організація фестивалів, історичних реконструкцій, анімаційних перформансів, зокрема майстер-класів, різноманітних рекреаційних заходів, спрямованих на максимально ефективне залучення відвідувачів та привабливу організацію їхнього дозвілля.

Дослідження показало, що музей-скансен – це особлива інституція, яка наочно демонструє об'єкти, що репрезентують традиції, види та природне використання, які склалися впродовж століть в окремих регіонах України. Й сьогодні в умовах активних процесів глобалізації життя, збереження та відтворення автентичних форм господарювання, хоча б у вигляді скансенних експозицій, є важливим та актуальним завданням. У цьому процесі варто репрезентувати елементи народного побуту абсолютно всіх історико-етнічних регіонів, адже кожен регіон має свої традиції, відмінності та особливості в результаті багатовікових взаємовідносин у системі «людина-довкілля».

Скансен – відносно новий напрям музейного туризму, що перебуває на стадії становлення, це унікальний соціокультурний комплекс, призначений для реалізації рекреаційного, освітнього та естетичного потенціалу дозвілля, формування духовної особистості та зміцнення сімейних цінностей і традицій. Головне завдання скансену – донести до майбутніх поколінь унікальність традицій архітектури, побуту та природокористування наших предків в умовах, максимально наближених до реальних.

Однак, сьогодні ситуація дуже динамічна й залежить від безпекових факторів. У тих регіонах України, де це можливо, співробітники музею залишаються зі своїми колекціями. Вже розпочато роботу над реставраційною програмою, яка охоплюватиме велику територію реставрації. Це передбачає відновлення будівель, які були зруйновані під час війни, й створення виставок. Ці процеси є досить тривалими та дорогими, тому Україні знадобиться допомога іноземних партнерів та спеціальних міжурядових програм, оскільки самостійно профінансувати ці проекти буде складно. Процес повернення викрадених і вивезених цінностей займе тривалий час, але рано чи пізно ці процеси доведеться розпочати.

З початком бойових дій деякі музеї закрили свої постійні експозиції, вони не зможуть відновити ці виставки до закінчення воєнного стану. Колекції евакуюють у безпечні місця та бомбосховища, це частина роботи музеїв.

**Новизна дослідження** полягає в комплексному підході до вивчення діяльності музеїв-скансенів, а також аналізі сучасного стану й проблем діяльності музеїв просто неба. Обґрунтовано необхідність впровадження інноваційних музейних продуктів орієнтованих на потреби відвідувачів.

#### **Список використаних джерел:**

1. Антоненко А., Хуткий В. Музеї як туристичний ресурс в умовах пандемії COVID-19 : виклики та нові можливості. *Вісник Київського національного університету культури і мистецтв.* 2021. Т. 4. № 1. С. 54–73.
2. Балабанов Г. В. Музеї як чинник розвитку туризму: європейський досвід та українські реалії. *Функціонування та перспективи розвитку туристичної галузі України : монографія / за заг. редакцією М. Ю. Барна.* Львів, 2018. С. 338–360.
3. Гаврилюк С. Перспективи музеїв як об'єктів культурного туризму. *Науковий вісник СХУ імені Лесі Українки. Історичні науки.* 2019. № 7. С. 144–153.
4. Данилюк А. Українські скансени. Історія виникнення, експозиції, проблеми розвитку. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2006. 104 с. URL: [http://tourlib.net/books\\_ukr/danyljuk.htm](http://tourlib.net/books_ukr/danyljuk.htm) (дата звернення: 13.02.2023).

5. Державна служба статистики України. URL: <http://ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 13.02.2023).
6. Дубровіна Л., Киридон А., Матяш І. Архіви, бібліотеки, музеї – джерельна основа національної пам'яті, культурної спадщини України. *Бібліотечний вісник : Науково-теоретичний журнал*. 2017. № 1 (237). С. 3–10.
7. Закон України «Про музеї та музейну справу». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/249/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 13.02.2023).
8. Ключко Ю. Теоретичні засади освітньої діяльності сучасних музеїв. *Вісн. Київ. нац. ун-ту культури і мистецтв. Серія : Музеєзнавство і пам'яткознавство*. 2018. № 2. DOI: <https://doi.org/10.31866/2617-7943.2.2018.164987> (дата звернення: 13.02.2023).
9. Любіцева О. О., Шпарага Т. І. Музейний туризм. Київ, 2021. 150 с.
10. Маньковська Р. В. Музеї України у суспільно-історичних викликах ХХ – початку ХХІ століть. Львів : Простір-М, 2016. 408 с.
11. Міністерство культури та інформаційної політики України. База даних музеїв, заповідників, закладів музейного типу. URL: [http://mincult.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art\\_id=245062916&cat\\_id=244908588](http://mincult.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=245062916&cat_id=244908588) (дата звернення: 13.02.2023).
12. Музейний простір України: портал. URL: <http://prostir.museum/> (дата звернення: 13.02.2023).
13. Оцінка туристично-рекреаційного потенціалу регіону : монографія / за заг. ред. В. Г. Герасименко. Одеса : ОНЕУ, 2016. 262 с.
14. Плешакова Л. Проблеми збереження Національного фонду України в умовах політичних криз та військових конфліктів. *Вісн. Київ. нац. ун-ту культури і мистецтв. Серія : Музеєзнавство і пам'яткознавство*. 2020. Т. 3. № 2. DOI: <https://doi.org/10.31866/2617-7943.3.2.2020.221107> (дата звернення: 13.02.2023).
15. Романуха О. Розвиток музейної справи як фактор активізації міжнародного туризму в Україні. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2017. № 2 (1). С. 227–231. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu\\_ekon\\_2017\\_2%281%29\\_\\_44](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_ekon_2017_2%281%29__44) (дата звернення: 13.02.2023).
16. Січка І. І. Аналіз особливостей та розвитку туристичного ринку України. URL: [http://economyandsociety.in.ua/journal/7\\_ukr/27.pdf](http://economyandsociety.in.ua/journal/7_ukr/27.pdf) (дата звернення: 13.02.2023).
17. Стратегія розвитку туризму та курортів на період до 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/168-2017-%D1%80#Text> (дата звернення: 13.02.2023).
18. Скансени України як перспективні об'єкти музейного туризму та осередки збереження етнобуття в умовах глобалізації (оглядова довідка за матеріалами преси, Інтернету та неопублікованих документів 2011–2013 рр.). URL: [http://www.nplu.org/storage/files/Infocentr/Tematich\\_ogliadi/2013/muzei\\_prostoneba.pdf](http://www.nplu.org/storage/files/Infocentr/Tematich_ogliadi/2013/muzei_prostoneba.pdf) (дата звернення: 13.02.2023).
19. Тищук І. В., Поліщук Л. М. Аналіз та оцінка основних тенденцій розвитку екскурсійного туризму міста Луцьк. *Економіка та держава*. 2020. № 1. С. 54–60.

#### References:

1. Antonenko, A., & Khutkyi, V. (2021). Museums as a tourist resource in the conditions of the COVID-19 pandemic: challenges and new opportunities. *Bulletin of the Kyiv National University of Culture and Arts*, 4, 54–73. [In Ukrainian].
2. Balabanov, H. V. (2018). The museum as a factor in the development of tourism: European experience and Ukrainian realities. *Functioning and prospects of development of the tourism industry of Ukraine: monograph / ed. M. Barna*. Lviv, 338–360. [In Ukrainian].
3. Havryliuk, S. (2019). Perspectives of museums as objects of cultural tourism. *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka VNU. Historical sciences*, 7, 144–153. [In Ukrainian].
4. Danyliuk, A. (2006). Ukrainian skansen. History, expositions, development problems. Ternopil: Study book – Bogdan, 104. Retrieved 13.02.2023 from [http://tourlib.net/books\\_ukr/danyljuk.htm](http://tourlib.net/books_ukr/danyljuk.htm) [In Ukrainian].
5. State Statistics Service of Ukraine. (2016). Retrieved 13.02.2023 from <http://ukrstat.gov.ua> [In Ukrainian].
6. Dubrovina, L., Kiridon, A., & Matyash, I. (2017). Archives, libraries, museums are the source of national memory, cultural heritage of Ukraine. *Library bulletin: Scientific and theoretical journal*, 1(237), 3–10. [In Ukrainian].
7. The Law of Ukraine «On Museums and Museum Affairs». (1995). Retrieved 13.02.2023 from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/249/95-%D0%B2%D1%80#Text> [In Ukrainian].
8. Klyuchko, Yu. (2018). Theoretical foundations of educational activities of modern museums. *Bulletin of the Kyiv National University of Culture and Arts. Series: Museology and Monument Studies*, 2. Retrieved 13.02.2023 from: <https://doi.org/10.31866/2617-7943.2.2018.164987> [in Ukrainian].

9. Liubitseva, O. O., & Shparaha, T. I. (2021). Museum Tourism. Kyiv, 150. [In Ukrainian].
10. Mankovska, R. V. (2016). Museums of Ukraine in the socio-historical challenges of the 20th – early 21st centuries. Lviv: Prostir-M, 408. [In Ukrainian].
11. Ministry of Culture and Information Policy of Ukraine. Database of museums, reserves, museumtype institution. Retrieved 13.02.2023 from [http://mincult.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art\\_id=245062916&cat\\_id=244908588](http://mincult.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=245062916&cat_id=244908588) [In Ukrainian].
12. Museum space of Ukraine: portal. Retrieved 13.02.2023 from <http://prostir.museum/5> [In Ukrainian].
13. Assessment of tourist and recreational potential of the region: monograph / ed. V. Gerasymenko, 262. (2016). [In Ukrainian].
14. Plyeshakova, L. (2020). Problems of preserving the National Fund of Ukraine in conditions of political crises and military conflicts. *Bulletin of Kyiv National University of Culture and Arts. Series: Museum Studies and Monument Studies*, 3(2). <https://doi.org/10.31866/2617-7943.3.2.2020.221107> [In Ukrainian].
15. Romanukha, O. (2017). Development of museum business as a factor of activation of international tourism in Ukraine. *Bulletin of Khmelnytsky National University. Economic sciences*, 2, 227–231. Retrieved 13.02.2023 from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu\\_ekon\\_2017\\_2%281%29\\_\\_44](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_ekon_2017_2%281%29__44) [in Ukrainian].
16. Sichka, I. I. (2016). Analysis of the features and development of the Ukrainian tourism market. Retrieved 13.02.2023 from [http://economyandsociety.in.ua/journal/7\\_ukr/27.pdf](http://economyandsociety.in.ua/journal/7_ukr/27.pdf) [In Ukrainian].
17. Strategy for the development of tourism and resorts for the period up to 2026. Retrieved 13.02.2023 from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/168-2017-%D1%80#Text> [In Ukrainian].
18. Skansen of Ukraine as Promising Objects of Museum Tourism and Centres for Preserving Ethnicity in the Context of Globalisation (a review based on the press, the Internet, and unpublished documents of 2011-2013). Retrieved 13.02.2023 from [http://www.nplu.org/storage/files/Infocentr/Tematich\\_ogliadi/2013/muzei\\_prostoneba.pdf](http://www.nplu.org/storage/files/Infocentr/Tematich_ogliadi/2013/muzei_prostoneba.pdf) [In Ukrainian].
19. Tyshchuk, I. V., & Polishchuk, L. M. (2020). Analysis and evaluation of the main trends of the development of tourism of the city of Lutsk. *Economy and state*, 1, 54–60. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редколегії  
13.03.2023 р.

## РОЗДІЛ IV

### Геоекологія та геоінформатика

УДК 911.2:502/504(477.82-72)

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.10>

#### Василь Фесюк

доктор географічних наук, завідувач кафедри фізичної географії географічного факультету  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
fesyuk@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3954-9917>

#### Микола Приходько

доктор географічних наук, професор кафедри геодезії та землеустрою,  
Інститут архітектури, будівництва та енергетики  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
mmpryh@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0508-8702>

#### Роман Гук

магістрант географічного факультету,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки

### ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВОЛОДИМИР-ВОЛИНСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

**Анотація.** Стаття присвячена важливому для місцевого самоврядування питанню дослідження сучасного екологічного стану, екологічних проблем та перспектив екологічно безпечного стійкого розвитку однієї з територіальних громад Волинської області, а саме – Володимир-Волинської громади. За результатами аналізу місцевих природних ресурсів, особливостей їх використання, розвитку господарства, соціальної сфери, ефективності виконання місцевих екологічних програм виділено перелік екологічних проблем, найактуальніших для громади. Запропоновано шляхи їх вирішення: зменшення забруднення поверхневих вод, поліпшення гідрологічного режиму річок, оптимізація структури використання сільськогосподарських угідь, інвентаризація осушувальних систем, збільшення площі природно-заповідного фонду, розробка ефективної програми поводження з відходами.

**Ключові слова:** об'єднана територіальна громада, екологічний стан, екологічні проблеми, шляхи вирішення екологічних проблем, екологічно безпечний стійкий розвиток.

#### Fesyuk Vasyi, Prykhodko Mykola, Huk Roman. ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF VOLODYMYR-VOLYN TERRITORIAL COMMUNITY AND WAYS TO SOLVE THEM

**Abstract.** The purpose of the article is to study the current ecological state of the Volodymyr-Volynska city territorial community, the factors influencing its formation, to identify the environmental problems of the territory, to analyse the prospects for their solution and to improve the ecological state of the community.

The methodological basis for the research is the concept of sustainable development, substantiated by G. Daly, and the methodology of regional sustainable development policy proposed by Z. Gerasymchuk. The methodology of the work involved a combination of three stages: theoretical and generalising, evaluative and analytical, summary and recommendation stages.

The scientific novelty of the article is ensured by the results of a substantiated comprehensive analysis of the current ecological state of the Volodymyr-Volynska city territorial community, the factors of its formation, the identification of environmental problems of the territory and the development of ways to solve them.



Conclusions. The most important environmental problems of the Volodymyr- Volynska territorial community are: pollution of surface waters of the community, poor condition of the banks and channel of the Luha River, non-compliance with the regime of water protection zones, inefficient structure of land use, exceeding the permissible level of ploughing, inefficient use of drained land in the community, insufficient number and area of protected areas and territories, the need to develop an ecological network, a number of unresolved issues of solid waste management.

The following solutions to the identified environmental problems are proposed: reduction of surface water pollution, improvement of the hydrological regime of rivers, clearing of riverbeds, strengthening of banks, compliance with water protection legislation on coastal protection zones, optimisation of the structure of agricultural land use, inventory of drainage systems, increase of protected areas, development of an effective waste management programme.

**Key words:** united territorial community, ecological state, environmental problems, ways of solving environmental problems, sustainable development.

**Актуальність теми дослідження.** Одними з найуспішніших реформ, що відбулись у нашій державі, багато експертів називають децентралізацію та реформу місцевого самоврядування. Внаслідок цих реформ на об'єднані територіальні громади покладено фактично повну відповідальність за розвиток місцевих територій. Серед широкого спектру завдань, що стоять перед місцевими громадами, варто відзначити забезпечення стійкого екологічно безпечного розвитку території. Під час реалізації цього завдання виникає багато питань із приводу повноти знань керівництва громад щодо інструментарію для реалізації цього завдання, розуміння всіх аспектів ситуації, масштабів екологічних проблем, основних шляхів та конкретних заходів для їх вирішення. Обґрунтуванню шляхів вирішення екологічних проблем однієї із важливих територіальних громад (ТГ) Волинської області, а саме Володимир-Волинської міської територіальної громади, присвячене пропоноване дослідження.

**Стан вивчення питання з аналізом основних праць.** Природні ресурси території, їх використання та супутні екологічні проблеми розглядалися у наукових працях вітчизняних дослідників. Так, зокрема, поверхневі води території досліджувалися Я. О. Мольчаком із співавторами в роботах [6; 11]. Геоекологічний стан басейну р. Луга, чинники, що на нього впливають, розглянуто в статтях О. Р. Перхач із співавторами [9; 10], І. М. Нетробчук [8]. Дослідження впливу водогосподарського комплексу м. Володимир на забруднення р. Луги вивчалося В. О. Фесюком і Б. С. Кротачем у роботі [13]. Оцінка екологічного стану річок басейну Західного Бугу, в т. ч. й р. Луги, за індексом макрофітів проведена в роботі А. А. Некос, М. В. Боярин, М. Луговської, О. О. Цьось й І. М. Нетробчук [7]. Забруднення атмосферного повітря м. Володимир оцінено у статті М. М. Мельничука, В. В. Горбач, Л. В. Горбач й О. П. Вовка [5]. Агрохімічний стан ґрунтів Володимир-Волинського району досліджувався у роботі Н. О. Ясенчук, М. І. Зінчука, С. М. Демчука й В. А. Галаса [15], а також у монографії М. Й. Шевчука, П. Й. Зінчука та Л. К. Колошко [14]. Аналіз природно-заповідної мережі території виконаний у монографії З. К. Карпюк, В. О. Фесюка й О. В. Антипюк [3], схема регіональної екомережі розроблена цими ж авторами в монографії [4]. Сучасний екологічний стан та перспективи екологічного безпечного стійкого розвитку територіальної громади частково проаналізовано в колективній монографії за ред. В. О. Фесюка [12]. Проте саме питання комплексної оцінки екологічного стану Володимир-Волинської ТГ та розробки заходів його поліпшення на сьогодні в науковій літературі вивчені недостатньо.

**Мета та завдання дослідження.** Метою роботи є виділення найгостріших екологічних проблем Володимир-Волинської ТГ та обґрунтування заходів для їх вирішення. Для досягнення мети розв'язувалися такі завдання: проаналізовано природні ресурси території та рівень їх використання у господарстві, особливості сучасного соціально-економічного розвитку громади, наслідки антропогенного впливу на природне довкілля території, виокремлено найгостріші екологічні проблеми, запропоновано та обґрунтовано шляхи їх вирішення.

**Методи та матеріали дослідження.** В роботі використано програмні документи Володимир-Волинської міської ТГ, Володимирської міськради, аналітичні матеріали управління екології

та природних ресурсів Волинської ОДА (Екологічний паспорт Волинської області), Регіонального офісу водних ресурсів у Волинській області (результати гідроекологічного моніторингу поверхневих вод басейну р. Західний Буг). Застосовано методи: збору та обробки статистичних, аналітичних та програмних матеріалів, експедиційний метод дослідження Володимир-Волинської ТГ, метод електронної картографії (для роботи з електронними картографічними сервісами), дистанційного зондування Землі (для дослідження використання природних ресурсів у межах громади з використання супутникових знімків різних місій), математичного моделювання та прогнозування (для кількісних оцінок), експертних оцінок і SWOT-аналіз (для виділення екологічних проблем території та обґрунтування шляхів їх вирішення).

**Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Володимир-Волинська міська територіальна громада має сприятливе економіко-географічне положення, що зумовлено її розташуванням на заході Волинської області, поблизу державного кордону з Республікою Польщею. Природні умови території зумовили розвиток господарства, а тому вона освоєна з прадавніх часів. А отже довкілля громади за цей час зазнало суттєвої антропогенної трансформації. Максимальний рівень антропогенного тиску на довкілля спостерігається в наш час. Найбільш інтенсивно використовуються земельні, лісові, водні та рекреаційні ресурси.

Серед усіх природних ресурсів найбільшого антропогенного тиску зазнають саме земельні. Землі сільськогосподарського використання займають 72 % у структурі земельних угідь. На забудовані землі припадає 17 %, 8 % – на лісовкриті землі, 1 % – на землі водного фонду й 2 % – на відкриті (у т. ч. заболочені) землі [2]. У свою чергу, 89 % площі сільськогосподарських угідь розорано, пасовища займають 9 %, сіножаті та багаторічні насадження по 1 %. Іншими словами, розорано 63 % території громади. Цей показник значно перевищує допустимий рівень розораності для півночі лісостепу (33–50 %).

Лісові ресурси використовуються порівняно менше. Це й зрозуміло, для території ТГ характерна низька лісистість. Лісокористування здійснює ДП «Володимир-Волинське ЛМГ», яке щорічно заготовляє 60 тис. м<sup>3</sup> ліквідної деревини [2]. За даними ресурсу Forest Monitoring, втрати лісів Володимир-Волинського району (за старим адміністративно-територіальним устроєм) за період 2000–2021 рр. становили лише 0,38 %.

Водні ресурси використовуються досить інтенсивно для меліоративного господарства, ставкового господарства, водопостачання й водовідведення населення та промисловості. В межах громади функціонують Риловичька, Новосіківська, Зарічанська осушувальні системи [2].

Проведений аналіз розвитку природокористування та спричинених ним загроз, виконання місцевих екологічних програм дав змогу виділити перелік екологічних проблем, які стоять перед Володимир-Волинською ТГ найгостріше (рис. 1).

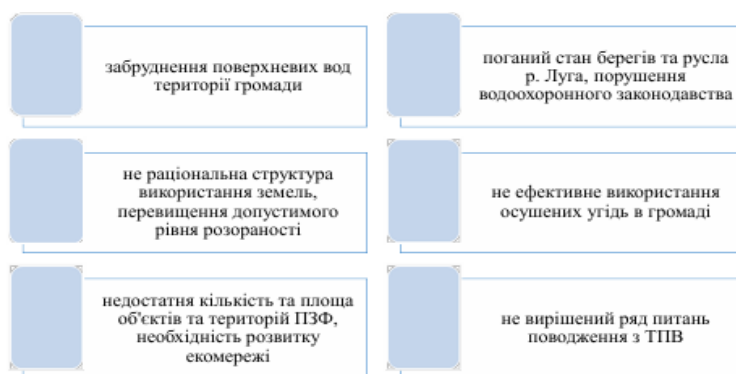


Рис. 1. Екологічні проблеми Володимир-Волинської ТГ

Першою із них є забруднення поверхневих вод території. Особливо це стосується р. Луги. На гідроекологічний стан річки впливає скид стічних вод зосередженими джерелами скиду

та потрапляння до річки стоку з дифузних джерел забруднення. Зокрема, скид недостатньо очищених чи взагалі без очистки виробничих і побутових стічних вод, поверхневого стоку з виробничих майданчиків комунальних очисних спорудах (КОС) м. Володимир, аварійних каналізаційних скидів, забруднених вод, що фільтруються з технологічних ємкостей, трубопроводів, мулових карт міських комунальних очисних спорудах (МКОС). Із зосереджених джерел скиду найбільше припадає на: комунальне підприємство «Володимирводоканал» (1,588 млн м<sup>3</sup>/рік), Локачинське (0,071 млн м<sup>3</sup>/рік), Іваничівське управління житло-комунального господарства (0,017 млн м<sup>3</sup>/рік) [9; 10; 13].

Перевищується ГДК для водойм рибогосподарського призначення у воді річки (рис. 2) за вмістом азоту амонійного, фосфатів, заліза загального, нітритів та БСК<sub>5</sub>. Вміст заліза від 1999 р. перевищує ГДК у 2–7 разів, азоту амонійного – в окремі роки в 3 рази, фосфатів – у 2–4 рази (за виключенням 2007 р. та 2012 р.). Аналогічна тенденція властива й для вмісту нітритів та БСК<sub>5</sub>. Такий розподіл забруднюючих речовин та багаторічна динаміка їх вмісту дають підстави зробити висновок про визначальну залежність екологічної якості води річки від скиду недостатньо очищених комунальних стічних вод. На КП «Володимирводоканал» припадає 93 % сумарного скиду підприємств житлово-комунального господарства в басейні річки [13].

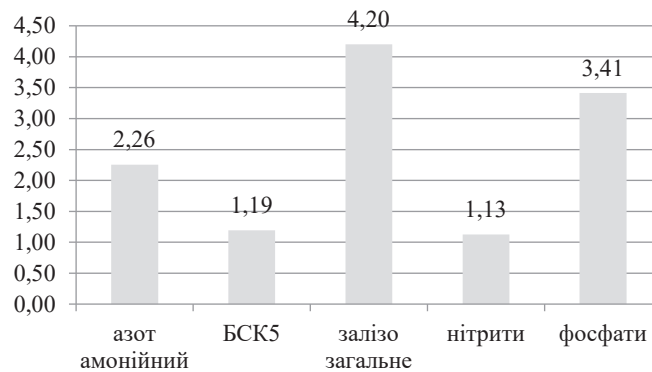


Рис. 2. Кратність перевищень ГДК рибогосподарської у воді р. Луги [13]

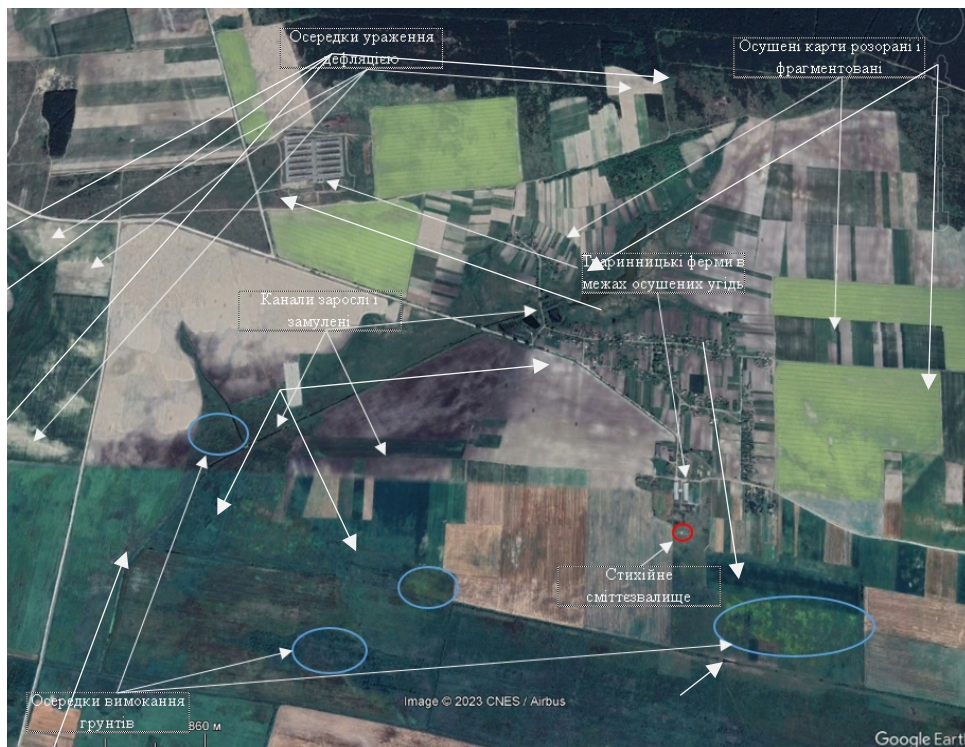
Каналізаційні стоки м. Володимир звісно ж проходять очистку на міських комунальних очисних спорудах (МКОС). Але навіть після цього містять значну кількість забруднюючих речовин. Наприклад, у контрольному створі нижче випуску очисних споруд м. Володимира ГДК перевищена за вмістом БСК<sub>5</sub>, фосфатів у 1,8 раза, хрому (VI) в 4 рази, фенолів у 2,4 раза [13].

Також для річок громади властивий поганий стан благоустрою берегів, руйнування, забудованість берегів із порушенням вимог щодо водоохоронних смуг, евтрофікація та заростання русла. З цього приводу мешканці громади неодноразово зверталися до місцевої влади, проте недостатність коштів у місцевому бюджеті поки що не дали змогу вирішити цю проблему.

Значний вплив на екологічний стан басейну р. Луга чинить осушувальна меліорація. Вище вже йшлося про те, що на досліджуваній території перевищені допустимі нормативи розорювання земель. Осушувальна меліорація цьому теж сприяє, перетворюючи болота на сільськогосподарські угіддя. Тому й надалі збільшується частка екологічно нестабільних ландшафтів і погіршується екологічний стан земель. У межах Володимир-Волинської ТГ функціонують Риловицька, Новосілівська та Зарічанська меліоративні системи. На осушених землях трансформувалася структура гідромережі, проявляються небезпечні екзогенні процеси (ерозія, дефляція, зсуви й опливання відкосів каналів), змінюються властивості ґрунтів (гранулометричний склад, вміст гумусу, кислотність) [9].

Проектанти меліоративних систем рекомендували використовувати осушені масиви переважно як сінокоси та пасовища. Проте на сьогодні в межах Риловицької осушувальної системи

(рис. 3) більшість осушених карт розорані й використовуються в польових сівозмінах, угіддя інтенсивно фрагментовані, на них проявляються негативні екзогенні процеси (дефляція), поширене вимокання угідь і формування мочарів через поганий стан каналів, їх зарослість і замуленість. Також у межах осушених угідь розміщуються об'єкти, стік із території яких може спричинювати забруднення р. Риловиці (стихійні сміттєзвалища та тваринницькі ферми).



**Рис. 3.** Сучасний стан використання угідь ділянки Риловицької осушувальної системи на схід від м. Володимир між селами Когильне та Поничів (знімок із ресурсу Google Earth Pro)

Схожа ситуація й у межах Новосілівської та Зарічанської осушувальних систем. Для вирішення цієї проблеми потрібно провести інвентаризацію меліоративних систем. Її метою має бути встановлення ділянок існуючих систем, які доцільно далі використовувати у сільському господарстві, на яких доцільно провести реконструкцію та модернізацію й також використовувати у сільському господарстві ділянки, використання яких не доцільне у зв'язку із деградацією ґрунтів. Останні варто вилучити з сільськогосподарського обробітку, ренатуралізувати й на перспективу включити до складу екомережі, чи створити на них нові об'єкти природно-заповідного фонду (ПЗФ).

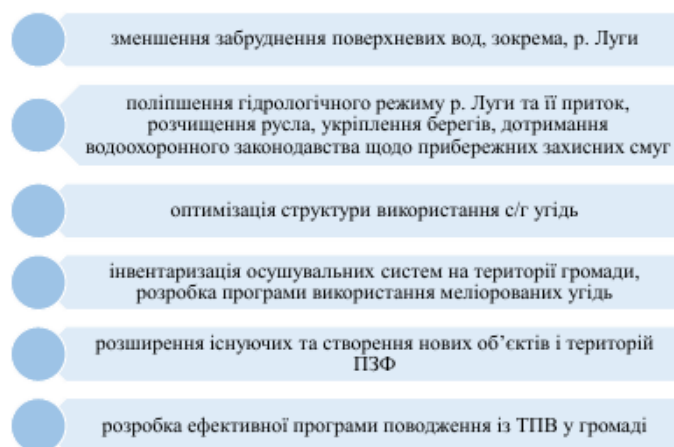
Вище вже йшлося про значне перевищення допустимого рівня розораності земель у межах громади. Крім того, що розорані сільськогосподарські угіддя є дуже фрагментованими, на них відсутні елементи ландшафтно-меліоративного облаштування території (полезахисні та скорегулюючі лісосмуги). Це посилює деградацію ґрунтів, зумовлює зменшення їх родючості, забруднення річок внаслідок змиву мінеральних, органічних добрив й отрутохімікатів із полів.

У межах територіальної громади недостатня кількість й площа об'єктів та територій ПЗФ. Площа всіх об'єктів ПЗФ в межах громади становить 909,54 га, коефіцієнт заповідності – 8,7 %. Для порівняння, коефіцієнт заповідності Луцької ТГ – 27,86 %, Волинської області – 10,92 %, України – 6,77 % [3]. При дуже високому рівні господарської освоєності, властивому території громади, на перший погляд видається, що відсутні реальні можливості для розширення площі існуючих та створення нових об'єктів і територій ПЗФ. Однак, їх необхідно створювати для поліпшення екологічного стану, збільшення частки екологічно стабільних угідь, охорони біо-

різноманіття, збереження довкілля для майбутніх поколінь, протидії зміні клімату та можливістю на перспективу отримувати екосистемні послуги.

Також важлива для Володимир-Волинської ТГ проблема поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ). Внаслідок реалізації Комплексної програми охорони навколишнього природного середовища, зелених насаджень, їх збереження та поновлення у місті Володимирі-Волинському на 2018–2020 рр., затвердженої рішенням міської ради № 22/11 від 21.12.2017 р., завершено будівництво нової черги полігону ТПВ потужністю 20 487 м<sup>3</sup>/рік. Це сприяло забезпеченню санітарної очистки міста й ліквідацію несанкціонованих звалищ. Але проблема поводження з ТПВ ще не вирішена. Потрібно й надалі працювати в цьому напрямі: рекультивувати вже заповнені ділянки існуючого полігону, побудувати сміттєпереробний завод, організувати роздільний збір сміття, охопити ним не лише населення м. Володимир, а й сіл ТГ, залучати передовий європейський досвід вирішення проблеми ТПВ.

Для вирішення екологічних проблем необхідно реалізувати комплекс заходів поліпшення екологічного стану Володимир-Волинської ТГ (рис. 4). Для зменшення забруднення поверхневих вод території необхідно обмежити надходження забруднюючих речовин зі зосереджених джерел скиду стічних вод та дифузних джерел надходження поверхневого стоку у водні об'єкти. Насамперед, це стосується МКОС м. Володимир. Очисні споруди морально застарілі, фізично зношені, а тому ефективність їх роботи на сьогодні недостатня. Необхідна їх реконструкція та модернізація [10; 13]. Проте такий проект є дуже дорогим і бюджет ТГ не зможе профінансувати його самостійно. Виходом є залучення зовнішнього фінансування на грантових засадах. Серед заходів, які можна реалізувати вже зараз, удосконалення технологічної схеми очистки стічних вод на МКОС м. Володимира шляхом доочистки стічних вод після контактного резервуару перед скидом у р. Лугу й використання корисних властивостей осадів стічних вод, що утворюються на МКОС, для виробництва біогазу й отримання з нього теплової енергії.



**Рис. 4.** *Заходи поліпшення екологічного стану Володимир-Волинської ТГ*

Для доочистки доцільно використати біоставки. Біологічні ставки – це штучні водойми для біологічної очистки стічних вод, де відбуваються процеси природного самоочищення. Вони дуже прості в експлуатації та дешеві в обслуговуванні, а їх ефективність роботи досить висока: при навантаженні за БСК<sub>5</sub> 203,6 кг/га за добу ефективність очистки становить 68,3 %.

Внаслідок роботи споруд біологічної очистки утворюються осадки стічних вод (ОСВ), які відносяться до відходів III класу небезпеки. З них можна виробляти біогаз. При цьому відбувається знезараження осадків. Процес виробництва біогазу відбувається в метантенках – спорудах для зброджування ОСВ. Утворений у метантенках біогаз складається на 60–67 % із метану, 30–33 % – CO<sub>2</sub>, 1–2 % – водню, вміст інших газів незначний. Біогаз можна спалювати в котлах

з отриманням теплової або електричної енергії [13]. Удосконалення технологічного процесу МКОС дасть змогу не тільки збільшити ефективність їх роботи, а й зменшити забруднення р. Луги та забезпечити очисні споруди альтернативним енергетичним ресурсом.

Для мінімізації надходження забруднюючих речовин до річок із поверхневим стоком із дифузних джерел потрібно проводити заходи екологічної оптимізації водозбору, що включають поліпшення гідрологічного режиму річок, розчищення русел, укріплення берегів, дотримання вимог водоохоронного законодавства щодо прибережних захисних смуг, передбачених Порядком визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режиму ведення господарської діяльності в них, затвердженим Постановою КМУ № 486 від 18.05.1996 р. та ст. 87 Водного кодексу України [1]. Зокрема, винесення ріллі за межі прибережних смуг й утворення на цих ділянках смуги чагарникових насаджень шириною 10 м, винесення ферм, літніх таборів худоби та інших об'єктів, створення алейних посадок дерев уздовж берегів. У межах прибережних смуг забороняється [1]: розорювання земель, застосування отрутохімікатів, випас худоби й організація літніх таборів для худоби; функціонування баз відпочинку та стоянок автотранспорту, розміщення сміттєзвалищ.

Для поліпшення гідроекологічного стану поверхневих вод громади дуже важлива організація гідроекологічного моніторингу. На найменших річках спостереження варто проводити хоча б в основні гідрологічні сезони (весняна повінь, літня межень, осінні паводки, зимова межень), а на р. Лузі, оскільки здійснюється скид нормативно очищених стічних вод із МКОС м. Володимир, щомісячно, а в разі виявлення перевищень вмісту забруднюючих речовин – щодавно. Для найменших річок доцільно проводити моніторинг у двох створах (середня та нижня течія), для Луги – в межах м. Володимира в двох створах (вище та нижче скиду очищених стічних вод із МКОС), в середній течії та в гирлі, як це передбачає Порядок здійснення державного моніторингу вод, затверджений постановою КМУ № 758 від 19.09.2018 р.

Питання оптимізації структури використання сільськогосподарських угідь є дуже складним для вирішення. З однієї сторони, розораність угідь перевищує допустимі норми, її потрібно зменшувати. З іншої – всі землі розпайовані, перебувають у приватній власності чи оренді, ґрунти відносно родючі, агрокліматичні умови території сприятливі для сільськогосподарського освоєння. Саме земельні ресурси є основою для створення значної частини доданої вартості у громаді, важливим джерелом наповнення бюджету ТГ. Але зменшення розораності, по суті, є безальтернативним заходом, оскільки за певний час виникне ситуація, коли ґрунти будуть настільки виснажені, що не зможуть забезпечувати врожаї сільськогосподарських культур і надавати екосистемні послуги. Таке зменшення може реалізовуватися такими шляхами:

- виведення з сільськогосподарського обробітку малопродуктивних та деградованих вже на сьогодні земель;
- зміна спеціалізації сільського господарства з рослинництва на тваринництво, яке дає суттєво більшу додану вартість, і водночас не вимагає такої значної кількості угідь, що обробляються;
- перехід на багатопільну систему обробітку ґрунту, коли кожне окреме поле обробляється не кожен рік, а наприклад рік через два (якщо система трипільна).

Внаслідок поєднання цих трьох груп заходів можна досягти зменшення рівня розораності. Паралельно слід здійснювати ландшафтно-меліоративне облаштування території, створювати полезахисні та стокорегулюючі лісосмуги, збільшувати площу екологічно стабільних елементів ландшафту (лісів, лук, боліт).

Також дуже важливою для громади є інвентаризація осушувальних систем і розробка програми використання меліорованих угідь. Ділянки, які будуть визнані такими, що підлягають ренатуралізації за результатами інвентаризації, потрібно повернути до природнього стану, провести залуження чи заліснення, чи просто не заважати природній сукцесії. Це питання також є доволі проблемним для громади, оскільки землі в межах осушувальних систем перебувають у власності чи оренді. Тому керівництву ТГ необхідно організувати громадські слухання,

широку дискусію з цього питання, тісну комунікацію з власниками земельних ділянок, врахувати їх бачення проблеми, але наполегливо переконувати землевласників у перевагах ренатуралізації невикористовуваних угідь, сталого землекористування, важливості в майбутньому отримання екосистемних послуг. А в результаті виробити спільну позицію, яка б враховувала економічні та екологічні інтереси.

Створення нових та розширення мережі існуючих об'єктів і територій ПЗФ потрібно проводити за такими напрямами:

- вилучення з сільськогосподарського обробітку ділянок малопродуктивних та деградованих земель (крутосхилів, еродованих, дефльованих земель) із подальшим включенням їх до локальної екомережі як територій природного відновлення або для створення нових об'єктів ПЗФ;
- створення нових та розширення мережі існуючих об'єктів і територій ПЗФ за рахунок ренатуралізованих ділянок осушувальних систем;
- створення регіональних ландшафтних парків із найменш жорстким природоохоронним режимом для охорони та раціонального використання в рекреації й туризмі визначних історичних місць, пам'ятників археології, історії та культури.

Для поліпшення поводження з ТПВ у громаді необхідно розробити відповідну програму та імплементувати її, прагнучи скоротити до мінімуму об'єм утворення відходів, максимально відібравши з них усі корисні компоненти. Для цього слід організувати роздільний збір і вторинну переробку відходів. Тоді на полігоні ТПВ потраплятиме мінімум відходів, які не вдалося переробити, переважно біорозкладних. Їх розклад на полігоні спричинить менші збитки довкіллю. Також доцільно організувати збір біогазу на полігоні для підвищення економічної ефективності переробки ТПВ. Усі мешканці громади повинні бути охоплені централізованим збором ТПВ. Громаді слід організувати екологічний моніторинг на полігоні захоронення, вчасно проводити рекультивацию заповнених площ.

**Висновки.** Отже, серед екологічних проблем Володимир-Волинської ТГ найважливішими є забруднення поверхневих вод, поганий стан берегів та русла річок, недотримання режиму водоохоронних зон, нераціональна структура використання земель, перевищення допустимого рівня розораності, неефективне використання осушених угідь, низький коефіцієнт заповідності, необхідність розвитку екомережі, відсутність ефективної стратегії та політики поводження з ТПВ. Для їх вирішення запропонований комплекс заходів, який включає зменшення забруднення поверхневих вод, поліпшення гідрологічного режиму річок, розчищення русла, укріплення берегів, дотримання водоохоронного законодавства щодо прибережних захисних смуг, оптимізацію структури використання сільськогосподарських угідь, інвентаризацію осушувальних систем, розширення існуючих та створення нових об'єктів і територій ПЗФ, розробку ефективної програми поводження з ТПВ у громаді.

**Новизна дослідження** полягає в детальному та обґрунтованому аналізі сучасних особливостей природокористування та спричинених ним екологічних проблем у Володимир-Волинській ТГ, розробці комплексу заходів для поліпшення екологічного стану та стійкого екологічно безпечного розвитку територіальної громади в майбутньому.

#### **Список використаних джерел:**

1. Водний кодекс України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 1995. № 24. Ст. 189.
2. Екологічний паспорт Володимир-Волинського району. URL: <https://voladm.gov.ua/article/ekologichniy-pasport-volodimir-volinskogo-rayonu/>
3. Карпюк З. К., Фесюк В. О., Антипюк О. В. Природно-заповідний фонд Волинської області : альбом-каталог. К. : ОК-Поліграф, 2018. 136 с.
4. Карпюк З. К., Фесюк В. О. Природоохоронні мережі Волинської області : монографія. Луцьк : Терен, 2021. 212 с.
5. Мельничук М. М., Горбач В. В., Горбач Л. В., Вовк О. П. Забруднення атмосферного повітря найбільших міст Волинської області : передумови, наслідки та шляхи вирішення проблеми. *Вісник Харків-*

- ського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія». 2022. № 56. С. 214–224.
6. Мольчак Я. О., Мігас Р. В. Річки Волині. Луцьк : Надстир'я, 1999. 176 с.
  7. Некос А. А., Боярин М. В., Луговська М., Цьось О. О., Нетробчук І. М. Оцінка екологічного стану річок басейну Західного Бугу за індексом макрофітів (MIR). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2021. № 54. С. 316–328.
  8. Нетробчук І. М. Геоекологічний стан басейну річки Луга. *Науковий вісник ВНУ ім. Лесі Українки*. 2011. № 9. С. 176–182.
  9. Перхач О. Р., Кіпчак Ф. В., Сиротюк М. І. Екологічна ситуація басейну р. Луга Волинської області. *Наукові записки ТНПУ*. 2016. № 1. С. 222–229.
  10. Перхач О. Р., Рипич Д. С. Еколого-географічні аспекти водокористування та охорони вод басейну р. Луга Волинської області. *Вісник ЛНУ. Серія географічна*. 2014. Вип. 45. С. 210–216.
  11. Поверхневі води Волині : колективна монографія / за ред. Я. О. Мольчака. Луцьк : Терен, 2019. 344 с.
  12. Сучасний екологічний стан та перспективи екологічно безпечного стійкого розвитку Волинської області : колективна монографія / за ред. В. О. Фесюка. К. : ТОВ «Підприємство «Ві Ен Ей», 2016. 316 с.
  13. Фесюк В. О., Кротач Б. С. Вплив водогосподарського комплексу м. Володимир-Волинський на екологічний стан р. Луга. *Вісник КНПУ імені Івана Огієнка. Серія : Екологія*. 2018. Вип. 3. С. 213–226.
  14. Шевчук М. Й., Зінчук М. Й., Колошко Л. К. Ґрунти Волинської області. Луцьк : РВВ «Вежа» ВНУ ім. Лесі Українки, 1999. 162 с.
  15. Ясенчук Н. О., Зінчук М. І., Демчук С. М., Галас В. А. Динаміка агрохімічного стану ґрунтів північно-західного Лісостепу та особливості його коригування (на прикладі Володимир-Волинського району Волинської області). *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія : Екологія*. 2017. Вип. 16. С. 61–66.

#### References:

1. The Water Code of Ukraine. (1995). *Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (VRU)*, 24, St. 189 [In Ukrainian].
2. Environmental passport of Volodymyr-Volynsky district. <https://voladm.gov.ua/article/ekologichniy-pasport-volodymir-volynskogo-rayonu> [In Ukrainian].
3. Karpyuk, Z. K., Fesyuk, V. O., & Antypuk, O. V. (2018). Nature reserve fund of Volyn region: album-catalogue. K.: OK-Polihrad, 136. [In Ukrainian].
4. Karpyuk, Z. K., & Fesyuk, V. O. (2021). Nature protection networks of Volyn region: monograph. Lutsk: Teren, 212. [In Ukrainian].
5. Melniychuk, M. M., Horbach, V. V., Horbach, L. V., & Vovk, O. P. (2022) Air Pollution in the largest cities of the Volyn region: preconditions, consequences and solutions. *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, 56, 214-224. [In Ukrainian].
6. Molchak, Ya. O., & Mihas, R. V. (1999). Rivers of Volyn. Lutsk: Nadstyrya, 176. [In Ukrainian].
7. Nekos, A. A., Boyaryn, M. V., Luhovska, M., Tsos, O. O., & Netrobchuk, I. M. (2021). Assessment of the ecological state of the rivers of the Western Bug basin by the macrophyte index (MIR). *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, 54, 316–328. [In Ukrainian].
8. Netrobchuk, I. M. (2011). Geocological state of the Luga River basin. *Scientific Bulletin VNU of Lesya Ukrainka*, 9, 176–182. [In Ukrainian].
9. Perkhach, O. R., Kiptach, F. V., & Syrotyuk, M. I. (2016). Ecological situation of the Luha river basin in the Volyn region. *Scientific Notes of TNPU*, 1, 222–229. [In Ukrainian].
10. Perkhach, O. R., & Rypuch, D. S. (2014). Ecological and geographical aspects of water use and water protection in the Luha river basin of Volyn region. *Bulletin of LNU. Geographical series*, 45, 210–216. [In Ukrainian].
11. Surface waters of Volyn: a collective monograph]. (2019). Ed. Ya. O. Molchak. Lutsk: Teren, 344. [In Ukrainian].
12. The current ecological state and prospects for environmentally safe sustainable development of the Volyn region: a collective monograph. (2016). Ed. V. O. Fesyuk. K.: TOV «Pidpryyemstvo «Vi En Ey», 316. [In Ukrainian].
13. Fesyuk, V. O., & Krotach, B. S. (2018). The impact of the Volodymyr-Volynskiy water management complex on the ecological state of the Luha River. *Bulletin of Ivan Ohienko KNPU. Series: Ecology*, 3, 213–226. [In Ukrainian].
14. Shevchuk, M. Y., Zinchuk, M. Y., & Koloshko, L. K. (1999). Soils of the Volyn region. Luck: RVV „Vezha”, 162. [In Ukrainian].
15. Yasenchuk, N. O., Zinchuk, M. I., Demchuk, S. M.IU, & Halas, V. A. (2017). Dynamics of the agrochemical state of soils of the northwestern forest-steppe and peculiarities of its correction (on the example of Volodymyr-Volyn district of Volyn region). *Bulletin of V. N. Karazin KhNU. Series: Ecology*, 16, 61–66. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редколегії  
14.03.2023 р.



УДК 621.5:061.1

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.11>

**Віталій Зацерковний**

доктор технічних наук, професор,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
[vitalii.zatserkovnyi@gmail.com](mailto:vitalii.zatserkovnyi@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5187-6125>

**Василь Гудак**

магістрант, ННІ «Інститут геології»,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
[VassiaGudak@gmail.com](mailto:VassiaGudak@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7333-0409>

**Павло Савков**

кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри геоінформаційних систем і технологій,  
Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
[savkovpa@gmail.com](mailto:savkovpa@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0197-0610>

**АНАЛІЗ ХМАРНИХ СЕЙСМОТЕКТОНІЧНИХ ІНДИКАТОРІВ ДЛЯ  
ПРОГНОЗУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ ПОШТОВХІВ  
НА ОСНОВІ ДЕШИФРУВАННЯ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ**

**Анотація.** Одним із головних факторів розвитку та поширення землетрусів є зміна сесмічної активності земної кори. Моніторинг за режимом сейсмічної активності, аналіз та інтерпретація отриманих даних за допомогою ГІС та інтегрованого з ГІС програмного забезпечення опосередковано дає змогу прогнозувати виникнення землетрусів. Аналіз даних супутникових знімків хмарних провісників може бути корисним для виявлення можливих землетрусів. Для цього необхідно зібрати дані з космічних спостережень із різних районів земної кулі та проаналізувати зміни в хмарах, що можуть вказувати на можливу сейсмічну активність. Це може допомогти у зниженні ризику в разі можливого землетрусу та підготовці населення до можливих наслідків.

**Ключові слова:** хмарні сейсмотектонічні інікатори, сейсмічна активність, землетруси, геоінформаційні системи, дистанційне зондування Землі.

**Zatserkovnyi Vitaly, Hudak Vasyl, Savkov Pavlo. ANALYSIS OF CLOUD SEISMOTECTONIC INDICATORS FOR THE FORECASTING OF UNDERGROUND POST OFFICES BASED ON DECIPHERING SATELLITE IMAGES**

**Abstract.** One of the main factors in the development and spread of earthquakes is a change in the seismic activity of the Earth's crust. Monitoring of the mode of seismic activity, analysis, and interpretation of the received data with the help of GIS and software integrated with GIS indirectly makes it possible to predict the occurrence of earthquakes. Data analysis of satellite images of cloud predictors can be useful for detecting possible earthquakes. For this, it is necessary to collect data from space observations from different regions of the globe and analyze changes in clouds that may indicate possible seismic activity. This can help reduce the risk of a possible earthquake and prepare the population for possible consequences.

**Key words:** cloud seismotectonic initiators, seismic activity, earthquakes, geoinformation systems, remote sensing of the Earth.

**Актуальність.** Прогнозування землетрусів є дуже важливим і актуальним завданням, оскільки землетруси можуть спричинити значні руйнування та загрозу для людського життя.

Хоча наука про землетруси значно просунулася, точне прогнозування місця, часу та сили землетрусу з точністю до 100 % зараз неможливе. Однак, на основі вивчення сейсмічної активності в певній області можна зробити приблизний прогноз можливості землетрусу та його потенційної сили. Також знання можливості землетрусу може допомогти вжити заходи для підготовки та зменшення ризику у разі, якщо землетрус відбудеться. Наприклад, побудувати

будівлі, які можуть витримати землетрус, мати план евакуації та навчати людей, як діяти у разі землетрусу. Хоча точний прогноз землетрусу неможливий, вивчення та аналіз сейсмічної активності за допомогою геоінформаційних систем (ГІС) та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дуже важливе для зменшення ризику в разі можливого землетрусу та підготовки людей до можливих негативних наслідків. Результати виконаних досліджень і практичних робіт показали, що використання ГІС та інтегрованого з ГІС програмного забезпечення може з успіхом доповнити традиційні методи обробки даних моніторингу сейсмічної активності з прогнозуванням землетрусів та ефективним запобіганням їх впливу.

**Мета дослідження** – аналіз супутникових знімків на наявність хмарних сеймотектонічних індикаторів, інтерпретація даних сейсмічної активності та даних дистанційного зондування Землі для прогнозування землетрусів.

**Методи дослідження** – теоретичним підґрунтям є системний підхід та основні положення сучасних методик моніторингу, теорія геоінформаційних систем і автоматизованої обробки даних. Аналіз хмарних сеймотектонічних індикаторів базується на використанні спеціальних алгоритмів та методів машинного навчання для виявлення та аналізу цих індикаторів.

**Використані матеріали** – дані супутникових знімків із офіційного сайту NASA Worldview (2016–2021 рр.), публікації вітчизняних та зарубіжних учених.

**Виклад основного матеріалу.** Хмарні сеймотектонічні індикатори є одним із методів дослідження, який використовує хмари для виявлення можливих сейсмічних ризиків у певній області. Цей метод базується на спостереженнях над змінами атмосферного тиску, які можуть бути пов'язані зі змінами напруги на земній корі [4]. Ідея полягає в тому, що під час сейсмічної активності відбуваються зміни в рельєфі, що призводить до зміни атмосферного тиску. Ці зміни можуть бути виміряні з використанням спеціального обладнання, але також можуть бути помічені як зміни у формі хмар, які чітко простежуються на зображеннях із супутників та радарів. Вивчають форму, висоту, температуру та інші характеристики хмар, щоб виявити зміни, які можуть свідчити про можливий сейсмічний ризик [3].

Цей метод не є повністю точним і не може передбачити сейсмічні події з точністю до дня або години, але він може допомогти виявити групи територій із підвищеним ризиком сейсмічної активності, які потребують більш детального дослідження. Тому далі більш детально розглянуто хмарні сеймотектонічні індикатори.

Для початку, зазвичай, необхідно визначити розміри та форму хмарного індикатора на зображенні. Це може бути зроблено за допомогою алгоритмів сегментації зображень, які дають змогу виділити область інтересу (хмарний індикатор) на фоні решти зображення.

Після цього можна перейти до аналізу форми хмарного індикатора. Існують різноманітні методи аналізу форми, наприклад, можна визначити параметри, такі як площа, периметр, довжина контуру, кутові коефіцієнти та ін. [3; 4]. Також можна застосувати методи аналізу форми на основі геометричних фігур, таких як еліпси, прямокутники, круги тощо. Наприклад, можна використовувати методи опису форми, такі як коефіцієнт опису (*aspect ratio*), коефіцієнт ексцентриситету (*eccentricity*) та ін. [2].

Зазвичай для аналізу форми хмарних індикаторів використовуються автоматизовані алгоритми машинного навчання, які можуть бути навчені на великій кількості даних про хмарні індикатори та їх форму. За допомогою цих алгоритмів можна автоматично класифікувати хмарні індикатори за їх формою, що дає підстави робити більш точні прогнози ризику виникнення землетрусів [1].

В алгоритмі підрахунку оцінки ймовірного землетрусу супутникові знімки потрібної хмарності вкрай важливі, особливо тоді, коли потрібно локалізувати зону сейсмологічної безпеки для найбільш правильного прогнозу. Цей етап дуже важливий, адже за відсутності даних на знімку хмарного сеймотектонічного індикатора, формування прогнозу відразу ж завершується [5]. Тому знімки потрібно аналізувати в режимі реального часу, насамперед слід провести

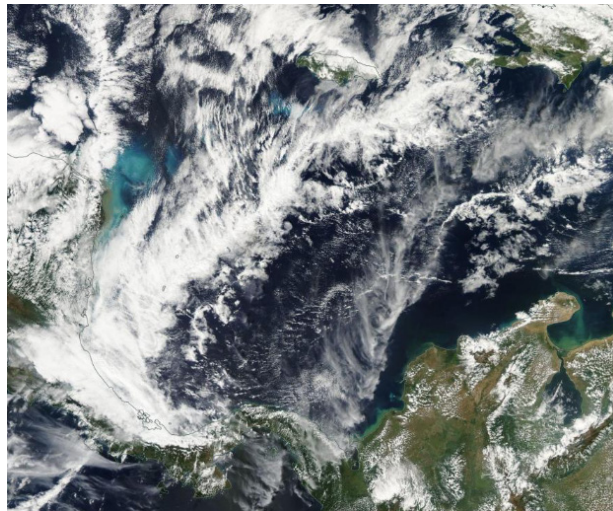
дослідження щодо зміни форми хмар. Далі необхідно дослідити динаміку хмарних структур, після чого порівняти виявлені індикатори з границями літосферних плит або великих розломів, що у подальшому дасть змогу локалізувати цю область і виділити її як потенційно небезпечну.

На основі аналізу виділених на знімках хмарних сеймотектонічних індикаторів можна вираховувати аплітуду можливого землетрусу. Існує логарифмічна залежність між максимальною протяжністю хмарних індикаторів та магнітудою, яка виражається формулою [3]:

$$M = \ln D, \quad (1)$$

де  $M$  – розрахована магнітуда можливого підземного поштовху;  $D$  – максимальна протяжність хмарного сеймотектонічного індикатора в кілометрах.

За наведеною формулою розраховано магнітуду підземних поштовхів, зафіксованих у південно-західній частині Карибського моря. За даними знімка супутника Aqua (EOSDIS. Worldview) в день фіксації підземних поштовхів (14.08.2021 р.) спостерігається формування хмарних індикаторів (рис. 1).

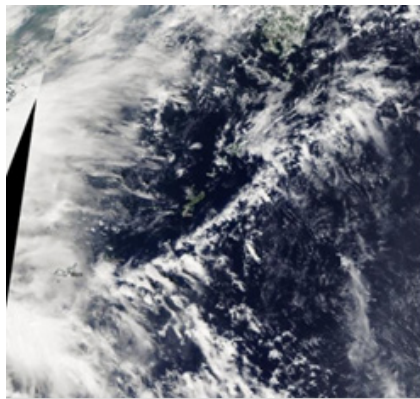


**Рис. 1.** Знімок із хмарним індикатором у басейні Карибського моря в день фіксування підземних поштовхів 14.08.2021 р. [6]

Перед розрахунком магнітуди слід визначити розміри лінійних хмарних аномалій. Протяжності лінійних аномалій можна вирахувати у багатьох програмних застосунках (наприклад, Google Earth Pro, ArcGIS, QGIS, Google Earth Engine та ін.), використовуючи інструменти геометрії. У цьому випадку використано платформу Google Earth Engine. Для вимірювання довжини хмар на супутникових знімках в Google Earth Engine можна використовувати різні інструменти геометрії, зокрема лінійки та полігони.

Провівши аналіз знімка (рис. 1) визначено, що протяжність хмарного утворення складає близько 1100 км. Підставивши значення протяжності в формулу (1) отримано результат розрахованої магнітуди 7,0 балів. Магнітуда зафіксованих підземних поштовхів становила 7,1 балів. Порівняння вказує на те, що обчисленням магнітуди за вищевказаною формулою достовірне й її можна використовувати для прогнозу магнітуди різного роду підземних поштовхів.

Аналогічні розрахунки проведено й для іншого різновиду хмарного індикатора – провального типу (рис. 2), який зафіксовано 18.04.2016 року на знімку зі супутника Terra на південь від острова Кюсю (Японія). Протяжність цього хмарного індикатора складає 380 км. Значення розрахованої магнітуди за формулою (1) дорівнює 5,8 бали, яке також корелюється із даними, отриманими сейсмографами.



**Рис. 2.** Хмарний сейсмотектонічний індикатор провального типу біля о. Кюсю (Японія) 18.04.2016 р. [6]

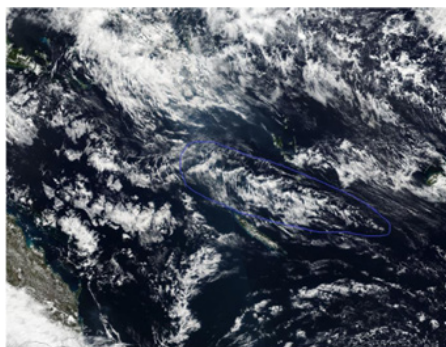
Як зазначено вище, аналіз хмарних індикаторів за їх формою може виконуватися за допомогою методів обробки зображень та машинного навчання.

Для машинного навчання необхідно мати набір зображень, які можна використовувати для тренування моделі. Ці зображення повинні містити різні приклади хмарних індикаторів, із яких модель може вивчити ознаки та встановити зв'язки між ними. Створення архіву зображень може включати різні етапи, такі як збір зображень із різних джерел (наприклад, супутникових знімків або знімків зі Землі), обробку та підготовку зображень для подальшого використання (наприклад, зменшення розміру зображень, нормалізація кольору тощо) та збереження зображень у відповідному форматі (наприклад, JPEG або PNG).

Також для забезпечення якості та різноманітності тренувального набору, можна використовувати різні методи аргументації даних, такі як випадкові обрізки, обертання, зміщення тощо [2]. Ці методи дають змогу штучно збільшити кількість зображень у наборі та забезпечити різноманітність даних для тренування моделі. Тобто, створення архіву зображень є важливим етапом для машинного навчання моделей, які працюють із хмарними індикаторами.

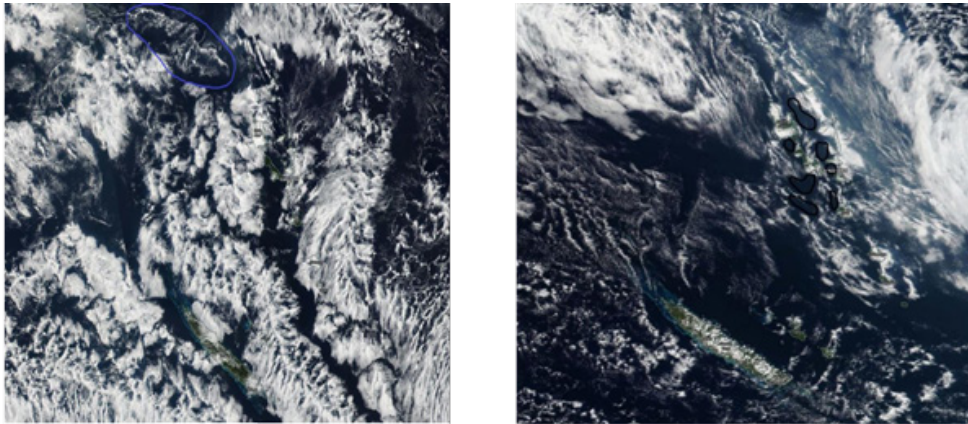
У дослідженні використано знімки супутника SuomiNPP, які завантажено із офіційного сайту NASA Worldview ([worldview.earthdata.nasa.gov](http://worldview.earthdata.nasa.gov)). Так, створено архів супутникових зображень хмарних сейсмотектонічних індикаторів у період із 2016 до 2021 років для трьох зон, приурочених до тектонічних розломів у Тихому океані: акваторія Японських островів, західне узбережжя Перу та акваторія островів на північний схід від Австралії (Соломонові о-ви, Вануату та Нова Каледонія).

Провівши аналіз знімка акваторії між островами Нова Каледонія та Вануату за день до зафіксованого землетрусу (12.08.2018 р.), простежується формування лінійних зрізів хмарності вздовж тектонічного розлому на південний захід від островів. Крім того, спостерігається формування ділянок, на яких відсутні хмари у вигляді провалів. Вивчаючи хмарні індикатори на знімку (рис. 3), проведено розрахунок магнітуди підземних поштовхів.



**Рис. 3.** Супутниковий знімок досліджуваної акваторії о-вів Вануату 11.08.2019 року із виділеною хмарною лінійною аномалією [6]

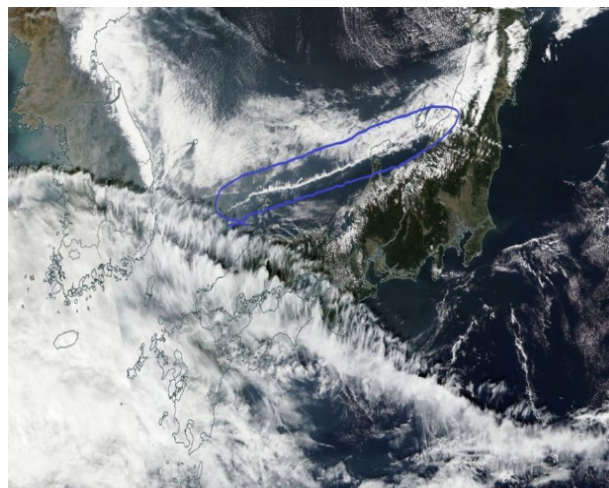
Відтак, довжина лінійних границь хмарних аномалій становить 1300 км, що рівно магнітуді 7,1 балів. Фактична магнітуда, зафіксована сейсмографами становить 7 балів, що в черговий раз вказує на те, що магнітуду описаного землетрусу можна спрогнозувати за цим типом хмарних індикаторів.



**Рис. 4.** Супутниковий знімок акваторії о-вів Вануату:  
*a – перед землетрусом 13.06.2019; б – перед землетрусом 21.06.2020 [6]*

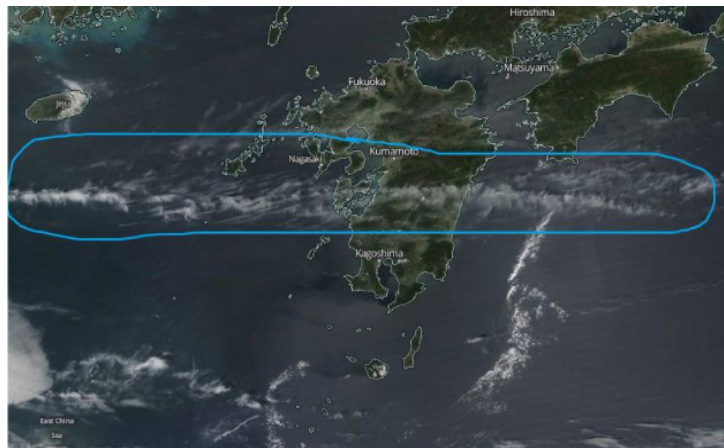
Подібна ситуація спостерігалася перед землетрусом у цьому ж регіоні 14.06.2020 р. На супутниковому знімку від 13.06.2019 р. (рис. 4) також видно активізацію сейсмічної активності у досліджуваному районі. Це підтверджують безхмарні ділянки, які з'явилися вздовж всієї довжини розлому на південь від островів. Водночас на півночі островів фіксується гребінчастий тип хмарних сейсотектонічних індикаторів (виділено на рис. 4a). Зафіксована магнітуда дорівнює 6,3 балів. Довжина гребінчатого хмарного індикатора становить близько 550 км. Розрахована магнітуда за даними значеннями також рівна 6,3 балів.

На знімку (рис. 5) від 20.10.2021 року видно лінійну хмарну аномалію, яка бере початок біля о. Хонсю. У західній частині острова фіксувався епіцентр землетрусу магнітудою 6,6 балів. Розрахована за довжиною лінійної хмарної аномалії магнітуда складає 6,5 балів.



**Рис. 5.** Супутниковий знімок із виділеною лінійною хмарною аномалією  
*перед підземними поштовхами 20.10.2021 року [6]*

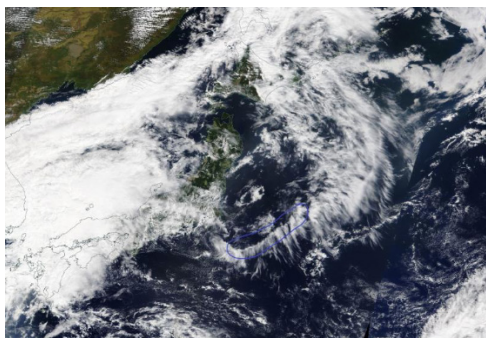
Приклад поєднання лінійного сейсотектонічного індикатора та хмарних провалів перед підземними поштовхами чітко видно на супутниковому знімку від 14.04.2017 р., коли сейсмографами зафіксовано магнітуду 7,3 балів на о. Кюсю (рис. 6).



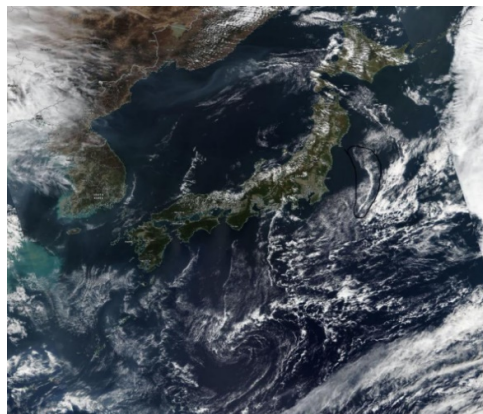
**Рис. 6.** Лінійний сеймотектонічний індикатор та хмарні провали перед підземними поштовхами 14.04.2017 р.

На супутниковому знімку від 27.09.2017 р., коли відбувся землетрус магнітудою 6,0 балів, спостерігається велика кількість хмарних провалів поблизу епіцентру на півночі о. Хонсю (рис. 7). Виміряна довжина лінійної аномалії складає 400 км, розрахована магнітуда становить 5,9 балів, яка є близькою до фактичної, що свідчить про зв'язок хмарної аномалії з підземним поштовхом.

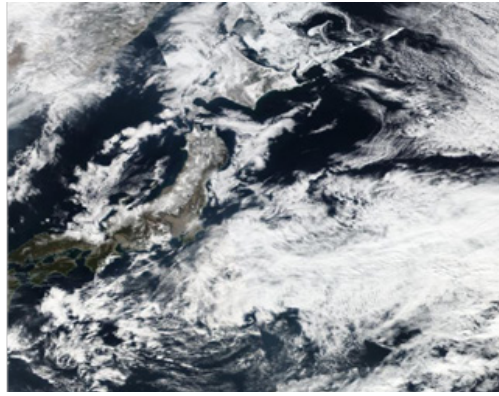
Подібний зв'язок спостерігається на знімку від 25.10.2018 р., зробленому у день землетрусу магнітудою 5,7 балів (рис. 8) на східному узбережжі Японії. Тут виділяється яскраво виражений гребінчастий хмарний сеймотектонічний індикатор, який знаходиться на відстані 33 км від епіцентру землетрусу. Провівши розрахунок, отримано значення магнітуди 5,8 балів, що також корелюється із реальними значеннями.



**Рис. 7.** Виділені хмарні провали над епіцентром землетрусу 27.09.2017 р. [6]



**Рис. 8.** Супутниковий знімок Японії 25.10.2018 р. із виділеним гребінчастим хмарним індикатором [6]



**Рис. 9.** Супутниковий знімок Японії 17.02.2020 року із відсутніми лінійними аномаліями та наявними хмарними провалами над епіцентром землетрусу [6]

Цікавою є ситуація, що спостерігалась у день землетрусу магнітудою 5,6 балів 17.02.2020 р. На знімку (рис. 9) вздовж тектонічних розломів лінійні хмарні аномалії не фіксуються, однак у безпосередній близькості до епіцентру землетрусу у північно-східній частині о. Хонсю спостерігаються хмарні провали. У даному випадку, через відсутність чітких лінійних аномалій розрахувати магнітуду вищенаведеним методом не можливо.

Як результат зібраного для подальшого машинного навчання архіву супутникових зображень, наведено вибірку статистичної характеристики найбільш поширених підземних поштовхів у вищенаведених зонах дослідження (табл. 1). Однак, слід зазначити, що хмарні сейсмотектонічні індикатори не є єдиним методом передбачення землетрусів та повинні використовуватися разом з іншими методами, такими як сейсмічна активність та інші геофізичні параметри.

Таблиця 1

**Вибірка результатів розрахованих магнітуд за даними хмарних сейсмотектонічних індикаторів**

Дата	Область дослідження	Реальна магнітуда	Рохрахована магнітуда	Довжина лінійних хмарних індикаторів, км	Похибка	
						%
12.08.2019	акваторія о-ва Нова Каледонія	7,0	7,1	1300	0,02	0,3
13.06.2020	акваторія о-ва Вануату	6,3	6,3	550	0	0
21.06.2020	акваторія о-ва Вануату	6,5		відсутні лінійні аномалії		
15.10.2018	східне узбережжя Японських о-вів	5,6	5,7	330	0,02	0,3
20.10.2021	західне узбережжя Японських о-вів	5,9	6,0	650	0,05	0,8
16.04.2016	західне узбережжя Перу	7,8	7,6	2000	0,2	2,6
18.04.2017	західне узбережжя Перу	6,0	6,05	425	0,05	0,8

Аналіз супутникових знімків показує, що хмарні сейсмотектонічні індикатори мають зв'язок із підземними поштовхами, адже отримані розрахункові дані корелюються із реальними показниками магнітуди, причому похибка не перевищує 2,6 %. Такі значення похибок дають підстави розглядати вищенаведений метод обробки зображень для прогнозування підземних поштовхів за допомогою впровадження даних для машинного навчання. Цей підхід полягає в тому,

що спочатку створюється тренувальний набір зображень, що містять різні хмарні індикатори, з якого навчальна модель може навчитися розпізнавати ці індикатори на зображеннях [1; 2].

Після цього можна застосовувати алгоритми машинного навчання, такі як нейронні мережі, для розпізнавання хмарних індикаторів на зображеннях. Для цього використовуються навчальні дані, що містять зображення з різними типами хмарних індикаторів та мітками, що вказують на те, який індикатор присутній на зображенні [5].

Після тренування моделі можна використовувати її для розпізнавання хмарних індикаторів на нових зображеннях, що дає змогу проводити аналіз хмарних індикаторів у режимі реального часу та отримувати прогнози землетрусів.

**Висновки.** Аналіз даних космічних знімків хмарних провісників може бути корисним для виявлення можливих землетрусів. Для цього необхідно зібрати дані з космічних спостережень із різних районів земної кулі та проаналізувати зміни в хмарах, що можуть вказувати на можливу сейсмічну активність.

Проте слід зазначити, що хмарні провісники землетрусів є тільки одним із показників можливих сейсмічних активностей і не завжди можуть бути пов'язані з землетрусами. Тому, для точного виявлення можливих землетрусів варто поєднувати дані з космічних знімків з іншими методами моніторингу земної кори, такими як вимірювання деформації, гравітаційні зміни, радіоактивний фон тощо.

Створення бази даних для досліджуваних територій може оптимізувати процес моніторингу та прогнозування землетрусів, а також дасть змогу ефективно реагувати на розвиток таких явищ і нівелювати їх поширення. Створення та ведення такої бази даних у поєднанні з використанням класичних сейсмотектонічних методів, а також із впровадженням машинного навчання, може бути цілком прийнятним та ефективним.

**Новизна дослідження** полягає в комплексному підході до використання спеціальних алгоритмів та аналізу хмарних індикаторів на основі великого обсягу відповідних.

#### Список використаних джерел:

1. Михайлюкова П. Космическое картографирование динамики рельефа в зонах вулканической активности на основе метода радиолокационной интерферометрии [Неопубл. автореф.]. 2016.
2. Морозова Л. И. Проявление геодинамической активности земной коры в облачных полях в облачных полях 23.10.2011 г. *Геология и геофизика*. 2012. Т. 53. № 4. С. 541–550.
3. Степанов И. В. Геоинформационное обеспечение мониторинга землетрясений с использованием материалов дистанционного зондирования Земли [Неопубл. автореф. диссертации на соискание уч. степени канд. геогр. наук]. 2011.
4. Naveed M., Mushtaq S., Alsharif K. A. A review on open source software tools for seismic data analysis. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. 2020. 11(1). P. 809–828.
5. Novikov V. A., Okunev V. I., Klyuchkin V. N., Liu J., Ruzhin Y. Ya., Shen X. (2017). Electrical triggering of earthquakes: results of laboratory experiments at spring-block models. *Earthquake Science*, 2017. 30 (4). P. 167–172, Bibcode: 2017EaSci.30.167N.
6. TerraMetrics Google Earth Engine. 2023. URL: [worldview.earthdata.nasa.gov/](http://worldview.earthdata.nasa.gov/)

#### References:

1. Mikhailyukova, P. (2016). Space mapping of relief dynamics in zones of volcanic activity based on the method of radar interferometry. [Unpubl. abstract].
2. Morozova, L. I. (2012). Manifestation of geodynamic activity of the earth's crust in cloud fields. *Geology and geophysics*, 53(4), 541–550.
3. Stepanov, I. V. (2011). Geoinformation support for earthquake monitoring using Earth remote sensing materials [Unpubl. abstract dissertations for the competition degree cand. geogr. sciences].
4. Naveed, M., Mushtaq, S., & Alsharif, K. A. (2020). A review on open source software tools for seismic data analysis. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 11(1), 809–828.
5. Novikov, V. A., Okunev, V. I., Klyuchkin, V. N., Liu, J., Ruzhin, Y. Ya., & Shen, X. (2017). Electrical triggering of earthquakes: results of laboratory experiments at spring-block models. *Earthquake Science*, 30(4), 167–172, Bibcode: 2017EaSci.30.167N.
6. TerraMetrics Google Earth Engine. (2023). [worldview.earthdata.nasa.gov/](http://worldview.earthdata.nasa.gov/)

Стаття надійшла до редколегії  
25.05.2023 р.



**ВИМОГИ**  
**ДО ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ, ЯКІ ПОДАЮТЬСЯ ДО ЖУРНАЛУ**  
**«ГЕОГРАФІЧНИЙ ЧАСОПИС ВОЛИНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**  
**ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ»**

Редколегія започаткованого наукового журналу «Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки» приймає оригінальні, неопубліковані раніше наукові статті, які висвітлюють актуальні питання з усіх напрямів географічної науки, у тому числі з фізичної, суспільної та рекреаційної географії, географії туризму, географічного країнознавства та краєзнавства, географічної картографії, геоекології тощо. Матеріали можуть бути представлені українською мовою або офіційними мовами ЄС. Перевага надається англійським статтям. Статті, що не відповідають профілю журналу та у яких не повною мірою дотримані рекомендації для авторів, відхиляються редакційною колегією.

**Обсяг:** теоретичних статей – 10–17 сторінок (разом із таблицями та ілюстративним матеріалом), оглядових – 6–12 сторінок, інформації та рецензії – 3–6 сторінок. Статті, більші за обсягом, друкуються лише за попереднім узгодженням із редколегією.

**Оформлення статті:** індекс УДК, ім'я та прізвище автора чи авторів (не більше трьох), назва установи, де працює автор (автори), електронна адреса, ORCID, назва статті, анотація, ключові слова (5–7) – українською мовою; ім'я та прізвище автора чи авторів, назва установи, де працює автор (автори), електронна адреса, ORCID, назва статті, анотація, ключові слова (5–7) – англійською мовою), основний текст статті, списки використаних джерел.

**Анотація:** українською мовою – не менше 800 знаків з пробілами (не враховуючи прізвища авторів, назви статті та ключових слів), англійською мовою – не менше 1800 знаків з пробілами (не враховуючи прізвища авторів, назви статті та ключових слів). Якщо стаття не українською чи англійською мовою, то подається ще й мовою статті (800 знаків із пробілами). **Вимоги до анотацій:** інформативність (відсутність загальних слів); змістовність (відображення основного змісту статті та результатів досліджень); застосування термінології, характерної для іноземних спеціальних текстів; єдність термінології в межах анотації; відсутність повторення відомостей, що містяться в заголовку статті. Англійськомовна анотація подається згідно з вимогами наукометричних баз як структурований реферат і повинна містити такі виділені елементи: мета роботи, методологія, наукова новизна, висновки.

**Структура статті:** У статті мають бути виділені *рубрики*: Актуальність теми дослідження; Стан вивчення питання з аналізом основних праць; Мета та завдання дослідження; Методи та матеріали дослідження; Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих наукових результатів (може бути з підрубриками); Висновки; Новизна дослідження.

**Посилання на джерела** в тексті необхідно подавати в квадратних дужках, наприклад, [3, с. 35; 8, с. 56–59], в яких перша цифра вказує порядковий номер джерела в списку літератури, а друга – відповідну сторінку в цьому джерелі; одне джерело (зі сторінкою) відокремлюється від іншого крапкою з комою.

**Список використаних джерел** завершує статтю й публікується за алфавітом мовою оригіналу під заголовком «Список використаних джерел». Бібліографічний опис списку оформлюється з урахуванням розробленого в 2015 р. Національного стандарту України ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».

**References.** Наприкінці статті розміщується список «References», оформлений згідно з вимогами APA (American Psychological Association). Для опису кирилических джерел (українською, болгарською мовами тощо) слід зробити переклад англійською мовою, в кінці в квадратних дужках вказується мова публікації [in Ukrainian або in Bulgarian]. Нумерація в Списку використаних джерел та References повинна збігатися.

Таблиці, картографічний та ілюстративний матеріал нумеруються, на них робляться посилання в тексті. Таблиці, карти, рисунки, діаграми, схеми повинні бути включені в текст за допомогою меню «вставка-об'єкт-Рисунок Microsoft Word» із вирівнюванням по центру й повинні мати підписи (знизу окремим абзацом, шрифт «Times New Roman», напівжирний, розмір шрифту 14). Таблиці повинні мати заголовок (над таблицею окремим абзацом).

Вся графіка має бути комп'ютерною, виконаною у чорно-білому або кольоровому варіанті у форматі JPEG із роздільною здатністю не менше 300 dpi. Кольорові фото, рисунки, схеми та карти повинні бути

попередньо узгоджені з редакцією. Обов'язково подавати окремо файли карт, рисунків, графіків, схем в електронному вигляді. Формули подаються за допомогою редактора формул Microsoft Equation.

#### **ПРАВИЛА НАБОРУ:**

Електронна версія оформляється в текстовому форматі «DOC» (*Microsoft Word*, шрифт *Times New Roman*), розмір шрифту 14, міжрядковий інтервал 1,5. Поля: верхнє – 2 см, нижнє – 2 см, ліве – 3 см, праве – 1,5 см. Сторінки не нумеруються. Абзацний відступ – 1,25 см. Напівжирним шрифтом виділяються підзаголовки структурних частин статті. Ілюстрації, включаючи карти, графіки та схеми, мають бути розміщені безпосередньо в тексті, а також подані окремими файлами у форматі JPEG. Вирівнювання по ширині сторінки без переносів. Файли приймаються електронною поштою та подається роздруківка тексту. **Роздруківка повинна повністю збігатися з комп'ютерним файлом.**

Редакція журналу здійснює внутрішнє анонімне рецензування статей та перевірку на наявність плагіату. Статті у виданні перевіряються на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl. За результатами рецензування редакція приймає остаточне рішення щодо можливості публікації статті. Негативне рішення з питання публікації статті повідомляється автору. Стаття може бути повернута на доопрацювання. У разі позитивного рішення про публікацію статті автор отримує відповідне повідомлення та рахунок на оплату. Рахунок оплачується за безготівковим розрахунком в будь-якому відділенні банку.

Стосунки авторів із редакцією врегульовуються Ліцензійним договором про передачу авторських прав (зразок буде на сайті журналу). Передача статті в редакцію (будь-яким способом) із метою її публікації автоматично означає згоду автора (авторів) з умовами Ліцензійного договору. Публікація статей здійснюється на платній основі відповідно до «Договору публікації».

Для наукових статей надаватиметься цифровий ідентифікатор об'єкта (**The digital Object Identifier – DOI**) – універсальне гіперпосилання для пошуку публікацій в електронному науковому просторі.

**Автори окремим файлом подають відомості про себе українською та англійською мовами:** прізвище, ім'я, по батькові, вчене звання, вчений ступінь, місце роботи, посада, службова та домашня поштова адреса, телефони, ORCID, e-mail.

**Автори відповідають за точність викладених фактів, цитат, статистичних даних, формул, бібліографічних довідок, написання географічних назв, власних імен.**

#### ***Усі матеріали надсилати на адресу:***

Редакція журналу «Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки»,  
Географічний факультет, Волинський національний університет імені Лесі Українки, вул. Банкова, 9, кімн. 602, м. Луцьк, 43021, Україна,  
E-mail: geochasvnu@gmail.com  
**Головний редактор: Ільїн Л. В. +38097892704 E-mail: ilyinleo@ukr.net**  
**Відповідальний секретар: Пасічник М. П. +380979439554**



**ГЕОГРАФІЧНИЙ ЧАСОПИС**  
**Волинського національного університету**  
**імені Лесі Українки**

Випуск 1

Коректура • Ірина Миколаївна Чудеснова

Комп'ютерна верстка • Наталія Сергіївна Кузнєцова

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.  
Папір офсет. Цифровий друк. Ум.-друк. арк. 13,49. Замов. № 0723/432. Наклад 300 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»

65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1

Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08

E-mail: [mailbox@helvetica.ua](mailto:mailbox@helvetica.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 7623 від 22.06.2022 р.