

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ministry of Education and Science of Ukraine
Taras Shevchenko National University of Kyiv

**Фізична географія
та геоморфологія** | **Physical Geography
and Geomorphology**

Науковий журнал
Scientific Journal

Том 45
Випуск 1-6 (111-116)
Volume 45
Issue 1-6 (111-116)

Київ
2022

ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ ТА ГЕОМОРФОЛОГІЯ

Науковий журнал “Фізична географія та геоморфологія” публікує оригінальні статті з усіх напрямів фізичної географії та геоморфології, зокрема: теоретичних та методологічних проблем географії, ландшафтознавства, геоєкології, палеоекології, палеогеографії четвертинного періоду, ґрунтознавства, метеорології, кліматології, гідрології, структурної, динамічної, екологічної та палеогеоморфології. Окремі рубрики журналу присвячені використанню ГІС у природничо-географічних дослідженнях, організації природничого туризму, геоплануванню, природоохоронній діяльності, управлінню екологічними проектами та географічній освіті.

Заснований у 1970 р.

Виходить шість разів на рік.

Статті друкуються українською та англійською мовами.

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Наталія П. Герасименко

Кафедра землезнавства та геоморфології, географічний факультет,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

Петро Г. Шищенко

Кафедра фізичної географії та геоєкології, географічний факультет,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Сергій Ю. Бортник

Кафедра землезнавства та геоморфології, географічний факультет,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Яцек Шманьда

Кафедра географії і біології, географічний інститут,
Краківський педагогічний університет

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Олег М. Адаменко, Івано–Франківськ
Даніель Верес, Клуж-Напока, Румунія
Григорій І. Денисик, Вінниця
Лідія Ф. Дубіс, Львів

Т. Каліцкі, Кельце, Польща
Іван П. Ковальчук, Київ
Олександр О. Комлев, Київ
Олександр Г. Ободовський, Київ
Володимир М. Пащенко, Київ

Віктор М. Самойленко, Київ
Едіта Смольска, Варшава, Польща
Сергій І. Сніжко, Київ
Володимир В. Стецюк, Київ
Юрій Д. Шуйський, Одеса

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР

Тетяна М. Лаврук

ТЕХНІЧНИЙ РЕДАКТОР

Ілля В. Кравчук

Редакція “Фізична географія та геоморфологія”
Географічний факультет
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
просп. Глушкова, 2А, Київ, МСП–680, Україна

(044) 521 32 28
E-mail: phgg@univ.kiev.ua
Web: <https://phgg.knu.ua>

*Рекомендований до друку
Вченою радою географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

© Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2022

PHYSICAL GEOGRAPHY AND GEOMORPHOLOGY

Physical Geography and Geomorphology publishes original research papers, review articles and short contributions in all areas of physical geography and geomorphology, namely: theoretical and methodological research in physical geography and geomorphology, landscape studies, geoecology, palaeoecology, Quaternary palaeogeography, soil science, meteorology, climatology, hydrology, structural, dynamic, ecological and palaeogeomorphology, application of GIS in natural geographic research, and geographical education.

The journal is published since 1970.

Published bi-monthly.

Articles are published in Ukrainian and English.

EDITOR-IN-CHIEF

Natalia P. Gerasimenko

Department of Earth Science and Geomorphology, Faculty of Geography,
Taras Shevchenko National University of Kyiv

ASSOCIATE EDITORS

Petro H. Shyschenko

Department of Physical Geography and Geoecology, Faculty of Geography,
Taras Shevchenko National University of Kyiv

Sergii Yu. Bortnyk

Department of Earth Science and Geomorphology, Faculty of Geography,
Taras Shevchenko National University of Kyiv

Jacek Szmańda

Geography and Biology Department, Institute of Geography,
Pedagogical University of Krakow

EDITORIAL BOARD

Oleg M. Adamenko, Ivano-Frankivsk, Ukraine
Daniel Veres, Cluj Napoca, Romania
Hryhorii I. Denysyk, Vinnytsia, Ukraine
Lidia F. Dubis, Lviv, Ukraine

Tomasz Kalicki, Kielce, Poland
Ivan P. Kovalchuk, Kyiv, Ukraine
Oleksandr O. Komliev, Kyiv, Ukraine
Oleksandr H. Obodovskyi, Kyiv, Ukraine
Volodymyr M. Pashchenko, Kyiv, Ukraine

Viktor M. Samoilenko, Kyiv
Edita Smolska, Warsaw, Poland
Serhii I. Snizhko, Kyiv, Ukraine
Volodymyr V. Stetsiuk, Kyiv, Ukraine
Yurii D. Shuiskyi, Odesa, Ukraine

EDITORIAL ASSISTANT

Tetiana M. Lavruk

COPY EDITOR

Elijah V. Kravchuk

Physical Geography and Geomorphology
Faculty of Geography
Taras Shevchenko National University of Kyiv
2A, Hlushkova prosp., Kyiv, Ukraine

+38 (044) 521 32 28
E-mail: phgg@univ.kiev.ua
Web: <https://phgg.knu.ua>

*Recommended for print by
the Scientific Board of Faculty of Geography, Taras Shevchenko National University of Kyiv*

© Taras Shevchenko National University of Kyiv, 2022

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Геохімія ландшафтів історичної місцевості Гірка Крістера (м.Київ) А. Сплодитель, Л. Сорокіна, О. Голубцов, І. Кураєва | 7 |
| Сучасна динаміка сніголавинних процесів на території гірського масиву Полонина Боржава Р. Р. Озимко, С. С. Поп, І. С. Шароді | 16 |
| Особливості антропогенної морфоскульптури в межах басейну річки Остер Ю. М. Філоненко, І. С. Лоханько | 23 |
| Залежність виникнення поривів вітру від аномалій тиску та температури повітря на території Північно-Західного Причорномор'я Е. В. Агайар, Д. О. Жук | 31 |
| Особливості структури вибраних ділянок русла річки Чорної Тиси А. Дерій | 39 |
| Оцінка ризиків втрати екосистемної послуги з регулювання ерозії міськими зеленими зонами Н. Корогода | 49 |
| Особливості руслових процесів та форм руслового рельєфу в долині р. Десна на території Новгород-Сіверського району Ю. М. Філоненко, Т. Г. Медвідь | 57 |
| Екологічна рівновага ландшафтів Чернігівської області Інна В. Мирон, Тетяна М. Шовкун | 66 |
| До 100-річчя від дня народження Сироти Ніни Павлівни С. П. Запотоцький, В. І. Олещенко, В. Т. Гриневецький | 72 |

CONTENTS

| | |
|---|----|
| Geochemistry of landscapes of the historical area of Krister's Hill (Kyiv) A. Splodytel, L. Sorokina, O. Golubtsov, I. Kuraeva | 7 |
| Modern dynamics of avalanche processes on the territory of the Polonyna Borzhava mountain massif R. R. Ozymko, S. S. Pop, I. S. Sharodi | 16 |
| Peculiarities of anthropogenic morphosculpture within the territory of the Oster River basin Y. M. Filonenko, I. S. Lohanko | 23 |
| Dependence of occurrence of wind gusts on air pressure and temperature anomalies on the territory of the North-Western Black Sea region E. V. Agayar, D. O. Zhuk | 31 |
| Features of the structure of selected segments of the Chorna Tisza river A. Derii | 39 |
| The risks assessment of loss of erosion control ecosystem services in urban green areas N. Korohoda | 49 |
| Peculiarities of channel processes and forms of channel relief in the valley of the Desna river in the territory of Novhorod-Siverskyi district Y. M. Filonenko, T. H. Medvid | 57 |
| Ecological balance of landscapes in the Chernihiv region Inna V. Myron, Tatiana M. Shovkun | 66 |
| To the 100th anniversary of the birth of Syrota Nina Pavlivna S. P. Zapototskyi, V. I. Oleshchenko, V. T. Hrynevetskyi | 72 |

Геохімія ландшафтів історичної місцевості Гірка Крістера (м.Київ)

Анастасія Сплодитель^{1,2} , Людмила Сорокіна³ , Олександр Голубцов³ , Ірина Кураєва¹ 

¹ Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, пр. Акад. Палладіна, 34, м. Київ, Україна, 03142

² Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник, вул. Толочина, 28, смт. Іванків, Іванківський район, Київська область, Україна, 07201

³ Інститут географії НАН України, вул. Володимирська, 44, м.Київ, Україна, 01054

Реферат

Викладено результати еколого-геохімічного дослідження ландшафтів історичної місцевості Гірка Крістера, що у Подільському районі м.Києва. Метою дослідження є виявлення сучасного стану забруднення цієї території важкими металами – їхнього вмісту у компонентах ландшафтів (грунтах, рослинах, водному середовищі). Охарактеризовано ландшафтну структуру та сучасне використання території. Проаналізовано ступінь забруднення ґрунтів у точках пробовідбору, що розміщені у межах лісостепових ландшафтів лесової рівнини та мішанолісових ландшафтів моренно-воднольодовикової рівнини. Для аналізу використано сумарний показник забруднення (Zc), за яким територія дослідження у цілому має помірно-небезпечний рівень забруднення ґрунтів важкими металами. Найбільша частка належить свинцю та міді, вміст яких в окремих зразках у 2-4 рази перевищує гранично допустимі концентрації. Значний також вміст цинку та нікелю. Сумарне забруднення важкими металами ґрунтів у межах ландшафтів лесових рівнин є дещо вищим, ніж у моренно-воднольодовикових ландшафтах. Результати вивчення мікроелементного складу рослинності Гірки Крістера свідчать, що рослини характеризуються підвищеним вмістом марганцю, титану, міді та свинцю. До рослин з високою здатністю акумулювати важкі метали належать клен гостролистий, щиряця звичайна та бузок. Для аналізу вмісту забруднюючих речовин в поверхневих та підземних водах відбиралися зразки води з природних та штучних водойм, а також з бювету. У водоймах Гірки Крістера виявлено перевищення вмісту важких металів в десятки та сотні разів. Встановлено гідрогеохімічні особливості питних підземних вод. Бюветна вода відповідає вимогам ДСТУ. Перевищення гранично допустимих концентрацій виявлено для сумарної концентрації іонів натрію і калію та для перманганатної окиснюваності. Отримані результати є важливими для обґрунтування розміщення мережі комплексного еколого-геохімічного моніторингу, сприятимуть підвищенню ефективності заходів поліпшення стану природного середовища та покращення умов проживання населення.

Ключові слова

Еколого-геохімічні дослідження, ландшафти, забруднення, важкі метали, ґрунти, рослинність, водне середовище
Надійшла до редакції: 9 серпня 2022 / Прийнята: 26 грудня 2022 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2022

Geochemistry of landscapes of the historical area of Krister's Hill (Kyiv)

Anastasiia Splodytel^{1,2}, Liudmyla Sorokina³, Olexander Golubtsov³, Iryna Kuraeva¹

¹ M.P.Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine, 34, Acad. Palladina avenue, Kyiv, 03142, Ukraine

² Chernobyl Radiation Ecological Biosphere Reserve, 28, Tolochina str., village Ivankiv, Ivankivskiy district, Kyiv region, 07201, Ukraine

³ Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine, 44, Volodymyrska str., Kyiv, 01054, Ukraine

Abstract

The study presents the results of ecological and geochemical research of landscapes of the historical area of Krister Hill in Podilsk district of Kyiv. The research aims to identify the current state of pollution of this territory by heavy metals - their content in the components of the landscapes (soils, plants, water environment). The paper characterizes the landscape structure and modern use of the territory. The degree of soil contamination in the sampling points located within the forest-steppe landscapes of the loess-like plain and mixed coniferous forest landscapes is characterized of the moraine-woodland plain was analyzed. For the analysis, the total pollution index (Zc) was used, according to which the study area as a whole has a moderately dangerous level of contamination of soils with heavy metals. The largest part belongs to lead and copper, the content of which in some samples is 2-4 times higher than the maximum allowable concentrations. The content of zinc and nickel is also significant. The total pollution of soils with heavy metals within the landscapes of forest plains is somewhat higher than in moraine-water-glacial landscapes. The results of a study of the microelement composition of the Krister hill vegetation indicate that the plants are characterized by an increased content of manganese, titanium, copper, and lead. Plants with a high ability to accumulate heavy metals include maple, common shingle, and lilac. To analyze the content of pollutants in surface and ground waters, water samples were taken from natural and artificial reservoirs, as well as from the bureaus. An excess of heavy metals content of tens and hundreds of times was detected in the Krister Hill water bodies. Hydrogeochemical peculiarities of drinking groundwater were established. The pump room water meets the requirements of DSTU. Excess of maximum permissible concentrations was detected for the total concentration of sodium and potassium ions and permanganate acidity. The obtained results are essential for substantiating the location of the network of complex environmental and geochemical monitoring and will contribute to the effectiveness of measures to improve the state of the natural environment and improve the living conditions of the population.

Keywords

Ecological and geochemical research, landscapes, pollution, heavy metals, soils, plants, water environment

Received: 9 August 2022 / Accepted: 26 December 2022 / Published online: 30 December 2022

Corresponding author:

Anastasiia Splodytel, M.P.Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine, 34, Acad. Palladina avenue, Kyiv, 03142, Ukraine; Chernobyl Radiation Ecological Biosphere Reserve, 28, Tolochina str., village Ivankiv, Ivankivskiy district, Kyiv region, 07201, Ukraine
Email: asplodytel@gmail.com

© 2022 The Authors. Published by Taras Shevchenko National University of Kyiv. This is an open-access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. Вступ

Вивчення сучасних ландшафтних, ландшафтно-геохімічних умов локальних міських територій призначені для виявлення їхніх особливостей, важливих для умов проживання населення, для урахування при просторовому плануванні урбанізованих територій. Актуальні такі дослідження для частин Києва, що виокремлюються за певними історичними подіями або пов'язані з особливостями господарської діяльності, використанням території, що стали причиною виникнення міських топонімів.

Об'єктом нашого дослідження у межах Подільського району м. Києва є історична місцевість, що пов'язана з іменем Вільгельма-Готліба Крістера (1812-1890), який у 1850 році у тодішньому передмісті столиці заснував багатопрофільне сільськогосподарське підприємство “Садівництво та насінневе господарство “В. Крістер” (Ponomarenko et al., 2003). Зініційований ним розвиток садівництва сприяв поширенню цього напрямку господарювання у Києві. Назва цієї місцевості як Гірка Крістера (або Крістєрова Гірка) збереглося донині, добре відомо мешканцям району і всього Києва, зафіксоване у назвах заповідних територій і об'єктів місцевого значення (Ботанічна пам'ятка природи місцевого значення Крістєрова гірка, Дуб Крістера, руїни будинку Крістера та деякі інші). Наявність, збереження значних ділянок зелених зон зумовлена розташуванням цієї території переважно на схилах корінного берега долини Дніпра, доволі крутих (до 10-15°) і малоприсадатних для забудови. Тому для цієї території стає можливим аналіз ландшафтно-геохімічних умов та особливостей забруднення компонентів ландшафтів, у яких значною мірою збережені природні властивості.

2. Матеріали і методи

Ландшафтну характеристику території виконано на основі укладеної раніше карти ландшафтів Київської області (Davudchuk et al., 2021), Києва та його приміської зони (Galitsky et al., 1983) з нашими доповненнями та уточненнями. Додаткові відомості про ландшафти отримані при проведенні польових еколого-геохімічних досліджень ландшафтів території у вересні 2021 року. Складовою еколого-геохімічних досліджень ландшафтів Гірки Крістера є вивчення міграції важких металів, трансформації техногенних потоків та акумуляції забруднювачів в окремих компонентах ландшафту. Під час досліджень було відібрано 13 ґрунтових проб, 13 проб рослинного матеріалу, 6 проб води. Відбір проб ґрунту здійснено, у першу чергу, в межах основних поверхонь фонових ландшафтних урочищ. Рослинні зразки збиралися спряжено з місцями відбору ґрунту з урахування домінантних для відповідних урочищ видів. При відборі проб води також за можливістю відбиралися проби ґрунту та рослин у межах тих урочищ, де розташовані водні об'єкти. Відбір ґрунтових проб здійснювався методом “конверта” з майданчиків 10×10 м. Бралися до уваги

роза вітрів, рельєф місцевості, рослинний покрив та гідрологічні умови, тобто умови, що забезпечують розповсюдження забруднюючих речовин у ландшафтах.

Вміст важких металів в рослинах є важливим індикатором стану міського середовища. Визначення рівня вмісту важких металів у рослинах здійснено шляхом вибору індикаторних видів для аналізу кореляційної залежності між вмістом важких металів в системі ґрунт-рослина. Серед них були вивчені види рослин, що мають високі індикаторні властивості. Відбір проб рослинного матеріалу, як правило, проводився в процесі комплексної еколого-геохімічної зйомки, одночасно з відбором ґрунтових проб. Ділянки пробовідбору рослин відповідають ділянкам дослідження ґрунтів (парк біля кінотеатру Шевченка, лісове урочище Крістерів, Гірка Крістера, будинок Крістера (руїни), парк Кинь-Журбу, сквер на вул. Вітряні Гори, річка Коноплянка, ставок Кулик та дві водойми поруч, що мають береги, вкриті бетонними плитами, еко-стежка “Віковічні дуби”, старовікові дуби з охоронним статусом, зелена зона поблизу вул. Сошенка, 33). Вміст мікроелементів в ґрунтах визначався методом мас-спектрометрії з індукційно-зв'язаною плазмою (ICP-MS аналіз) аналізатор ELEMENT-2, виробництва Німеччина. Вміст важких металів у фітомасі рослин визначали в їхніх зольних розчинах методом атомно-абсорбційної спектрометрії на приладі марки СТЕ-1. Лабораторні дослідження проб води виконано за методами ICP-MS. Хіміко-аналітичні дослідження проведено в сертифікованих лабораторіях Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України.

3. Результати та обговорення

3.1. Особливості ландшафтних умов території дослідження визначені її розташуванням на межі поліської та лісостепової частин Києва. Крайня східна частина дослідженої ділянки – це невеликий фрагмент долини Дніпра, а саме – її правобережної першої надзапавної тераси. Історична місцевість Гірка Крістера та прилеглі території – складне поєднання ландшафтів, що належать до різних типів. Це є характерним для таких екотонних територій, де слабо виражена межа між зональними типами ландшафтів. Мішанолісові (поліські) ландшафти представлені тут фрагментами хвилястих моренно-воднольдовикових рівнин (абсолютні висоти 150-160 м) та їхніх схилів, складених пісками, що підстелені моренними суглинками. На незначній глибині (0,3-0,8 м) у піщаних відкладах присутні прошарки оглинених пісків або суглинків, що сприяло формуванню свіжих суборів та судібрів на пілувато-піщаних дерново-підзолистих ґрунтах. Лісостепові ландшафти у північній частині дослідженої ділянки – це відносно підвищені (абсолютні висоти 160-170 м) горбисто-хвилясті рівнини, що складені лесовидними суглинками, підстеленими пісками та валунними суглинками. У крайовій частині, що прилегла до схилу долини Дніпра, лесова рівнина ускладнена окремими лесовими горбами висотою до

10-15 м, із зривистими та крутими схилами. У природному стані для зазначених лісостепових ландшафтів характерне поширення грабово-дубових лісів на світлосірих та сірих ґрунтах (Davudchuk et al., 2021). Фрагмент тераси Дніпра складений піщаними давньоолувіальними відкладами, у природному стані – під сосновими (боровими) лісами на дерново-слабопідзолистих ґрунтах. Більш повна характеристика фонових та субдомінантних ландшафтних комплексів рангу урочище представлено на рисунку 1 (див. пункт 3.2).

У сучасному використанні території простежуються певні залежності міської забудови та транспортної мережі від ландшафтної структури. Одно-двоповерхова садибна забудова у поєднанні з окремими “багатоповерхівками”, збудованими у 1950-1960 роки, займає переважно хвилясту моренно-воднольодовикову рівнину (виділ у легенді ландшафтної карти №1) та ділянки горбисто-хвилястої лесової рівнини (№ 8), її схилів (№№ 10-12), а також частково – згадані вище лесові підвищення (№ 9). Можна припустити, що збереження старої забудови цього житлового масиву Вітряні Гори пов’язане саме зі складністю ландшафтної структури, з значними перепадами висот та пересіченістю рельєфу, несприятливими для нової багатоповерхової забудови. Остання приурочена до більш вирівняної, із слабопокатими та похилими схилами моренно-воднольодовикової рівнини (№ 2), де розташована частина житлового масиву Виноградар, а також до вирівняної надзаплавної тераси (№16) – тут розташовані сучасна багатоповерхова забудова частини історичної місцевості Приорка, а також один із нових житлових комплексів “Паркове місто”. Найбільша автомагістраль у межах території дослідження – вул. Вишгородська – також проходить по вирівняній тилувій частині дніпровської тераси. Інші основні автошляхи, а саме вулиці Осиповського, Кобзарська, Сошенка спускаються до вул. Вишгородської, наслідуючи ерозійні форми (лощини та балки) на схилі корінного берега Дніпра. Вище була згадана приуроченість до крутих ділянок схилів та горбів, непридатних для іншого використання, доволі значних за площею зелених зон, зокрема, таких, що мають заповідний статус і зберегли властивості природних ландшафтів.

Основні риси ландшафтно-геохімічної структури дослідженої території, що є важливим фактором поведінки техногенних елементів-забруднювачів, зокрема, досліджених важких металів, полягають у наступному. Поліські ландшафти моренно-воднольодовикових рівнин, а також ландшафти перших надзаплавних терас з дерново-підзолистими ґрунтами належать до кислого (Н) класу геохімічних ландшафтів, для яких характерні “міграція катіоногенних елементів, накопичення аніоногенних елементів, а також сприятливі умови для вторинного (ґрунтового) забруднення рослин” (Malysheva, 1998, р.234). Лесові ландшафти з світлосірими і сірими ґрунтами належать до кислого кальцієвого (Н-Са) класу геохімічних ландшафтів, для яких характерні “уповільнена фізико-хімічна міграція, енергійна механічна міграція” (Malysheva, 1998, р.235).

Особливістю важких металів є те, що вони, на відміну від органічних токсикантів, не розкладаються, один раз включені в біогеохімічні цикли, можуть зберігати свою біологічну активність необмежений час. Зважаючи на те, що важкі метали виступають одними з головних забруднювачів навколишнього середовища, комплексне вивчення їх ореолів міграції в компонентах ландшафту є необхідним для розробки ефективних природоохоронних заходів і створення сприятливого середовища для проживання населення.

Для обраної території дослідження Гірки Крістера було передбачено вирішення таких дослідницьких завдань:

- визначити актуальний рівень вмісту окремих важких металів в компонентах ландшафту (а саме, у ґрунтах, рослинах, поверхневих та підземних водах);
- оцінити вплив техногенезу на вміст та перерозподіл важких металів в ландшафтах території.

3.2. Закономірності розподілу важких металів в ґрунтовому покриві

Для території Гірки Крістера характерна широка амплітуда коливань вмісту досліджуваних хімічних елементів у ґрунтах. Це зумовлено характером розташування промислових підприємств, зростаючою кількістю побутових відходів, які не утилізуються, та високою інтенсивністю транспортного потоку.

За сумарним показником забруднення (Z_c , що розраховується на основі даних про перевищення вмісту основних забруднювальних елементів їхнього фонового вмісту) територія Гірки Крістера характеризується в середньому помірно-небезпечним рівнем забруднення ґрунтів важкими металами (Z_c – 20-28). Аналіз отриманих даних про вміст важких металів у досліджених ґрунтах Гірки Крістера і порівняння їх з ГДК дозволило виявити хімічні елементи, які входять у техногенну геохімічну асоціацію, характерну для досліджених ґрунтів: Mn – Pb – Cu – Zn – Ni – Cr. Домінуюча асоціація розподіляється у цілому по території міста мозаїчно, формуючи геохімічні аномалії залежно від джерела забруднення. Розподіл валового вмісту важких металів у ґрунтах представлено на рисунку 1.

На території дослідження інтенсивне накопичення мікроелементів у ґрунтах виявлено в межах лесової рівнини та її схилів – пологого схилу з сірими глеюватими ґрунтами (точка пробовідбору № 12, що розташована у лісопарковій зоні поблизу вул. Сошенка, 33), покатого схилу лесового горба складного профілю, перекритого делювіальними лесовидними суглинками (точка пробовідбору №1, у парку біля кінотеатру Шевченка, у 200 м на південь від його будівлі) та нижньої виположеної частини схилу лесового підвищення (точка № 9, що поблизу штучної водойми з бетонними берегами поруч з вул. Красицького). Менш інтенсивне сумарне забруднення (Z_c – 10-15) характерне для аналогічних ландшафтних умов схилів підвищених лесових горбів (точки пробовідбору № 2, лісове урочище Крістерів та № 5, парк Кинь-Журбу, середня частина схилу лесового горба - крутого, західної експозиції) за рахунок значних площ, що вкриті деревними насадженнями.

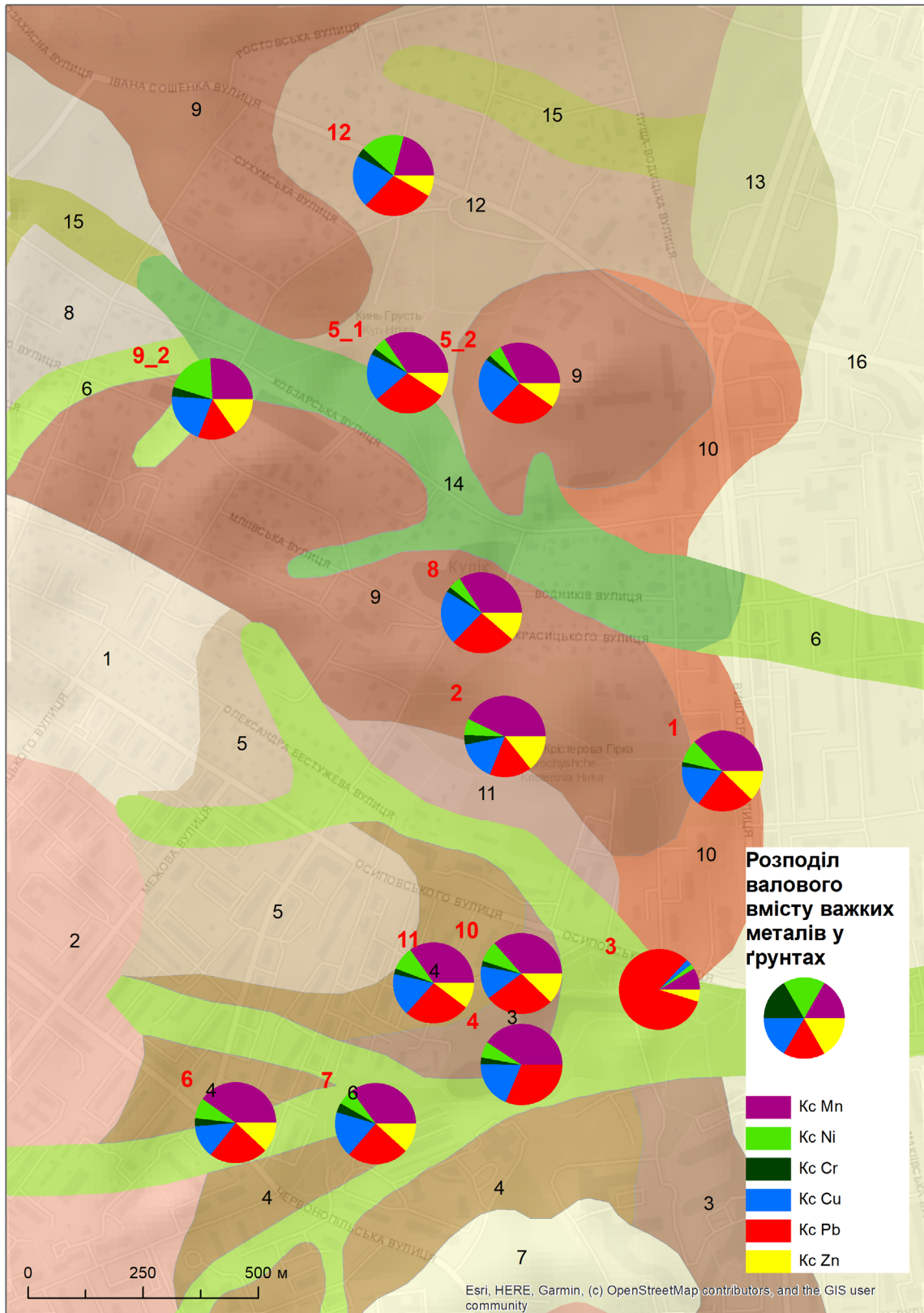


Рис. 1. Розподіл валового вмісту важких металів у ґрунтах Гірки Крістера (червоним кольором виділено точки відбору проб, чорним – номери ландшафтних комплексів)
Fig.1. Distribution of the gross content of heavy metals in soils of of Krister's Hill (sampling points are highlighted in red, and landscape complexes numbers are highlighted in black)

До рисунку 1. Ландшафтні комплекси Гірки Крістера – за даними (Galitsky et al., 1983; Davydychuk et al., 2021) з доповненнями:

Клас – МІШАНОЛІСОВІ ЛАНДШАФТИ

Вид – Ландшафти моренно-воднольодовикових рівнин на палеоген-неогеновій основі

Відміни:

1. Рівнини моренно-воднольодовикові хвилясті, складені пілуватими пісками потужністю понад 2 м, з прошарками оглинених пісків, що підстеляються середніми валунними суглинками, з дерново-підзолистими пілуватопіщаними ґрунтами, у минулому під свіжими суборами, у теперішній час – переважно під садбною забудовою
2. Рівнини моренно-воднольодовикові хвилясті, з похилими слабоеродованими схилами, складені пісками з прошарками суглинок на глибині 0,3-0,8 м, що підстеляються валунними суглинками, з дерново-підзолистими пілуватопіщаними ґрунтами, свіжо-судібровні, у теперішній час – під багатоповерховою забудовою та транспортною мережею
3. Схили моренно-воднольодовикових рівнин покаті (7-10°) та слабопокаті (5-7°), складного профілю, зсувні, діючі та стабілізовані, складені валунними суглинками, пісками, глинами та мергелями, з дерновими та дерновими слабоерозивними суглинними і глинистими ґрунтами, у минулому під злаково-різнотравними луками, у теперішній час – під культурними зеленими насадженнями
4. Схили моренно-воднольодовикових рівнин слабопокаті (5-7°) та похилі (3-5°), складені валунними суглинками, пісками, глинами та мергелями, з дерновими та дерновими слабоерозивними суглинними і глинистими ґрунтами, у минулому під злаково-різнотравними луками, у теперішній час – переважно під багатоповерховою забудовою
5. Схили моренно-воднольодовикових рівнин слабопокаті (5-7°) та похилі (3-5°), делювіальні, складені пісками з прошарками суглинок, з дерново-слабодізолистими пілуватопіщаними слабоерозивними ґрунтами, у минулому під свіжими судібровами, у теперішній час – під багатоповерховою забудовою
6. Лощини в пісках, із дерново-підзолистими пілуватопіщаними ґрунтами, у минулому під свіжими складними суборами. У теперішній час верхів'я лощин знівельовані та забудовані, нижні частини – під зеленими зонами
7. Підвищення діючої ділянки, із сильнопокатими (10-15°), та покатими (7-10°) схилами, вигнуті в плані, складені шаруватими пісками, із дерново-слабодізолистими піщаними ґрунтами, у минулому під сухими і свіжими борами і суборами. Під зеленими зонами та пустищами.

Ландшафти моренно-воднольодовикових рівнин за показниками сумарного забруднення також належать до категорії помірно-небезпечного рівня, хоча його значення тут дещо менші. Наприклад, для точок 10 (зелені насадження на покатій частині схилу моренно-воднольодовикової рівнини) та 11 (окремі старовікові дуби у межах багатоповерхової забудови на слабопокатому схилі цієї ж рівнини) значення сумарного забруднення – у межах (Zc – 9-11).

Автотранспорт є основним забруднювачем досліджуваної території, його роль поступово зростає за рахунок збільшення викидів від самого автотранспорту та зростання кількості автомобілів, а також внаслідок зменшення викидів від промислових підприємств.

Клас – ЛІСОСТЕПОВІ ЛАНДШАФТИ

Вид – Ландшафти лесових рівнин на палеоген-неогеновій основі та їхніх схилів

Відміни:

8. Рівнини горбисто-хвилясті, відносно підвищені, складені лесовидними суглинками, що підстелені пісками та валунними суглинками, із світлосірими та сірими проградованими легкосуглинними ґрунтами, свіжо-дібровні, у минулому під грабово-дубовими зеленчуково-волосистоосоковими лісами. Під лісопарковими зонами, частково – під садбною забудовою.
9. Горби (відносною висотою 15-25 м) у крайовій частині лесових межиріч, із зривистими та крутими (> 20°, 20-15°), у нижніх частинах – крутопокатими (15-10°) схилами, складені лесовидними суглинками, що підстелені пісками та валунними суглинками, із світлосірими та сірими ґрунтами, свіжо-дібровні, у минулому під грабово-дубовими зеленчуково-волосистоосоковими лісами. Під лісопарковими зонами та садбною забудовою.
10. Схили лесових рівнин стрімко (сильно)-покаті (10-15°) та покаті (7-10°), складного профілю, делювіально-давньозсувні, перекриті делювіальними лесовидними суглинками, з світлосірими та сірими легкосуглинними слабоерозивними ґрунтами, у минулому під грабово-дубовими лісами. Під зеленими зонами та окремими будівлями (соціальної сфери – лікарня, кінотеатр тощо).
11. Схили лесових рівнин слабопокаті (5-7°), у нижній частині похилі (3-5°), перекриті делювіальними лесовидними суглинками, з сірими легкосуглинними слабоерозивними ґрунтами, у минулому під грабово-дубовими лісами. Під зеленими зонами та садбною забудовою.
12. Схили лесових рівнин пологі (3-5°), увігнуті, перекриті делювіальними лесовидними суглинками, з сірими глеюватими легкосуглинними ґрунтами, у минулому під грабово-дубовими лісами. Під зеленими зонами та садбною забудовою.
13. Делювіальні шлейфи слабопохилі та похилі (1-3°, 3-5°), складені суглинками, з дерновими глеюватими суглинними ґрунтами, у минулому під свіжими та вологими дібровми та бобово-різнотравно-злаковими луками. Під зеленими зонами, частково – під садбною забудовою.
14. Балки коритоподібні в лесовидних суглинках, із водотоком, із задернованими схилами, з дерновими глейовими легкосуглинними ґрунтами, у минулому під злаково-бобово-різнотравними луками з чагарниками з верби і вільхи чорної. Під садбною забудовою, ставками, транспортними шляхами.
15. Лощини в лесовидних суглинках, з чорноземними лучними середньосуглинними ґрунтами, у минулому під вологими дібровми. Під садбною забудовою та лісопарковими зонами

Вид – Ландшафти надзаплавних терас на палеоген-неогеновій основі

Відміни:

16. Надзаплавні тераси горбисті та вирівняні, складені добре відсотованими пісками потужністю понад 2 м, з дерново-слабодізолистими піщаними ґрунтами, у минулому під сухими і свіжими борами. Під багатоповерховою забудовою та магістральними транспортними шляхами, частково – під лісопарковими зонами.

Найбільша частка в забрудненні належить марганцю (Kc = 2,7-4), свинцю (Kc = 1,6-31,3) та міді (Kc = 1,2-31,3). Середнє значення вмісту міді по території складає 60 мг/кг, що в 2 рази вище ГДК (Samchuk et al., 2006). Високий вміст свинцю на території дослідження зумовлений значним транспортним потоком та опосередкованим впливом різнопрофільних підприємств. Найбільший показник забруднення спостерігається в точці 12 (що, очевидно, пояснюється її розташуванням на незначній відстані від автошляху) і становить 130 мг/кг (Kc = 31,3), що в 4 рази перевищує ГДК. Середній валовий вміст Mn у горизонті 5-10 см ґрунтів становить 500 мг/кг, що перевищує ГДК в 3,3 рази, однак знаходиться в межах фонових значень.

Вміст цинку в ґрунтах коливається в широких межах. На значній території його концентрація не перевищує 60 мг/кг ($K_c > 1,1$), що в межах ГДК. Підвищення вмісту спостерігається для проб ґрунту точок 3 (лощина в пісках, $K_c = 1,8$) та 9 (схил лесового підвищення, $K_c = 1,6$). Для них значення становить 90-100 мг/кг, що в 2 рази перевищує значення ГДК. Середній вміст цинку у ґрунтах дослідженої території – 40 мг/кг.

Для нікелю також характерним є нерівномірність розподілу в межах території ($K_c = 0,5-2,5$). Значне забруднення локалізується в точках 9, що у нижній частині схилу лесового підвищення, поблизу водойм з бетонними берегами та 12, що у середній частині схилу лесової рівнини (по вул. Сошенко, 33) – 40-50 мг/кг, перевищення ГДК в 2 і 2,5 рази. В окремих точках вміст нікелю досягає 20 мг/кг і вище. Середнє по території – 10 мг/кг. Підвищений регіональний вміст хрому приурочено так само до точок 9 та 12, з вмістом 40-50 мг/кг ($K_c < 1$) та не перевищує значень ГДК. На інших точках не виявлено підвищень концентрації цього елемента.

Решта досліджених елементів (Ti, Co, Mo, Ba) мають відносно невисокі концентрації в ґрунтах території ($K_c < 1$), тому важливо здійснювати поточний моніторинг з метою оцінки їх токсичної дії, що надає зовні малопомітний вплив на ландшафти. Однак, забруднення саме такого характеру, діючи тривалий час, здатне викликати серйозні зміни в рівновазі екосистеми.

Встановлено, що ряди накопичення інтенсивності забруднення важкими металами в більшості випадків не співпадають з рядами їх рухомості, що залежить від властивостей елементів та фізико-хімічних характеристик ґрунтів. Зі збільшенням загального забруднення ґрунтів спостерігається збільшення рухомості важких металів, а отже і їх доступності для рослин.

3.3. Біогеохімічні особливості накопичення елементів рослинністю

Виявлено, що в умовах мультиметалічного забруднення інтенсивність переходу важких металів була значно менша порівняно до монометалічного імпактного забруднення, що пояснюється наявністю синергізму (підсилення одним елементом дії іншого) та антагонізму (пригнічення одним з елементів іншого) важких металів при надходженні їх до рослини. Основними джерелами їх забруднення є атмосфера та ґрунт, причому провідна роль належить повітрю. Фоліарне поглинання рослинами важких металів з атмосфери відбувається через листя, а кореневе через коріння з ґрунту (Samchuk et al., 2019).

Результати аналітичних досліджень геохімічного складу рослинності Гірки Крістера свідчать, що в найбільших кількостях вони накопичують **марганець**. Максимальна концентрація елемента відзначена для клена гостролистого (*Acer platanoides* L.) (точка пробовідбору 12) та щириці звичайної (*Amaranthus retroflexus* L.) (точка 11) – 860-889 мг/кг. Для інших видів рослин вміст мікроелементів значно нижче середніх величин.

Титан максимально накопичується кленом гостролистим (*Acer platanoides* L.) 80,0 мг/кг (точка

12) та бузком (*Syringa* L., точки 8 та 9) – 59,62-60,3 мг/кг. Міжвидові відмінності вмісту елемента сягають 10-20 мг/кг. Досліджувані рослини накопичують титан в незначних кількостях у порівнянні з середніми значеннями вмісту елемента, отриманих для аналогічних видів рослин природного регіону у цілому.

Відмінності в середньому вмісті **міді** між рослинами різних видів складають 10-14 мг/кг. Високі концентрації цього мікроелемента відзначені для бузку (*Syringa* L., т. 9) – 23,90 мг/кг та щириці звичайної (*Amaranthus retroflexus* L.) (точка 11) – 21,37 мг/кг. З рослин деревних видів підвищений вміст міді зафіксовано для клена гостролистого (*Acer platanoides* L.) (точка 12) – 20,3 мг/кг.

Вміст **нікелю** в рослинах незначний – переважно менше фонових концентрацій. Максимальна його кількість спостерігається в бузку (*Syringa* L., точка 8) 11,2 мг/кг, середній вміст – 6,2 мг/кг, мінімальна в липі дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.) – 1,34 мг/кг, що відповідає фоновому вмісту елемента. Серед листяних порід дерев за вмістом нікелю вирізняється клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) (6,41 мг/кг, точка 4).

Вміст **цинку** в більшості досліджуваних рослин території виявився нижче межі чутливості аналізу. Разом з тим, високі показники його вмісту зафіксовані для клена гостролистого (*Acer platanoides* L.) (точка 12) – 50 мг/кг.

Мінімальний вміст **ванадію** зафіксовано в золі бузини чорної (*Sambucus nigra* L., точка 1) – 0,89 мг/кг, максимальний для листяних порід дерев – клена гостролистого (*Acer platanoides* L.) (точка 4) – 5,86 мг/кг. Середній вміст ванадію у проаналізованих зразках у 2-3 рази нижчий, ніж фонові значення для рослин аналогічних видів.

Накопичувачами **свинцю** є клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) (точка 4) – 6,84 мг/кг та бузок (*Syringa* L., точка 8) – 3,5 мг/кг. Мінімальна кількість мікроелемента характерна для зразків липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.) – 0,62 мг/кг.

Таким чином, перші результати вивчення мікроелементного складу рослинності досліджуваної території дають можливість зробити висновки, що рослини Гірки Крістера, характеризуються підвищеним вмістом марганцю, титану, міді та свинцю у порівнянні з аналогічними видами рослин, що поширені в інших частинах регіону. В межах кожного фітоценозу є рослини-концентратори певного елемента. Зокрема, до рослин з високою здатністю акумулювати важкі метали належать клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.) та бузок (*Syringa* L.). Вивчення накопичення важких металів в органах досліджуваних рослин показало, що мідь, нікель, цинк переважно акумулюються у корінні та корі. Найбільший вміст хрому зазначено у листі деревних та трав'янистих рослин.

Результати досліджень свідчать, що деревні та трав'яністи види рослин акумулюють важкі метали, виступаючи своєрідною фільтраційною системою, яка сприяє створенню сприятливих умов та зниженню токсичної дії різних забруднювачів.

3.4. Вміст забруднюючих речовин в поверхневих та підземних водах

За даними аналітичних досліджень за хімічним складом досліджувані водойми Гірки Крістера переважно належать до гідрокарбонатно-кальцієвих. Вміст сульфат-іонів змінюється від 0,53 до 121,3 мг/дм³. Показники мінералізації поверхневих вод дозволяють віднести їх до мало- та середньо-мінералізованих (середнє по території значення дорівнює 365 мг/дм³). Мінералізація вище середньої зумовлена антропогенним впливом.

Середній вміст заліза, свинцю, цинку, міді у водних об'єктах на досліджуваній території становить: 37,0; 0,5; 3,2 та 0,8 мг/дм³ відповідно, що перевищує фонові значення для регіону.

Найбільш високі показники вмісту важких металів характерні для точок відбору: 3 (верхній став на території ЖК «Паркове місто»), 9 (штучна водойма-2 з бетонними берегами, поруч з вул. Красицького) та 7 (річка Коноплянка). У порівнянні з іншими дослідженими водними об'єктами відносно помірним забрудненням відзначається став Кулик (точка 8) (табл.1).

Результати вимірювань вмісту металів засвідчили також високий вміст титану, ванадію, марганцю та нікелю, окремі значення виходять за межі середньорічної концентрації встановленого нормативу. В цілому, аналіз вмісту забруднювачів у досліджуваних водоймах виявив перевищення вмісту важких металів в десятки та сотні разів.

Таблиця 1. Показники вмісту важких металів у водних об'єктах у межах території Гірки Крістера
Table 1. Content metrics of heavy metals in water bodies within the territory of Krister hill

| Хімічні елементи | ГДК* | Точка 3 (верхній став, ЖК «Паркове місто») | Точка 7 (природна вода, р.Коноплянка) | Точка 8 став Кулик | Точка 9-1 (штучна водойма-1 з бетонними берегами) | Точка 9-2 (штучна водойма-2 з бетонними берегами) |
|------------------|---------|--|---------------------------------------|--------------------|---|---|
| Li | - | 11,214 | 13,022 | 24,688 | 25,322 | 36,322 |
| Be | 0,00023 | 0,046 | 0,009 | - | - | - |
| Ti | 0,13 | 1,004 | 0,575 | 1,37 | 0,48 | 1,38 |
| V | 0,1 | 1,429 | 1,281 | 0,979 | 0,331 | 0,931 |
| Cr | 0,5 | 0,503 | 0,49 | 0,031 | - | - |
| Mn | 0,5 | 286,161 | 201,604 | 92,16 | 153,827 | 563,827 |
| Fe | 0,33 | 145,608 | 149,032 | 71,239 | 4,586 | 7,586 |
| Co | 0,13 | 0,034 | 0,106 | 0,045 | 0,004 | 0,003 |
| Ni | 0,13 | 14,903 | 19,164 | 22,665 | 16,346 | 27,346 |
| Cu | 1,03 | 0,855 | 1,044 | 1,119 | 0,847 | 0,647 |
| Zn | 1,03 | 4,299 | 3,972 | 3,915 | 3,67 | 6,37 |
| Rb | - | 3,018 | 2,204 | 4,615 | 4,243 | 7,243 |
| Sr | 7,0 | 351,371 | 279,418 | 319,145 | 306,539 | 301,732 |
| Zr | - | 0,071 | 0,058 | 0,045 | 0,036 | 0,032 |
| Ag | - | 0,031 | 0,026 | 0,022 | 0,025 | 0,021 |
| Cd | 0,0013 | 0,063 | 0,106 | 0,039 | 0,024 | 0,039 |
| Ba | 0,13 | 81,168 | 85,484 | 110,004 | 85,181 | 76,181 |
| Tl | 0,00013 | 0,004 | 0,004 | 0,001 | 0,002 | 0,003 |
| Pb | 0,03 | 0,733 | 0,169 | 0,664 | 0,308 | 0,408 |

Примітка*: Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) і орієнтовно безпечних рівнів (ОБР) шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм/<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v5793400-91#Text>

Встановлено гідрогеохімічні особливості питних підземних вод на території Гірки Крістера (на прикладі точки 10 б'ювет, вул. Осиповського, 3). За результатами хімічного аналізу досліджувана б'юветна вода відповідає вимогам ДСТУ 7525:2014 (табл.2). Перевищення ГДК виявлено для сумарної концентрації іонів Na та K (131,1 мг-екв/дм³ при ГДК 92 мг-екв/дм³) та для перманганатної окиснюваності (2,1 мгО₂/дм³ при ГДК 0,75 мгО₂/дм³).

Порівняння концентрацій мікроелементів з величинами біологічно значимих концентрацій, обрахованими за

методикою М.В. Барвиша та О.А. Шварца (2000 р.) виявлено дефіцит таких елементів як Ba, Ag, Li, Mn, Fe, Cu, Zn, Cd, Ti, Cr та надлишок Ni (табл.3).

Варто відзначити, що б'ювет геоморфологічно знаходиться у нижній частині схилу долини р. Дніпро, яка належить до зони поширення підземних вод, умовно захищених від забруднення з поверхні. Однак, припускається, що в цьому випадку існує взаємодоповнювальний вплив природних та техногенних факторів, що визначає підвищений та високий вміст важких металів у глибинних водоносних горизонтах.

Таблиця 2. Загальний хімічний склад води з біовету по вул. Осиповського, 3**Table 2.** General chemical composition of water from the pumping station on the street Osipovsky, 3

| Найменування показника | Значення показника | ГДК* згідно ДСТУ 7525:2014 |
|--|--------------------|----------------------------|
| pH | 6,81 | 6,5–8,5 |
| Жорсткість, мг-екв/дм ³ | 1 | 7 |
| Кальцій, мг/дм ³ | <2 | 130 |
| Магній, мг/дм ³ | 12,1 | 80 |
| Лужність, мг-екв/дм ³ | 6,0 | 6,5 |
| НСО ₃ ⁻ , мг/дм ³ | 366 | не визначають |
| Хлориди, мг/дм ³ | 24,8 | 150 |
| Сульфати, мг/дм ³ | <4,8 | 150 |
| Залізо загальне, мг/дм ³ | 0,064 | відсутність |
| Нітрати, мг/дм ³ | 0,98 | 5 |
| Сухий залишок, г/дм ³ | 0,366 | 1 |
| Na+K сумарно, мг-екв/дм ³ | 131,1 | 92 |
| Перманганатна окиснюваність, мгО ₂ /дм ³ | 2,1 | 0,75 |
| Гумінові кислоти (ГК), мг/дм ³ | 4,2 | не визначають |
| Фульвокислоти (ФК), мг/дм ³ | 7,6 | не визначають |

*Примітка: ГДК – гранично допустима концентрація

Таблиця 3. Мікроелементний склад води з біовету по вул. Осиповського, 3**Table 3.** Microelement composition of water from the pumping station on the street Osipovsky, 3

| Елемент, мг/дм ³ | Концентрація елементу у воді | БЗК* |
|-----------------------------|------------------------------|---------|
| Li | 0,010166 | 0,025 |
| Mn | 0,000586 | 0,05 |
| Fe | 0,001779 | 0,45 |
| Ni | 0,014001 | 0,0075 |
| Cu | 0,000537 | 0,025 |
| Zn | 0,008757 | 0,3 |
| Rb | 0,001064 | - |
| Sr | 0,00284 | 0,05 |
| Cd | 0,00002 | 0,0025 |
| Cr | 0,00012 | 0,00175 |
| Ba | 0,003753 | 0,02 |
| Tl | 0,000011 | - |
| Pb | 0,000423 | 0,01 |
| U ⁻²³⁸ | 0,000004 | - |
| Ag | 0,000022 | 0,00125 |
| Ti | 0,00071 | 0,02 |

*Примітка: БЗК – біологічно значима концентрація





Зокрема, цьому сприяє виклинювання водотривких шарів порід перекриття уздовж р. Дніпро, інверсія гідродинамічного потоку підземних вод, приурочених до локальних депресійних воронки у сеноман-келовейському водоносному комплексі (Kuraieva et al., 2020).

4. Висновки

Зважаючи на наявність багатьох факторів перерозподілу забруднювальних речовин в урбанізованому середовищі, виявлення ландшафтних залежностей цих процесів є ускладненим. Разом з тим, за даними виконаних еколого-геохімічних досліджень ландшафтів історичної місцевості Гірка Крістера, у межах якої присутні значні площі зелених зон та природоохоронних об'єктів, тут спостерігаються певні природні закономірності актуального вмісту важких металів, принаймні за значеннями сумарного показника забруднення ґрунтів, яке у межах ландшафтів лесових рівнин є дещо вищим, ніж у моренно-воднольодовикових ландшафтах.

Отримані результати щодо вмісту та розподілу важких металів в компонентах ландшафтів Гірки Крістера матимуть важливе значення для обґрунтування розміщення мережі комплексного еколого-геохімічного моніторингу та санітарно-захисних зон, зниження ризику забруднення водоносних горизонтів – джерел господарського і питного постачання, сприятимуть підвищенню ефективності заходів, спрямованих на поліпшення стану природного середовища та покращення умов проживання населення. Проведені дослідження біоаккумуляції важких металів нададуть можливість встановити певні закономірності щодо видової специфіки рослин, приуроченості біогеохімічних аномалій до окремих зон досліджуваної території.

ORCID iD

Anastasiia Splodytel  <http://orcid.org/0000-0002-8109-3944>
 Liudmyla Sorokina  <https://orcid.org/0000-0002-0885-1745>
 Olexander Golubtsov  <https://orcid.org/0000-0001-8155-132X>
 Iryna Kuraeva  <https://orcid.org/0000-0003-3113-7782>

Список посилань

Davydchuk V.S., Zarudna R.F., Mikheli S.V., Istomina H.P., Sorokina L.Yu. *A collection of geographical maps with a description "Kyiv region. Landscape map" (in digital format, basic scales 1:100,000, 1:200,000, 1:400,000)* ("Landscape map of the Kyiv region"). Certificate of copyright registration for the work No. 104563. State enterprise "Ukrainian Institute of Intellectual Property". Date of registration 05/14/2021. Copyright and related rights. officer Bull. No. 65, 2021. P. 50-51. [Давидчук В.С., Зарудна Р.Ф., Міхелі С.В., Істоміна Г.П., Сорокіна Л.Ю. *Збірка географічних карт з описом "Київська область. Ландшафтна карта" (у цифровому форматі, базові масштаби 1:100 000, 1:200 000, 1:400 000)* ("Ландшафтна карта Київської області"). Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 104563. Державне

підприємство “Український інститут інтелектуальної власності”. Дата реєстрації 14.05.2021. Авторське право і суміжні права. Офіц. бюл. № 65, 2021. С. 50-51. URL:<https://ukrpatent.org/uk/articles/bulletin-copyright>]

- Galitsky V.I., Davydchuk V.S., Shevchenko L.N., Zarudnaya R.F., Istomina G.P., Mikheli S.V., Pashchenko V.M., Petrenko O.N. (1983) *Landscapes of the suburban zone of Kyiv and their rational use*. Kyiv: Nauk. Dumka, 1983. 244 p. (In Russian). [Галицкий В. И., Давыдчук В. С., Шевченко Л. Н., Зарудная Р.Ф., Истомина Г.П., Михели С.В., Пашенко В.М., Петренко О.Н. (1983) *Ландшафты пригородной зоны Киева и их рациональное использование*. Киев: Наук. думка, 244 с.]
- Kuraieva I.V., Koshliakova T.O., K.S. Zlobina (2020) Peculiarities of Pb, Mo, Cu and Zn distribution in water of artesian aquifers (within Kyiv deposit) *Ukrainian Mineralogical journal* 42 (2): 63-73 (In Ukrainian) [Кураева І.В., Кошлякова Т.О., Злобіна К.С. (2020) Особливості розподілу Pb, Мо, Сu та Zn у водах артезіанських водоносних горизонтів (у межах Київського родовища). *Мінералогічний журнал*. Т. 42. № 2. С.63–73. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.02.063>]
- Malysheva L.L. (1998) *Landscape-geochemical assessment of the ecological state of territories*: Monograph. - K.: RVC “Kyiv University”. 264 p. (In Ukrainian) [Малишева Л.Л. (1998) *Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану територій*: Монографія. – К.: РВЦ “Київський університет”. 264 с.]
- Ponomarenko L.A., Riznyk O.O. (2003) Kyiv. *Short toponymic guide*. Reference edition. "Pavlim" publishing house. 124 p. (In Ukrainian) [Пономаренко Л.А., Різник О.О.(2003) Київ. *Короткий топонімічний довідник*. Довідкове видання. Видавництво “Павлім”, 124 с.]
- Samchuk A.I., Kuraeva I.V., Grodzinska G.A. (2019) *Heavy metals in the objects of the environment of the Kyiv megapolis*. Kyiv: Nash format. 164 p. (In Ukrainian) [Самчук А.І., Кураєва І.В., Гродзинська Г.А. (2019) *Важкі метали в об’єктах довкілля Київського мегаполісу*. Київ: Наш формат. 164 с.]
- Samchuk A.I., Kuraeva I.V., Yegorov O.S., Manichev V.Y., Stadnyk V.O., Stroi A.M., Krasnyuk O.P., Hudaikulova O.O., Ogar. T. V., Bilyk V.V., Batievskyi B.O. (2006). *Heavy metals in the soils of Ukrainian Polissia and Kyiv megapolis*. K. “Scientific thought”, 108 p. (In Ukrainian) [Самчук А.І., Кураєва І.В., Єгоров О.С., Манічев В.Й., Стадник В.О., Строй А.М., Красюк О.П., Худайкулова О.О., Огар Т.В., Білик В.В., Батієвський Б.О. (2006). *Важкі метали у ґрунтах Українського Полісся та Київського мегаполісу*. К. “Наукова думка”, 108 с.]

Сучасна динаміка сніголавинних процесів на території гірського масиву Полонина Боржава

Руслан Р. Озимко , Степан С. Поп , Ірина С. Шароді 

Ужгородський національний університет, вул. Університетська, 14, Ужгород, 88000, Україна

Реферат

У статті проаналізовано сучасну динаміку сніголавинних процесів на території гірського масиву Полонина Боржава, як однієї з найбільш лавинонебезпечних зон Українських Карпат. Досліджувана територія щороку відвідується тисячами туристів, особливо взимку, оскільки тут досить добре розвинений гірськолижний туризм. Відповідно сотні туристів стикаються з прямою загрозою життю та здоров'ю – сніговими лавинами. Тому, в першу чергу, варто показати сучасну динаміку сніголавинних процесів на Полонині Боржаві з точки зору раціонального ведення рекреаційного господарства і туризму. Майже щороку на Полонині Боржаві, в результаті сходження снігових лавин, гинуть чи травмуються люди, як професіонали так і новачки. Знання основ поводження під час лавинної небезпеки, отримання відомостей про настання таких періодів та оцінка змін багаторічної динаміки сходження снігових лавин можуть мінімізувати ризиковані ситуації в горах. Аналіз сніголавинних сезонів на Полонині Боржаві протягом 2011-2020 рр., за матеріалами сніголавинної станції Плай, Закарпатського обласного центру з гідрометеорології та Головного управління ДСНС України в Закарпатській області показав, що найбільш лавинонебезпечним є лютий на який припало 40,7% всіх лавин. Протягом досліджуваного періоду найбільше зійшло лавин об'ємом 1001-5000 м³, які не завдають значної шкоди довкіллю, але можуть призводити до загибелі чи травмування людей і тварин. Кількість лавин, що зійшли, з року в рік дуже варіює оскільки в короткотривалому плані безпосередньо залежить від погодних умов (кількості твердих опадів, температур повітря холодного півріччя, вітрової активності та ін.), а в довготривалому – від кліматичних змін. Протягом 2011-2020 рр. найбільше лавин зійшло у 2012 році (25), а в 2014 та 2020 роках не фіксувалися зовсім. Уточнення середніх багаторічних дат формування стійкого снігового покриву показало, що вона припадає на 21 листопада. Враховуючи тенденції глобального потепління, зміщення пір року, більший перехід опадів до рідкої фази тощо снігові лавини на Полонині Боржаві ставатимуть більш рідкісним явищем з дуже великою річною мінливістю за кількістю та об'ємом. В роботі застосовано описовий та літературний методи дослідження, а також елементарні засоби математичної статистики.

Ключові слова

Снігова лавина, сніголавинний сезон, лавинонебезпечний період, сніголавинна станція, експозиція, Полонина Боржава
Надійшла до редакції: 14 липня 2022 / Прийнята: 28 вересня 2022 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2022

Modern dynamics of avalanche processes on the territory of the Polonyna Borzhava mountain massif

Ruslan R. Ozymko, Stepan S. Pop, Iryna S. Sharodi

Uzhhorod National University, 14, University str., Uzhhorod, 88000, Ukraine

Abstract

The article analyzes the current dynamics of avalanche processes in the territory of the Polonyna Borzhava mountain massif, as one of the most avalanche-prone zones of the Ukrainian Carpathians. The studied area is visited by thousands of tourists every year, especially in winter, as ski tourism is quite well developed here. Accordingly, hundreds of tourists face a direct threat to life and health - avalanches. Therefore, first of all, it is worth showing the current dynamics of avalanche processes on Polonyna Borzhava from the point of view of rational management of recreation and tourism. Almost every year, people, both professionals and beginners, are killed or injured in avalanches on Polonyna Borzhava. Knowledge the basics of handling during avalanche danger, obtaining information about the onset of such periods and evaluating changes in the multi-year dynamics of avalanches can minimize risky situations in the mountains. An analysis of avalanche seasons in Polonyna Borzhava during 2011-2020, based on the materials of the Plai avalanche station, the Transcarpathian Regional Center for Hydrometeorology and the Main Department of the State Emergency Service of Ukraine in the Transcarpathian Region, showed that the most avalanche-dangerous month is February, when 40,7% of all avalanches occurred. During the studied period, the most avalanches with a volume of 1001-5000 m³ occurred, which do not cause significant damage to the environment, but can lead to the death or injury of people and animals. The number of avalanches varies greatly from year to year, because in the short term it directly depends on weather conditions (amount of solid precipitation, air temperature of the cold half of the year, wind activity, etc.), and in the long term it depends on climatic changes. During 2011-2020, the most avalanches occurred in 2012 (25), and in 2014 and 2020 they were not recorded at all. Clarification of the average multi-year dates for the formation of stable snow cover showed that it falls on November 21. Taking into account the trends of global warming, shifting of seasons, greater transition of precipitation to the liquid phase, etc., avalanches in Polonyna Borzhava will become a rarer phenomenon with very large annual variability in number and volume. The work uses descriptive and literary research methods, as well as elementary means of mathematical statistics.

Keywords

Avalanche, avalanche season, avalanche danger period, avalanche station, exposition, Polonyna Borzhava
Received: 14 July 2022 / Accepted: 28 September 2022 / Published online: 30 December 2022

Corresponding author:

Ruslan R. Ozymko, Uzhhorod National University, 14, University str., Uzhhorod, 88000, Ukraine
Email: ruslan.ozymko@uzhnu.edu.ua

© 2022 The Authors. Published by Taras Shevchenko National University of Kyiv. This is an open-access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. Вступ

Гірський масив Полонина Боржава розташований практично в центральній частині Українських Карпат. Для неї характерні найбільші абсолютні висоти та значна розчленованість рельєфу, після Чорногори та Свидовця (Kravchuk, 2008). Складна орографія у поєднанні з кліматичними умовами зумовили формування потужного снігового покриву в холодний період року та відповідно сходження снігових лавин (Grishchenko, 1982; Logvinov et al., 1973; Tavrov, Hryshchenko, 2011).

З кожним роком людина все більше освоює гірські території: будуються дороги, бази відпочинку і спорту, прокладаються нові туристичні маршрути тощо. Рациональне освоєння гір неможливе без вивчення численних природних процесів, які тут розвиваються. Першочерговим завданням при здійсненні будь-якої діяльності є дослідження небезпечних природних явищ чи процесів. На території Полонина Боржави, в першу чергу, це снігові лавини. Такі явища супроводжуються швидкими зміщеннями різних за об'ємом та фізичними властивостями мас снігу, що може призвести до негативних наслідків (Brukhanda et al., 1996; Kinash, Burnayev, 1996). Вивчення цих небезпечних явищ, розробка методів їх прогнозу та обґрунтування заходів щодо захисту від них завжди були актуальними і практично значущими.

З усіх факторів, які визначають розвиток сніголавинних процесів найбільш динамічним у просторово-часовому відношенні є клімат. Зміни клімату як абіотичного фактору проявляються в усіх складових географічної оболонки планети. Звичайно це відбивається і на динаміці сніголавинних процесів (Kobzisty, Grishchenko, 1967; Maslova et al., 1999; Sakali et al., 1985). Саме тому актуальність теми полягає у детальному вивченні часової динаміки сніголавинних процесів на території Полонина Боржави для подальшого використання отриманих результатів у туристично-рекреаційній і господарській діяльності людини та інших наукових дослідженнях.

2. Матеріали і методи

В Українських Карпатах перші літературні згадки про снігові лавини зустрічаються вже на початку ХХ ст. Так, Г. Запалович в 1912 р. описав великий збиток, завданий сніговими лавинами в 1906 та 1911 рр. в басейнах річок Чорний Черемош і Біла Тиса, де внаслідок їх сходження були знищені великі масиви лісу (Eisenberg et al., 1980). С. Соколовський в 1936 р. відзначав, що на території Карпат різко зросла лавинна активність, яка, на його думку, пов'язана зі збільшенням площ лісорозробок (Logvinov et al., 1973).

Систематичні дослідження сніголавинних процесів в Українських Карпатах розпочалися в 1965 р. у зв'язку з підготовкою карти лавинонебезпечних районів СРСР та вказівок по врахуванню лавинонебезпечності і розрахунку лавинних навантажень при проектуванні споруд (Hryshchenko et al., 2013, 2014; Tretyak, 1977). Стандартна гідрометеорологічна інформація

збиралася на мережі станцій та постів, спеціальна – по снігомірних маршрутах, на двох сніголавинних станціях (Пожежевська і Плай), а також в ході експедиційних зимових і весняно-літніх наземних аеровізуальних обстежень (Tavrov, Hryshchenko, 2011). В результаті проведених експедиційних обстежень місць сходження снігових лавин в Українських Карпатах, які виконувалися фахівцями Київської гідрометеорологічної обсерваторії та Українським науково-дослідним гідрометеорологічним інститутом (УкрНДГМІ), було виявлено, що лавинна діяльність в даному регіоні фіксується щорічно і завдає значні збитки народному господарству. Перші оглядові карти лавин Українських Карпат підготовлені в кінці 1960-х років. Авторами основних публікацій про поширення і режим сніголавинних процесів є М. М. Айзенберг, В. Ф. Грищенко, М. Ч. Заліханов, К. Л. Михайлова, Б. І. Новіков, Г. К. Тушинський, С. М. М'ягков, Л. А. Канаєв, Т. Г. Глазовська, К. С. Лосєв та ін. (Logvinov et al., 1973; Myagkov, Kanayev, 1992; Sakali et al., 1985).

Першим українським вченим в області дослідження снігового покриву і лавин в Українських Карпатах є В. Ф. Грищенко. Ним складено кадастр лавинних територій для Українських Карпат і Кримських гір, відомості якого ввійшли до шостого тому «Кадастру лавин СРСР: Європейська частина та Кавказ» (Tavrov, Hryshchenko, 2011). Ним також розроблено рекомендації щодо прогнозування лавин різних типів снігу, які використовують на українських сніголавинних станціях та видано низку карт до «Атласу сніжно-льодових ресурсів світу». Саме завдяки наполегливій роботі В. Ф. Грищенка, О. М. Аксюка та Г. А. Гончаренка у 2013 році вийшов «Довідник зі снігового покриву в горах України (Карпати, Крим)», а в 2014 році – «Кадастр снігових лавин України (Карпати, Крим)» (Hryshchenko et al., 2013, 2014).

Окремо варто згадати П. Р. Третьяка, який захистив кандидатську дисертацію на тему «Лавинные очаги в лесистых среднегорных ландшафтах и пути их локализации». Він опублікував такі праці: «Лавинные природно-территориальные комплексы Украинских Карпат» (1977), «Лавинная опасность Восточных Карпат» (1980), «Природа – стихия – человек» (1982) у співавторстві з С. М. Стойком. Професор П. Р. Третьак зробив значний внесок у вивченні лавинних ПТК Горган (Kinash, Burnayev, 1996; Tretyak, 1977).

Сьогодні вивченням сніголавинних процесів в Українських Карпатах, в першу чергу, продовжують займатися вчені Українського гідрометеорологічного інституту (УкрГМІ) та Львівського національного університету імені Івана Франка. Серед них: О. М. Аксюк, Г. А. Гончаренко, В. П. Ланшин, В. І. Біланюк, Є. Є. Тиханович (Hryshchenko et al., 2013; Tykhanovych, Bilanyuk, 2012). В грудні 2019 року О. М. Аксюк та інші вчені, продовжуючи багаторічну роботу В. Ф. Грищенка в галузі лавинознавства, завершили формування електронного видання – «Атлас снігових лавин Українських Карпат», що є першим масштабним ГІС-проектом з картографування снігових лавин на території

України, створеного завдяки багатьом попереднім роботам.

Вчені КНУ ім. Тараса Шевченка також займаються дослідженнями сніголавинних процесів в Українських Карпатах. Першочергово серед них варто згадати О. В. Ковтонюк та Є. М. Цвеліх. Їх сучасні наукові праці стосуються розвитку сніголавинних процесів у басейні р. Чорна Тиса (Kovtoniuk, Tsvelykh, 2014; Halahan et al., 2017).

В даній статті проведено аналіз та синтез літературних джерел інформації, а також безпосередніх даних сніголавинної станції Плай (Сл Плай), яка входить в державну гідрометеорологічну мережу спостережень. Такі методи найчастіше застосовуються при систематизації емпіричних даних інструментальних гідрометеорологічних спостережень та зібраної інформації з попередніх досліджень і звітних документів. Зібрані дані опрацьовані з використанням засобів математичної статистики у вигляді розрахунку середніх арифметичних величин за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (1)$$

де x_i – окремі значення досліджуваної ознаки, n – кількість років, діб чи дат досліджуваних ознак сніголавинних сезонів.

Вхідними даними для дослідження стала інформація про зафіксовані снігові лавини, які зійшли на схилах всіх експозицій Полонини Боржави протягом 2011–2020 рр. Така інформація була отримана за даними гідрометеорологічних спостережень Сл Плай, яка розташована в північно-західній частині Полонини Боржави на висоті 1330 м н.р.м. та добових довідок Головного управління ДСНС України в Закарпатській області. В роботу також було включено і дані про снігові лавини з “Кадастру снігових лавин України (Карпати, Крим)” (Hryshchenko et al., 2014). Вся гідрометеорологічна інформація по Сл Плай отримана з місячних таблиць щоденних агрометеорологічних спостережень (ТСГ-1) та з книжок для записів сніголавинних спостережень (КЛ-1, КС-2, КС-3, КС-4). Враховуючи той факт, що часто снігові лавини сходять у важкодоступних та віддалених місцях і не фіксуються спостережниками Сл Плай, близько 15% їх випадків випущені з поля зору.

3. Результати та обговорення

Лавина – величезна маса снігу, що зривається із гірського схилу і котиться вниз з великою швидкістю (Hryshchenko et al. 2014). Виникнення лавин можливе у всіх гірських районах світу, де встановлюється стійкий сніговий покрив. В Україні снігові лавини поширені в Карпатах та Кримських горах (Муягков, Капарев, 1992).

Одним із головних факторів утворення снігових лавин є снігопад з інтенсивністю 10 мм (у перерахунку на шар опадів) на добу і більше. Лавини також спричиняють: інтенсивна сонячна радіація, яка зменшує міцність снігу, снігопади з хуртовинами, дощ, що випав на поверхню

снігу, зміна температури повітря на 2°C під час снігопаду (Tavrov, Hryshchenko, 2011).

Лавини, як правило, утворюються при достатньому снігонакопиченні на безлісих схилах з кутом від 15°. На схилах більше 50° сніг не затримується і лавини не виникають. Рівні трав'янисті схили з кутом понад 20° стають лавинонебезпечними, якщо висота снігу перевищує 30 см. Довжина відкритого схилу, де утворюється лавина, повинна бути від 100 до 500 м. Чагарникова рослинність не є перешкодою для сходження снігових лавин (Hryshchenko et al., 2014).

В Українських Карпатах гірський масив Полонина Боржава, з точки зору лавинної небезпеки та прояву лавинної активності, посідає одне з перших місць поряд з масивами Чорногора та Свидовець (Tykhanovych et al., 2020). Пов'язано це з тим, що саме тут склались сприятливі кліматичні умови для формування потужного стійкого снігового покриву висотою, подекуди, понад 200 см та розчленований гірський рельєф. Полонина Боржава відрізняється асиметрією поперечного профілю, глибокими поперечними долинами та орієнтована з північного заходу на південний схід (Kravchuk, 2008) (рис. 1).

Масив лавинонебезпечний за всіма експозиціями схилів, крутизна яких коливається в межах 25–40° (Tykhanovych et al., 2020). Хуртовини, а також значні (7–19 мм / ≤12 год), сильні (20–29 мм / ≤12 год), надзвичайні (≥30 мм / ≤12 год) снігопади і часті відлиги в холодну пору року сприяють формуванню лавин, нерідко значних об'ємів. За попередніми дослідженнями, протягом 1969–2011 рр., на ділянці детальних сніголавинних спостережень (західна експозиція макросхилу Полонини Боржави) було зареєстровано 218 випадків сходження лавин. Максимальний об'єм лавини що зійшла склав близько 75000 м³ (Hryshchenko et al., 2014).

Для вивчення динаміки сніголавинних процесів на Полонині Боржаві була здійснена характеристика сніголавинних сезонів за останні 10 років (2011–2020 рр.). Така аналітична робота дала уявлення про сучасний стан сніголавинних процесів, а також про періоди настання лавинної небезпеки в межах Полонини Боржави.

Сніголавинний сезон – це період за початок якого приймається дата відкладення на лавинонебезпечних схилах – з нахилом 17° і більше (незалісених або слабо залісених) у районах Сл Пожежевська та Сл Плай, снігового покриву висотою 30 см і більше. Причому, безперечною умовою виникнення першого лавинонебезпечного періоду в даній сезон є випадання в районах цих станцій опадів у вигляді снігу кількістю 100 мм і більше від початку утворення стійкого снігового покриву (Hryshchenko et al., 2014, Tykhanovych, Bilanyuk, 2012).

Саме дата формування стійкого снігового покриву слугує «точкою відліку» для проведення сніголавинних розрахунків та відкриття лавинонебезпечного періоду. За останнє десятиріччя (2011–2020 рр.) дати формування стійкого снігового покриву у високогірній зоні Полонини Боржави дуже варіювали. Найранішою датою було 25 жовтня 2017 року, а найпізнішою – 18 грудня 2014 року. В середньому дата формування стійкого снігового покриву

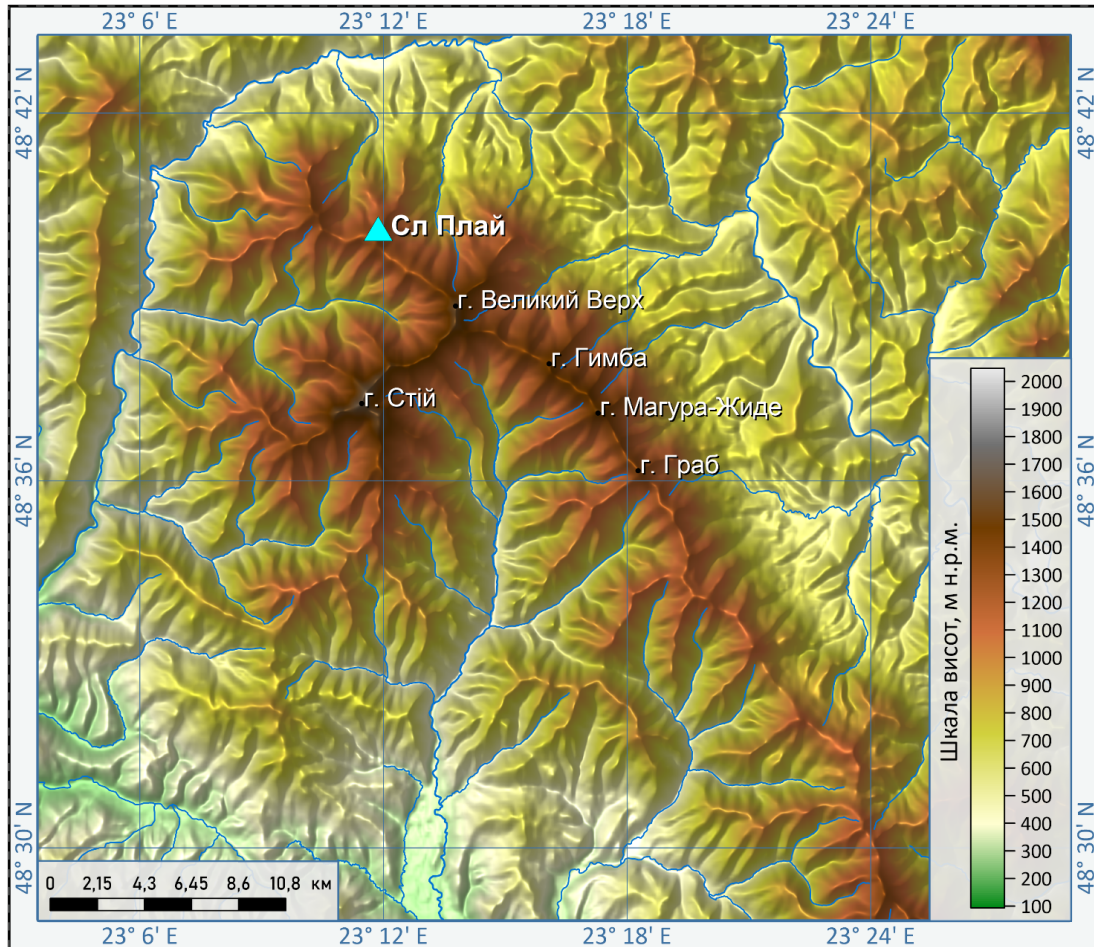


Рис. 1. Орографічна карта гірського масиву Полонина Боржава
Fig. 1. Orographic map of the Polonyna Borzhava mountain massif

припадає на 21 листопада. Звичайно в теплі роки стійкий сніговий покрив формується значно пізніше і навіть не один раз. Так протягом сніголавинного сезону 2014-2015 рр. стійкий сніговий покрив формувався тричі: з 18 грудня 2014 року по 25 січня 2015 року, з 19 лютого по 4 березня 2015 року та з 17 березня по 2 квітня 2015 року.

Виходячи з критеріїв початку сніголавинного сезону важливе значення має висота снігового покриву. За досліджуване десятиріччя протягом всіх сніголавинних сезонів середня висота снігового покриву у високогірній зоні на схилах всіх експозицій становила 48 см. Звичайно розподіл висот снігового покриву був вкрай нерівномірним з максимальними висотами на схилах північних експозицій – в середньому 70-90 см. Абсолютний максимум висоти снігового покриву був інструментально зафіксований під час шурфування в лютому 2015 року і становив 220 см.

Вивчення лавинонебезпечних періодів в межах сніголавинних сезонів показало, що їх тривалість та час настання з року в рік суттєво відрізнялися. Лавинонебезпечний період – інтервал часу, у якому внаслідок лавиноутворюючого явища можливе спонтанне виникнення лавини. Протягом 2011-2020 рр. на високогір'ї Полонини Боржави найранішою датою відкриття лавинонебезпечного періоду було 28 листопада 2017 року, а найпізнішою – 16 січня 2016 року. В 2013-2014

рр. лавинонебезпечний період взагалі не відкривався у зв'язку з малосніжною та теплою зимою. Середня тривалість лавинонебезпечного періоду становила 112 діб, максимальна – 140 діб у 2017-2018 рр. Найранішою датою закриття лавинонебезпечного періоду було 26 березня 2012 року, а найпізнішою – 27 квітня 2015 року. Середніми датами відкриття-закриття лавинонебезпечних періодів на Полонині Боржаві є 21 грудня та 12 квітня відповідно. Під час нестабільних зим з відлигами та похолоданнями, снігопадами та дощами лавинонебезпечних періодів може бути декілька, а у зв'язку з потеплінням клімату така картина розвитку сніголавинних процесів вже спостерігається. Наприклад протягом сніголавинних сезонів 2011-2012, 2014-2015 та 2016-2017 рр. було кілька лавинонебезпечних періодів різної тривалості.

Для аналізу багаторічної динаміки сходження снігових лавин в межах Полонини Боржави використовувалась вся наявна інформація про зареєстровані лавини.

Для наочності зібраної інформації побудовані відповідні графіки та діаграми (рис. 2-4), які ілюструють різні характеристики снігових лавин за 2011-2020 рр. На рис. 2 показано часову динаміку сходження всіх зареєстрованих снігових лавин за 2011-2020 рр.

Одразу стає помітно, що найбільше лавин зійшло у 2012, 2013 та 2017 роках, саме тоді коли фіксувалися

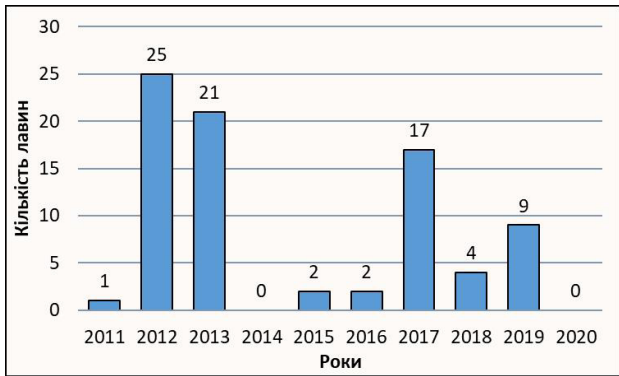


Рис. 2. Кількість зафіксованих лавин у 2011-2020 рр. в межах Полонини Боржави

Fig. 2. Number of recorded avalanches in 2011-2020 within Polonyna Borzhava

сильні та надзвичайні снігопади, а найменше у 2011, 2014 та 2020 роках. Загалом, протягом досліджуваного періоду, зійшла 81 лавина. Виділити будь-які тенденції щодо збільшення чи зменшення проявів лавинної активності в межах 10 останніх років на Полонині Боржаві неможливо, оскільки для цього потрібно охопити значно довший період спостережень. Проте можна говорити про динаміку сходження лавин в розрізі місяців сніголавинних сезонів (Рис. 3).

Однозначно можна сказати, що в межах Полонини Боржави найбільш лавинонебезпечним є місяць лютий на який припали 33 лавини (40,7% всіх лавин). Досить лавинонебезпечним є також січень – 24 лавини (29,6%)

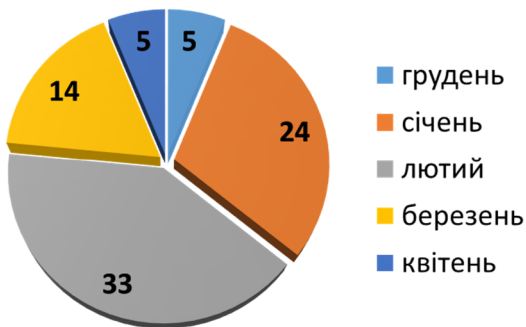


Рис. 3. Розподіл кількості лавин в розрізі місяців сніголавинних сезонів 2011-2020 рр.

Fig. 3. Distribution of the number of avalanches by months of the avalanche seasons of 2011-2020

та березень – 14 лавин (17,3%). Звичайно найменш лавинонебезпечними місяцями є грудень та квітень (по 5 лавин за кожен місяць) оскільки в грудні ще рідко формується потужний сніговий покрив, а у квітні висота снігового покриву вже не надто потужна в результаті сніготанення.

Важливим показником є кількісний розподіл снігових лавин за об'ємом, адже це несе пряму загрозу руйнівної сили лавини (Рис. 4).

Одразу помітно, що найбільше зійшло лавин об'ємом від 1 001 до 5 000 м³ (26 лавин), що за цим критерієм є нижче середнього розміру. Великі за об'ємом лавини (>30

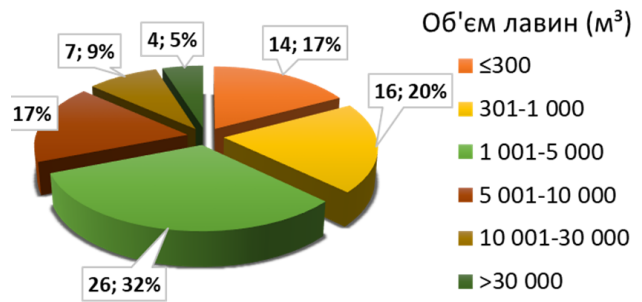


Рис. 4. Розподіл кількості лавин протягом сніголавинних сезонів 2011-2020 рр. за об'ємом (м³)

Fig. 4. Distribution of the number of avalanches during the avalanche seasons of 2011-2020 by volume (m³)

000 м³) сходили в шість разів менше – 4 лавини. Найбільша з них зійшла 24-26 січня 2012 року з північного схилу г. Плай об'ємом 63 000 м³. Дуже великих за об'ємом лавин (>100 000 м³) протягом 2011-2020 рр. не фіксувалось. Проте ризик формування дуже великих лавин, хоч і мінімальний, зберігається. Так, в грудні 1973 р. з г. Гимба зійшла мокра ґрунтова лавина об'ємом більше 125 000 м³. Висота снігового покриву в лінії відриву досягала 375 см.

В результаті сходження всіх лавин за вказаний період завдано збитків навколишньому середовищу практично не було. Сходження лавин в 98% випадків відбувалось з природних причин і тільки в 2% вони були спровоковані людиною. В результаті зафіксовано 2 випадки загибелі трьох осіб через необережне поводження під час періоду лавинної небезпеки. В одному випадку загинули два професійні альпіністи.

5. Висновки

Авторами вперше проаналізовано динаміку сніголавинних процесів на Полонині Боржаві за останнє десятиріччя (2011-2020 рр.). Розраховано середні багаторічні показники в розвитку сніголавинних процесів серед яких: середню дату формування стійкого снігового покриву, середню тривалість лавинонебезпечного періоду, середні дати відкриття-закриття лавинонебезпечних періодів.

Результати роботи можуть бути використані при наступних наукових дослідженнях сніголавинних процесів, проведення інженерних робіт на даній території, розвитку туризму та рекреації чи в інших галузях. Це може охоплювати як теоретичну (прогнозування сніголавинної небезпеки тощо) так і практичну (кластеризація території щодо інтенсивності прояву сніголавинних процесів, оцінка впливу на рослинний покрив тощо) складову.

Необхідність аналізу динаміки сніголавинних процесів зумовлена практичним застосуванням отриманих результатів для вирішення різногалузевих цілей, особливо в туризмі, рекреації та інженерному проектуванні. В результаті дослідження встановлено, що:

- 1) найбільш лавинонебезпечними є місяці січень та

лютий, а найменш лавинонебезпечними – квітень та грудень;

2) за об'ємом, протягом дослідженого періоду, найбільше зійшло лавин нижче середнього розміру (1001–5000 м³), дуже великих та катастрофічних лавин взагалі не спостерігалось, імовірність їх формування низька;


3) більшість снігових лавин мали природне сходження і не призвели до відчутних негативних наслідків для довкілля, тільки 2% від загальної кількості снігових лавин були штучно спровоковані людиною, з них у двох випадках загинули люди, що вказує на необхідність звертати увагу на попередження про лавинну небезпеку;


4) середніми датами відкриття-закриття лавинонебезпечних періодів на Полонині Боржаві є 21 грудня та 12 квітня відповідно.

Високогірна зона Полонини Боржави в зимовий період є доволі небезпечною для туристів. Найбільша небезпека криється в нехтуванні туристами правил сніголавинної небезпеки та попереджень про можливість сходження снігових лавин.

ORCID iD

Ruslan R. Ozymko  <http://orcid.org/0000-0003-3267-968X>

Stepan S. Pop  <http://orcid.org/0000-0003-4390-6366>

Iryna S. Sharodi  <http://orcid.org/0000-0002-8211-9675>

Список посилань

Brukhanda V. I., Isayev A. A., Kanayev L. A. (1996). Otsenka fizikomekhanicheskikh slojev snega dlya ispol'zovaniya v modeli formirovaniya i tayaniya snezhnogo pokrova [Estimation of physical-mechanical layers of snow for use in the model of formation and melting of snow cover]. *Moscow: MGI Instituta geografii RAN*, 89-90 (In Russian). [Бруханда В. И., Исаев А. А., Канаев Л. А. (1996). Оценка физикомеханических слоев снега для использования в модели формирования и таяния снежного покрова. *Москва: МГИ Института географии РАН*, 89-90].

Eisenberg M. M. i dr. (1980). Osobo opasnyye gidrometeorologicheskiye yavleniya na Ukraine i mery bor'by s nimi [Particularly dangerous hydrometeorological phenomena in Ukraine and measures to combat them]. *Tezisy dokladov IV s'yezda GO USSR*, 68-69 (In Russian). [Айзенберг М. М. и др. (1980). Особо опасные гидрометеорологические явления на Украине и меры борьбы с ними. *Тезисы докладов IV съезда ГО УССР*, 68-69].

Grishchenko V. F. (1982). Rezhim snezhnykh lavin v Ukrainiskikh Karpatakh [Snow avalanche regime in the Ukrainian Carpathians]. *Trudy UkrNIGMI Goskomgidrometa*, 192, 90-93 (In Russian). [Грищенко В. Ф. (1982). Режим снежных лавин в Украинских Карпатах. *Труды УкрНИГМИ Госкомгидромета*, 192, 90-93].

Halahan O. O., Kovtoniuk O. V., Korohoda N. P., Tsvelykh Ye. M. (2017). Landshaftni osoblyvosti rozvytku sniholavynnykh protsesiv u verkhniy techiy baseynu r. Chorna Tysa [Landscape features of avalanche development processes in the upper course of the Chrona Tisa river basin]. *Materialy IV mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi*, 195-198 (In Ukrainian). [Галаган О. О., Ковтонюк О. В., Корогода Н. П., Цвельих Є. М. Ландшафтні особливості розвитку сніголавинних процесів у верхній течії басейну р. Чорна Тиса. *Матеріали*

IV міжнародної науково-практичної конференції, 195-198].

Hryshchenko V. F., Aksyuk O. M., Honcharenko H. A. (2013). *Dovidnyk zi snihovoho pokryvu v horakh Ukrayiny (Karpaty, Krym)* [Handbook of snow cover in the mountains of Ukraine (Carpathians, Crimea)]. Kyiv: UkrHMI (In Ukrainian). [Грищенко В. Ф., Аксюк О. М., Гончаренко Г. А. (2013). *Довідник зі снігового покryву в горах України (Карпати, Крим)*. Київ: УкрГМІ].

Hryshchenko V. F., Aksyuk O. M., Honcharenko H. A. (2014). *Kadastр snihovykh lavyun Ukrayiny (Karpaty, Krym)* [Cadastre of snow avalanches of Ukraine (Carpathians, Crimea)]. Kyiv: UkrHMI (In Ukrainian). [Грищенко В. Ф., Аксюк О. М., Гончаренко Г. А. (2014). *Кадастр снігових лавин України (Карпати, Крим)*. Київ: УкрГМІ].

Kinash R. I., Burnayev O. M. (1996). *Snihove navantazhennya v Ukrayinskikh Karpatakh* [Snow load in the Ukrainian Carpathians]. L'viv: Vydavnytstvo LNU im. Ivana Franka (In Ukrainian). [Кінаш Р. І., Бурнаєв О. М. (1996). *Снігове навантаження в Українських Карпатах*. Львів: Видавництво ЛНУ ім. Івана Франка].

Kobzistyuy P. I., Grishchenko V. F. (1967). Aerosinopticheskiye usloviya formirovaniya snezhnogo pokrova i yego raspredeleniye na malykh ploshchadyakh v Ukrainiskikh Karpatakh [Aerosynoptic conditions for the formation of snow cover and its distribution over small areas in the Ukrainian Carpathians]. *Materialy VI Mezhdunarodnoy konferentsii po meteorologii Karpat*, 38-44 (In Russian). [Кобзистый П. И., Грищенко В. Ф. Аэросиноптические условия формирования снежного покрова и его распределение на малых площадях в Украинских Карпатах. *Материалы VI Международной конференции по метеорологии Карпат*, 38-44].

Kovtoniuk O. V., Tsvelykh Ye. M. (2014). Sniholavynni protsesy terytoryyi baseynu seredn'oyi techiy r. Chorna Tysa [Avalanche processes territories of the middle current basin of the Chrona Tisa river]. *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent territories*, 98-104 (In Ukrainian). [Ковтонюк О. В., Цвельих Є. М. Сніголавинні процеси території басейну середньої течії р. Чорна Тиса. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*, 98-104].

Kravchuk Ya. S. (2008). *Неоморфологія Полонинсько-Чорногірської Карпати*: Монографія [Geomorphology of the Polonyno-Chornogora Carpathians: Monograph]. L'viv: Vydavnytstvo L'vivs'koho universytetu (In Ukrainian). [Кравчук Я. С. (2008). *Геоморфологія Полонинсько-Чорногірських Карпат*: Монографія. Львів: Видавництво Львівського університету].

Logvinov K. T., Rayevskiy A. N., Eisenberg M. M. (1973). *Opasnyye gidrometeorologicheskiye yavleniya v Ukrainiskikh Karpatakh* [Dangerous hydrometeorological phenomena in the Ukrainian Carpathians]. Leningrad: Gidrometeoizdat (In Russian). [Логвинов К. Т., Раевский А. Н., Айзенберг М. М. (1973). *Опасные гидрометеорологические явления в Украинских Карпатах*. Ленинград: Гидрометеоиздат].

Maslova T. V., Hryshchenko V. F., Susidko M. M. (1999). Bahatosnizhni zymy v Zakarpatti ta intensyvnist' sniholavynnykh yavlyshch [Snowy winters in Zakarpattia and the intensity of snow avalanches]. *Naukovi pratsi UkrNDHMI*, 247, 144-149 (In Ukrainian). [Маслова Т. В., Грищенко В. Ф., Сусідко М. М. (1999). Багатосніжні зими в Закарпатті та інтенсивність сніголавинних явищ. *Наукові праці УкрНДГМІ*, 247, 144-149].

Myagkov S. M., Kanayev L. A. (Eds.). (1992). *Geografiya lavin* [Geography of avalanches]. Moscow: Izdatelstvo MGU (In Russian). [Мягков С. М., Канаев Л. А. (1992). *География лавин*. Москва: Издательство МГУ].

- Sakali L. I., Dmitrenko L. V., Kiptenko Ye. N., Lyutik P. M. (1985). *Теплової і водної режими Українських Карпат* [Thermal and water regime of the Ukrainian Carpathians]. Leningrad: Gidrometeoizdat (In Russian). [Сакали Л. И., Дмитренко Л. В., Киптенко Е. Н., Лютик П. М. (1985). *Тепловой и водный режим Украинских Карпат*. Ленинград: Гидрометеиздат].
- Tavrov Yu. S., Hryshchenko V. F. (2011). *Сніголавинний режим Українських Карпат* [Avalanche regime of the Ukrainian Carpathians]. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: науковий збірник*, 1(22), 68-74 (In Ukrainian). [Тавров Ю. С., Грищенко В. Ф. (2011). *Сніголавинний режим Українських Карпат*. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: науковий збірник*, 1(22), 68-74].
- Tretyak P. R. (1977). *Лавинні природно-територіальні комплекси Українських Карпат* [Avalanche natural-territorial complexes of the Ukrainian Carpathians]. *Doklady i soobshcheniya L'vovskogo otdela Geograficheskogo obshchestva USSR*, 6, 78-84 (In Russian). [Третяк П. Р. (1977). *Лавинные природно-территориальные комплексы Украинских Карпат*. *Доклады и сообщения Львовского отдела Географического общества УССР*, 6, 78-84].
- Tykhanych Ye. Ye., Bilanyuk V. I. (2012). *Проблеми термінології при дослідженні лавинонебезпечних територій* [Terminology problems in the study of avalanche-prone areas]. *Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць*, 612-613, 173-176 (In Ukrainian). [Тиханович Є. Є., Біланюк В. І. (2012). *Проблеми термінології при дослідженні лавинонебезпечних територій*. *Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць*, 612-613, 173-176].
- Tykhanych Ye., Bilanyuk V., Ivanov Ye., Papish I. (2020). *Типологія та морфометричні параметри лавинних геоконструкцій масиву Боржава* [Typology and morphometric parameters of Borzhava massif avalanche geocomplexes]. *Constructive geography and cartography: state, problems, perspectives: International scientific and practical online conference*, 110-113 (In Ukrainian). [Тиханович Є., Біланюк В., Іванов Є., Папіш І. (2020). *Типологія та морфометричні параметри лавинних геоконструкцій масиву Боржава*. *Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи : матеріали міжнародної науково-практичної онлайн-конференції*, 110-113].

Особливості антропогенної морфоскульптури в межах басейну річки Остер

Юрій М. Філоненко , Іван С. Лоханько

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, вул. Графська, 2, Ніжин, Чернігівська область, 16600, Україна

Реферат

Проаналізовано особливості виникнення форм рельєфу, які з'явилися на території басейну річки Остер внаслідок господарської діяльності людини. Досліджено морфологічні та морфометричні особливості денудаційних і акумулятивних форм рельєфу антропогенного походження, які виникають в результаті гірничо-промислового, інженерно-будівельного, аграрного, мілітарного (белігеративного) та рекреаційного напрямків людської діяльності. Зокрема, досліджено кар'єри, насипи, відвали, канали, ґрунтові дороги, свердловини, шосе, залізниці, кювети, сміттєзвалища, території населених пунктів, мости і трубні мостові переходи, шлюзи, сільськогосподарські угіддя, споруди тваринницьких комплексів, окопи, траншеї, бліндажі, місця вирв від снарядів, бомб та ракет, пам'ятники, ділянки рекреаційних зон, насипні пляжі, терасовані схили та ін. Встановлено, що антропогенний чинник рельєфотворення має значний вплив не лише на формування поверхні території басейну річки Остер, а й на особливості протікання окремих природних рельєфотвірних процесів. Визначено, що найбільші зміни умов залягання гірських порід дослідженої території, а також наявних природних форм рельєфу та характеру земної поверхні загалом відбуваються внаслідок видобутку корисних копалин кар'єрним способом.

Ключові слова

Рельєфотворення, територія, кар'єр, насип, відвал, траншея, пасмо, постамент, борозна

Надійшла до редакції: 6 серпня 2022 / Прийнята: 25 серпня 2022 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2022

Peculiarities of anthropogenic morphosculpture within the territory of the Oster River basin

Yurii M. Filonenko, Ivan S. Lohanko

Nizhyn Mykola Gogol State University, 2, Grafaska St., Nizhyn, Chernihivska Oblast, 16600, Ukraine

Abstract

Both on the planet in general and within the territory of the Oster River basin, the effectiveness of the anthropogenic factor in relief formation depends on the natural conditions of the territory, the number of people and the set of technical devices and means that people use for their needs. With an increase in the population and technological progress, the number of anthropogenic landforms has been constantly increasing. New types of them have been appearing and their morphometric indicators together with the human influence on the development of natural relief-forming processes have been growing. Nowadays human relief-creating activity is in line with such natural processes as fluvial, gravitational, eolian, glacial, etc., and in many cases it even strengthens their influence on the Earth's surface. As a result of anthropogenic activity, relief forms which in size have the rank of pico-, nano-, micro- and mesorelief appear. The study of such relief forms makes it possible to assess the role and scale of the influence of anthropogenic activity on the formation of the relief of the studied territory. Literature review, cartographic and statistical methods were actively used to study the features of anthropogenic morphosculpture of the Oster River basin. Also, during the field research conducted by us during 2018–2021, the methods of field route observations, surveys, photography, morphological and morphometric analyses were used. Mathematical methods and computer technologies were used to process and generalize the obtained data. Based on the materials of our own field research and the analysis of published scientific works, we established that anthropogenic morphosculpture within the territory of the Oster River basin was mainly formed under the influence of mining, engineering and construction, agrarian, military and recreational types of human activity. Landforms (quarries, mounds, dumps, canals, unpaved roads, highways, railways, ditches, bridges and pipe overpasses, sluices, agricultural lands, trenches, craters, monuments, embankment beaches, etc.) that arose as a result of the specified types of anthropogenic influence on the earth's surface, differed significantly in terms of the location as well as morphological and morphometric indicators. In general, there is every reason to state that the anthropogenic relief formation factor plays an important role in the formation of the surface of the studied territory. Thanks to human activity, new forms of relief appear here and the course of natural relief-forming processes changes significantly. The biggest changes in the nature of the earth's surface, the existing natural forms of relief and the conditions of rock formation within the Oster River basin are associated with the quarry method of mineral extraction.

Keywords

Relief formation, territory, quarry, mound, dump, trench, strand, pedestal, furrow

Received: 6 August 2022 / Accepted: 25 August 2022 / Published online: 30 December 2022

1. Вступ

Дослідженню ролі антропогенного чинника рельєфотворення належну увагу стали приділяти лише починаючи з XIX-го ст. Такий стан речей пов'язаний з тим, що серед більшості геоморфологів домінувала думка про незначний вплив даного чинника рельєфотворення, хоча сама історія існування людства вказувала на протилежне. Так, діяльність людського суспільства за багато тисячоліть його існування, на наш погляд, справила величезний вплив на розвиток природних рельєфотвірних процесів. Безпосередньо в результаті цієї діяльності виникли нові форми рельєфу і земна поверхня в окремих місцях зазнала суттєвих змін в цілому. Особливо суттєвою вона стала, коли почалося різке збільшення кількості населення Землі, розвиток технічного прогресу, вдосконалення засобів виробництва, масове будівництво житла. Нині рельєфотвірна діяльність людини стоїть в одному ряду з такими природними процесами, як: флювіальний, гравітаційний, еоловий, гляціальний тощо, а в багатьох випадках і посилює їх вплив на поверхню Землі. Внаслідок антропогенної діяльності виникають форми рельєфу, які за розміром мають ранг піко-, нано-, мікро- та мезорельєфу. Дослідження таких форм рельєфу дає можливість оцінити роль та масштаби впливу антропогенної діяльності на формування рельєфу дослідженої території.

Метою даного дослідження є висвітлення особливостей форм рельєфу, які виникли в басейні річки Остер внаслідок рельєфотвірної діяльності людини. Мета пов'язана із виконанням таких завдань: вивчення природних умов дослідженої території, як важливих чинників антропогенного рельєфотворення; дослідження особливостей поширення гірничо-промислового, інженерно-будівельного, аграрного, мілітарного (белігеративного) та рекреаційного напрямків антропогенної діяльності у межах території басейну р. Остер; вивчення їх морфологічних та морфометричних особливостей.

2. Матеріали та методи

Про вплив антропогенної діяльності на формування поверхні різних регіонів нашої країни можна отримати інформацію з публікацій Антонюк О.О. (2006), Бугая А.С. (2011), Вахрушева та ін. (2010), Денисика Г.І. (1998, 2012, 2016), Ковальчука І.П. (2012, 2016, 2017), Колтун О.В. (2009, 2012), Куніциної М.Н. (2000), Рудька Г.І. (2010), Стецюка В.В. (2005, 2016, 2017), Ткаченко Т.І. (2010), Чепіжка О. В. (2012), Швидкого Ю.М. (1995) та інших дослідників. Опрацювання зазначених публікацій, а також матеріали власних польових досліджень дали змогу досить детально дослідити форми рельєфу, виникнення яких на території басейну річки Остер зумовлене рельєфотвірною діяльністю людини.

Для дослідження особливостей антропогенної морфоскульптури території басейну річки Остер активно застосовувались літературний (опрацювання, наукових, науково-популярних видань, археологічних даних тощо),

картографічний (вивчення наявного картографічного матеріалу по території дослідження) та статистичний (аналіз статистичних даних різних установ та організацій) методи. Під час польових досліджень, які проводились нами протягом 2018-2021 років, використовувались метод польових маршрутних спостережень, опитування, фотографування, морфологічний та морфометричний аналізи. Для обробки та узагальнення отриманих даних застосовувались математичні методи та комп'ютерні технології.

3. Результати та обговорення

Природні умови басейну річки Остер загалом були сприятливими для заселення та освоєння цієї території людиною. Антропогенний вплив став причиною появи тут численних форм рельєфу різного віку та розміру, які виникли в результаті гірничо-промислової, інженерно-будівельної, сільськогосподарської, військової та рекреаційної діяльності.

Так, при розробці корисних копалин відбувається перерозподіл ґрунтових мас, створення вироблених (кар'єри), насипних (відвали, насипи) та лінійних (ґрунтові дороги, лісозахисні проорані смуги тощо) форм рельєфу антропогенного походження. Вони мають хаотичне розміщення і приурочені переважно до покладів піску, глини та торфу. Під час польових досліджень нами було встановлено, що протягом останніх десятиліть нових таких форм рельєфу на дослідженій території майже не виникало. Винятком є лише маленькі (від кількох до перших десятків метрів діаметром) піщані та глиняні кар'єри і відвали, які не санкціоновано виникали поблизу великих населених пунктів.

Найбільший кар'єр дослідженої території, який має промислове значення, знаходиться поблизу ПрАТ «Ніжинський цегельний завод» (на північній околиці м. Ніжин). Він закладений на родовищі площею 169.7 га. Видобуток глини тут здійснюється на глибині до 7 м. Щорічне збільшення площі кар'єру становить близько 1 га. У багатьох місцях він має прямовисні схили, які часто ускладнені осипами (осипні лотки та конуси чітко виражені) та мікрообвалами. Центральна частина кар'єру обводнена і використовується, як рекреаційна зона та місце риболовлі.

Виведені з експлуатації кар'єри на території басейну річки Остер на даний час або рекультивовані (головним чином перетворені на водойми чи заліснені) або використовуються лише мешканцями сіл для видобутку глини й піску у невеликих об'ємах (рис. 1).

По периметру багатьох (навіть давно виведених з експлуатації) кар'єрів нами зафіксовано відвали, які сформовані скупченням технолітів - техногенно вікладених ґрунтів (рідше ґрунтово-піщаних відкладів). Окремі з них мають висоту до 2 м, ширину 4-6 м і довжину кілька десятків метрів.

У місцях зберігання та використання з виробничою метою (будівельні бази, території підприємств, двори приватних будинків тощо) знаходяться насипи різного



Рис. 1. Піщаний кар'єр (західна околиця м. Ніжин) (фото Філоненка Ю.М.).

розміру. Вони являють собою скупчення горбів вистотою 2–5 м, які можуть займати площу кілька десятків м².

Особливістю території басейну річки Остер є наявність значних покладів торфу. Найбільш інтенсивно видобуток торфу здійснювався у другій половині ХХ ст. Це стало причиною виникнення на торф'яних болотах численних кар'єрів. Їх глибина залежала від потужності шару торфу і могла досягати 3–4 м. Нині більшість таких об'єктів являє собою водойми різної глибини площею від кількох десятків до сотні га. Поверхня зневоднених торф'яних кар'єрів хвиляста. На ній спостерігаються окремі горби (висотою 0.5–0.7 м) та купини.

Протягом останніх трьох десятиліть років промисловий видобуток торфу у межах дослідженої території не відбувається. Мають місце лише незначні торфозаготівлі, які здійснюються місцевими жителями з метою використання торфу у вигляді добрива.

Варто відзначити також, що на болотах досить часто відбуваються пожежі. В результаті цього на їх поверхні формуються прогарини. Глибина виявлених нами прогарин становила переважно 0.3–0.4 м, а діаметр від кількох до кількох десятків м².

Крім того, схили заповнених водою торф'яних кар'єрів та прилегла до них територія майже завжди ускладнена численними норами та хатками бобрів, популяція яких у межах басейну Остра постійно зростає.

Ґрунтові дороги, які виникли під час активної експлуатації кар'єрів, у більшості місць збереглися й до нашого часу (рис. 2). Найчастіше, вони являють собою двоколійні улоговини на поверхні загальною шириною 2.5–4 м і довжиною від кількох сотень м до кількох км. Глибина дорожніх колій коливається від кількох до 10–20 см. Частина доріг експлуатується мало, але окремі з них використовуються досить інтенсивно. Під час польових досліджень, на позбавлених рослинності ґрунтових дорогах, які «прорізають» схили кар'єрів, нами було відмічено наявність ерозійних борозен.

До антропогенних форм рельєфу, що виникли на дослідженій території в результаті гірничо-промислової діяльності людини належать також свердловини. За часів колишнього СРСР їх виникнення було пов'язане з проведенням пошуково-розвідувальних робіт на нафту та газ і водозабезпеченням сільськогосподарських підприємств. Нинішня ж масова «мода на свердловини» з'явилася через відсутність води в колодязях. Їх буріння здійснюється з метою безперерйного водозабезпечення мешканців сіл та міст. Повністю функціонуюча свердловина, як правило, складається з двох частин – трубоподібного отвору значної глибини та розширеної



Рис. 2. Ґрунтова дорога на схилі кар'єра (північна околиця м. Ніжин) (фото Філоненка Ю.М.).

верхньої частини (колодязя) для встановлення насосів подачі води. Діаметр більшості досліджених нами таких колодязів становить 1,2 – 1,5 м, а глибина – до 2 м.

Серед антропогенних форм рельєфу, які виникли в результаті інженерно-будівельної діяльності людини найбільш поширені на території басейну річки Остер є головним чином невисокі пасма, пов'язані з будівництвом транспортної інфраструктури (автомобільні дороги та залізниці), паралельні їм улоговини (кювети), населені пункти, численні канали, мости та інші споруди. Багато таких утворень доцільно вважати рельєфоїдами, оскільки значна їх частина складена не лише технолітами, а й сильно зміненим природним та штучним матеріалом.

При будівництві доріг відбуваються значні переміщення та трансформація пухких гірських порід і поява на поверхні твердих матеріалів штучного походження, які суттєво змінюють її характер (рис. 3). Мають також місце зміни поверхневого стоку, зростає інтенсивність зсувів, лінійної водної ерозії (на узбіччях фіксуються ерозійні борозни та вимоїни), відбувається прогинання, а інколи й перезволоження мас ґрунту.

У межах території басейну р. Остер проходять дві автомобільні дороги міжнародного значення: М-01 Київ – Чернігів – Нові Яриловичі (на Гомель) та М-02 Кіпті – Глухів – Бачівськ і велика кількість місцевих шляхів. Їх будівництво вимагало значних об'ємів земельних робіт та створенням насипів висотою від 1 до 4 м у знижених ділянках, на підходах до мостів, шляхопроводів та транспортних розв'язок (табл. 1).

Залізничні шляхи, які знаходяться у межах території дослідження, представлені додатними (насипи) та, в окремих випадках, від'ємними (улоговини) антропогенними формами рельєфу (рельєфоїдами) (табл. 2). Крім того, будівництво залізниць супроводжується утворенням лінійно витягнутих улоговин, мостів, траншей,

кюветів, виїмок. На залізничних трасах та поблизу їх геологічне та гідрогеологічне середовище зазнає значних змін. Це зумовлено заміною природних порід на штучні (щебінь, жорства, пісок та ін.) під полотном залізниці (рис. 4) та під інженерними спорудами (мости, водопропускні труби, підпірні стінки тощо).

Будівництво населених пунктів та промислових підприємств стало причиною виникнення великої кількості, як антропогенних форм рельєфу, так і

Таблиця 1. Розміри насипів різних типів автомобільних доріг у межах дослідженої території

| Назва дороги | Середня ширина дороги (м) | Середня висота насипу (м) | Середня довжина схилів (м) |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| М-01 Київ – Чернігів – Нові Яриловичі | 15-17 | 1,2 | 2,5 |
| М-02 Кіпті – Глухів – Бачівськ | 10-12 | 1 | 2 |
| Місцеві та сільські дороги | 5-6 | 0,3 | 1-1,5 |

Таблиця 2. Розміри залізничних насипів у межах дослідженої території

| Точка вимірювання | Висота насипу (м) | Ширина насипу (м) | Довжина схилу насипу (м) |
|--|-------------------|-------------------|--------------------------|
| м. Ніжин (перетин залізниць Ніжин – Прилуки та Ніжин – Київ) | 7 | 4 | 15 |
| с. Крути (Ніжинський р-н) | 0,3-0,4 | 12 | 1 |
| с. Володькова Дівця (Ніжинський р-н) | 2 | 10 | 2 |



Рис. 3. Насип та кювет Ніжинської окружної автомобільної дороги (фото Лоханька І.С.).



Рис. 4. Ділянка залізниці на станції Крути (фото Лоханька І.С.).

рельєфоїдів. Воно суттєво змінило природні ландшафти та рельєф. Завдяки зведенню будинків, корпусів підприємств та інших споруд відбуваються значні переміщення мас гірських порід для організації будівельних майданчиків. На кілька метрів вглиб простягається зона впливу підземних комунікацій (каналізаційних, газопостачальних, водогінних і кабельних мереж).

Протікання води з водогінних і каналізаційних мереж змінює фізичні та механічні властивості гірських порід, які є підвалинами фундаментів різноманітних споруд. Концентрація підземного стоку та розвиток суфозії у відповідних напрямках через деякий час спричиняє утворення над такими ділянками тріщин та провалів (рис. 5). Найчастіше провалювання поверхні спостерігається у разі аварії на комунікаціях, особливо на теплових мережах. Відкачування підземних вод для водопостачання провокує просідання поверхні та утворення улоговин.

Основними об'єктами селитебного рельєфу території басейну Остра є міста (Ніжин, Носівка, Остер), селища міського типу (Козелець) та велика кількість сільських населених пунктів. На їх території з давніх часів мало місце антропогенне навантаження, яке змінювало земну



Рис. 5. Провал в асфальті над підземними комунікаціями (м. Ніжин) (фото Філоненка Ю.М.).

поверхню та природний рельєф. Нині тут розташовуються такі рельєфоїди, як житлові будинки, промислові підприємства, стадіони, сховища, склади, колодязі, хліви, гаражі, погребі, пам'ятники, храми, а також території кладовищ, сміттєзвалища, очисні споруди.

Так, у місті Остер до наших днів збереглася пам'ятка архітектури періоду Давньоруської держави – Юр'єва божниця (Михайлівська церква) (рис. 6). Вона була зведена на штучному пагорбі, висотою близько 5 м. Порівняно недавно (2006 р.), біля села Пам'ятне було побудовано Меморіал пам'яті героїв Крут. У історичному районі Носівки «Вербів» є стародавня могила-курган «Шаулина могила» (рис. 7), назва якої походить від родини Шаулів (Шаулів), на чийх землях розташований даний об'єкт.

Наслідком інженерно-будівельної діяльності людини (дуже проблемним для довкілля) є формування постійних та стихійних сміттєзвалищ. На жаль, їх кількість постійно зростає і нині на території басейну річки Остер таких об'єктів нараховується вже понад 200. В одному лише Ніжині та на його околицях, під час польових досліджень нами було виявлено більше 20 сміттєзвалищ. При цьому законно діючим є лише одне – Полігон твердих побутових відходів по вулиці Прилуцька загальною площею понад 15 га.



Рис. 6. Юрієва божниця (Михайлівська церква) в м. Остер (<https://mapio.net/pic/p-4706748/>).



Рис. 7. Шаулина могила («Вербів», Носівка) (фото Лоханька І.С.).

Важливу роль у формуванні антропогенного рельєфу дослідженої території відіграли й, проведені у 60-70-х роках ХХ ст., масштабні меліоративні роботи. Їх наслідком стала поява великої кількості гідротехнічних споруд (осушувальних каналів, шлюзів, дамб, мостів, трубних мостових переходів тощо) (рис. 8; 9). Загальна протяжність всіх меліоративних каналів у басейні Остра становить нині понад 700 км. Особливо густа мережа таких каналів знаходиться в районі сіл Кукшин та Колісники.

Досить значний вплив на формування поверхні дослідженої території робить і сільськогосподарська діяльність людини. Найбільш масштабні зміни відбуваються внаслідок оранки, адже в межах басейну річки Остер рівень розораності земель становить понад 65 %. Вона стає причиною появи великих площ мікрорельєфу орних земель (чергування мікрозападин та мікропасток значної довжини, а також горбочків) (рис. 10).

Крім оранки, нові форми рельєфу антропогенного походження виникають внаслідок дискування, культивування, висівання зернових культур і картоплі та внесення добрив. Навіть збір врожаю (особливо коренеплодів) чинить суттєвий вплив на поверхню,



Рис. 8. Меліоративний канал (на північ від с. Ніжинське) (фото Філоненко Ю.М.).



Рис. 9. Грубний мостовий перехід (західна околиця м. Ніжин) (фото Філоненко Ю.М.).

оскільки відбувається винесення ґрунту, формуються нанозападини та горбочки, можлива активізація водної та вітрової ерозії. Слід також відзначити, що невід'ємним елементом поверхні сільськогосподарських угідь є ґрунтові дороги, які в окремих місцях мають ширину до 20 м (рис. 11).

Завдяки розвитку тваринництва виникають приміщення для худоби, кормоцехи, силосні ями, траншеї та башти, гноєсховища тощо. Слід також відзначити, що сільськогосподарська діяльність більше впливає на рельєф не прямо, а опосередковано, посилюючи інтенсивність природних геолого-геоморфологічних процесів.



Рис. 10. Поверхня переораного поля (околиці с. Мильники, Ніжинський р-н) (фото Філоненко Ю.М.).



Рис. 11. Ґрунтова дорога (західна околиця м. Ніжин) (фото Філоненко Ю.М.).

Внаслідок висаджування лісу формується поверхня з чергуванням видовжених мікропасток (ширина понад 1 м і висота 0.3-0.4 м) та мікрозападин (глибина 0.15- 0.2 м і ширина 0.4-0.5 м) (рис. 12).

При проведенні польових досліджень ми мали змогу неодноразово спостерігати активізацію лінійної ерозії, спровокованої сільськогосподарською діяльністю людини (рис. 13).

Значно змінює земну поверхню і військова діяльність людини. Завдяки їй виникають військові (белігеративні) форми рельєфу. Вони бувають давні (фортеці, замки, городища, місця битв тощо) та сучасні (аеродроми (наприклад аеродром у м. Ніжин); полігони, на яких

проводяться або проводились випробування танків, артилерії; окопи, траншеї, бліндажі тощо); місця боїв.

Так, військові дії під час Другої світової війни суттєво змінили поверхню території басейну річки Остер. До нашого часу тут збереглися протитанкові рови, окопи, траншеї та безліч лійок («воронки») від снарядів і бомб.



Рис. 12. Засаджена сосною ділянка (околиці с. Селище, Ніжинський р-н) (фото Філоненка Ю.М.).



Рис. 13. Формування ерозійної борозни на обробленому полі (західна околиця м. Ніжин) (фото Філоненка Ю.М.).

Подібні форми рельєфу з'явилися у межах дослідженої території і внаслідок бойових дій у лютому-березні 2022 р., коли Збройні Сили України захищали нашу Батьківщину від російського вторгнення. Найбільша їх концентрація спостерігається поблизу шляхів та населених пунктів, через які рухались загарбники.

До військових рельєфоїдів належать численні пам'ятники присвячені подіям Другої світової війни та окремі сучасні пам'ятники. Вони розташовуються переважно в населених пунктах, хоча є й поза ними. Найчастіше, це військова техніка (танки, самохідні

артилерійські установки, гармати), встановлена на спеціальних постаментах (рис. 14). Братські та одиночні поховання періоду Другої світової війни, пам'ятники учасникам війни в Афганістані (рис. 15) і борцям за незалежність України також є рельєфоїдами, які представлені у багатьох населених пунктах дослідженої території.

При облаштуванні місць масового відпочинку людей також відбуваються значні зміни поверхні (вирівнювання, насипання, зрізання, терасування, формування пляжів тощо). Під час польових маршрутів у межах території басейну Остра нами було досліджено об'єкти заміського відпочинку («Лісова казка», «Хутір рибацький», «Купайла») парк природи «Беремицьке», насипні пляжі в населених пунктах, пам'ятка садово-паркового мистецтва «Графський парк» та ін.



Рис. 14. Пам'ятний знак «Слава інженерним військам Збройних Сил України» (м. Ніжин) (фото Лоханька І.С.).



Рис. 15. Пам'ятник Афганцям Ніжинщини (м. Ніжин) (фото Лоханька І.С.).


5. Висновки

1. Антропогенний чинник рельєфотворення відіграє важливу роль у формуванні поверхні території басейну річки Остер. Завдяки діяльності людини тут з'являються нові форми рельєфу та суттєво змінюється перебіг природних рельєфотвірних процесів.

2. Появі нових форм рельєфу на дослідженій території найчастіше сприяють гірничо-промислова, інженерно-будівельна, сільськогосподарська, військова та рекреаційна діяльність людини.

3. Найбільші зміни характеру земної поверхні, існуючих природних форм рельєфу та умов залягання гірських порід у межах басейну Остра пов'язані з кар'єрним способом видобутку корисних копалин.

ORCID iD

Yurii M. Filonenko  <https://orcid.org/0000-0002-2371-0924>

Список посилань

- Antoniuk O.O. (2006). Beliheryatvni y tafalni landshafty. Heohrafiia ta ekolohiia: nauka i osvita. *Materialy I Vseukrainskoi naukovopraktychnoi konferentsii* (Uman, 20-21 kvitnia). K.: Interlink, (In Ukrainian).
- Antoniuk O.O. (2006). Metody doslidzhennia beliheryatvnykh landshaftiv. *Naukovi zapysky VDPV im. M. Kotsiubynskoho. Seriya: Heohrafiia*. Vinnytsia, №11. (In Ukrainian).
- Buhai A.S. (2011). Zmiiovi valy. *Zbirnyk materialiv naukovodoslidnytskoi spadshchyny*. K.: DP «Vydavnychi dim «Personal», URL: <http://www.zmieivaly.com.ua> (In Ukrainian).
- Vakhrushev B.O., Kovalchuk I.P., Komliiev O.O., Kravchuk Ya.S., Paliienko E.T., Rudko H.I., Stetsiuk V.V. *Relief Ukrainy*. Navchalnyi posibnyk. Za zah. red. V.V. Stetsiuka. K.: Vydavnychi Dim «Slovo», 2010. 688 s. (In Ukrainian).
- Denysyk H.I. (1998). *Antropohenni landshafty pravoberezhnoi Ukrainy*. Vinnytsia: Arbat., (In Ukrainian).
- Denysyk H.I. (2012). *Antropohenne landshaftoznavstvo*. Vinnytsia: PP «TD Vydavnytstvo Edelveis i K». (In Ukrainian).
- Denysyk H.I. (2016). Beliheryatvni landshafty: sutnist i klasyfikatsiia. *Visnyk Kyivskoho natsionalnogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka*. Viiskovo-spetsialni nauky. Heohrafiia. K.: V-vo KNU, №2(35). (In Ukrainian).
- Koltun O.V. *Metodychni materialy do navchalnykh ekskursii z «Heomorfolohii mist»*. Lviv: Vyd-vo LNU im.I.Franka, 2009. 22 s.
- Koltun O.V., Kovalchuk I.P. (2014). *Antropohenna heomorfolohiia: navch. posib.* Lviv: Vydavnychi tsentr LNU im. Ivana Franka, 2012. 193 s. (In Ukrainian).
- Koltun O. V., Kovalchuk I. P. *Antropohenna heomorfolohiia*. Lviv: VTs LNU imeni Ivana Franka, 2012. 193 s. (In Ukrainian).
- Kunitsyna M.H. *Selytebni landshafty: pidruchnyk*. Vinnytsia: «Vydavnytstvo Teza», 2000. 179 s. (In Ukrainian).
- Metody heomorfolohichnykh doslidzen.* URL: <https://geoknigi.com> (In Ukrainian).
- Stetsiuk V.V., Kovalchuk I.P. *Osnovy heomorfolohii*. K.: Vyscha shkola, 2005. 495s. (In Ukrainian).
- Stetsiuk V.V., Kovalchuk I.P. (2016). Beliheryatvni vlastyvoli reliefu. *Visnyk Kyivskoho natsionalnogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka*. Viiskovo-spetsialni nauky. Heohrafiia. K.: V-vo KNU, №2 (35). (In Ukrainian).
- Stetsiuk V.V., Kovalchuk I.P. (2017). *Relief zemnoi poverkhni ta yoho beliheryatvni vlastyvoli*. Lviv: Vydavnychi tsentr LNU im. Ivana Franka., (In Ukrainian).
- Stetsiuk V.V., Rudko H.I., Tkachenko T.I. *Ekolohichna heomorfolohiia Ukrainy: navchalnyi posibnyk*. K.: Slovo, 2010. 367 s. (In Ukrainian).
- Filonenko Yu.M. *Heomorfolohiia: navchalnyi posibnyk dlia studentiv pryrodnycho-heohrafichnogo fakultetu*. Nizhyn: NDU imeni Mykoly Hoholia, 2015. 213 s. (In Ukrainian).
- Filonenko I.M., Filonenko Yu.M., Filonenko O.Iu. *Kraieznavstvo*. Navchalnyi posibnyk. Nizhyn: Vydavnytstvo NDU imeni Mykody Hoholia, 2017. 197s. (In Ukrainian).
- Filonenko Yu.M., Bezdukhov O. A. Osoblyvosti antropohennoi morfoskopuly v mezhakh Ukrainskoho Polissia. *Materialy Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii «Suchasni ekolohichni problemy ukrainskoho polissia ta sumizhnykh terytorii»*. Nizhyn: «Nauka-servis», 2016. S. 214. (In Ukrainian).
- Filonenko Yu.M. Vplyv pozhezh na stan ta evoliutsiiu okremykh form biohennoho reliefu na terytorii Chernihivskoi oblasti. *Fizychna heohrafiia ta heomorfolohiia*. Vypusk 3 (79). K.: DP «Print-Servis», 2015. – S. 124-128
- Chepizhko O. V. *Monitorynh tekhnohennykh system*. Odesa: Vydavnytstvo Odeskyi universytet, 2012. 163 s. (In Ukrainian).
- Shvydkyi Yu.M. Tekhnohennyi morfohenez ta osoblyvosti yoho proiavu na terytorii Ukrainy. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal*. №4. K.: V-vo NAN Ukrainy, 1995. S. 21-25. (In Ukrainian).
- Yuriiieva bozhnytsia*. URL: <https://mapio.net/pic/p-4706748/>. (In Ukrainian).

Залежність виникнення поривів вітру від аномалій тиску та температури повітря на території Північно-Західного Причорномор'я

Елліна В. Агайар , Данііл О. Жук 

Одеський державний екологічний університет, вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна

Реферат

Для того, щоб зменшити руйнівні наслідки екстремальних поривів вітру, у світі проводиться значний обсяг досліджень з вивчення умов виникнення цього явища, динаміки його просторово-часового розподілу, та можливої потенційної зміни режиму вітру на тлі сучасних змін клімату. На сьогоднішній день виявляється, що бракує досліджень для визначення можливого впливу зміни клімату на майбутні пориви вітру на території України та, зокрема, у регіоні північного Причорномор'я. За сценаріями глобального потепління очікується, що серйозність та частота майбутніх поривів вітру зміняться наприкінці цього сторіччя. З огляду на це, проведено дослідження просторово-часових особливостей формування поривів вітру на території Північно-Західного Причорномор'я за період 2005–2020 рр., та залежності їх виникнення від аномалій температури повітря та атмосферного тиску, що у свою чергу можна використовувати для аналізу потенційних змін майбутніх режимів вітру в результаті глобальних кліматичних змін. Для аналізу виникнення поривів вітру на території Північно-Західного Причорномор'я було відібрано дані трьох станцій, розташованих у різних частинах регіону. В якості вихідного матеріалу в роботі використані дані з телеграм METAR щодо поривів вітру на станціях Одеса-АМСЦ, Миколаїв, Херсон та даних стандартних спостережень за період з січня 2005 по грудень 2020 рр. Для статистичного аналізу щоденних аномалій температури повітря та тиску використовувалися дані архіву NCEP/NCAR Reanalysis за цей самий період. Отримані результати показують, що на території Північно-Західного Причорномор'я за останні 15 років переважали пориви вітру в градації 13–15 м·с⁻¹, а швидкість поривів вітру в більшості випадків збільшувалася зі зростанням добової аномалії температури (від 0,0 до 5,0 °С) та зменшенням добової аномалії тиску (від 0 до -7,0 гПа).

Ключові слова

Вітер, швидкість поривів вітру, кліматичні сценарії, аномалія тиску, аномалія температури повітря

Надійшла до редакції: 15 липня 2022 / Прийнята: 12 грудня 2022 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2022

Dependence of occurrence of wind gusts on air pressure and temperature anomalies on the territory of the North-Western Black Sea region

Ellina V. Agayar, Daniel O. Zhuk

Odessa State Environmental University, 15, Lvivska St., Odessa, 65016, Ukraine

Abstract

In order to reduce the devastating consequences of extreme wind gusts, a significant amount of research is being carried out in the world to study the conditions for the occurrence of this phenomenon, the dynamics of its spatio-temporal distribution, and a possible potential change in the wind regime against the background of modern climate change. Nowadays, it appears that not much research has been carried out to determine the possible impact of climate change on future wind gusts on the territory of Ukraine and, in particular, in the Northern Black Sea region. Global warming scenarios are expected to change the severity and frequency of future wind gusts by the end of this century. Considering this, a study was made of the spatio-temporal features of the formation of wind gusts in the North-Western Black Sea region for the period 2005–2020, and the dependence of their occurrence on air temperature and atmospheric pressure anomalies, which can be used to analyze possible changes of future wind regimes as a result of climate change. To analyze the occurrence of wind gusts in the North-Western Black Sea region, data from three stations located in different parts of the region were selected. The data of METAR telegrams on wind gusts at the Odessa-AMSC, Mykolaiv, Kherson stations and surface weather observations data for the period from January 2005 to December 2020 were used as source material in the work. For statistical analysis of daily air temperature and pressure anomalies, NCEP/NCAR Reanalysis archive data for the same period were used. The obtained results show that in the territory of the North-Western Black Sea region over the past 15 years, wind gusts in the gradation of 13–15 (m·s⁻¹) prevailed, and the speed of wind gusts in most cases rised with an increase of the daily temperature anomaly (from 0.0 to 5.0 °C) and a decrease of the daily pressure anomaly (from 0 to -7.0 hPa).

Keywords

Wind, wind gust speed, climate scenarios, pressure anomaly, air temperature anomaly

Received: 15 July 2022 / Accepted: 12 December 2022 / Published online: 30 December 2022

Corresponding author:

Ellina V. Agayar, Odessa State Environmental University, 15, Lvivska St., Odessa, 65016, Ukraine
Email: agayarellina@gmail.com

© 2022 The Authors. Published by Taras Shevchenko National University of Kyiv. This is an open-access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. Вступ

Поривчастість вітру - це наявність у повітряному потоці значних коливань (пульсацій) за швидкістю та напрямком з часовим інтервалом не більш ніж кілька секунд зі значними короточасними відхиленнями від середнього значення. У випадку сильної поривчастості вітру говорять про шквалістість вітру.

Пориви вітру, що виникають при сильному вітрові і шквалах, є чинником значної метеорологічної небезпеки через руйнівні наслідки майже для всіх галузей економіки (інфраструктура, транспорт, висотне будівництво, сільське та лісове господарство тощо) (Агайар, 2021; Lipinsky et al, 2006; Jungo et al, 2002). Надійні методи прогнозу поривів вітру важливі для прийняття рішень щодо збільшення адаптаційної спроможності інфраструктури, стійке функціонування якої залежить від екстремальних поривів вітру (Сvitan, 2003; Graybeal, 2006).

Для території Північно-Західного Причорномор'я такі екстремальні вітрові явища виникають під час пересування та загострення атмосферних фронтів, розвитку конвективних явищ та ін. (Агайар et al, 2020; Semerhei-Chumachenko et al, 2021).

Метою цього дослідження є визначення сучасного просторово-часового режиму виникнення поривів вітру на території Північно-Західного Причорномор'я та залежності їх виникнення від аномалій температури повітря та атмосферного тиску, що можна застосувати для аналізу потенційної еволюції майбутнього режиму вітру внаслідок зміну клімату.

2. Матеріали і методи

Для визначення режиму виникнення поривів вітру на території Північно-Західного Причорномор'я обрано дані метеорологічних спостережень трьох станцій, розташованих у різних частинах регіону: АМСЦ Одеса, АМСЦ Миколаїв та АМСЦ Херсон (рис. 1). В якості

вихідного матеріалу в роботі використані дані з телеграм METAR про пориви вітру з січня 2005 по грудень 2020 рр. З них було обрано максимальні значення поривів вітру за кожен рік. Значення швидкості поривів вітру відбиралися починаючи з $10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, для врахування поривів при слабкому та помірному вітрові (при середній швидкості фактичного вітру до $5\text{--}8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$). Особлива увага приділялася пороговим значенням поривів вітру згідно критеріїв чинної *Настанови з метеорологічного прогнозування* (2019). Окрім метеорологічних спостережень, для статистичного аналізу щоденних аномалій температури повітря та атмосферного тиску застосовані дані архіву NCEP/NCAR Reanalysis (Kistler R. et al. 2001) за період 2005-2020 рр. Для обробки даних використовувалося спеціалізоване програмне забезпечення R-instat 0.6.5.

3. Результати та обговорення

Поривчастість вітру пов'язана з турбулентністю, яка характерна для інтенсивних повітряних течій, та частіше утворюється в холодних нестійких повітряних масах із сильною турбулентністю. Також вона виникає при проходженні холодних фронтів. Пульсації швидкості та напрямку зазвичай відбуваються з півперіодом від 2 до 15 с. Зі зростанням термодинамічної нестійкості атмосфери амплітуда пульсації збільшується, а період зменшується. Значні пульсації часто виникають вранці при руйнуванні приземної інверсії. У нижньому шарі атмосфери добовий хід поривчастості вітру добре виражений з максимумом вдень та мінімумом вночі (Cheng et al. 2012).

Середньорічна швидкість поривів за період із 2005 по 2020 роки на АМСЦ Одеса, Миколаїв та Херсон (рис. 2) не зазнає за весь п'ятнадцятирічний період дослідження суттєвих коливань. У середньому, максимальна швидкість поривів коливається в діапазоні $16,1\text{--}17,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Зменшення значень швидкості поривів вітру до $13,7\text{--}13,9 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ спостерігалось у 2006, 2009 та 2010 роках, відповідно. Максимальна швидкість поривів вітру зафіксована у 2019 р. – $17,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

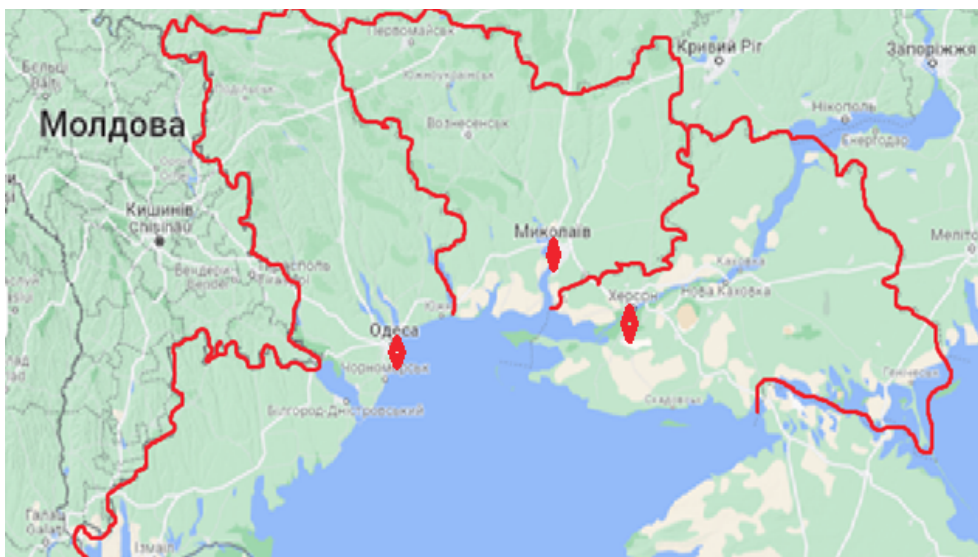


Рис. 1. Географічне розташування території Північно-Західного Причорномор'я
Fig. 1. Geographical location of the North-Western Black Sea region

Сезонні значення швидкості поривів вітру за сезонами незначно збільшуються взимку (грудень, січень - 17,1-16,8 мс⁻¹) та у перехідні сезони (рис. 3). Так, у березні цей параметр становив 17,5 мс⁻¹, тобто досягнув максимального значення у річному ході. В тепле півріччя максимальна середня швидкість поривів вітру відносно невелика, а мінімальна становить 14,3 та спостерігається у травні.

Подібний розподіл швидкостей поривів за сезонами визначається зміною характеру атмосферної циркуляції протягом року. Так, взимку пориви вітру переважно виникають при пересуванні холодних атмосферних фронтів, а з травня по вересень сильні пориви вітру найчастіше утворюються у нестійких повітряних масах напередодні або під час розвитку небезпечних конвективних явищ. При цьому в літній період конвективна нестійкість може мати фронтальне або внутрішньомасове походження.

Якщо розглянути розподіл швидкості поривів вітру за градаціями впродовж 2005- 2020 рр. на прикладі ст. Одеса-АМСЦ, то можна виявити переважання на станції

градації 13-15 мс⁻¹ – 103 випадки (рис. 4). Також досить часто відзначалися пориви вітру зі швидкістю 17-18 мс⁻¹ – 75 випадків.

За весь досліджуваний період пориви вітру в діапазоні швидкостей від 28 до 30 мс⁻¹ зафіксовано лише 4 рази. Максимальну швидкість пориву вітру (31 мс⁻¹) на станції Одеса АСМЦ відмічено 24 лютого 2020 року о 12.30 за місцевим часом, при сильній хуртовині, яка виникла під час пересування південного циклону територією Одеської області.

На метеостанціях Миколаїв та Херсон за період дослідження з 2005 по 2020 рр. переважали швидкості поривів вітру в градаціях 15-17 мс⁻¹ – 38 випадків та 13-15 мс⁻¹ – 34 випадків. Пориви вітру із значеннями швидкості вище 23 мс⁻¹ не спостерігалися.

На сьогоднішній день виявляється, що бракує досліджень для визначення можливого впливу зміни клімату на майбутній режим поривів вітру на території України та, зокрема, у регіоні Північного-Західного Причорномор'я. За сценаріями глобального потепління очікується, що інтенсивність та частота поривів вітру

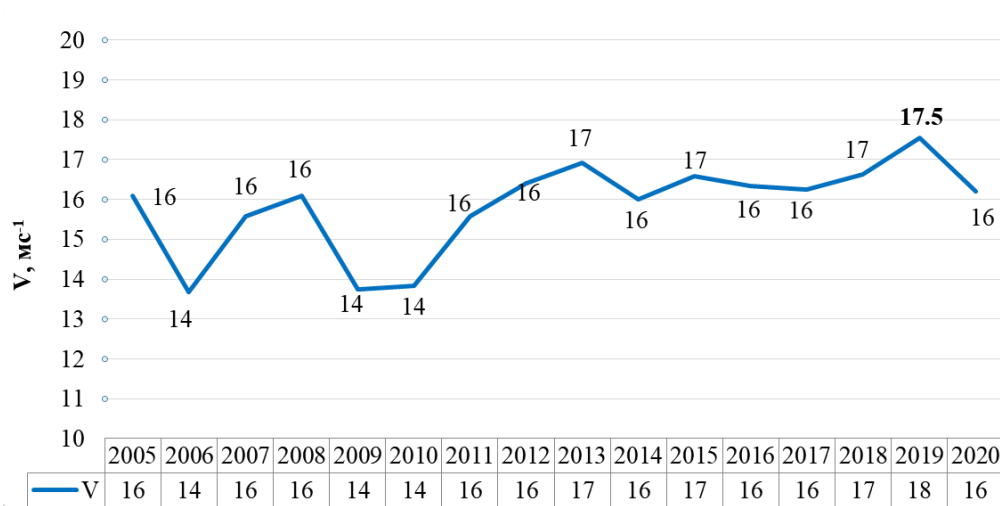


Рис. 2. Середньорічна швидкість поривів у 2005-2020 рр. на станціях Одеса-АМСЦ, Миколаїв, Херсон
 Fig. 2. Average annual rate of gusts in 2005-2020 at stations Odessa-AMSC, Mykolayiv, Kherson

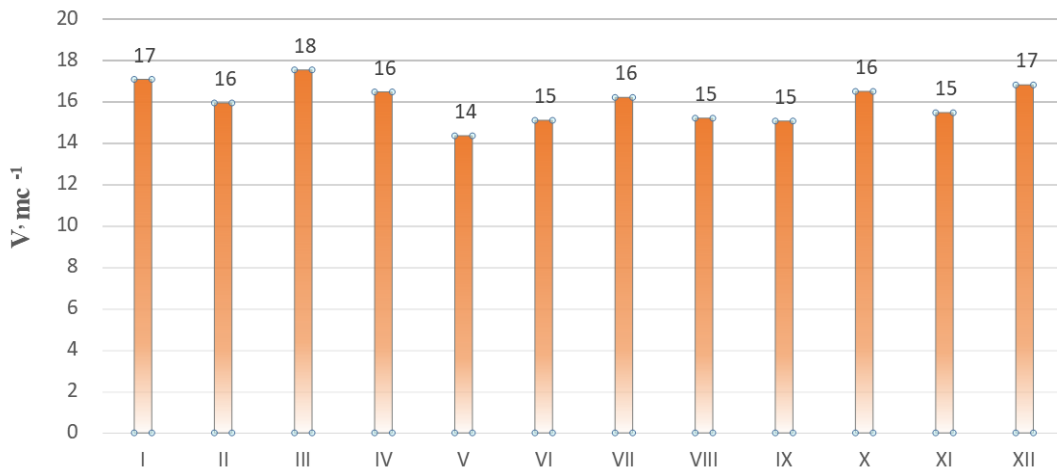


Рис. 3. Середньомісячна швидкість поривів у 2005-2020 рр. на станціях Одеса-АМСЦ, Миколаїв, Херсон
 Fig. 3. Average monthly speed of gusts in 2005-2020 at the stations Odessa-AMSC, Mykolayiv, Kherson

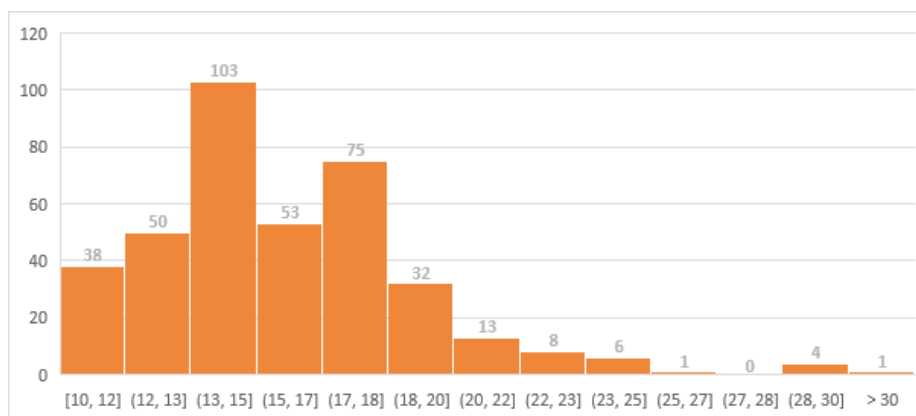


Рис. 4. Повторюваність поривів (к/вип.) вітру на станції Одеса АМСЦ у 2005-2020 рр.
Fig. 4. Repeatability of gusts (number of cases) of wind at the station Odessa AMSC in 2005-2020

зміняться наприкінці цього сторіччя (Climate Model: Temperature Change (RCP 8.5) - 2006 - 2100), тому проведено дослідження щодо встановлення залежності виникнення поривів вітру від аномалій атмосферного тиску та температури повітря на прикладі трьох станцій регіону - Одеса АМСЦ, Миколаїв та Херсон.

Взаємозв'язок між швидкістю поривів вітру ≥ 10 м·с⁻¹ та добовими аномаліями атмосферного тиску та температури повітря у 2005-2020 рр. представлено на рис. 5-8. Діаграми розсіювання були проаналізовані, щоб показати взаємозв'язок між добовою швидкістю поривів вітру та денними аномаліями температури та тиску. Ці відносини є статистично значимі, більшість із яких мають значення r , що дорівнює 0,01.

Так, за даними метеостанції Миколаїв, взимку кількість поривів вітру збільшувалася переважно при від'ємній аномалії тиску (-10 до +2,5 гПа), при цьому швидкість поривів вітру змінювалася від 15 до 25 м·с⁻¹, (рис. 5). У весняні місяці з березня по травень спостерігалось зміщення значень аномалії тиску у

бік додатних значень, які варіювали від -2,5 до +2,5 г Па, а пориви вітру відмічалися в діапазоні 12-18 м·с⁻¹. У літній період пориви вітру на станції Миколаїв спостерігалися в діапазоні від 12 до 21 м·с⁻¹, при цьому максимальних значень швидкості вітру досягала вже за додатної аномалії тиску в липні - 25 м·с⁻¹, (аномалія тиску + 2,5 гПа). Проте більшість поривів формувалось при від'ємних аномаліях тиску як у червні, так і у липні. У вересні пориви вітру (13-20 м·с⁻¹) відзначалися при слабкій додатній аномалії тиску, з жовтня по грудень найбільша кількість поривів на метеостанції Миколаїв зафіксована при аномалії тиску від 0 до -8 гПа.

На метеостанціях Херсон та Одеса АМСЦ більшість щоденних поривів залежно від сезону змінювалися як за додатної, так і за від'ємної аномалії тиску (рис. 6-7). У зимові місяці щоденні аномалії тиску коливались в широкому діапазоні від - 8 гПа до + 11 гПа, при цьому максимальні пориви вітру відмічалися при невеликих від'ємних значеннях аномалії (-2,5 гПа) - 31 м·с⁻¹ 24 лютого 2020 р. З квітня по жовтень діапазон

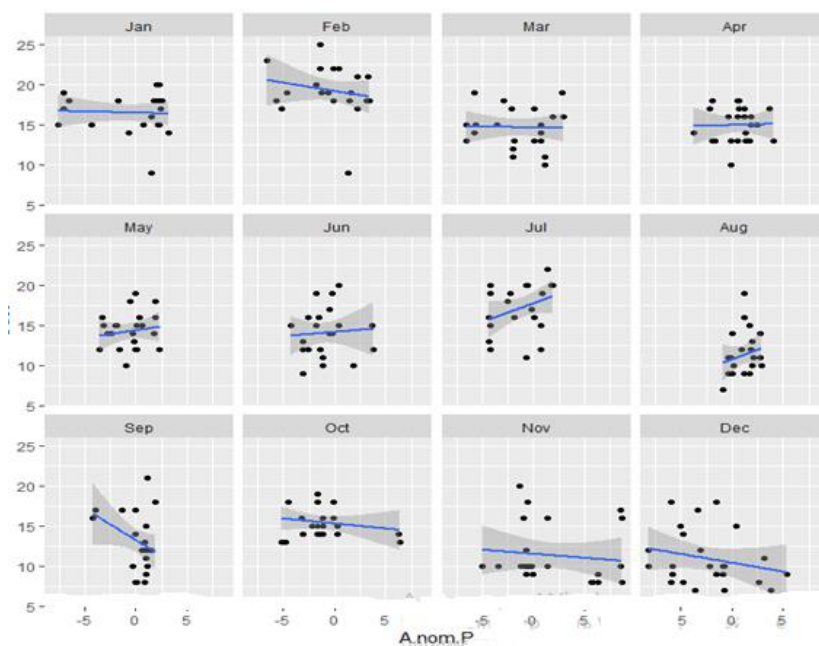


Рис. 5. Взаємозв'язок між швидкістю поривів вітру ≥ 10 м·с⁻¹ та добовими аномаліями тиску у 2005-2020 рр., Миколаїв
Fig. 5. Relationship between wind gust speed ≥ 10 м·с⁻¹ and daily pressure anomalies in 2005-2020, Mykolaiv

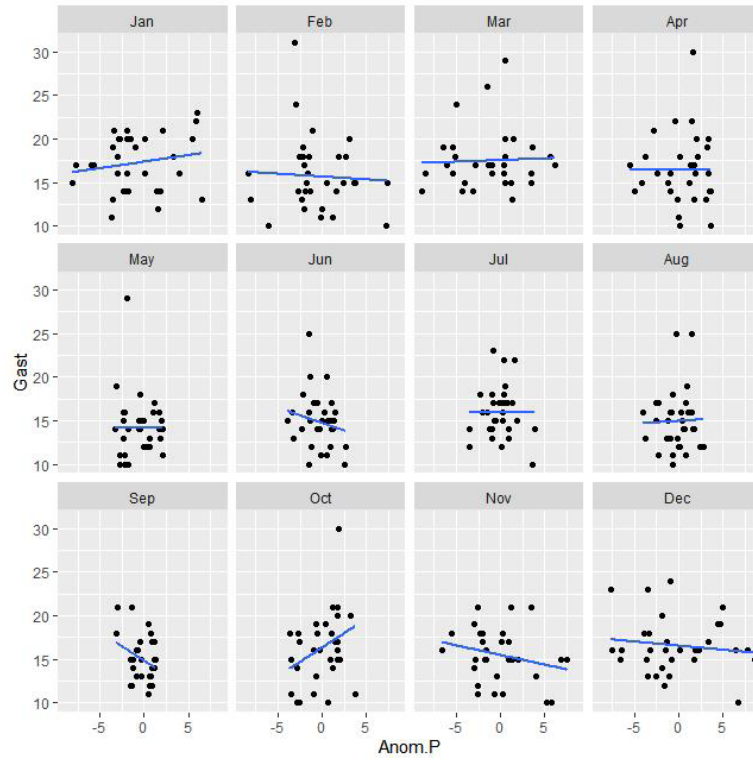


Рис. 6. Взаємозв'язок між швидкістю поривів вітру $\geq 10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та добовими аномаліями тиску у 2005-2020 рр., Одеса АМСЦ
Fig. 6. Relationship between wind gust speed $\geq 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ and daily pressure anomalies in 2005-2020, Odessa AMSC

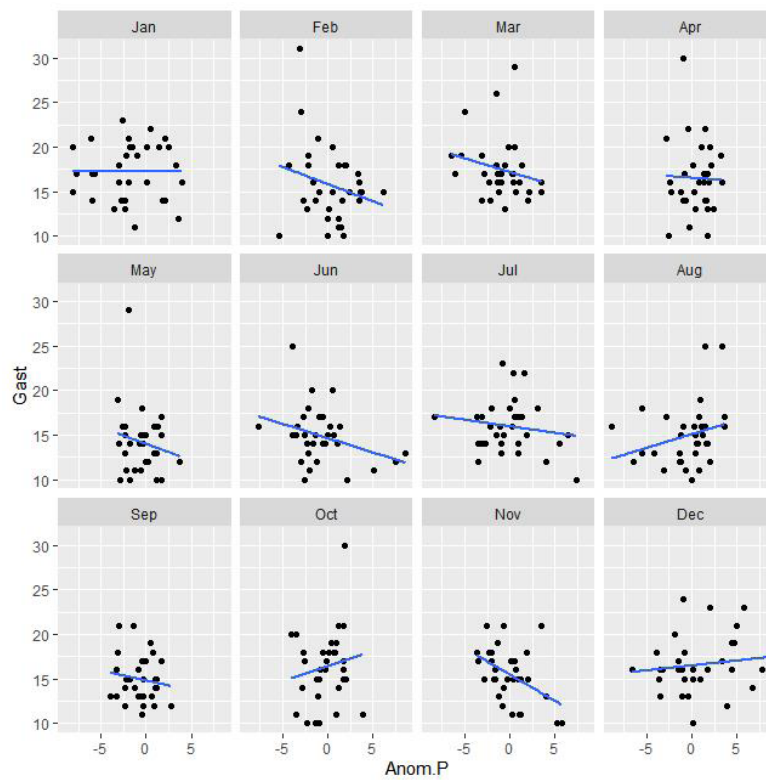


Рис. 7. Взаємозв'язок між швидкістю поривів вітру $\geq 10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та добовими аномаліями тиску у 2005-2020 рр., Херсон
Fig. 7. Relationship between wind gust speed $\geq 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ and daily pressure anomalies in 2005-2020, Kherson

зміни значень аномалій тиску на станції Одеса АМСЦ поступово зменшувався до $-2,5 - +2,5$ гПа. Максимальні пориви вітру $25-28 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ відмічалися за слабкої від'ємної аномалії тиску -2 гПа, і лише у серпні зафіксований порив вітру інтенсивністю $25 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ за невеликої додатної аномалії тиску ($0-+2$ гПа).

Восени спостерігається тенденція формування максимальних поривів вітру, переважно при від'ємних значеннях аномалій тиску. У районі метеостанції Херсон максимальні пориви швидкості вітру відмічалися за від'ємної аномалії тиску незалежно від сезону. У зимовий період пориви спостерігалися від 17 до $30 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Як виняток, у грудні пориви вітру на станції Херсон частіше формувалися за аномалії тиску від 0 до $+5$ гПа. У теплий період з березня до жовтня амплітуда коливання швидкості поривів становила $15-25 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а в окремі місяці (березень, квітень, травень – $28-30 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$), за аномалії тиску від 0 до $-2,5$ гПа.

Встановлено чітку залежність виникнення поривів вітру на метеостанціях від добової аномалії температури повітря на станції Одеса АМСЦ (рис. 8), де найбільша

кількість епізодів з посиленням вітру спостерігалася за додатної аномалії температури протягом року. Амплітуда добової аномалії температури повітря змінювалася від $2,5$ до $5,0 \text{ }^\circ\text{C}$. При цьому максимальні значення швидкості поривів спостерігалися при температурній аномалії близько $2,0-2,5 \text{ }^\circ\text{C}$, а пориви досягали $25-30 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ як у холодне, так і у тепле півріччя.

На станції Херсон здебільшого пориви виникають при додатній аномалії температури, і лише в січні, грудні та листопаді спостерігалися окремі епізоди посилення вітру за незначної від'ємної аномалії температури повітря в діапазоні від $0,0$ до $-2,3 \text{ }^\circ\text{C}$. На метеостанції Миколаїв мала місце схожа тенденція, тобто формування поривів вітру за додатної добової аномалії температури повітря протягом усього року за винятком січня. У січні більшість випадків з поривами вітру спостерігалася за аномалії температури близько $2,0...2,5 \text{ }^\circ\text{C}$, швидкості поривів досягали $18-22 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Однак пориви вітру зі швидкістю понад $25 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ фіксувалися виключно за додатних аномалій температури повітря.

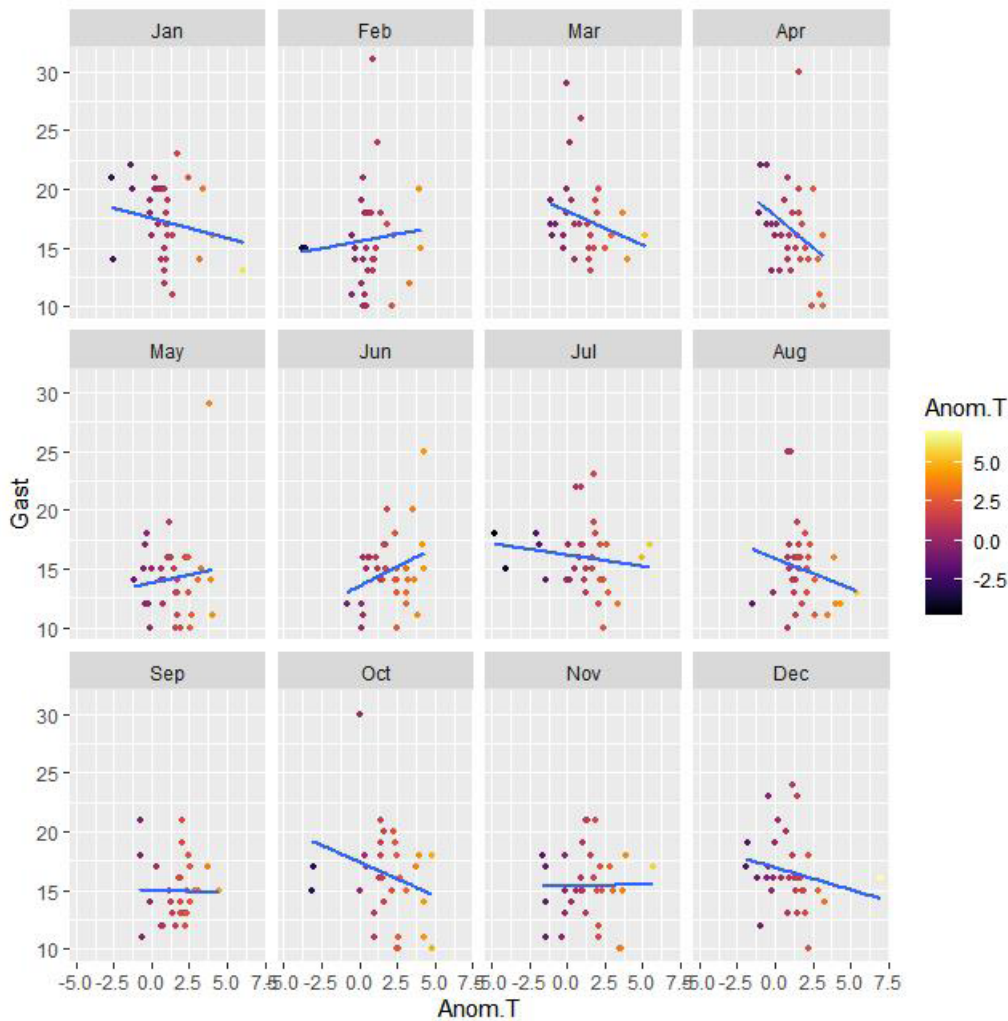


Рис. 8. Взаємозв'язок між швидкістю поривів вітру $\geq 10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та добовими аномаліями температури повітря у 2005-2020 рр., Одеса АМСЦ
 Fig. 8. Relationship between wind gust speed $\geq 10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ and daily air temperature anomalies in 2005-2020, Odessa AMSC

На метеостанціях Одеса АМСЦ та Миколаїв графіки співвідношення добової аномалії температури повітря та тиску дещо схожі (рис.9) - взимку та влітку пориви вітру від 13 до 18 м·с⁻¹. формувалися за від'ємної аномалії тиску та додатної аномалії температури повітря у 65% випадків. Перехідні сезони пов'язані з від'ємними аномаліями добової температури та від'ємними аномаліями добового тиску (близько 30 % випадків).

На станції Херсон також виявлено збільшення кількості випадків поривів вітру за додатної аномалії температури та від'ємної аномалії тиску. При цьому

навесні також бувають епізоди додатної аномалії тиску, коли кількість поривів зростає (рис.10).

Отже, можлива причина збільшення передбачуваної частоти майбутніх поривів вітру над територією Північно-Західного Причорномор'я може полягати в тому, що в міру підвищення температури та зниження тиску в умовах майбутнього клімату кількість інтенсивних циклонів середніх широт буде збільшуватися, що призводитиме до виникнення як синоптичних так і локальних конвективних штормів у досліджуваної області.

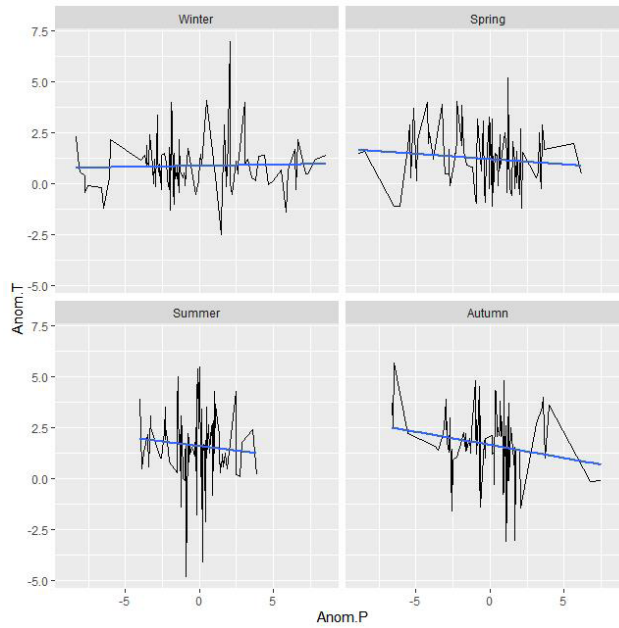


Рис. 9. Співвідношення добової аномалії температури повітря та тиску для швидкості поривів 13-18 м·с⁻¹ на станціях Одеса АМСЦ та Миколаїв
Fig. 9. The ratio of the daily anomaly of air temperature and pressure for the speed of gusts of 15-18 m·s⁻¹ at the stations Odessa AMSC and Mykolayiv

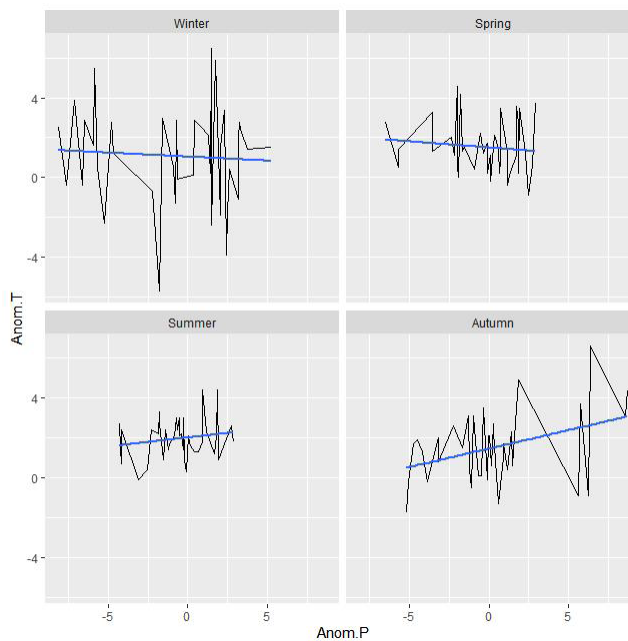


Рис. 10. Співвідношення добової аномалії температури повітря та тиску для швидкості поривів 13-18 м·с⁻¹ на станції Херсон
Fig. 10. The ratio of the daily anomaly of air temperature and pressure for the speed of gusts of 15-18 m·s⁻¹ at the station Kherson

5. Висновки


Визначено, що у 2005–2020 рр. на території Північно-Західного Причорномор'я переважали пориви вітру в градації 13–15 м·с⁻¹ – 103 випадки. Також досить часто відмічалися пориви зі швидкістю 17–18 м·с⁻¹ – 75 випадків.


Виявлено незначне збільшення середньої швидкості поривів у зимовий період (грудень, січень - 17,1–16,8 м·с⁻¹) та у перехідні сезони. У літні місяці сильні пориви вітру найчастіше виникають у конвективно нестійких повітряних масах під час шквалів.

Встановлено, що швидкість поривів вітру за останні 15 років на метеостанціях Одеса АМСЦ, Миколаїв та Херсон частіше збільшується зі збільшенням добової аномалії температури (від 0,0 до 5,0 °С) та зменшенням добової аномалії тиску (від 0 до -7,0 гПа).

На основі одержаних результатів можна припустити можливість збільшення частоти майбутніх поривів вітру на території Північно-Західного Причорномор'я. Згідно з П'ятим Національним повідомленням України з питань зміни клімату (2009), прес-релізом про стан сучасного клімату (2021) та за даними кліматичних моделей (Climate Model: 2006 – 2100), майбутні температури можуть бути вищими, а майбутній тиск може бути нижчим, ніж минулі та поточні значення. Крім того, взаємозв'язок між температурою, тиском і посиленням поривів вітру, ймовірно, буде аналогічним у майбутньому теплішому кліматі, оскільки погодні умови, які сьогодні сприяють виникненню поривів вітру, будуть спостерігатися частіше найближчими роками (Cheng et al., 2012; Stepanenko et al., 2015; Sanabria et al., 2010). Варто зазначити, що дослідження носить попередній характер і вимагає подальшої перевірки на значно більшому ряді спостережень та порівнянням з кліматичними сценаріями.

ORCID iD

Ellina V. Agayar  <https://orcid.org/0000-0003-3914-6288>

Daniel O. Zhuk  <https://orcid.org/0000-0003-2989-7889>

Список посилань

- Agayar, E.V., Semerhei-Chumachenko, A.B., Zubkovych, S.O. (2020). Applying prediction models for short-term hail forecasting in southern Ukraine. *Bulletin of Kharkiv National University named after VN Karazina, Series "Geology. Geography. Ecology."*, 53, 71–81. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-05>
- Agayar, E.V. (2021). *Spetsializovani prohnozy nebezpechnykh yavlyshch pohody: navch. posibnyk*. ODEKU, Odessa: 143. (In Ukrainian). [Агайар Е.В. (2021). *Спеціалізовані прогнози небезпечних явищ погоди: навч. посібник*. ОДЕКУ. Одеса: 143 с.]. URL: <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/9400>
- Cvitan, L. (2003). Determining wind gusts using mean hourly speed. *Geofizika*, 20, 63–74.
- Cheng, C. S., Li, G., and Li, Q. (2012). Possible Impacts of Climate Change on Wind Gusts under Downscaled Future Climate Conditions over Ontario, Canada. *Journal of Climate.*, 25, 3390–3408. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-11-00198.1>

- Climate Model: Temperature Change (RCP 8.5)* - 2006 - 2100. URL:<https://sos.noaa.gov/datasets/climate-model-temperature-change-rcp-85-2006-2100/>
- Graybeal, D. Y. (2006). Relationships among daily mean and maximum wind speeds, with application to data quality assurance. *Int. J. Climatol.*, 26, 29–43.
- Jungo, P., S. Goyette, and M. Beniston. (2002). Daily wind gust speed probabilities over Switzerland according to three types of synoptic circulation. *Int. J. Climatol.*, 22., 485–499.
- Kistler R., Kalnay E., Collins W., Saha S., White G., Woollen J., Chelliah M., Ebisuzaki W., Kanamitsu M., Kousky V., van den Dool H., Jenne R., Fiorino M. (2001). The NCEP-NCAR 50-Years Reanalysis: Monthly Mean CD-ROM and Documentation. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 82, 247–268. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(2001\)082<0247:TNNYRM>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(2001)082<0247:TNNYRM>2.3.CO;2)
- Stepanenko, S.M., Pol'ovyy, A.M., Loboda, N.S. et al. (Eds.) (2015). *Klimatychni zminy ta yikh vplyv na sferu ekonomiky Ukrainy: [monohrafiya]* [Climate change and its impact on the economy of Ukraine: [monograph] Odessa: Vyd. „TES”. (In Ukrainian). [Степаненко С.М., Польовий А.М., Лобода Н.С. та ін. *Кліматичні зміни та їх вплив на сферу економіки України: [монографія]* (2015). Одеса: Вид. „ТЕС”].
- Nastanova z operatyvnoho hidrometeorologichnoho zabezpechennya ta obsluhovuvannya haluzev natsional'noyi ekonomiky. Kerivnyy dokument UkrHMTS. - KD 52.4.1.01-06. (2018). [Management of operational hydrometeorological support and maintenance of sectors of the national economy. - Guiding document of UkrHMC. - KD 52.4.1.01-06.], Kyiv (In Ukrainian). [*Настанова з оперативного гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування галузей національної економіки*. - Керівний документ УкрГМЦ. - КД 52.4.1.01-06.].
- P'yate Natsional'ne povidomlennya Ukrainy z pytan' zminy klimatu (2009) [Ukraine's Fifth National Communication on Climate Change]. (In Ukrainian). [*П'яте Національне повідомлення України з питань зміни клімату*]. URL: https://ucn.org.ua/upl/ukr_nc5rev.pdf
- Lipinsky, V.M., Osadchy, V.I., Babichenko, V.M. (Eds.) (2006). *Stykhiyni meteorologichni yavlyshcha na terytoriyi Ukrainy za ostannye dvadtsyatyrichchya (1986-2005 rr.)* [Natural meteorological phenomena on the territory of Ukraine for the last twenty years (1986-2005)]. K.: Nika-Tsent, 2006. (In Ukrainian). [*Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.)*] Липінський В.М., Осадчий В.І., Бабіченко В.М.. К.: Ніка-Центр, 2006].
- Semerhey-Chumachenko, A.B., Agayar, E.V., Zhuk, D.O. (2021). Prostorovo-chasovyy rozpodil smerchiv ta shkvaliv u Pivnichno-Zakhidnomu Prychornomor'yi z 2006 po 2020 rr. [Spatio-temporal distribution of tornadoes and hurricanes in the North-Western Black Sea coast from 2006 to 2020]. *World Science*. Poland, 11 (72). (In Ukrainian). [Семергей-Чумаченко А.Б., Агайар Е.В., Жук Д.О. (2021). Просторово-часовий розподіл смерчів та шквалів у Північно-Західному Причорномор'ї з 2006 по 2020 рр. *World Science*. Poland, 11 (72)]. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122021/7718
- Sanabria, L. A., Cechet, R. P. (2010). Severe wind hazard using dynamically downscaled climate simulations. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 11, 012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/11/1/012021>
- State of Climate in 2021: Extreme events and major impacts*. (2021). Press Release Number: 31102021. Retrieved from <https://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-2021-extreme-events-and-major-impacts>

Особливості структури вибраних ділянок русла річки Чорної Тиси

Анастасія Дерій 

Ягеллонський університет, вул. Ингардена, 6, Краків, Польща

Реферат

Метою статті є характеристика окремих ділянок русла, представлення результатів картування методом Krzemień (2012) та розгляд руслоформуючих чинників річки Чорна Тиса. картування було проведено в дні 23.07.2020–28.07.2020. Під час типологічної класифікації річки виділено 34 базові відрізки. При класифікації прийнято до уваги різні фактори, в тім: перепад висот на кілометр бігу русла, наявність руслових форм, площа форм, висота берегів, берегова глибина врізання русла, літологічно-тектонічні фактори, а також фактори, що свідчать про антропогенний вплив на русло. Загалом зіставлено 16 факторів. За всіма параметрами були створені графіки, і на підставі аналізу меж відрізків при зміні тенденції параметрів до збільшення або зменшення на кінці відрізка визначалася межа. Місця, у яких збігалась значна кількість меж параметрів, були виділені як межі вищого рангу- типи русла, так і межі нижчого рангу – підтипи русла. За превалюючими процесами було виділено 7 типологічних ділянок. Від злиття Чорної Тиси з Апшинцем і до гирла потоку Пльєцького (12 км бігу річки) виділено русло акумуляційно ерозійне. До 24 км бігу річки русло було виділене як ерозійне (з домінуючою денною ерозією). До 29 км- з інтенсивною латеральною ерозією. До 34 км – виділено відрізок транспортційний. До гирла потоку Тростянець (41 км) виділено відрізок з інтенсивною денною ерозією. До гирла потоку Сітний (45 км бігу) виділено відрізок з латеральною ерозією і депозицією. Відрізок до злиття з Білою Тисою схарактеризований як інтенсивної денної ерозії. Русло Чорної Тиси від злиття з Апшинцем до злиття з Білою Тисою має загальну тенденцію до глибинної ерозії (6 з 8 виділених типологічних відрізків), з локальними впливами інших домінуючих процесів, що залежить від багатьох чинників. Так, на відрізках, розташованих в Ясиняській улоговині, іншим процесом є акумуляція. На деяких відрізках відзначається сильний вплив діяльності людини (видобуток матеріалу з берегів та островів, укріплення (стабілізація) берегів, будівництво штучних порогів). Через ліквідацію природних руслових форм тут неможливо визначити натуральний домінуючий процес (транспортційні та антропогенічно змінні типологічні відрізки, котрих виділено 4). Дослідження проведене в цій статті має як наукове, так і практичне значення, оскільки може стати підставою для планування протиаводкових заходів та змін в локальному плані забудови. Також подібні дослідження є важливими для освітянської діяльності в місцевостях до котрих відносяться ці праці.

Ключові слова

Типологія русел, флювіальні процеси, гірські річки, паводок

Надійшла до редакції: 24 вересня 2022 / Прийнята: 18 листопада 2022 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2022

Features of the structure of selected segments of the Chorna Tisza river

Anastasiia Derii

Jagiellonian University, 6, Ingardena St., Kraków, Poland

Abstract

The paper presents an analysis of the structure of the Chorna Tisza river based on the fieldwork done in the summer of 2020. In this paper, the results of the riverbed classification by Krzemień (2012) are presented. During the typological classification of the river, 34 segments were identified, which were grouped into 7 typological segments according to processes prevailing in each. The classification takes a variety of factors into account, including: the difference in elevation per kilometer of channel run, the presence of channel forms, the area of the forms, the height of the banks, the bank depth of channel incision, the lithological and tectonic factors as well as factors indicating anthropogenic influence on the channel. A total of 16 factors were identified. It was revealed that Chorna Tisza's riverbed has a tendency to bed erosion mostly in all typological plots, which may be a problem for residents in the future. An attempt was made to predict the evolution of the riverbed based on the collected data and assessment of the human impact on the structure of the riverbed.

Keywords

River channel typology, fluvial processes, mountainous rivers, flood

Received: 24 September 2022 / Accepted: 18 November 2022 / Published online: 30 December 2022

1. Вступ

The Chorna Tisza river belongs to the upper part of the Tisza basin in the Inner Eastern Carpathians and is 50

km long. As stated in the geographic regionalization of Rudenko (2008), the Chorna Tisza catchment is located across three regions: Torun-Lopushansky, Yasinya and Svydovets-Chernohirsky. According to geomorphological

classifications, this region consists of low and medium mountains (Troll, 1972).

The Chorna Tisza catchment itself covers an area of 567 km² (<https://buvrtysa.gov.ua>). 69% of the catchment area are forests, 26% – meadows, 4% – fields and 1% – buildings (the author's calculations based on aerial images) (Fig. 1).

Since the Tisza river basin is one of the most flood-prone areas of Ukraine, the study of the riverbed development trends may be important for the identification of the most dangerous river sections. It is also important to demonstrate the human impact on the channel-forming processes and the results of economic activity in the vicinity of the channel.

The purpose of the article is to determine the morphological features of individual sections of the Chorna Tisza riverbed, the main channel-forming processes and the features of their changes under the influence of natural and anthropogenic factors.

2. Study of the problem

In the middle of the 20th century, the basic principles of fluvial geomorphology were created. The works that are considered to be fundamental include: the method of series analysis by Horton (1945) and Strahler (1952), the analysis of river slope by Hack (1957) and the work of Leopold and Wolmann (1957). The problems of river structure and channel typology were touched upon in the works of Kaszowski and Krzemień (1977), Chalov (1980), Rosgen (1996), Montgomery and Buffington (1997), Thorne (1998).

For the territory of the Ukrainian Carpathians, typology of river channels has been carried out quite rarely. Some examples are Wierzbicki (2010) for the Kuźmieniec Wielki stream according to Kamykowska et al.'s (1999) method and Yu. Obodovskyi (2018) according to Chalov's (1980) method.

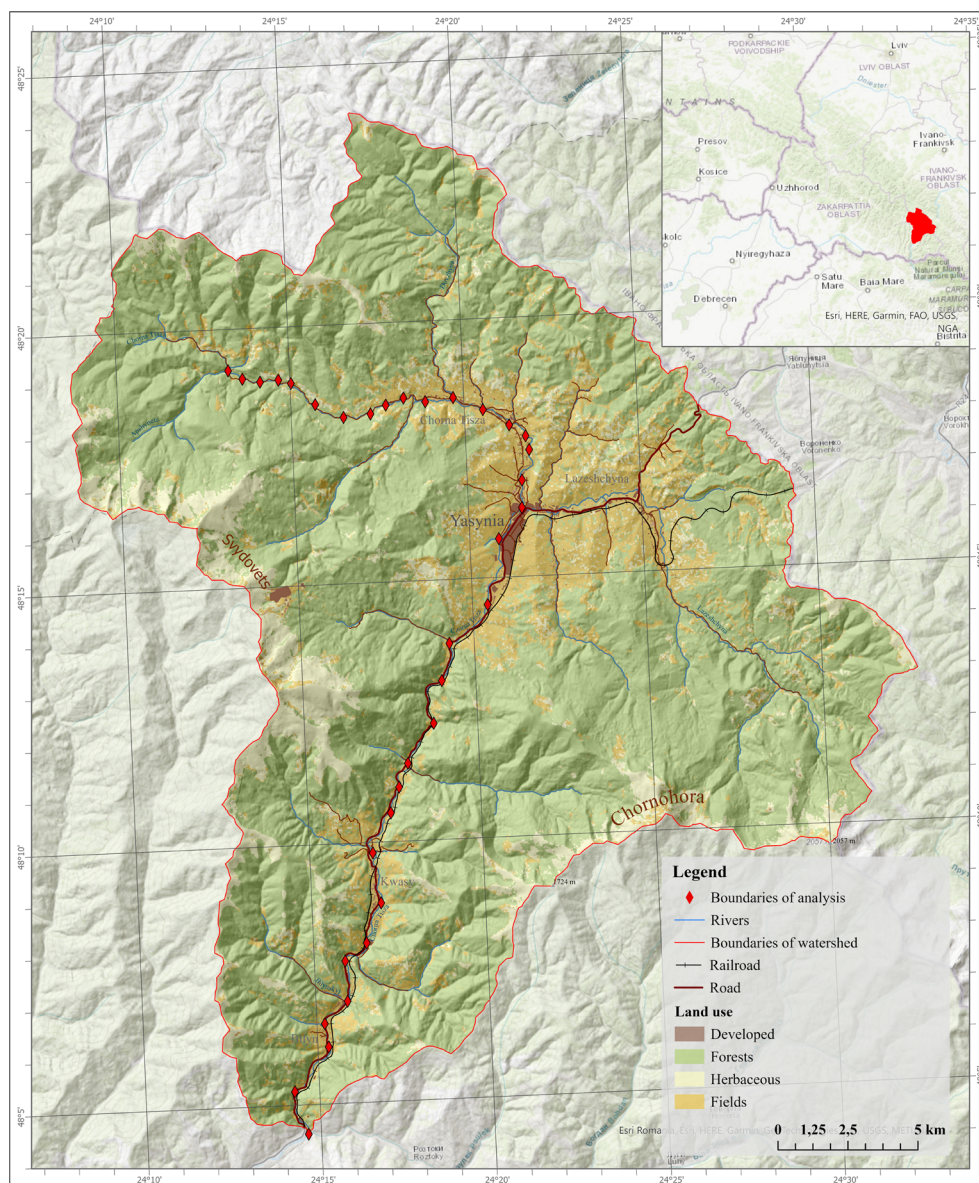


Fig. 1. Map of the Chorna Tisza catchment area with boundaries of mapped segments

Despite the low usage of typological river mapping techniques, the Chorna Tisza catchment is quite well studied. There are many geological and geomorphological works that refer to the elements of this catchment. Staszic (1815) is the first work pertaining to the Chorna Tisza catchment. At the beginning of the 20th century many works devoted to glacial themes were published: Gašiorowski (1906), Pawłowski (1915), Romer (1904, 1906). The tectonics of the Krosno zone was described by Bogdanov and Pusharovskij (1950). There are comprehensive works on tectonics and stratigraphy for the territory of the entire Ukrainian Carpathians such as Bondarchuk (1959), V. Hlushko (1968), I. Gofstein (1995) and others. In the 21st century, many articles have been published on the geomorphology of the Svydovets massif (Krawczuk 2008, Kłapyta et al. 2020) and Chornohora (Melnik 2018). O. Obodowski (2005) and Yu. Obodowski et al. (2018) describe the hydrometeorological features of this area. Botanical overviews of the region can be found in Biliak et al. (2013), Felbaba-Kluhina (2015), and Ustimenko (2015).

3. Materials and methods

The mapping was based on the morphometric segmentation methodology (boundary number methodology) (Kaszowski and Krzemień, 1986) developed at the Institute of Geography and Spatial Planning of the Jagiellonian University in Krakow (Kamykowska et al. 1999, Krzemień 2006, 2012). This methodology consists in dividing the riverbed into homogeneous segments (in the case of Chorna Tisza there were 34 segments (Fig.1)). According to the typological classification of rivers (Kamykowska et al. 1999, Krzemień 2006, 2012), homogeneous river sections are those where the same processes dominate. Each section was described separately during the fieldwork using the forms given in Krzemień (2012). During the fieldwork, information was collected on the channel parameters (width, depth, height and slope of the banks, etc.), the presence of features (rapids, shoals, sidewalls, rock outcrops and landslides associated with the channel formation processes), and the fraction of material in the channel is measured. Anthropogenic changes of the channel are also taken into account. The fieldwork was carried out by the author in the period 23.07.2020–28.07.2020.

To divide the channel into relatively homogeneous sections, cartographic materials (map at a scale of 1:100000, sheet M-35-133) and satellite images (Landsat, Sentinel) were used. To analyze the trends of changes in the riverbed, a comparative characterization of historical maps was carried out (mapire.eu). A digital terrain model (Alos DEM) was used to calculate some parameters.

The following parameters were used to analyze the factors' complexity and their changes in the channel (Fig.2.):

Elevation difference per kilometer of the channel run. This parameter was calculated on the basis of the height above sea level of the segment boundaries and the length of these segments. This information was obtained from the digital elevation model (Alos DEM).

Channel depth / channel width. This parameter is calculated based on the water depth measurements near the shore and the channel width. Both parameters were measured during the field surveys and the channel width was additionally verified using satellite imagery (Google Earth).

Bank height / channel width. The parameter is set on the basis of measurements during field surveys. The channel width was additionally checked on the basis of satellite images (in Google Earth).

Amount of rapids. The parameter was established during field surveys.

Amount of rock outcrops. The parameter was calculated during field surveys.

Amount of point bars and island. The parameter was calculated during field research. This parameter was not verified on the basis of satellite imagery, because it was changed during the flood in June 2020.

The area of point bars and islands per kilometer of the channel run. During the field surveys, the maximum length and maximum width of all the point bars and islands were measured. It turned out, however, that the area calculated on the basis of the author's own data and the true area are slightly different. For this reason, the decision was made to calculate the index of the difference between the area of the forms along the maximum axes and the true area. To do this, 21 sidewalls (from different parts of the channel) were selected in ArcGis Pro (based on Landsat satellite images), and for each shape the area based on the maximum axes and the true area were calculated. The index was calculated for each shape (dividing the true area by the area based on the maximum axes), and then its average value was determined. For the Chorna Tisza riverbed this index was 0.71. Further, according to the data collected during the field studies, the arithmetic mean of the area of the sides and islands (along the maximum axes) was calculated, and then these data was multiplied by the index 0.71.

'Wildness' of the channel. The number of islands per length of the segment.

Lithological and tectonic boundaries. The data was obtained from a geological map at the scale of 1:200 000 (geoinf.kiev.ua).

Average maximum fraction of material from the channel. The data was obtained during field research. For this parameter, the 10 largest boulders (which were transported by the water flow) were measured, and the arithmetic mean was calculated from these measurements.

Length of bank reinforcement. To calculate this parameter, the length of the development on each side of the banks was outlined. Wood stabilization, concrete walls and gabions were taken into account.

Anthropogenic thresholds. Amount was calculated during field surveys.

Graphs were created for all parameters based on the analysis of the segment boundaries. The boundary was determined when the tendency of the parameters' changes (increase or decrease). The places where a significant number of parameter boundaries coincided were identified as higher rank boundaries - types of the channel, and lower rank boundaries - subtypes of the channel.

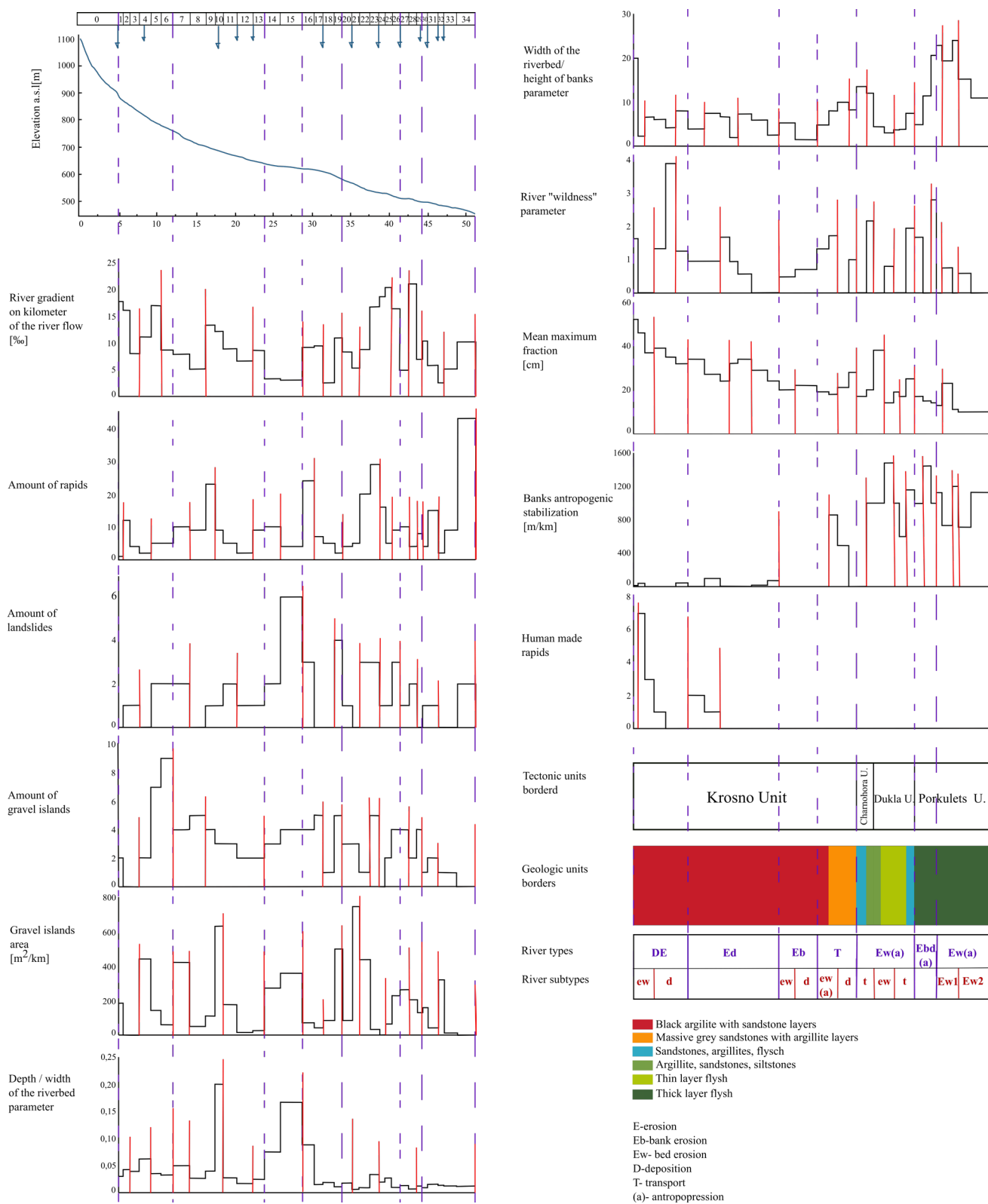


Fig. 2. Graphs illustrating parameter change

4. Discussion

The method of segment boundaries was tested in different regions of the world but it was most often used for mapping rivers in the Western Carpathians. The following studies exemplify the method: the mapping of the Raba River (Poland) (Gorczyca 2016, 2020), the Konin Stream (Poland) (Krzemień 1976) and the mapping of the Feshie River (Scotland) (Chelmicki and Krzemień 1999). Among the works related to the Eastern Carpathians, the article by Wierzbicki (2010), in which a comparative characterization of the structure of the Hulski stream and the Kuźmieniec Wielki stream was carried out, is of particular importance.

5. The results of the study

Since the mapping of the Chorna Tisza was carried out not from the source, but from its confluence with Apshynets, the so-called section 0 was introduced (Photo 1). This section was designated as exclusively erosive, with the dominance of bed erosion (Ew) (Fig.3.). This modification made it possible to interpret the material delivery to section 1.

DE - channel of deposition and erosion. It was highlighted in segments 1-6. This type is characterized by variable erosion and accumulation. This segment was modified by human activity only to a low extent: the bank was stabilized using wood in the vicinity of bridges and at meanders. A total of 11 wooden rapids were mapped in these segments.



Photo 1. The channel in the 0 section

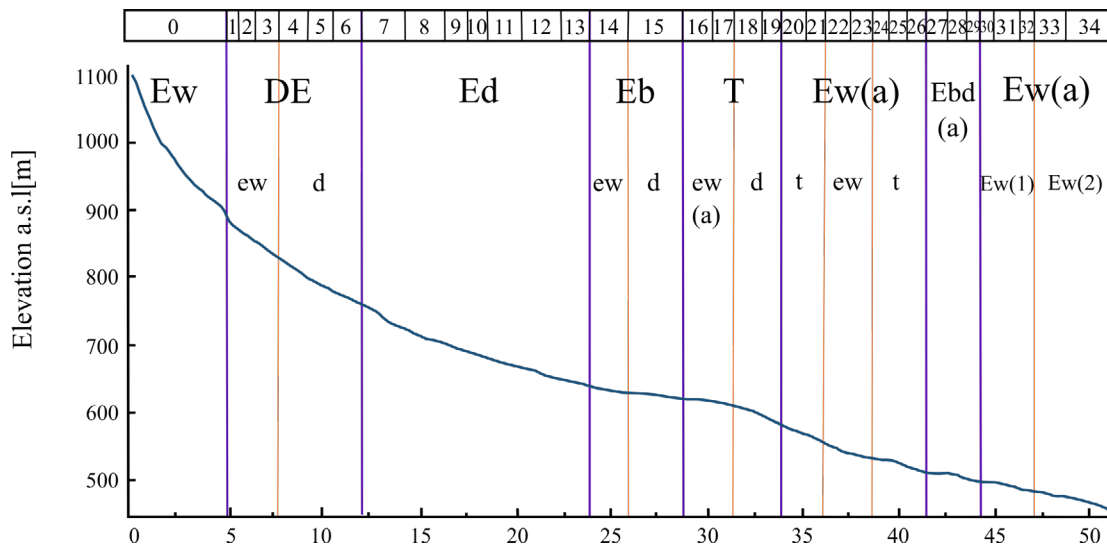


Fig. 3. The longitudinal profile of the Chorna Tisza with typological boundaries

However, the most intensive deforestation is observed in the vicinity of DE segment. To better characterize the channel along its entire length, the DE type was divided into two more subtypes. Thus, segments 1–3 were combined into the subtype *DEew* (dominated by deep erosion). The first segment is characterized by increased accumulation due to the presence of a splash dam in this place in the past. Segments 2–3 are characterized by a tendency to deep

erosion, which was additionally intensified by the activity of splash dam (Photo 2.).

The *DEd* subtype was identified as accumulative on reaches 4–6 (Photo 3). The reason for such a characteristic is the presence of a large number of deposition forms such as point bars and islands of significant size. Locally, signs of erosion (sills and outcrops) can be found in this subtype, but accumulative forms prevail.



Photo 2. The channel on the section 2



Photo 3. Channel at segment 4

Type Ed was identified as erosive with local deposition. It was identified in sections 7–13. This type is relatively homogeneous and therefore no sub-types were highlighted. In this type, a series of rapids up to 4 m high were mapped. They are mutually interspersed with segments of sidewalls and islands. Segment 10 is indicative (Photo 4), as high values of Depth/width parameter (indication of bed erosion) are compared with high values of Area of sides and islands parameter.

Type Eb (lateral erosion) was identified in segments 14–15. High banks with the left bank exceeding the right bank are noted on these segments. In this type, bed erosion is noted, but lateral erosion is more pronounced in channel forms (a large number of outcrops (Photo 5)). Segment 15 is also characterized by high channel sinuosity and the presence of large islands, which is why the subtype *Ebd* (lateral erosion with deposition) was also identified in this segment.

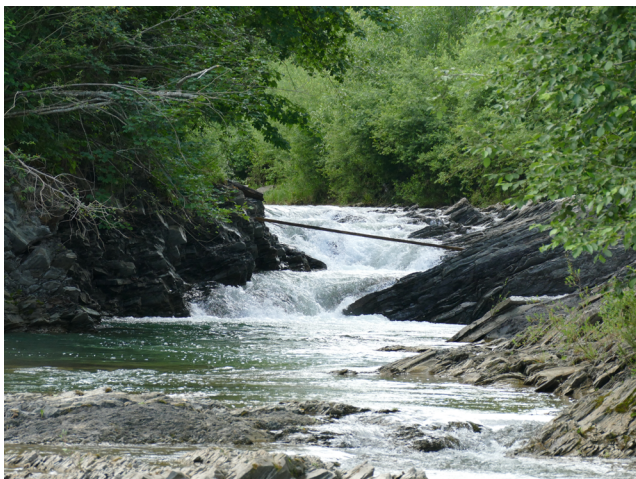


Photo 4. The channel on the section 10



Photo 5. Outcrop in section 15

Type T (transport) was allocated for segments 16–19. The reason behind this decision was the insufficient number of channel forms which did not allow to determine the main channel-forming processes (Photo 6). Human activity is an additional distorting factor. The extraction of gravel from the channel, stabilization structures, etc. cause destruction of channel forms. These segments were also divided into subtypes: *Tew(a)* - transport with a tendency to bed erosion and anthropopression, and *Td* transport with a tendency to deposition. The boundary between these subtypes is quite clearly visible on the longitudinal profile of the Chorna Tisza. At the confluence of the Lazeshchyna and the Chorna Tisza there is a profile flattening, which is most likely caused by sediment transport by the Lazeshchyna River. However, there are no channel forms that could more likely confirm this thesis in this section. The data on outcrops are also anthropogenically altered due to the banks' stabilization with concrete walls. The only parameter that may not have been changed to such a great extent is the elevation difference per kilometer of the river, and this parameter, in fact, decreases in section 18 relative to the neighboring sections. In section 19 there is already a tendency to deposition, which translates to the increase of all deposition parameters in the graphs.

Type Ew(a) – deep erosion with the influence of anthropopression, was highlighted in segments 20–26. 3 subtypes were identified in this type. In segments 20–21, the subtype *Ewt* was identified – deep erosion with a tendency to transport. The reason for the highlighting of this subtype is the structure of new bank stabilization, which does not allow to identify channel-forming processes. The *Ewew* subtype (strong dominance of bed erosion) was identified in segments 22–23. In these segments, traces of intensive erosion can be identified on the old bank stabilization (Photo 7). Moreover, the channel is anthropogenically narrowed in these segments, which increases the intensity of erosion processes. Segments 24–26 were identified as subtype *Ewt* - bed erosion with a tendency to transport. In these segments, the parameter of elevation difference per kilometer of river run increases in comparison with the neighboring segments, and the values for the area and number of point bars are increased as well, but the reason for this is the artificial point bars created during the construction of stabilization.



Photo 6. The channel on the section 17



Photo 7. The channel on the section 22

Type Ebd(a) – anthropogenic with lateral erosion and local deposition, was identified at segments 27–29 (Photo 8). This type is relatively homogeneous, so it was not divided into subtypes. Destruction of bank stabilization due to the intensification of lateral erosion was identified in all segments of this type, and outcrops of left bank terraces were localized in some places. In this type, the parameters of the number of laterals and the ‘wildness’ of the channel stand out against the background of the neighboring segments.



Photo 8. The channel on the section 27

Type Ew(a) – anthropogenic with the dominance of bed erosion, highlighted for segments 30–34. Segments 30–32 are combined into subtype Ew1 - a lower degree of bed erosion intensity (Photo 9), and segments 33–34 - into subtype Ew2 - a higher degree of bed erosion intensity. This division was used to bring attention to the intensification of erosion and cutting of the channel into the local erosion base. As a confirmation of this thesis, it is possible to present an increase in the number of rapids in the last segments.



Photo 9. The channel on the section 32

6. Influence of various factors on channel formation

Long-term channel forming trends can often be altered by catastrophic floods. Since the mapping took place between 23–28 July 2020, I was able to determine the impact of the June 2020 flood on channel changes. In general, several patterns can be identified: during floods, point bars and islands are extremely prone to pattern change due to erosion. The islands with dense vegetation cover are quite stable, so they are prone to surface reduction only in the coastal zones, where the vegetation is mostly herbaceous (Picture 3). Smaller point bars may be completely eroded and will be restored only in the event of a strong local tendency to deposition (e.g. at the confluences of rivers with a large longitudinal decline). On anthropogenically modified stretches, where the number of point bars is too small to expend all the energy of the water jet, erosion intensifies. This is best seen in the sections of type Ew(a), where during the flood the stabilization on a large section of the road was destroyed (Picture 7). Information on the intensity of deep erosion during floods for stream gauges was found in the works of O.Obodovskij (2006, 2018). Thus, for the gauge in Yasinya, a deepening of 84 cm was measured for 1968–2012, the gauge in Rakhiv shows a maximum deepening of 114 cm. However, according to the Bilyn gauge, the accumulation is within 14 cm, which can be explained by the local nature of the segment. During the author’s own fieldwork, the intensity of deep erosion was determined on the basis of traces of deepening on infrastructure (bridge pillars, concrete stabilization of the railway). In the point of the channel which was anthropogenically narrowed to the greatest extent (section 23) it was noted that since 1894 (the year of the railway construction) the channel could have deepened even up to 1 m.


Intensive deforestation in the catchment area causes an increase in the delivery of material to the channel through surface washout and landslides. From our own calculations, it was determined that only in the period 2015–2019 forest cover of the catchment decreased by 18 km². Such rates of deforestation cause an increase in the mass of material transported to the channel and tendency of temporary deposition of material in Chorna Tisza riverbed and later transport to Tisza bed during flood events.

7. Conclusions

To sum up, the channel of the Chorna Tisza from the confluence with the Apshynets to the confluence with the Bila Tisza has a general tendency to bed erosion (6 out of 8 highlighted typological segments), with local changes in other dominant processes. Thus, on the segments located in the Yasinya Basin, another process is deposition (typological segments DE and Ed). In some segments there is a strong influence of human activity (extraction of material from the point bars, stabilization of the banks, construction of artificial rapids). Due to the elimination of natural channel forms, it is impossible to determine the dominant natural process here (transport and anthropogenically altered typological segments). The research conducted in this article has both

scientific and practical importance, as it can serve as the basis for planning flood control measures and changes in the local development plan. Such studies are also important for educational activities in the areas to which these works refer.

ORCID iD

Anastasiia Derii  <https://orcid.org/0000-0001-9287-9267>

References

- Biliak B. (2013). The features of vegetation cover of the oligotrophic sphagnum swamp Chorne Bahno in the territory of NNP «Zacharovaniy kraj», *Nature Reserve in Ukraine*, 19 (1), 32–34. [Біляк Б. (2013). Особливості рослинного покриву оліготрофного болота “Чорне багно” на території НПП «Зачарований край». Том 19 Випуск 1, 32.]
- Bogdanov A., Pusharovskij J. (1950). Osnovnye cherty tektoniki Centralnoj sinklinalnoj zony Vostochnych Karpat//*Izv. AN USSR. Seria geologicheskaja*, №. 2, 45-64. [Богданов А., Пушаровский Ю., 1950, Основные черты тектоники Центральной синклинали зоны Восточных Карпат // *Изв. АН СССР. Серия геологическая*, №. 2, 45-64.]
- Bondarchuk V. (1959). Tektonika teritorii URSS ta MRSR, *Pojasniuvalna zapyska do tektonichnoi karty URSS i MRSR mashtabu 1:750000*, Kyiv, Wyd. AN URSS, 219. [Бондарчук В. (1959). Тектоника территории УССР та МРСР, *Пояснювальна записка до тектонічної карти УРСР і МРСР масштабу 1:750000*. Київ: Вид-во АН УРСР, 219.]
- Chalov R. (1980). O klasifikaciji rechnych rusel, *Geomorfologia* №1, 3-16. [Чалов Р. (1980). О классификации речных русел, *Геоморфология* №1, 3-16.]
- Chelmicki W., Krzemień K. (1999). Chanel typology for the river Feshie in the Cairngorm mts., Scotland, *Prace Geograficzne*, 104, 57-68.
- Felbaba-Kluhina L. (2015). Wetlands and ponds of upper Tisza river (Ukrainian Carpathians): prospects to give them the status of Ramsar sites. *Biological systems*, 7, Vol. 1, 76-81. [Фельбаба-Клушина Л. (2015). Болота і водойми верхів'я р. Тиса (Українські Карпати), перспективні для надання їм статусу Рамсарських угідь, *Біологічні системи* №. 7, Вип. 1., 76-81.]
- Gąsiorowski H. (1906). Ślady glacyalne na Czarnohorze. *Kosmos* 31: 148-168, Lwów.
- Gofstein I. (1995). *Geomorfologicheskij otcherk Ukrainских Karpat*, Naukova Dumka, Kyiv, 84. [Гофштейн, И. (1995) *Геоморфологический очерк Украинских Карпат*. Киев: Наук. думка, 85.]
- Gorczyca E. (2016). *Rozwój górskich żwirowodnych koryt rzecznych w warunkach antropopresji*. Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, 240.
- Gorczyca E., Krzemień K., Jarzyna K. (2020). The evolution of gravel-bed rivers during the post-regulation period in the Polish Carpathians. *Water*, 12(1), 254.
- Hack J. T. (1957). Studies of longitudinal profiles in Virginia and Maryland. *U.S. Geological Survey Professional Paper* 294-B, Washington DC.
- Hluszko V. (1968) *Tektonika i neftegazonosnost Karpat s prilegajushich progibov*. M.Nedra, 240. [Глушко В. (1968). *Тектоника и нефтегазональность Карпат и прилегающих прогибов*. М.:Недра, с.240]
- Horton R. E. (1945). Erosional Development of Streams and their Drainage Basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. *Geological Society of America Bulletin*, v. 56, n. 3, p. 275-370.
- Kamykowska M., Kaszowski L., Krzemień K. (1999). River channel mapping instruction. Key to the river bed description. *Prace geograficzne*, 104, 9-25.
- Kaszowski L., Krzemień K. (1986). Metody typologii koryt rzecznych. *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, 67, 7-23.
- Kaszowski L., Krzemień K. (1977). Structure of mountain channel systems as exemplified by chosen Carpathian streams, *Studia Geomorphologica Carpatho - Balcanica.*, 11, 21-32.
- Kłapyta P., Krzemień K., Gorczyca E., Kraż P., Dubis L. (2020). Geomorphologic effects of human impact across the Svydovets Massif in the Eastern Carpathians in Ukraine. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 53, 85-111.
- Kravchuk J. (2008). Struktural and geomorphological analysis of Polonynsko-Chornogyrsky Carpathians, *Lviv University publishing, geomorphology series*, 35, 186-201. [Кравчук Я. (2008). Структурно-геоморфологічний аналіз Полонинсько-Чорногірських Карпат, *Вісник Львівського університету. Серія географічна*, №. 35, 186-201]
- Krzemień K. (1976). Współczesna dynamika koryta potoku Konina w Gorcach, *Folia Geografica*, X, 88-122.
- Krzemień K. (2006). Badania struktury i dynamiki koryt rzek Karpackich. *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich*, (4/1), 131-142.
- Krzemień K. (2012). *Struktura koryt rzek i potoków:(studium metodyczne*. Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, 143.
- Leopold, L.B. and Wolman, M.G. (1957). River Channel Patterns, Braided, Meandering and Straight. *U.S. Geol. Surv. Paper*: 282-B.
- Melnyk A., Karabiniuk M. (2018). Alpien and subalpien highlands of the Chornohora landscape: kriterias, distribution and usage, *Matherials of the III international scientific seminar Natural sources of the region problems of protection, revitalization and usage*, 222-227. [Мельник А., Карабінюк М. (2018). Субальпійське і альпійське високогір'я ландшафту Чорногора: критерії виділення, поширення, використання, *Матеріали III міжнародного наукового семінару, Природні ресурси регіону: проблеми використання ревіталізації та охорони*, 222-227.]
- Montgomery D., Buffington J. (1997). Channel-reach morphology in mountain drainage basins. *Geological Society of America Bulletin*, 109(5), 596-611.
- Obodovskij O. (red.) (2006). *Hydrometeorological conditions of Czorna Cisa basin*, Kyiv National University, Kyiv, 172. [Obodovskij O. (ред.) (2006). *Hydrometeorological conditions of Czorna Cisa basin*, Kyiv National University, Kyiv, 172.]
- Obodovskyi Yu., Khilchevskyi V., Obodovskyi O. (2018). *Hydromorphoecological assessment of the river bed processes of rivers in the upper Tisha river basin (within Ukraine)*, Kyiv, 193. [Obodovskyi Yu., Khilchevskyi V., Obodovskyi O. (2018). *Hydromorphoecological assessment of the river bed processes of rivers in the upper Tisha river basin (within Ukraine)*, Kyiv, 193]
- Pawłowski S. (1915). Ze studiów nad zlodowaczeniem Czarnohory. *Prace Towarzystwa Naukowego Warszawskiego* 3(10): 1-60.
- Romer E. (1906). Epoka lodowa na Świdowcu. *Rozpr. Akad. Um. Wzd. Mat.-Przyr.*, A.XLVI.
- Romer E. (1909). Próba morfometrycznej analizy grzbietów Karpat Wschodnich. *Kosmos* 34 (7-9): 22-27.
- Rosgen D., (1996). *Applied River Morphology, Wildland Hydrology, Pagosa Springs*, Colorado:1–390.
- Rudenko (red.) (2008). *Natsionalnyy Atlas Ukrainy*, 440. [Руденко (ред.) (2008). *Національний Атлас України*, 440.]

- Staszic S. (1815). *O ziemiorodztwie Karpatów i innych gór i równin* Polski. Warszawa, 397.
- Strahler A. N. (1952) Hypsometric (Area-Altitude) — Analysis of Erosional Topography. *Geological Society of America Bulletin*, v. 63, n. 10, p. 1117-1142.
- Thorne C., 1997, Channel types and morphological classification [in:] C. Thorne, R. Hey, M. Newson [ed.], *Applied fluvial geomorphology for river engineering and management*. John Wiley and Sons Ltd.
- Troll C. (1972) Geoecology and the world-wide differentiation of high-mountain ecosystems [in:] C. Troll (ed.), *Geoecology of the high-mountain regions of Eurasia, Proceeding of the symposium of the International Geographical Union Comission on High-Altitude Geoecology*, November, 20-22, 1969 at Mainz, Franz Steiner Wiesbaden p. 1-16.
- Ustymenko P., Dubyna D., Felbaba-Klushyna L. (2015). *Vegetation of the Upper Tisa Valley (Transcarpathian region): current state, phytocoenodiversity, anthropogenic transformation, protection*, Uzhorod, 126. [Устименко, П., Дубина Д., Фельбаба-Клушина Л. (2015) “Рослинність верхів'я долини Тиси (Закарпатська область): сучасний стан, фітоценорізноманітність, антропогенна трансформація, охорона, 126.]
- Wierzbicki G. (2010). Geomorfologiczne kartowanie koryta jako element przyrodniczej waloryzacji potoków górskich na przykładzie Karpat Wschodnich. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 9, 5-15.

Оцінка ризиків втрати екосистемної послуги з регулювання ерозії міськими зеленими зонами

Наталія Корогода 

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

Реферат

У роботі наводяться положення методики і результати оцінки обсягів надання екосистемної послуги (ЕП) з регулювання ерозії та ризиків її втрати. Кількісна оцінка ризиків проводилась виходячи з того, що зелена зона виконує наразі або виконуватиме в майбутньому свою послугу у менших обсягах. Відповідно, оцінка складалась з: а) визначення втрати ЕП сьогодні та б) розрахунку ймовірності настання втрати в майбутньому. Для оцінки було визначено фактори, які впливають на обсяги надання ЕП та обґрунтовано набір відповідних розрахункових параметрів оцінки. Їх було включено у якості атрибутів до бази даних зелених зон м. Києва. Оцінка обсягів ЕП відбувалась на основі порівняння темпів ерозії, обумовлених природними та антропогенними факторами, зі швидкістю ґрунтоутворення. Оцінка ймовірностей настання ризиків розраховувалась на основі функції бажаності Харрінгтона, адаптованої до оцінювання екосистемних послуг. Вихідними матеріалами в роботі стали векторні набори геоданих: «Ґрунти», «Рослинність», цифрова модель рельєфу. Набори були створені на основі відомостей про ландшафти міста, даних дистанційного зондування, польових та лабораторних досліджень. Оцінка проводилась для 50 міських зелених зон Києва. В результаті аналізу геоданих було визначено, що більшість з досліджених об'єктів є такими, які надають свій максимум ЕП та, відповідно, мають дуже низькі ризики її втрати на сьогодні. Проте 30% досліджених територій мають помірні ризики втрати ЕП в майбутньому. Таке оцінювання може стати ефективним інструментом у прийнятті природоохоронних рішень. Адже, по-перше, дозволяє виокремити території, що потребують найактивніших дій щодо покращення можливостей надання ними ЕП на сьогодні. По-друге, представлена методика дозволяє визначати чинники, які створюють небезпеку для ЕП, а отже - й ризики їх втрати в майбутньому. Отже така оцінка, на відміну від інших, направлена на вирішення питання забезпечення сталого функціонування зелених зон міста. По-третє, дана методика є застосовною до будь-якої території та є необхідною складовою в процесі визначення загального обсягу ЕП, що їх надають міські зелені зони. Адже «окремі» методики з розрахунку кожної ЕП, при переведенні показників в унормовані величини, дозволяють уникнути труднощів в загальній оцінці ЕП, що виникають через багатоманітність та неспівставність одиниць вимірювання.

Ключові слова

Зелені зони міста, екосистемні послуги, ризики, ерозія

Надійшла до редакції: 8 листопада 2022 / Прийнята: 12 грудня 2022 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2022

The risks assessment of loss of erosion control ecosystem services in urban green areas

Nataliia Korohoda

Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska St, Kyiv, 01601, Ukraine

Abstract

The paper presents the methodology and results of assessment the amount of erosion control ecosystem service (ES) and the risks of it loss. Quantitative risk assessment was carried out on the basis of the fact that the green zone is currently performing or will provide its service in the future in smaller volumes. Accordingly, the assessment consisted of: a) determining the loss of ES today and b) calculating the probability of loss in the future. For the assessment, the factors that affect the volume of ES have been determined and a set of relevant estimation parameters has been substantiated. They were included as attributes to the database of Kyiv green areas. The assessment of ES volumes was based on the comparison of erosion rates caused by natural and anthropogenic factors with the rate of soil formation. Estimation of risk probabilities was calculated based on Harrington desirability function adapted to the ecosystem services assessment. The source materials in the work were vector geodata sets: "Soils", "Vegetation", a digital elevation model. The sets were created based on information about city landscapes, remote sensing data, field and laboratory research. The assessment was carried out for 50 urban Kyiv green spaces. As a result of geodata analysis, it was determined that most of the studied objects provide their maximum ES and, accordingly, have very low risks of loss it today. However, 30% studied areas have medium risks of ES loss in the future. The assessment can be an effective tool in environmental decision-making. Firstly, it allows to identify the areas that need the most active actions to improve the possibilities of providing ES today. Secondly, the presented methodology allows to determine the factors that are cause a danger to ES, and therefore the risks of it loss in the future. Thus, this assessment, unlike others, is aimed at solving the issue of ensuring the sustainable functioning of green areas. Thirdly, this methodology is applicable to any territory and is a necessary component in the process of determining the total amount of ES provided by urban green zones. After all, the "separate" methods of each ES calculating when converting indicators into normalized values make it possible to avoid difficulties in the general assessment of ES, which arise due to the diversity and incomparability of measurement units.

Keywords

Urban green spaces, ecosystem services, risks, erosion

Received: 8 November 2022 / Accepted: 12 December 2022 / Published online: 30 December 2022

1. Вступ

Екосистемні послуги (ЕП) міських зелених зон є дієвим механізмом підтримання сталого розвитку міста, як через вирішення екологічних проблем, так і через забезпечення добробуту його населення. Обсяги ЕП напряму залежать від стану зелених зон (National Ecosystem Services..., 2015). Деградаційні ж зміни стану призводять до порушень режиму функціонування зелених зон, а отже і до зростання ризиків втрати ЕП. Адже саме такі зміни визначають ймовірність настання події та певну міру її наслідків, що власне і є ризиком. Визначення ефективності у наданні ЕП та проведення оцінки ризиків їх втрати може стати одним з підходів до забезпечення сталого функціонування зелених зон міста, передусім при виборі першочергових природоохоронних рішень (Culhane et al., 2019, Müller and Burkhard, 2007; Quintessence 2016).

Це зокрема стосується і ЕП з регулювання процесів ерозії (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Важливість оцінювання ризиків втрати цієї послуги, обумовлена тим, що розвиток ерозійних процесів, окрім погіршення умов зростання в самих зелених зонах, є ще й додатковим джерелом забруднення атмосфери та поверхневих водних об'єктів в місті.

Серед проведених на сьогодні досліджень по визначенню ризиків втрати ЕП шляхом оцінки стану екосистем, можна назвати, наприклад, (Mace et al., 2015). Проте в даній роботі автори не пов'язували зміну надання послуг з конкретними видами діяльності, що спричинює ці зміни (Tzilivakis et al., 2015). Загалом слід зазначити, що наразі при оцінці ризику в основному зосереджуються на одному або невеликій кількості видів тиску, що зумовлюють ризик. В той час як визначити ризики доцільніше за комплексом природних та антропогенних чинників деградації.

Крім того, незважаючи на потужне використання інструментів ГІС для картування та оцінки ЕП в містах, наприклад, «Urban InVEST»: Проектування стійких міст (Natural Capital Project, 2022), практика по оцінці ризиків втрати ЕП за допомогою ГІС наразі ще не набула широкого розповсюдження.

Ще однією причиною, яка визначила мету нашого дослідження є недостатнє представлення прикладних робіт, які б стосувалися території міста Києва. На сьогодні це переважно роботи, присвячені визначенню ЕП для окремих територій (Tsyhanok, 2021). Зважаючи на невирішені раніше питання, метою роботи є проведення оцінки ризиків втрати ЕП з регулювання ерозії в зелених зонах Києва за комплексом природних та антропогенних чинників деградації із використанням ГІС-інструментарію. Відповідно до мети, у роботі слід визначити комплекс показників (параметрів) для розрахунку ризиків втрати ЕП; кількісно оцінити ризики того, що досліджувані зелені зони надають послуги з регулювання ерозії не в повному обсязі сьогодні та/або надаватимуть їх у менших обсягах в майбутньому.

2. Матеріали і методи

Вихідними матеріалами в проведенні досліджень стали векторні набори геоданих, щодо обраних для роботи 50 зелених зон Києва (рис. 1).

Набори геоданих зокрема містили інформацію про:
- межі зелених зон, які було визначено на основі карти ESA WorldCover 2020, яка надає глобальну картину земного покриття на 2020 рік з роздільною здатністю 10 м за даними Sentinel-1 і Sentinel-2 (Zanaga et al., 2021); Copernicus Global Land Service Land Cover, колекція 3, епоха 2019, яка надає щорічний динамічний глобальний продукт Land Cover із просторовою роздільною здатністю

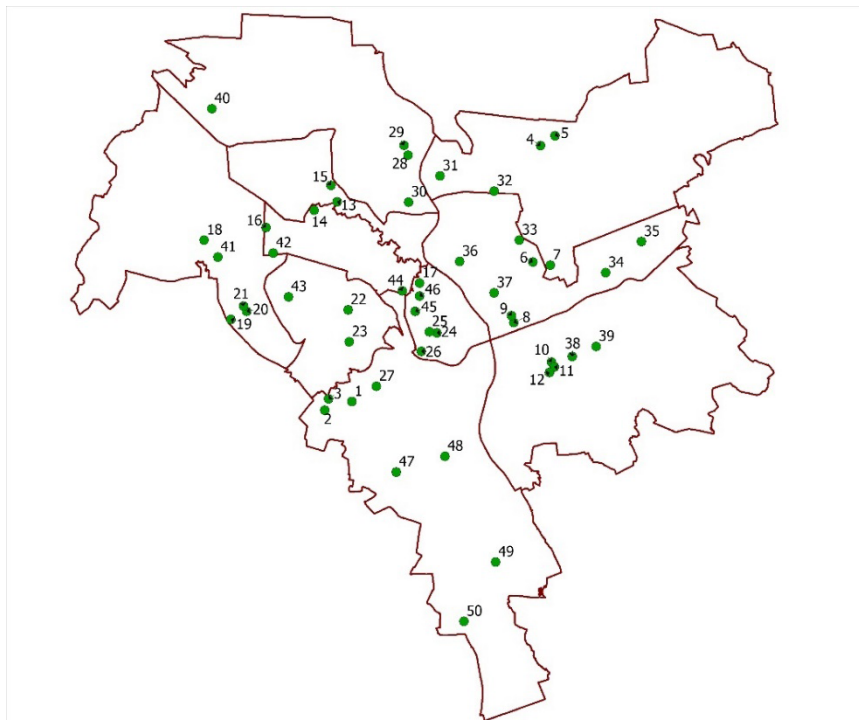


Рис. 1. Схема розташування досліджуваних зелених зон міста Києва

100 м (Buchhorn et al., 2020) та бази OpenStreetMap (OpenStreetMap, 2022).

- *Ґрунти*. Набір даних було створено на основі атрибутивної інформації з ландшафтної карти, що відображає природну основу міста (Davudchuk et al., 2021; Galitsky et al., 1983) а також польових та лабораторних досліджень ґрунтів зелених зон міста;

- *Рослинність*. Набір даних було створено на основі (Davudchuk et al., 2021; Galitsky et al., 1983, Buchhorn et al., 2020; OpenStreetMap, 2022; Zanaga et al., 2021) а також польових досліджень;

- *Цифрова модель рельєфу м. Києва*.

Задля досягнення мети було вирішено два завдання.

1. Визначено фактори, які зумовлюють протікання ерозійних і дефляційних процесів, та впливають на обсяги надання ЕП. Було виокремлено природні та антропогенні фактори. До природних ми віднесли кліматичні умови території (характер та інтенсивність опадів, швидкість вітру); фізико-механічні та хімічні властивості ґрунту (гранулометричний склад, структурно-агрегатний склад, вміст гумусу, зволоженість); рельєфозалежні фактори (ухил, довжина схилу) та фактори рослинного покриву (Naukovi ta rrykladni osnovy ..., 2010). До антропогенних факторів було віднесено прояви людської діяльності, що призводять до зміни швидкості протікання ерозійних процесів (збільшення ухилу схилу, зміна агрегатного стану ґрунту, зведення рослинного покриву). Наприклад, однією найбільших небезпек порушення природних ґрунтових характеристик у зелених зонах є витогування. На таких ділянках відбувається ущільнення верхнього шару ґрунту. Через це, зокрема, обмежується вертикальний рух води і газів, порушується структурно-агрегатний склад та втрачається шорсткість, що підвищує небезпеку проявів ерозійних та дефляційних процесів. Водночас, висівання газонних трав, представлене у міських зелених зонах, таку небезпеку істотно знижує, а дефляційні процеси зводить майже до 0. Відповідно, наявність таких видів антропогенної діяльності та частка площі зеленої зони, де вони фіксувалися, були включені нами у розрахунки, як фактори, що посилюють або послаблюють природні передумови ерозійних та дефляційних процесів.

Зважаючи на вищевказані фактори, було обґрунтовано набір параметрів, за якими в процесі геоінформаційного моделювання було оцінено швидкість ерозії ґрунтів (Halahan et al., 2020; Korohoda & Halahan, 2020; Methodendokumentation "Bodenkunde", 2000). Це дозволило визначити обсяги надання ЕП з регулювання ерозії.

2. Кількісно оцінювати ризики необхідно було виходячи з того, що певна зелена зона виконує наразі або виконуватиме в майбутньому свою послугу у менших обсягах. Відповідно, виконання другого завдання - оцінка ризику включала дві складові: а) оцінка можливих втрат (недоотримання) ЕП сьогодні та б) оцінка ймовірності його настання в майбутньому.

а) Втрата обсягів послуг нами була кількісно визначена у відповідності до загальної втрати ґрунту з ерозійними процесами. Оцінка відбувалась на основі

порівняння темпів ерозійних процесів та процесів відтворення ґрунту, як обернене до обсягу наданих ЕП (таблиця 1), відповідно до загальноєвропейських методик (Kirkby et al., 2004).

Таблиця 1. Визначення ризиків втрати обсягів (недоотримання) ЕП з регулювання водної ерозії

| Винесення ґрунту за рахунок ерозійних процесів (т/га/рік) | Темпи ерозії | Обсяг ЕП регулювання ерозії | Ризики втрати обсягів ЕП регулювання ерозії |
|---|---|-----------------------------|---|
| 0-0.5 | відбувається значно повільніше, ніж процес ґрунтоутворення | максимальний | вельми низькі |
| 0.5-1 | відбувається повільніше, ніж процес ґрунтоутворення | вище середнього | низькі |
| 1-5 | відбувається з тією ж швидкістю, або трохи швидше, ніж процес ґрунтоутворення | середній | помірні |
| 5-10 | відбувається швидше, ніж процес ґрунтоутворення | нижче середнього | високі |
| >10 | відбувається значно швидше, ніж процес ґрунтоутворення | мінімальний | вельми високі |

У прояві дефляційних процесів визначальними є кліматичні та ґрунтові фактори. Але, оскільки для території міста значних відмінностей у кліматичних характеристиках не прослідковується, провідну роль у небезпеці, пов'язаній з дефляційними процесами, відіграє саме розмір ґрунтових часток. «Найнебезпечнішими» можна назвати ґрунти важкого механічного складу, оскільки з максимально насиченого вітропіщаного потоку випадіння матеріалу в осад у глинистих ґрунтах відбувається на найбільшій відстані, у той час як у супіщаних ця відстань скорочується у вісім разів (Naukovi ta rrykladni osnovy ..., 2010). Тож, використавши цю залежність можна визначити обумовлений механічним складом обсяг послуги та ризик, пов'язаний з проявом дефляційних процесів (таблиця 2). Послуга вбачається у недопущенні запилення приземного шару повітря в процесі дефляції, або його прояві на мінімальній відстані.

б) Оцінки ймовірностей настання ризиків у майбутньому розраховувалася на основі функції бажаності Харрінгтона (Harrington, 1965), адаптованої до оцінювання екосистемних послуг (Grodzynskyi, 2014), що для вирішення такої задачі було зроблено вперше. Такий вибір, пов'язано з тим, що функція бажаності Харрінгтона є одним з найбільш вдалих способів оцінки якості об'єкта за множиною параметрів, тож її можна застосувати до будь-якої ЕП, за обраним набором параметрів. В основу побудови функції Харрінгтона покладено перетворення (нормування) всіх розмірних

Таблиця 2. Визначення ризиків втрати обсягів (недоотримання) ЕП з регулювання дефляції

| Механічний склад ґрунту | Обсяг ЕП регулювання дефляції | Ризики втрати обсягів ЕП регулювання ерозії | Бал |
|-------------------------|-------------------------------|---|-----|
| супіщаний | максимальний | вельми низькі | 1 |
| легкосуглинистий | вище середнього | низькі | 2 |
| середньосуглинистий | середній | помірні | 3 |
| важкосуглинистий | нижче середнього | високі | 4 |
| глинистий | мінімальний | вельми високі | 5 |

показників - параметрів досліджуваного об'єкта (в даному випадку, ерозійних та дефляційних процесів) в безрозмірні показники за шкалою бажаності Харрінгтона (q). В межах даної шкали значення показників лежать в діапазоні від нуля до одиниці ($0 \leq q \leq 1$). Відповідно до шкали Харрінгтона, діапазон функції ділиться на п'ять піддіапазонів. Кожен піддіапазон має своє якісне позначення за п'ятибальною шкалою.

При оцінюванні ризику ми зважали на те, що кожен з параметрів (ґрунтового, рельєфозалежні та ін.) є рівнозначними за впливом на формування швидкості ерозії. Значення кожного з цих параметрів (Methodendokumentation "Bodenkunde", 2000, Halahan,

2016) ми унормували за шкалою бажаності, а загальний ризик визначили як усереднене значення ризиків за кожним з факторів (таблиця 3).

3. Результати

В результаті робочого процесу аналізу даних, в межах обраних зелених зон, за методикою (Halahan, 2016):

1. на основі цифрової моделі рельєфу, для однорідних за ухилом ділянок було визначено рельєфозалежні коефіцієнти L та S ;

2. через проведення оверлейних операцій з шаром «Ґрунти», було визначено ґрунтові коефіцієнти ерозійних процесів Ks та Kc ;

3. через проведення оверлейних операцій з шаром «Рослинність» було визначено C - фактор ерозії;

4. в межах кожної ділянки визначено швидкість винесення ґрунту з ділянки за рахунок ерозійних процесів (E_{fv}).

5. Для кожної зеленої зони було обраховано E_{fv} , як середньозважене за площами однорідних ділянок.

6. Обсяг ЕП з регулювання ерозії та ризик недоотримання цієї послуги, було визначено за таблицею 1, що відображено в атрибутивній таблиці БД зелених зон міста (атрибутивне поле «Risk_loss_ES») (рис. 2). Результати моделювання для обраних 50 зелених зон міста Києва наведено в таблиці 4.

7. За функцією бажаності Харрінгтона визначено ймовірність настання втрати ЕП з регулювання ерозії в майбутньому (рис. 2 - атрибутивне поле «Risk_probability»). Результати моделювання наведено в таблиці 5.

Таблиця 3. Визначення ризику за множиною параметрів, відповідно до шкали бажаності Харрінгтона

| Діапазони за шкалою бажаності | Параметри розрахунку ерозійних втрат | | | | | Ризики | Бал |
|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------|-----|
| | скелетності ґрунтів (Ks) | потенційної ерозії (Kb) | довжини схилу (L) | градієнту нахилу схилу (S) | рослинного покриття (C) | | |
| [0,0-0,2) | [0,1-0,19) | [0,048-0,105) | [0,5-0,86) | [0,2-1,36) | [0,01-0,16) | вельми низькі | 1 |
| [0,2-0,37) | [0,19-0,39) | [0,105-0,194) | [0,86-1,59) | [1,36-2,52) | [0,16-0,29) | низькі | 2 |
| [0,37-0,63) | [0,39-0,64) | [0,194-0,33) | [1,59-2,71) | [2,52-4,29) | [0,29-0,49) | помірні | 3 |
| [0,63-0,8) | [0,64-0,87) | [0,33-0,419) | [2,71-3,44) | [4,29-5,44) | [0,49-0,62) | високі | 4 |
| [0,8 - 1] | [0,87-1] | [0,419-0,524] | [3,44-4,3] | [5,44-6,8] | [0,62-0,78] | вельми високі | 5 |

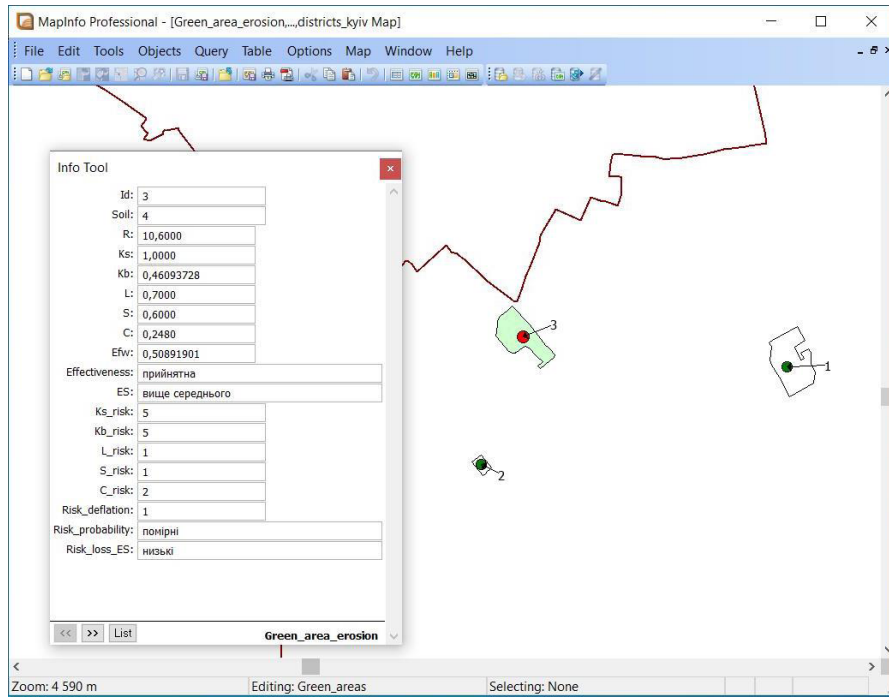


Рис. 2. Атрибутивна інформація щодо обсягів надання та ризиків втрати ЕП з регулювання ерозії

Таблиця 4. Результати визначення ризику як недоотримання послуги регулювання ерозії

| Id | Втрати ґрунту (Efw) | Обсяг ЕП | Ризики | Id | Втрати ґрунту (Efw) | Обсяг ЕП | Ризики |
|----|---------------------|-----------------|---------------|----|---------------------|-----------------|---------------|
| 1 | 0,011726244 | максимальний | вельми низькі | 26 | 0,851561703 | вище середнього | низькі |
| 2 | 0,457323533 | максимальний | вельми низькі | 27 | 1,400376515 | середній | помірні |
| 3 | 0,50891901 | вище середнього | низькі | 28 | 0,014533581 | максимальний | вельми низькі |
| 4 | 0,009858 | максимальний | вельми низькі | 29 | 1,066978888 | середній | помірні |
| 5 | 1,774365375 | середній | помірні | 30 | 0,067034733 | максимальний | вельми низькі |
| 6 | 0,019651883 | максимальний | вельми низькі | 31 | 0,004435913 | максимальний | вельми низькі |
| 7 | 0,002146794 | максимальний | вельми низькі | 32 | 0,129380809 | максимальний | вельми низькі |
| 8 | 0,127734255 | максимальний | вельми низькі | 33 | 0,004605615 | максимальний | вельми низькі |
| 9 | 0,002146794 | максимальний | вельми низькі | 34 | 0,001073397 | максимальний | вельми низькі |
| 10 | 0,100845702 | максимальний | вельми низькі | 35 | 0,00159 | максимальний | вельми низькі |
| 11 | 2,033721662 | середній | помірні | 36 | 0,000844976 | максимальний | вельми низькі |
| 12 | 1,806449399 | середній | помірні | 37 | 0,034885406 | максимальний | вельми низькі |
| 13 | 2,03957568 | середній | помірні | 38 | 0,01333056 | максимальний | вельми низькі |
| 14 | 2,71943424 | середній | помірні | 39 | 0,002146794 | максимальний | вельми низькі |
| 15 | 1,605802068 | середній | помірні | 40 | 0,002151231 | максимальний | вельми низькі |
| 16 | 0,012726346 | максимальний | вельми низькі | 41 | 1,216516718 | середній | помірні |
| 17 | 0,011726244 | максимальний | вельми низькі | 42 | 0,055680335 | максимальний | вельми низькі |
| 18 | 0,012071871 | максимальний | вельми низькі | 43 | 0,002139254 | максимальний | вельми низькі |
| 19 | 0,034778066 | максимальний | вельми низькі | 44 | 0,005582896 | максимальний | вельми низькі |
| 20 | 0,035214623 | максимальний | вельми низькі | 45 | 0,364955015 | максимальний | вельми низькі |
| 21 | 0,064403826 | максимальний | вельми низькі | 46 | 0,133816839 | максимальний | вельми низькі |
| 22 | 0,011726244 | максимальний | вельми низькі | 47 | 0,002002128 | максимальний | вельми низькі |
| 23 | 0,14088337 | максимальний | вельми низькі | 48 | 0,002131251 | максимальний | вельми низькі |
| 24 | 0,015456918 | максимальний | вельми низькі | 49 | 0,001689951 | максимальний | вельми низькі |
| 25 | 0,069227915 | максимальний | вельми низькі | 50 | 0,030055119 | максимальний | вельми низькі |

Таблиця 5. Результати визначення ризику як ймовірності недоотримання послуги регулювання ерозії в майбутньому

| Id | Ризик | | | | | | | Id | Ризик | | | | | | |
|----|-------|----|---|---|---|---|----------|----|-------|----|---|---|---|---|----------|
| | Ks | Kb | L | S | C | D | загальні | | Ks | Kb | L | S | C | D | загальні |
| 1 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі | 26 | 5 | 1 | 5 | 5 | 1 | 1 | помірні |
| 2 | 5 | 5 | 1 | 1 | 5 | 1 | помірні | 27 | 5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | помірні |
| 3 | 5 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | помірні | 28 | 5 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | низькі |
| 4 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі | 29 | 5 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | помірні |
| 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | помірні | 30 | 5 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | низькі |
| 6 | 5 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | низькі | 31 | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 7 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі | 32 | 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | низькі |
| 8 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | низькі | 33 | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 9 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі | 34 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 10 | 5 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | помірні | 35 | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 11 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 1 | помірні | 36 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 12 | 5 | 1 | 2 | 5 | 3 | 1 | помірні | 37 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 13 | 5 | 3 | 3 | 5 | 1 | 1 | помірні | 38 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 14 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 1 | помірні | 39 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 15 | 5 | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | помірні | 40 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 16 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі | 41 | 5 | 1 | 1 | 5 | 3 | 1 | помірні |
| 17 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі | 42 | 5 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | низькі |
| 18 | 5 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | низькі | 43 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 19 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | низькі | 44 | 5 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 20 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | низькі | 45 | 5 | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | помірні |
| 21 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | низькі | 46 | 5 | 1 | 2 | 5 | 1 | 1 | помірні |
| 22 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі | 47 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 23 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | низькі | 48 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 24 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі | 49 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | низькі |
| 25 | 5 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | низькі | 50 | 5 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | низькі |

4. Обговорення

При аналізі даних, було визначено, що провідними факторами, які обумовили відмінності в показниках швидкості протікання ерозійних процесів у зелених зонах Києва є рельєфозалежні фактори L, S, фактор рослинності C та властивості ґрунту, що визначають потенційні показники протікання ерозії - Kb (Methodendokumentation “Bodenkunde”, 2000).

З обраних 50 зелених зон у 14% швидкість ерозії складає більше 1 тону/га/рік, що дозволяє говорити про середній обсяг ЕП захисту ґрунтів від ерозійних втрат та помірні ризики, як прояв недоотримання даної послуги. У той же час, на ділянках, де повністю або частково зведено трав'яний покрив, ми фіксували найвищі показники Ефв. Так, зелені зони № 12 (навколо озера Позняки (пр. Миколи Бажана)); №13 (ландшафтний заказник «Зелене озеро»); № 14 (східна частина парку «Сирецький Гай» (вул. Сирецька - Тираспольська)), що мають найвищі показники Ефв, крім значного впливу рельєфозалежного фактору, мають ще й високі коефіцієнти впливу рослинного покриву С, що пояснюється значним

відсотком відкритого ґрунту у межах зеленої зони (наприклад, №12). На 2 досліджених територіях (4%) значення Ефв складають 0.5-1 тону/га/рік, відповідно обсяг ЕП – вище середнього, а ризики – низькі. Це зелені зони №3 (навколо ставків № 2, 3 р. Нивка (вул. Самійла Кішки)) та №26 (навколо оз.Глинка (вул. Менделєєва)). На інших - швидкість ерозійних процесів незначна, головню через рівнинний тип рельєфу, переважання піщаних та супіщаних ґрунтів, що мають найнижчі коефіцієнти Kb, а також повсюдне використання газонної трави для облаштування територій парків, скверів тощо. З огляду на таке – у більшості з досліджених зелених зон м. Києва – ЕП з регулювання ерозії надається в максимальних обсягах, а ризик її втрати на сьогодні – вельми низький (табл.4).

Фактор деградації рослинного покриву став провідним у зростанні загального показника швидкості ерозійних процесів на більшості досліджених територій. Наприклад, у межах зеленої зони №2 (вул. Лятошинського, 8-12), витоптування доріжок на 20% площі обумовило зростання проявів ерозійних процесів та зниження показника обсягів надання ЕП.

Переважають в зелених зонах Києва піщаних та супіщаних ґрунтів та висівання газонної трави, значно уповільнює процес дефляції, всі досліджені зони мають вельми низькі ризики втрати ґрунту в результаті дефляційних процесів.


Ризики втрати ЕП з регулювання ерозії в майбутньому визначено як низькі (70 % досліджених територій) та помірні (30 %) (табл.5). Цьому сприяють головно ґрунтові фактори.

5. Висновки

Відповідно до загальної мети, в роботі було оцінено ризики втрати ЕП з регулювання ерозії на прикладі 50 обраних зелених зон міста Києва за комплексом природних та антропогенних факторів деградації. Провідними природними факторами втрати протиерозійних послуг в обраних об'єктах є рельєфозалежні, ґрунтові та фактор рослинності. Серед антропогенних факторів, що посилюють прояви ерозії провідне місце посідає зведення трав'яного покриву на частині території.

Враховуючи дію комплексу факторів, на основі ПС-моделювання, в роботі було кількісно оцінено ризики втрати ЕП за розрахунком загальної втрати ґрунту з ерозійними процесами. Зокрема було визначено, що більшість з досліджених об'єктів є такими, які надають свій максимум даної ЕП та, відповідно, мають дуже низькі ризики її втрати (недоотримання) на сьогодні. Проте 30% територій мають помірні ризики втрати ЕП в майбутньому, головно через ґрунтові особливості. Таке оцінювання може стати ефективним інструментом у прийнятті природоохоронних рішень. Адже, по-перше, дозволяє виокремити території, що потребують найактивніших дій щодо покращення можливостей надання ними ЕП на сьогодні. По-друге, представлена методика дозволяє визначати не лише обсяги ЕП, а й чинники, які обумовлюють ризики її втрати в майбутньому. Відповідно, така оцінка, на відміну від інших, направлена на вирішення питання забезпечення сталого функціонування зелених зон міста. По-третє, така методика є застосовною до будь-якої території та є необхідною складовою в процесі оцінки загального обсягу ЕП, що їх надають міські зелені зони. Адже «окремі» методики з розрахунку кожної ЕП, при переведенні показників в унормовані величини, дозволяють уникнути труднощів в загальній оцінці ЕП, що виникають через багатоманітність та неспівставність одиниць вимірювання.

ORCID iD

Nataliia Korohoda  <https://orcid.org/0000-0003-1518-2997>

Список посилань

- Buchhorn, M., Smets, B., Bertels, L., De Roo, B., Lesiv, M., Tsendbazar, N-E., Herold, M., & Fritz S. (2020). *Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m*: collection 3: epoch 2019: Globe (V3.0.1) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3939050>
- Culhane, F., Teixeira, H., Nogueira, A., Borgwardt, F., Trauner, D., Lillebø, A., Piet, G.J., Kuemmerlen, M., McDonald, H., O'Higgins, T., Barbosa, A.L., Tjalling van der Wal, J., Alejandro Iglesias-Campos, A., Arevalo-Torres, J., Barbière, J., Robinson, L. A. (2019) Risk to the supply of ecosystem services across aquatic ecosystems, *Science of The Total Environment*, 660, 611–621. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.346
- Davydchuk, V.S., Zarudna, R.F., Mikheli, S.V., Istomina, G.P., Sorokina, L.Yu. (2021) *Zbirka heohrafichnykh kart z opysom «Kyiv's'ka oblast'. Landshaftna karta» (u tsyfrovomu formati, bazovi masshtaby 1:100 000, 1:200 000, 1:400 000)» («Landshaftna karta Kyiv's'koyi oblasti»)* [Collection of geographic maps with the description “Kyiv region. Landscape map” (in digital format, base scales 1:100 000, 1:200 000, 1:400 000) (“Landscape map of Kyiv region”)]. Certificate of copyright registration for the work No. 104563. State Enterprise “Ukrainian Intellectual Property Institute “. Date of registration: 14.05.2021. Copyright and related rights. Official Bulletin. 65, 50–51. URL: <https://ukrpatent.org/uk/articles/bulletin-copyright>
- Galitsky, V. I., Davydchuk, V. S., Shevchenko, L. N. et al. (1983). *Landshafty prigorodnoy zony Kiya i ikh ratsional'noye ispol'zovaniye* [Landscapes of the suburban zone of Kiev and their rational use]. Kiev: Nauk. dumka. (in Russian)
- Grodzinskyi, M. (2014) *Landshaftna ekolohiya* [Landscape ecology]: textbook K.: Znannya, 550, 2. (in Ukrainian)
- Halahan, O. (2016) *Heoinformatsiynе modelyuvannya zabrudnennya pryavtomahistral'nykh heosystem spolukamy vazhkykh metaliv*. [The GIS modeling of near-motorways geosystems pollution with the heavy metals compounds]. Thesis for a candidate of science degree in Geograph, Taras Shevchenko National University of Kyiv http://scc.univ.kiev.ua/upload/iblock/7bc/dis_Galagan.pdf (in Ukrainian)
- Halahan, O., Korohoda, N., Grodzinsky, M., Obodovsky, O. (2020) *Heoinformatsiynе modelyuvannya protsesiv zabrudnennya gruntiv pryavtomahistral'nykh heosystem spolukamy svyntsyu/ [Geoinformation modeling of soil pollution processes by lead compounds in highway geosystems]. Visnyk V.N. Karazin Kharkiv Nat. Univ. Ser. Geol. Geogr. Ecol. 2020, 52, 103–118. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-52-08> (in Ukrainian)*
- Harrington, E.C., (1965) The desirable function. *Industrial Quality Control*, 21 (10), 124–131
- Tsyhanok, Ye., (2021). *Landshaftno-ekolohichna orhanizatsiya pryrodookhoronnykh terytoriy urbanizovanykh zon (na prykladi mista Kyieva)* [Landscape and ecological organization of natural protected areas of urbanized zones (City of Kyiv case study)]. Thesis for a Doctor of Philosophy Degree in Specialty 106 «Geography», Taras Shevchenko National University of Kyiv. (in Ukrainian)
- Kirkby, M.J., Jones, R.J.A., Irvine, B., Gobin, A., Govers, G., Cerdan, O., Van Rompaey, A.J.J., Le Bissonais, Y., Daroussin, J., King, D., Montanarella, L., Grimm, M., Vieillefont, V., Puigdefabregas, J., Boer, M., Kosmas, C., Yassoglou, N., Tsara, M., Mantel, S., Van Lynden, G.J. and Huting, J. (2004). Pan-European Soil Erosion Risk Assessment: The PESERA Map, Version 1 October 2003. Explanation of Special Publication Ispra 2004 No.73 (S.P.I.04.73). *European Soil Bureau Research Report No.16*, EUR 21176, 18pp. and 1 map in ISO B1 format. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

- Korohoda, N., Halahan, O. (2020). Geoinformation Modeling of Determination a Soil Pollution by Lead Compounds in Highway Agroecosystems. *Environmental Research, Engineering and Management*, 76(3), 71-83. <https://doi.org/10.5755/j01.arem.76.3.25152>
- Mace, G.M., Hails, R.S., Cryle, P., Harlow, J., Clarke S.J. (2015) REVIEW: towards a risk register for natural capital. *Journal of Applied Ecology*, 641-653. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12431>
- Methodendokumentation "Bodenkunde": Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden. *Geologisches Jahrbuch. Sonderhefte: Reihe G - Heft SG 1- Ad-hoc-AGBoden*.(2000). Volker Hennings. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Staatlichen Geologischen Diensten in der Bundesrepublik Deutschland. - Verlag Schweizerbart, Stuttgart, 296 p.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Müller, F., Burkhard, B. (2007). An ecosystem based framework to link landscape structures, functions and services. In: Mander, Ü., Wiggering, H., Helming, K. (eds) *Multifunctional Land Use*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-36763-5_3
- National Ecosystem Services Classification System (NESCS): Framework Design and Policy Application* (2015). EPA-800-R-15-002. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC., 154 p.
- Natural Capital Project*. (2022). Stanford University. <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest>
- Naukovi ta prykladni osnovy zakhystu gruntiv vid eroziyi v Ukraini* [Scientific and applied foundations of soil erosion protection in Ukraine]. Monograph (2010) Edited by S.A. Balyuka, L.L. Tovazhnianskyi. - Kharkiv: NTU "KhPI", 460 p.
- OpenStreetMap* contributors, www.openstreetmap.org, 2022
- Quintessence, C.(2016) Networking Our Way to Better Ecosystem Service Provision, *Trends in Ecology & Evolution*, 31 (2), 105-115. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.12.003>.
- Tzilivakis, J., Warner, D.J., Green, A. et al. (2015) Adapting to climate change: assessing the vulnerability of ecosystem services in Europe in the context of rural development. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 20, 547–572. <https://doi.org/10.1007/s11027-013-9507-6>
- Zanaga, D., Van De Kerchove, R., De Keersmaecker, W., Souverijns, N., Brockmann, C., Quast, R., Wevers, J., Grosu, A., Paccini, A., Vergnaud, S., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Georgieva, I., Lesiv, M., Carter, S., Herold, M., Li, Linlin, Tsendbazar, N.E., Ramoino, F., Arino, O. (2021) *ESA WorldCover 10 m 2020 v100*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5571936>

Особливості руслових процесів та форм руслового рельєфу в долині р. Десна на території Новгород-Сіверського району

Юрій М. Філоненко , Тарас Г. Медвідь

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, вул. Графська, 2, Ніжин, Чернігівська область, 16600, Україна

Реферат

Проаналізовано особливості протікання руслових процесів в долині річки Десна у межах території Новгород-Сіверського району Чернігівської області. Досліджено їх рельєфотвірну роль, а також морфологічні та морфометричні особливості водно-ерозійних, водно-аккумулятивних та гравітаційних форм рельєфу. Зокрема, досліджено прируслові вали, піщані пасма та гривні заплав, переكاتи, плеса, відмілини, рифелі, підводні піщані коси, острови, ділянки розвитку обвальних та осипних процесів, місця біфуркації, ерозійні уступи, кручі, улоговини, яри, вимоїни, ерозійні борозни та ін. Встановлено, що природні умови Новгород-Сіверського району є сприятливими для інтенсивного розвитку руслових процесів та форм руслового рельєфу у долині річки Десни. Визначено, що серед руслових процесів, які мають місце в межах дослідженої території, найбільш поширеними є вільне мандрування, бічна та глибинна ерозія і акумуляція. Вони відіграють важливу роль у рельєфотворенні і стають причиною появи більшості представлених тут форм рельєфу.

Ключові слова

Русло, рельєфотворення, пасмо, заплава, уступ, ерозія, акумуляція, коса, борозна.

Надійшла до редакції: 17 жовтня 2022 / Прийнята: 24 листопада 2022 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2022

Peculiarities of channel processes and forms of channel relief in the valley of the Desna river in the territory of Novhorod-Siverskyi district

Yurii M. Filonenko, Taras H. Medvid

Nizhyn Mykola Gogol State University, 2, Grafaska St., Nizhyn, Chernihivska Oblast, 16600, Ukraine

Abstract

The study of channel processes and corresponding relief forms is important and relevant because the current state of river systems largely determines the economic and hydroecological state of regions. In recent decades, the research of channel processes has acquired qualitatively new elements of development, accompanied by the expansion of the theoretical and methodological basis and the scope of scientific research. An important aspect of channel studies as a complex hydrological-geomorphological scientific field is the study of new factors that influence the formation of river valley elements, in particular climatic changes and anthropogenic activity. The practical significance of the study of channel processes lies in the need of taking into account their specifics in river navigation, when conducting engineering and construction works and organizing water management activities. The issue of environmental safety is also important. It became especially relevant due to the sudden manifestation of the instability of the water regime of rivers as a result of climate change, the consequence of which is the occurrence of floods and freshets of a catastrophic nature. Taking into account the information available in the publications of well-known researchers and relying on the results of our own field research, we analyzed the peculiarities of channel processes in the valley of the Desna river within the territory of the Novhorod-Siverskyi district of the Chernihiv region. Their relief-forming role as well as the morphological and morphometric features of water-erosive, water-accumulative and gravity relief forms were studied. In particular, a variety of channel landforms such as floodplains, sand strands and ridges, shoals, riffles, underwater sandbars, islands, areas of development of landslides and scree processes, bifurcation sites, erosion ledges, cliffs, basins, ravines, potholes and erosion furrows were researched. It has been established that the natural conditions of the Novhorod-Siverskyi district are favourable for the intensive development of channel processes and the formation of channel topography in the valley of the Desna river. It was determined that among the channel processes that take place within the studied territory, free movement, lateral and deep erosion and accumulation are the most widespread. They play an important role in relief formation and are the reason for the appearance of the final relief forms present here. It is worth noting that the results of this research can be used in the engineering and technical spheres, it will be useful to apply them during the construction and preventive maintenance of hydrotechnical constructions, river navigation and water management activities.

Keywords

Channel, relief formation, strand, floodplain, ledge, erosion, accumulation, spit, furrow.

Received: 17 October 2022 / Accepted: 24 November 2022 / Published online: 30 December 2022

1. Вступ

Вивчення руслових процесів та відповідних форм рельєфу є важливим і актуальним, адже сучасний стан річкових систем значною мірою визначає економіко-господарський та гідроекологічний стан регіонів. В останні десятиліття дослідження руслових процесів набули якісно нових елементів розвитку, супроводжуючись розширенням теоретико-методичної бази та масштабів наукових пошуків. Важливим аспектом руслознавства як комплексного гідролого-геоморфологічного наукового напрямку є вивчення нових чинників, які впливають на формування елементів річкової долини, зокрема кліматичних змін та антропогенної діяльності. Практичне значення дослідження руслових процесів полягає в необхідності врахування їх специфіки у річковому судноплаванні, при проведенні інженерно-будівельних робіт та організації водогосподарської діяльності. Окремим є питання екологічної безпеки. Особливої актуальності воно набуло внаслідок різкого прояву нестабільності водного режиму річок внаслідок кліматичних змін, результатом якої є виникнення повеней та паводків катастрофічного характеру.

2. Матеріали та методи

Метою даного дослідження є аналіз рельєфотвірної діяльності руслових процесів, а також морфологічних і морфометричних особливостей флювіальних форм рельєфу, які мають місце в долині річки Десни на території Новгород-Сіверського району Чернігівської області. Мета пов'язана із виконанням таких завдань: вивчення особливостей географічного положення та природних умов долини р. Десна в межах Новгород-Сіверського району; дослідження руслових форм рельєфу в долині Десни; вивчення їх морфологічних і морфометричних особливостей та закономірностей поширення. Про рельєфотвірну діяльність руслових процесів можна отримати інформацію з публікацій Воробйова Б.Н. (2006); Даус М.Є (2017); Докучаєва В.В. (1878); Жуковського М.М. (1925); Ковальчука І.П. (1992, 2005, 2010); Комлева О.О. (2010); Кострікова С.В. (2006, 2010), Лелявського

М.С. (1894). Лохтіна В.М. (1897), Маккавєєва М.І. (1986); Ободовського О.Г. (1991, 1992, 1998, 2001, 2002), Пишкіна Б.А. (1972); Пузиревського (1911), Сіренка І.М. (2003); Соколовського І.Л. (1973); Стецюка В.В. (2005, 2010); Цайтца Є.С. (1991); Чалова Р.С. (1979, 1986, 1988); Черваньова І.Г. (2006, 2010); Швєбса Г.І. (1974); Ющенко Ю.С. (2005); Buffingtona John M. and Montgomery David R. (2013); Pierre Y. Julien (2010); Robert A. (2003); Schumm S.A. (2005) та інших дослідників. Опрацювання зазначених публікацій, а також матеріали власних польових досліджень дали змогу досить детально дослідити руслові процеси та форми руслового рельєфу в долині р. Десна на території Новгород-Сіверського району.

Для проведення дослідження активно застосовувались літературний (опрацювання наукових та науково-популярних видань, джерел з мережі Інтернет тощо), картографічний (вивчення наявного картографічного матеріалу по території дослідження) та статистичний (аналіз статистичних даних різних установ та організацій) методи. Під час польових досліджень, які проводились нами протягом 2017-2021 років у кількох точках спостереження, використовувались метод польових маршрутних спостережень, опитування, фотографування, морфологічний та морфометричний методи Для обробки та узагальнення отриманих даних застосовувались математичні методи та комп'ютерні технології, а також картографічний метод.

3. Результати та обговорення

Руслові форми рельєфу на території долини річки Десна є досить різноманітними. Серед них переважають ерозійні та ерозійно-аккумулятивні. На території Новгород-Сіверського району Десна має високий коефіцієнт звивистості (1,8), що зумовлює формування широкої заплави та різноманітних руслових форм рельєфу (кіс, борозен, переказів тощо) в її межах. Долина річки тут трапецієподібної форми. Її правий берег інтенсивно розмивається бічною ерозією. Мають місце процеси обвалювання та осипання берега з утворенням круч висотою 18-20 м, та крутих уступів з кліфами, які виступають над схилами берега на 15-30 см (рис. 1.).

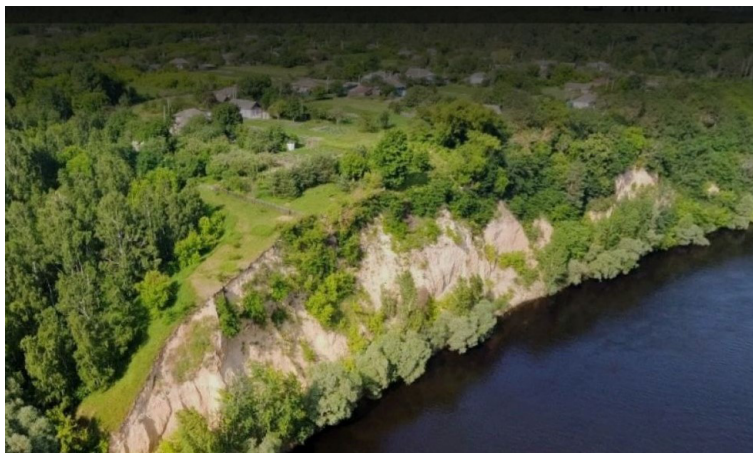


Рис. 1. Кручі поблизу с. Мурашки (Новгород-Сіверська ТГ) [створено за допомогою сервісу GoogleMaps].

На ділянках берега, покритих деревною рослинністю, наслідки ерозійної діяльності та, спровокованих нею, гравітаційних процесів менш помітні.

У точці спостереження № 1, поблизу с. Мурашки Новгород-Сіверської територіальної громади (далі – ТГ), р. Десна має односторонню заплаву. Це зумовлено особливостями будови її долини. Перевищення правого берега над лівим становить тут близько 9 м. Ширина меандрового поясу цієї місцевості коливається у межах 180-250 м. Внаслідок перехоплення водним потоком давньої прохідної долини водно-льодовикового походження, Десна має тут вирівняне русло. Інтенсивність глибинної та бокової ерозії в умовах вирівняного русла досить низька. Відстань між перекатами становить тут 60-75 м, а плесові улоговини мають значну глибину (до 10 і більше м). На відстані 1400 м вниз за течією від с. Мурашки в Десну впадає р. Судость. Це сприяє інтенсифікації ерозійних та акумулятивних процесів одночасно, адже разом з надходженням води в потік потрапляє значна кількість алювію.

На відрізку русла нижче гирла Судості сформовано групу близько розташованих один до одного перекатів, які розділені плесами. Середня відстань між перекатами становить 100-120 м. Вони безперервно зміщуються вниз за течією (в окремі роки більш як на 6 м), зберігаючи початкову відстань між собою. Нижче за течією, на вершині вигину меандру у місці розташування боковика, внаслідок накопичення наносів сформувався піщаний масив серпоподібної форми, довжиною 22 і шириною 9 м. Це призвело до звуження русла і, як наслідок, посилення процесів акумуляції на цій ділянці.

На відрізку долини Десни від с. Мурашки до с. Камінь Новгород-Сіверської ТГ перша надзаплавна тераса має полого-хвилясту поверхню. Від заплави вона відокремлюється крутим уступом (в окремих місцях висота понад 2 м). Поверхня заплави річки, розчленована численними староріччями (озерами-старицями), ускладнена хаотично розташованими купинами, останцями обтікання та пасмами алювіальних відкладів, сформованими в процесі меандрування річища (рис. 2).



Рис. 2. Останці, покриті болотною рослинністю (околиці с. Мурашки, Новгород-Сіверська ТГ) (фото Медвіда Т.Г.).

За допомогою аналізу космічних знімків було виявлено 84 озер-стариць (староріччя). Вони мають переважно овально-втягнуту форму. Досить стабільна (в останні роки) повноводність цих озер забезпечує виразність контурів їх берегової лінії. Площа більшості стариць становить 2-3 тис м², але серед них є й водні об'єкти значно більших розмірів. Ці озера являють собою ще досить молоді ділянки річки, які відрізані масивами алювію від основного русла. Значна їх частина ще не повністю відокремлена від основного потоку.

Неподалік с. Камінь в руслі Десни утворилася переكاتна ділянка з відносно короткими проміжками між окремими перекатами. Це свідчить про переважання процесів акумуляції на даному відрізку русла. За наявності перекатів переміщення продуктів руйнування берега в

товщі води стає повільнішим, що створює передумови для подальшого накопичення наносів на звужених відрізках русла.

На південний-захід від с. Камінь русло Десни вирівняне. Процес бічної ерозії має низьку інтенсивність, знаходячись в стані динамічної рівноваги з акумулятивними процесами. Відстань між перекатами становить тут 180-200 м. Поверхня перекатів ускладнена піщаними хвилями висотою 1-2 см і довжиною 80-130 см. На даному відрізку Десни її русло, підрізаючи корінний берег, дуже повільно зміщується вправо (Obodovskyi, 2001).

На відстані 2,1 км від с. Камінь процес горизонтальної деформації русла Десни посилюється. Звивина меандру в цьому місці знаходиться в стані зародження, процес її утворення є адаптованим до зовнішніх умов

(літологічного та механічного складу підстильних порід, ступеня заболоченості заплави тощо). На цьому місці, поблизу лівого берега, спостерігається формування великої відмілини, утвореної внаслідок злиття кількох боковиків. У точці повороту русла швидкість водного потоку та його розмивна здатність підвищується. Це призводить до обвалювання порід, якими складений правий берег. Тут формується близький до прямовисного ($75-85^\circ$) схил висотою 1,8-2 м. Продукти руйнування цього схилу поступово переносяться вниз за течією, акумулюючись на перекатах (рис. 3). Навесні, під час водопілля, ерозійні процеси суттєво посилювалися, що призводило до збільшення кількості надходження решток гірських порід у русло річки.

Ще нижче за течією спостерігаються зміни конфігурації долини річки. Її заплава поступово набуває ознак однобічної, а сегменти розчленовуються віялоподібними пасмами довжиною 150-500 м і шириною 2-6 м. Такі акумулятивні форми рельєфу покриті щільною трав'янистою рослинністю (осока, лепеха, тонконіг). Їх висота становить 20-30 см. Масиви пасм, що розташовуються ближче до русла мають більші розміри. Це зумовлено більш інтенсивним накопиченням органічних решток на їх мікросхилах. У межах лівобічної частини заплави, внаслідок відгалуження русла, утворилася мережа озер-стариць, які в період водопілля з'єднуються між собою і здатні формувати водний потік довжиною 10-11 км.

У точці спостереження № 2, яка знаходилася поблизу с. Пушкарі Новгород-Сіверської ТГ, морфологічні особливості та морфометричні характеристики долини річки Десна, за винятком окремих відмінностей, загалом близькі до точки спостереження №1. Тут має місце формування однобічної останцево-гривистої заплави, яке можна пояснити повільним врізанням русла в більш щільні, породи крейдової системи, що складають правий



Рис. 3. Перекатна ділянка на р. Десна (с. Камінь, Новгород-Сіверська ТГ) (фото Медвідя Т.Г.).

берег річки. Найбільш поширеними формами рельєфу в межах заплави є, складені піщано-мулистими наносами, останці та улоговини стариць. Перші мають овальну або серпоподібну форму. Їх висота не перевищує 0,5 м, а схили покриті трав'янистими вологолюбними рослинами. Для озерних улоговин також характерна переважно округла або серпоподібна форма і відносно невеликі розміри (їх площа не перевищує 1000 м²). Контури берегової лінії озер-стариць досить чіткі, що, попри наявність процесу заболочування заплави, свідчить про їх значну глибину.

Головною відмінністю долини Десни на ділянці нижче за течією (у напрямку до с. Рогівка Новгород-Сіверської ТГ) є порівняно низька інтенсивність процесів бокової ерозії. Береги на даному відрізку річкової долини пологі. Представлений верболозом, вільхою, осокою та різнотрав'ям рослинний покрив сприяє укріпленню їх схилів. Найбільш поширеними формами мікрорельєфу берегів є задерновані ерозійні улоговини округлої форми діаметром 1-3 м і глибиною 30-60 см.

У точці спостереження № 3 (південно-східна околиця с. Лісконоги Новгород-Сіверської ТГ) заплава Десни набуває рис озерно-старичної. Її меандровий пояс значно розширюється, а відстань між бровками схилів перших надзаплавних терас становить 2820 м. Озера-стариці тут мають переважно серпоподібну форму, а їх середні розміри не перевищують показника 70 тис. м². Площа найбільшого озера-стариці досягає 294 тис. м². Флювіальна морфоскульптура заплави представлена пасмами, складеними піщано-мулистими відкладами, та залишковими улоговинами, які утворилися на місці круч – глибоких ділянок дна старого русла (рис. 4).

Пасма мають довжину переважно 10-25 м, ширину від 1 до 2,5 м, а їх висота не перевищує 0,4 м. Вони покриті досить густою лучно-болотною рослинністю. Серед улоговин переважають зниження овальної форми площею до 25 м². Вони часто є заболоченими, а під час повені затоплюються водою. Подекуди в межах заплави зустрічаються поодинокі останці (підняття), складені більш стійкими до розмиву гірськими породами. Висота найбільшого з них становить 87 см, а ширина та довжина – 104 та 236 см відповідно. Розміри решти подібних форм рельєфу вимірюються десятками см. Через значну задернованість визначити їх походження часто буває досить складно.

На відстані 2,3 км від с. Ленків Новгород-Сіверської ТГ, на 5,5 км нижче за течією від попередньої точки спостереження, наявний процес біфуркації русла Десни. Він зумовлений перехопленням та заповненням водним потоком колись залишеного, внаслідок мандрування, русла. Роздвоєння водотоку в цьому місці призвело до зменшення його водності, що вплинуло на перебіг ерозійно-акумулятивних процесів у його межах. Заплава тут має всі ознаки озерно-старичної. Близько 20% її площі зайнято озерами залишкового походження, найбільші з них – озера Федоренкове та Іллюшине. Звивистість русла на відрізку долини від с. Лісконоги до м. Новгород-Сіверський має коефіцієнт 1,6, що свідчить про незавершеність процесу меандрування в її межах. Лівий берег Десни в цьому місці пологий, часто ускладнений акумулятивними

формами рельєфу. Тут мають значне поширення піщані пасма, які утворилися внаслідок насунання боковиків на прибережну відмілину. Їх круті схили (40–45°) звернені у бік заплави, а пологі (5–10°) – у бік водотоку. Дані форми рельєфу мають довжину 80–500 м, ширину

та висоту не більше 2 м. Подібна конфігурація пасм створює передумови для формування сегментно-гривистої заплави на цій ділянці долини у майбутньому (рис. 5) (Obodovskyi, 1992).



Рис. 4. Заплава р. Десна (с. Лісконоги, Новгород-Сіверська ТГ) [створено за допомогою сервісу GoogleMaps].



Рис. 5. Піщано-мулисті гряди заплави р.Десна (с. Лісконоги, Новгород-Сіверська ТГ) [створено за допомогою сервісу GoogleMaps].

У точці спостереження № 4 (південно-східна околиця м. Новгород-Сіверський), в межах лівобічної частини високої заплави Десни протікає р. Вить, яка у генетико-морфологічному плані є відгалуженням русла Десни, що сформувалося, ймовірно, у пізньому плейстоцені. Проміжок між двома водотоками зайнятий сегментно-гривистою заплавою з переважанням пасмового рельєфу. Майже повсюдно пасма покриті болотною рослинністю. Довжина окремих таких форм рельєфу може досягати 1400 м, а ширина не перевищує 10 м. Висота пасм найчастіше становить 40–60 см. Під час весняної повені міжпасмові зниження заповнюються водою. Ширина поясу меандрування тут стабільна. Потужні масиви гірських порід, у які врізаються обидва водотоки, складені переважно породами крейдової системи (вапняками, пісковиками), що залягають на відрогах Воронежського кристалічного масиву. Вони є більш стійкими до розмиву, порівняно з пісками на ділянці русла нижче за течією. Цьому також сприяють значні перепади висот між поясом меандрування та першими надзаплавними терасами долини. Останні мають високі круті схили (60–80°), різниця висот між бровкою правобережної надзаплавної тераси та підніжжям її схилу становить в середньому 5–6 м, а подекуди й значно більше – 30–35 м. Перевищення бровки схилу першої надзаплавної тераси над верхньою точкою високої заплави становить тут в середньому 1,5–2 м.

Біля с. Комань Новгород-Сіверської ТГ русло Десни майже рівне. Ширина її заплави тут становить 1400–1500 м. Заплава має хвилясту поверхню. В її межах спостерігається чергування припіднятих ділянок та перезволожених знижень різного розміру та форми. На ділянці русла річки довжиною 1385 м між селами Комань та Чулатів Новгород-Сіверської ТГ, нами було виявлено лише 11 переكاتів. Їх боковики відрізняються незначною потужністю наносів. Відмілини, які оточують боковики, у період межені є бар'єром для алювію, який переноситься потоком. Заплава тут має переважно плоску поверхню. Окремі її сегменти представлені віялоподібними масивами піщаних пасм, які є наслідком меандрування водного потоку. Довжина таких, покритих лучною рослинністю, пасм може досягати 20–37 м, а висота – 30–40 см. У межах заплави тут є 3 озера стариці. Найбільше з них має площу близько 6000 м². Контури берегів озер досить чіткі. Це зумовлено майже повною відсутністю процесів заболочування на даній ділянці річкової долини, що, скоріше за все, пов'язане з переважанням піщаних фракцій у складі порід, які формують підстильну поверхню заплави.

У точці спостереження № 5, що знаходилась на відстані 400 м вниз за течією від Пирогівського моста, утворився острів, складений піщаними відкладами (рис. 6). Його формуванню сприяла висока інтенсивність розмивання правого берега водотоку за кількадесят метрів вище за течією. В умовах незавершеного меандрування вихрові горизонтальні потоки води переміщували наноси не до протилежного берега потоку, що є характерним для даного типу руслових процесів, а «залишали» їх на перекаці. Острів має видовжену форму, його ширина становить 54 м, а довжина – 177 м. У період водопілля, незадернована



Рис. 6. Піщаний острів (с. Велике Устя, Сосницька ТГ) (фото Медвіда Т.Г.).

частина острова зазнає розмивання, що призводить до зменшення його площі та зміни конфігурації.

Поблизу с. Дігтярівка Новгород-Сіверської ТГ лівий берег Десни має висоту 15–20 м, що сприяє розвитку гравітаційної морфоскульптури на його схилах. Опосередкований вплив на формування осипів, обвалів та зсувів у цьому місці чинить ерозійна здатність водотоку. Врізаючись у корінний берег, вода вимиває гірські породи, що призводить до активізації вищезазначених рельєфотвірних процесів. Великі об'єми продуктів руйнування берега, потрапляючи у потік, знижують транспортувальну здатність потоку. На подібних ділянках русла, як правило, переважають процеси акумуляції наносів. На перекатах, ширина яких досягає тут 80 м, сформувалися пасма наносів, які постійно рухаються вниз за течією.

Між селами Дігтярівка та Кудлаївка долина річки Десна перетинає широку низинну ділянку. Відстань між бровками перших надзаплавних терас становить тут 9–9,5 км. У межах меандрового поясу нами було виявлено 7 великих озер-стариць овальної або серпоподібної форми. Площа найбільшого з них становить близько 10 тис. м². Характерною особливістю річкової долини на даному відрізку є роздвоєння її русла. Найбільш поширеними формами рельєфу у межах заплави є пасма піщано-мулистих наносів, форма яких повторює конфігурацію русла під час меандрування. Масиви пасм віялоподібної форми, як правило, замкнені дугою стариці. Довжина цих утворень сягає 200 м, а ширина не перевищує 3–4 м. Висота пасм коливається від 20 до 45 см, їх пологі схили крутизною 10–12° звернені у бік головного русла (Obodovskyi, 1992).

У точці спостереження № 6, яка знаходиться на відстані 1,35 км від с. Придеснянське Коропської ТГ, у місці вигину русла, попід правим берегом водотоку утворилася низка ерозійно-гравітаційних форм рельєфу, які за деякими морфологічними характеристиками нагадують кручі. Висота їх схилів коливається у межах 2,5–4 м. Крутизна схилів становить 50–85°. Вона поступово збільшується вгору по схилу. Варто відзначити, що задернованість схилу значною мірою перешкоджає розвитку денудаційних процесів у його межах. Поява таких форм рельєфу була

спричинена руйнівною діяльністю водотоку в зоні ерозії на початку вигину меандру, де показник витрат води досягає свого максимуму. Звивистість відрізка русла Десни між селами Придеснянське та Сохачі (Коропська ТГ) порівняно невисока, її коефіцієнт становить 1,83. Ширина меандрового поясу коливається тут в межах 600-1000 м, а вигини русла мають переважно сегментну форму. На південній околиці с. Оболоння Коропської ТГ спостерігається біфуркація русла Десни. Вона спричинена приєднанням повноводної стариці до головного потоку. У місці роздвоєння русла, внаслідок накопичення алювію, спочатку сформувалась відмілина, а з часом і острів серцеподібної форми. Його довжина становить 107 м, а максимальна ширина 76 м (рис. 7). Зважаючи на

мілководність ділянки русла, у межах якої розташований острів, та на наявність трав'янистої рослинності в її межах і по периметру самого острова, можна спрогнозувати збільшення його площі в майбутньому внаслідок накопичення алювію (особливо за напрямком течії).

На відстані 125 м вниз за течією від дослідженого острова, русло Десни круто повертає на південь, утворюючи вигин конічної форми. Внаслідок ерозійної діяльності водного потоку, на увігнутому березі річки на відслоненні (висота 1,45-1,6 м), складеному супіщаними та суглинковими давньоалювіальними відкладами, сформувався каскад терас мікрозувів (рис. 8). Площадки зсувних терас покриті трав'янистою рослинністю.

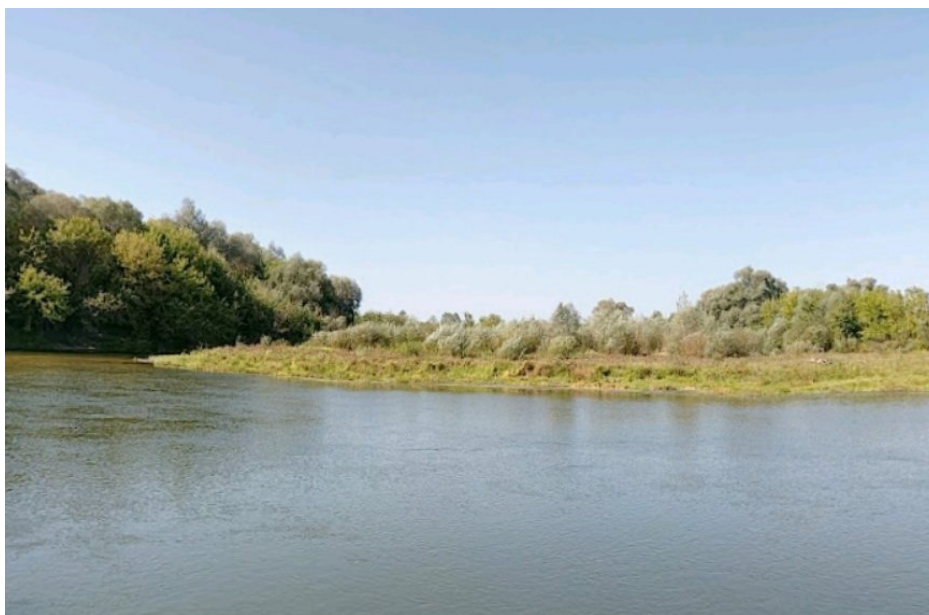


Рис. 7. Острів на р. Десна (с. Оболоння, Коропська ТГ) (фото Медвіда Т.Г.).



Рис. 8. Відслонення берега біля с. Оболоння (Коропська ТГ) (фото Медвіда Т.Г.).

Перевищення між їх бровками становить 40-45 см, а крутизна досягає 65-70°.

Точка спостереження №7 знаходилася на ділянці долини Десни між селами Конятин та Змітнів Коропської ТГ. Коефіцієнт звивистості русла має тут показник 1,81. Його прямолінійні відрізки чергуються з поворотами омегоподібної та синусоїдальної форми. Для прямих ділянок русла характерною є наявність процесу майже рівномірного розмивання обох берегів, хоча правий берег зазнає більш значного ерозійного впливу. Крутизна схилів правого берега становить 35-45°. На ньому чітко проглядається наявність процесів обвалювання та осипання пухких порід, а поверхня ускладнена досить крупними суглинковими уламками (рис. 9). Уламковий матеріал переміщується (найчастіше під час повеней) вниз за течією, частково осідаючи на перекатах у вигляді пасм та рифелів зигзагоподібної форми висотою 3-4 см.



Рис. 9. Обвал берега (південна околиця с. Змітнів, Коропська ТГ) (фото Медвідя Т.Г.).



Рис. 10. Ерозійна вимоїна (водорій) на березі р. Десна (с. Змітнів, Коропська ТГ) (фото Медвідя Т.Г.).

На відстані 1,5 км нижче за течією знаходиться велика ерозійна улоговина, утворена внаслідок взаємодії руйнівної сили потоку та струминного змиву тимчасових водотоків, які виникають після сильних злив. На схилах (крутизна 45-50°) цієї улоговини мають місце ерозійні борозни та вимоїни (водорії) довжиною кілька десятків метрів.

Крім того, в даному місці на правому схилі нами зафіксовано виступ висотою близько 0,4 м і протяжністю 8,5 м, який нависає над прямовисним уступом на 20-25 см. Він складений верхнім шаром лучного ґрунту і, завдяки задернованості, є досить стійким до розмиву. За умови посилення бічної ерозії тут можливе формування зсуву, що становитиме небезпеку для помешкань селян (рис. 10).

5. Висновки


1. Особливості геотектонічної будови, рівнинність рельєфу, достатня зволоженість, вплив господарської діяльності та інші чинники сприяють інтенсивному розвитку руслових процесів у долині Десни на території Новгород-Сіверського району.

2. Найбільш поширеними русловими процесами в долині річки Десна є вільне мандрування, бічна та глибинна ерозія і акумуляція.

3. З-поміж акумулятивних форм рельєфу повсюдного поширення на дослідженій території набули заплавні пасма та гриви, перекати, плеса, відмілини, рифелі, піщані коси та острови.

4. Найпоширенішими ерозійними формами рельєфу є ерозійні уступи, кручі, улоговини, яри, вимоїни та ерозійні борозни.

ORCID iD

Yurii M. Filonenko  <https://orcid.org/0000-0002-2371-0924>

Список посилань

- Buffingtona John M. and Montgomery David R. *Geomorphic Classification Of Rivers*. University of Washington, Seattle, USA, URL: https://www.fs.fed.us/rmrs_2013_buffington_j001.
- Chalov P.C. *Heohrafycheskye yssledovanyia ruslovykh protsessov*. Moskva: Yzd-vo MHU, 1979. 232 s.
- Chalov R.S. Zakony fluvialnoi heomorfolohyy // *Problemy teoretycheskoi heomorfolohyy*. – M.: Nauka, 1988. – S. 111-121.
- Chervanov I.H., Kostrikov S.V., Vorobiov B.N. *Fliuvialni heomorfoosystemy: doslidzhennia y rozrobky Kharkivskoi heomorfolohichnoi shkoly*. Kharkiv: RVV Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N.Karazina, 2006. 320 s.
- Daus M. Ye. *Dynamika ruslovykh potokiv i ruslovi protsesy*: konspekt lektsii Odesa, ODEKU, 2017. 158s.
- Kostrikov S.V., Chervanov I.H. *Doslidzhennia samoorganizatsii fluvialnoho reliefu na zasadakh synerhetychnoi paradyhmy suchasnoho pryrodoznavstva*: monohrafiya Kharkiv: KhNU imeni V.N. Karazina, 2010. 144 s.
- Kovalchuk I.P. *Fliuvialna heomorfolohiia*: tekst lektsii. Lviv: Red.-vydav. viddil Lviv. un-tu, 1992. 54 s.
- Kyryliuk O.V., Kosteniuk L.V., Opechenyk V.M.. *Problemy ekolohichnoho rusloznavstva*: konspekt lektsii: u 2 ch. Chernivtsi: Ruta, 2009. Chastyna 2. 83 s.
- Kyryliuk O.V., Kyryliuk A.O., Kosteniuk L.V.. *Problemy ekolohichnoho rusloznavstva*: konspekt lektsii: u 2 ch. Chernivtsi: Ruta, 2008. Chastyna 1. 80 s. URL: https://collectedpapers.com.ua/river_bed_1/1-1-rusloznavstvo-yak-nauka
- Makkaveev N.Y., Chalov R.S. *Ruslovye protsessy*. Uchebnyk. M.: Yzd-vo MHU, 1986. 264 s.
- Obodovskyi A.H. Rusloformyruuiushchaia deiatelnost rek ravnynnoi chasty Ukrainy y ee ekolohycheskyi aspekt. *Ekolohycheskye problemy erozyi pochv y ruslovykh protsessov*, Moskva: Yzd-vo MHU, 1992. S. 134-141.
- Obodovskyi O.H. *Ruslovi protsesy*. Navchalnyi posibnyk. Kyiv: RVTs Kyivskiy universytet, 1998. 134 s.
- Obodovskyi O.H. *Hidroloho-ekolohichna otsinka ruslovykh protsesiv (na prykladi richok Ukrainy)*. K.: Nika-Tsentr, 2001. 274 s.
- Obodovskyi O.H. *Rehionalnyi hidroloho-ekolohichnyi analiz ruslovykh protsesiv*: dys d-ra heohr. nauk: 11.00.07 / Kyivskiy natsionalnyi un-t im. Tarasa Shevchenka. K., 2002. 393.
- Obodovskyi O.H., Tsaitts Ye.S. *Ruslovi protsesy // Mali richky Ukrainy*. Kyiv: Urozhai, 1991. S.144-151.
- Pierre Y. Julien. *Erosion and Sedimentation*. United Kingdom, Cambridge University Press, 2010. 392 p. URL:<http://assets.cambridge.org>
- Robert A. River Processes: *An Introduction to Fluvial Dynamics*. London: Arnold, 2003. 214 p. URL: <https://www.taylorfrancis.com>
- Schumm S.A. *River Variability and Complexity*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, UK, 2005. URL: <https://assets.cambridge.org/frontmatter>
- Shvebs H.Y. *Formyrovanye vodnoi erozyi stoka nanosov y ykh otsenka (na prymere Ukrainy y Moldavyi)*. Lenynhrad: Hydrometeoyzdat, 1974. 184 s.
- Sirenko I.M. *Dynamichna heomorfolohiia*: navchalnyi posibnyk. – Lviv: Vyd. tsentr LNU im. I. Franka, 2003. 263 s.
- Sokolovskyi I.L. *Zakonomirnosti rozvytku reliefu Ukrainy*. K.: Naukova dumka, 1973. 215 s.
- Stetsiuk V. V., Kovalchuk I. P. *Osnovy heomorfolohii*: navchalnyi posibnyk. K.: Vyscha shkola., 2005. 495 s.
- Vakhrushev B.O., Kovalchuk I.P., Komliev O.O., Kravchuk Ya.S., Paliienko E.T., Rudko H.I., Stetsiuk V.V. *Relief Ukrainy*: navchalnyi posibnyk. K.: Slovo, 2010. 688 s.
- Yushchenko Yu.S. *Heohidromorfolohichni zakonomirnosti rozvytku rusel*: monohrafiia. Chernivtsi: Ruta, 2005. 319 s.

Екологічна рівновага ландшафтів Чернігівської області

Інна В. Мирон , Тетяна М. Шовкун 

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, вул. Графська, 2, Ніжин, Чернігівська область, 16600, Україна

Реферат

У статті охарактеризована ландшафтна структура Чернігівської області. Відмінною рисою ландшафтної структури області є проникнення лісостепових ландшафтів у зону мішаних лісів, а хвойно-широколистянолісових – у лісостепову зону. Ландшафти широко використовуються у господарстві. Аналіз динаміки структури земельного фонду області за період з 1999 по 2020 роки засвідчив значну сільськогосподарську освоєність території, водночас суттєвих змін у структурі землекористування за ці роки не зафіксовано. Сільськогосподарська освоєність різнилась у межах адміністративних районів. Найбільше використовуються ландшафти Прилуцького та Ніжинського районів, що обумовлено їхнім розташуванням у лісостеповій зоні. Порівняння складників структури земельного фонду та рекомендованих оптимальних екологічних параметрів свідчить про їхню невідповідність у всіх адміністративних районах області. Здійснена оцінка екологічної рівноваги ландшафтів за співвідношенням ріллі та сумарної площі екологічностабілізуючих угідь у розрізі адміністративних районів Чернігівської області дозволила виявити задовільний, критичний та кризовий ступінь порушення екологічної рівноваги. Кризовий екологічний стан характерний для двох районів, у яких лісостепові ландшафти або займають значні площі (Ніжинський район), або формують ландшафтну структуру (Прилуцький район). Результати дослідження підтверджують необхідність перегляду існуючої структури земельного фонду за рахунок зменшення площі ріллі та збільшення площ екологічностабілізуючих угідь у всіх без винятку адміністративних районах області. Першочерговими, в складних сучасних умовах, можуть бути малозатратні заходи – виведення з ріллі та консервація деградованих і малопродуктивних земель.

Ключові слова

Ландшафтна структура, земельний фонд, сільськогосподарські угіддя, екологічностабілізуючі угіддя, екологічна стійкість ландшафтів
Надійшла до редакції: 8 листопада 2022 / Прийнята: 27 грудня 2022 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2022

Ecological balance of landscapes in the Chernihiv region

Inna V. Myron, Tatiana M. Shovkun

Nizhyn Mykola Gogol State University, 2, Graftska St., Nizhyn, Chernihivska Oblast, 16600, Ukraine

Abstract

The article describes the landscape structure of Chernihiv region. A distinctive feature of the landscape structure of the region is the penetration of forest-and-steppe landscapes into the zone of mixed forests, and coniferous-broadleaf forests into the forest-and-steppe zone. Landscapes are widely used in the economy. The analysis of the dynamics of the structure of the land fund of the region for the period since 1999 to 2020 showed significant agricultural development of the territory, at the same time, no significant changes in the structure of land use during these years were recorded. Agricultural development varies within administrative districts. The landscapes of Pryluky and Nizhyn districts are used the most, due to their location in the forest-and-steppe zone. A comparison of the components of the structure of the land fund and the recommended optimal ecological parameters shows their inconsistency in all administrative districts of the region. An assessment of the ecological balance of landscapes based on the ratio of arable land and the total area of ecologically stabilizing lands in the cross-section of administrative districts of the Chernihiv region revealed a satisfactory, critical and crisis degree of disturbance of the ecological balance. The crisis ecological state is distinctive for two regions, in which forest-steppe landscapes either occupy significant areas (Nizhyn district) or form a landscape structure (Pryluky district). The results of the study confirm the need to revise the existing structure of the land fund by reducing the area of arable land and increasing the area of ecologically stabilizing lands in all administrative districts of the region without exception. In modern conditions, low-cost measures can be of primary importance - removal from arable land and conservation of degraded and unproductive lands.

Keywords

Landscape structure, land fund, agricultural lands, ecologically stabilizing lands, ecological sustainability of landscapes
Received: 8 November 2022 / Accepted: 27 December 2022 / Published online: 30 December 2022

1. Вступ

Господарська діяльність людини призводить до значної трансформації ландшафтів. Це стосується і території Чернігівської області, земельний фонд якої становить 5,2 % від площі України. У структурі земельного

фонду переважають сільськогосподарські угіддя, на які припадає 64,6 % від площі області. Це свідчить про високу господарську освоєність ландшафтів та обумовлює необхідність дослідження їхньої екологічної рівноваги. Особливого значення це питання набуло після впровадження в Україні адміністративно-територіальної

реформи, відповідно до якої в межах Чернігівської області створено п'ять нових адміністративних районів. Тому подальше дослідження екологічної рівноваги ландшафтів як в області в цілому, так і у розрізі новостворених районів є нагальним.

Мета дослідження: характеристика ландшафтної структури Чернігівщини, оцінка екологічної рівноваги ландшафтів за співвідношенням ріллі та сумарної площі екологостабілізуючих угідь у розрізі адміністративних районів.

2. Матеріали і методи

Методологічним аспектам екологічної рівноваги ландшафтів присвячено ряд робіт. О. В. Барановська провела ландшафтно-екологічний аналіз території Чернігівської області та встановила залежність характеру та ступеня антропогенних змін території регіону від властивостей ландшафтів (Baranovska, 1997). Питання оптимізації регіональної екологічної мережі Чернігівської області з урахуванням ландшафтної структури розглянуто в роботі О. В. Барановської, І. В. Мирон (Baranovska & Myron, 2010). Оптимізація структури агроландшафтів з урахуванням співвідношення угідь розглядається в роботах багатьох провідних вчених. Але думки фахівців істотно різняться: одні вчені вважають, що третина земель повинна залучатися в сільськогосподарський обробіток, третина знаходиться в напівприродному стані, а решта – в природному стані (Ророва, 2012); на думку інших оптимальним співвідношення між лісами, природними кормовими угіддями і ріллею є 3,5: 1,5: 1 відповідно (Stadnyk, 2008). Наукові результати, зазначені в роботах цих авторів, були використані при виконанні даного дослідження. Для здійснення екологічної оцінки ландшафтів застосовувалась методика М. В. Козлова та ін. (Kozlov, 2004).

Для реалізації мети дослідження використовувалися як загальнонаукові, так і спеціальні методи: системно-структурний, статистичний, порівняльно-географічний, узагальнення та систематизації.

3. Результати та обговорення

Ландшафти Чернігівської області належать до класу рівнинних, де виділяють три типи: мішанолісові, лісостепові, заплавні. Відповідно до сучасної схеми фізико-географічного районування розташована на межі двох ландшафтних зон: мішаних (хвойно-широколистяних) лісів (області Чернігівського Полісся та Новгород-Сіверського Полісся) і лісостепової (області Північнопридніпровська терасова рівнина і Північнополтавська височинна). Тому відмінною рисою ландшафтної структури є проникнення лісостепових ландшафтів у зону мішаних лісів, а хвойно-широколистянолісових – у лісостепову зону (рис. 1). Лісостепові ландшафти займають близько 22 % від площі лісової частини, а поліські ландшафти – 5 % лісостепової частини області.

У Чернігівському Поліссі поширені хвойно-широколистянолісові ландшафти, особливістю яких є наявність піщаних відкладів, незначна розчленованість, низький гіпсометричний рівень, високе залягання ґрунтових вод та заболоченість. Ландшафтну структуру області визначають моренно-зандрові, зандрові та алювіально-зандрові низовини з дерново-підзолистими ґрунтами під борами та суборами. На лесових «островах» сформувалися лісостепові ландшафти – пологохвилясті низовини переважно з сірими та темно-сірими опідзоленими ґрунтами, здебільшого розорані, місцями зі значними масивами дубових та грабово-дубових лісів. Особливістю цих ландшафтів є розвиток водно-ерозійних процесів. Найбільшими лесовими «островами» є Михайло-Коцюбинський, Ріпкинський, Менський та Седнівсько-Тупичівський. Помітну роль у ландшафтній структурі відіграють також заболочені давні прохідні долини з дерново-підзолистими та дерновими шаруватими лучними ґрунтами, під луками та вільховими сугрудками.

Ландшафти Новгород-Сіверського Полісся сформувалися в умовах найбільш континентального клімату серед поліських територій, значного розчленування рельєфу, поширення крейдових порід (мергель, крейда), які залягають вище місцевого базису ерозії та відслонюються по долинах рік. У ландшафтній структурі території поєднуються моренно-зандрові та алювіально-зандрові рівнини з дерново-підзолистими ґрунтами, переважно під борами та суборами. Для останніх місцевостей характерний прояв карстових процесів. Значні площі займають лісостепові ландшафти, які сформувалися на лесових відкладах, з сірими лісовими ґрунтами. Тут розвиваються ерозійні процеси.

Ландшафтна структура Північнопридніпровської терасової рівнинної області характеризується фрагментарним поширенням на фоні лісостепових ландшафтів південнополіських ландшафтів, які утворилися на піщаних відкладах. Низовинність території обумовила панування лесових малодренуваних рівнин з чорноземами ґрунтами і плямами солонців, солончаків і солодей. Поширені також давні прохідні долини завширшки 3–4 м і численні западини з лучними і болотяними ґрунтами.

Ландшафти Північнополтавської височинної області представлені переважно лесовими рівнинами, розчленованими річковою мережею, ярами і балками, ускладнені степовими блюдцями, з чорноземами типовими і вилугуваними.

Ландшафти Чернігівщини широко використовуються у господарстві. На сільськогосподарські угіддя протягом десятиліть припадало понад 60 % земельного фонду області. В останні роки намітилась тенденція до незначного зменшення площ під сільськогосподарськими угіддями – на 2,4 %. Також фіксується збільшення площ під лісами – на 1,1 % (табл. 1).

Станом на 2020 рік на сільськогосподарські угіддя в Чернігівській області припадає майже 65 % від земельного фонду, тоді як ліси займають лише 23,4 %, відкриті заболочені землі – 4,0 %, землі під водою – 2,1 % (рис. 2).

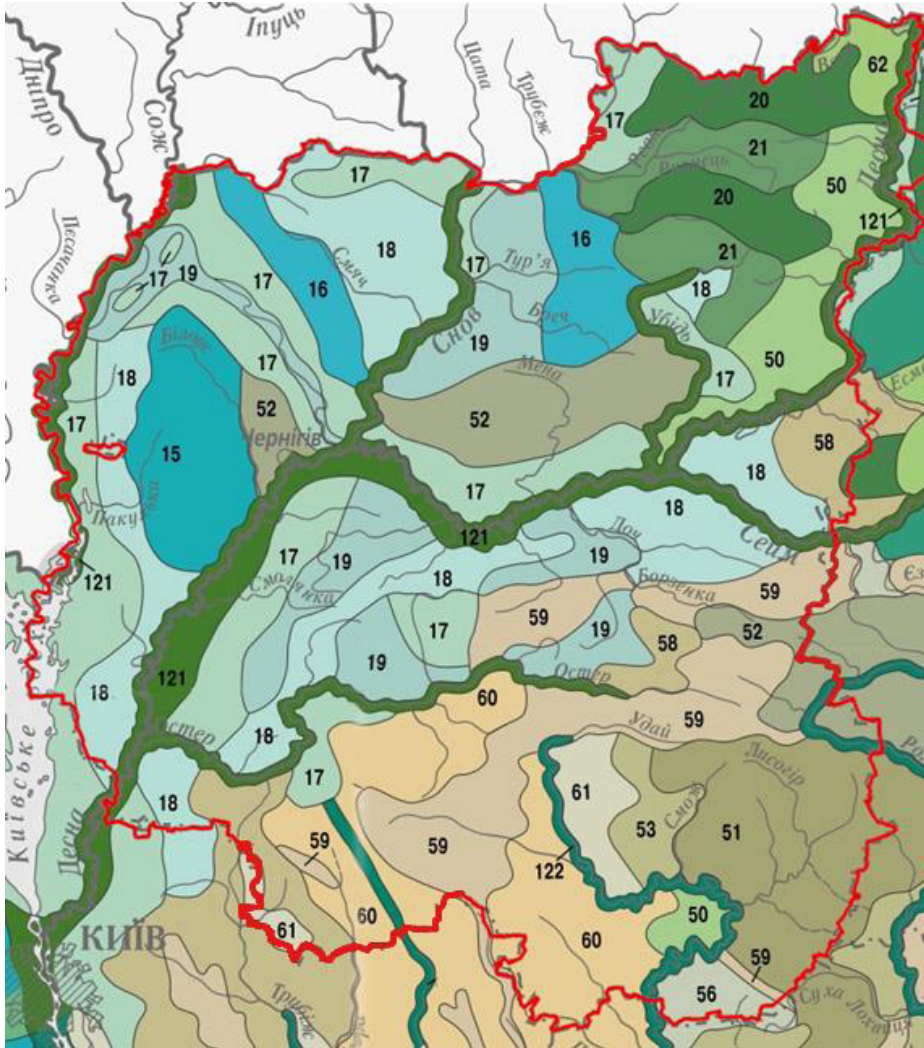


Рис. 1. Ландшафти Чернігівської області [6]

До рисунку 1. Хвойно-широколистянолісові ландшафти

Низовини з потужним антропогеновим покривом на неоген-палеогенових відкладах

15 – моренно-зандрові низовини, горбисто-пасмові, з дерново-підзолистими супіщаними ґрунтами, під суборами;

16 – зандрові низовини, плоскі, з дерново-підзолистими, дерновими глеєвими і торфво-болотними ґрунтами, з вологотравними луками та болотами, острівними борами та суборами;

17 – піщані тераси, хвилясто-горбисті, з дерново-підзолистими піщаними ґрунтами, під острівними борами та суборами, з низинними болотами;

18 – алювіально-зандрові низовини, хвилясті, з дерново-підзолистими піщаними ґрунтами, під суборами;

19 – плоскі низовини (давні долини), слабо дреновані з дерново-підзолистими та дерновими шаруватими лучними ґрунтами, під луками, болотами і торфвищами, з вільховими сугрудками.

Височини та низовини з малопотужним антропогеновим покривом на крейдових відкладах, місцями перекритих неоген-палеогеновими відкладами

20 – моренно-зандрові низовини, горбисті, з останцями корінних порід, з дерново-підзолистими піщано-супіщаними ґрунтами, під борами та суборами;

21 – алювіально-зандрові низовини, хвилясті, з карстовими западинами, з дерново-підзолистими ґрунтами, переважно під борами та суборами.

Лісостепові ландшафти

Низовини і височини з потужним антропогеновим покривом на палеогенових відкладах

50 – лесові височини, горбисті, сильно розчленовані, з давньозсувними останцями, з сірими і темно-сірими опідзоленими ґрунтами, «нагірними» дібровами;

51 – лесові низовини, плоско-горбисті, сильно розчленовані ерозійною та річковою мережею із степовими блюдцями, потужними малогумусними і вилугуваними чорноземами, острівними дібровами;

52 – лесові низовини, полого-хвилясті, слабо розчленовані на вододілах та більш еродовані в прирічкових територіях, з численними долинами та балками, з потужними малогумусними та опідзоленими чорноземами, сірими та темно-сірими опідзоленими ґрунтами терас, зі значними масивами дібровних та грудових лісів;

58 – лесові тераси з сірими і темно-сірими опідзоленими ґрунтами, острівними дубовими дібровами;

59 – лесові низовини, терасовані, слабодреновані, з давньоозерними зниженнями, з комплексом ґрунтів – чорноземів малогумусних опідзолених, чорноземно-лучних солонцюватих та лучно-солончакових;

60 – лесові низовини – давні прохідні долини, низькі, слабохвилясті, з чорноземно-лучними, дерново-лучними, дерновими глеєвими, місцями торфво-болотяними ґрунтами;

61 – піщані тераси, горбисті, з дерново-підзолистими ґрунтами, борами і суборами.

Височини з антропогеновим покривом на крейдових і палеоген-неогенових відкладах

62 – лесові височини, сильно розчленовані ярами та балками, врізаними до крейдових відкладів, з сірими і темно-сірими опідзоленими ґрунтами, з дібровами

Таблиця 1. Динаміка структури земельного фонду Чернігівської області за період з 1999 по 2020 роки (складено за даними Держгеокадастру)

| Основні види земель та угідь | 1999 рік | | 2004 рік | | 2009 рік | | 2014 рік | | 2020 рік | | Зміни за 1994-2020 роки | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| | усього, тис. га | % до заг. площі | усього, тис. га | % до заг. площі | усього, тис. га | % до заг. площі | усього, тис. га | % до заг. площі | усього, тис. га | % до заг. площі | усього, тис. га | % до заг. площі |
| Загальна територія | 3190,3 | 100 | 3190,3 | 100 | 3190,3 | 100 | 3190,3 | 100 | 3190,3 | 100 | 0 | 0 |
| Сільськогосподарські угіддя | 2106,8 | 66,8 | 2099,0 | 65,8 | 2069,8 | 64,9 | 2068,1 | 64,8 | 2060,4 | 64,6 | - 46,4 | - 2,4 |
| Ліси та інші лісовкриті площі | 712,2 | 22,3 | 717,7 | 22,5 | 738,1 | 23,1 | 739,5 | 23,2 | 747,9 | 23,4 | + 35,7 | + 1,1 |
| Забудовані землі | 100,8 | 3,2 | 99,7 | 3,1 | 99,6 | 3,1 | 100,1 | 3,1 | 127,7 | 4,0 | + 26,9 | + 0,8 |
| Відкриті заболочені землі | 118,2 | 3,7 | 121,4 | 3,8 | 130,2 | 4,1 | 130,3 | 4,1 | 126,3 | 4,0 | + 8,1 | + 0,3 |
| Відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом (піски, яри, землі, | 27,8 | 0,9 | 28,2 | 0,9 | 28,2 | 0,9 | 27,7 | 0,9 | 27,4 | 0,9 | - 0,4 | - 0,01 |
| Інші землі | 57,0 | 1,8 | 56,5 | 1,77 | 56,4 | 1,77 | 56,6 | 1,8 | 32,8 | 1,0 | - 24,2 | - 0,8 |
| Території, що покриті поверхневими водами | 67,5 | 2,1 | 67,8 | 2,1 | 68,0 | 2,1 | 68,0 | 2,1 | 67,8 | 2,1 | + 0,3 | 0 |

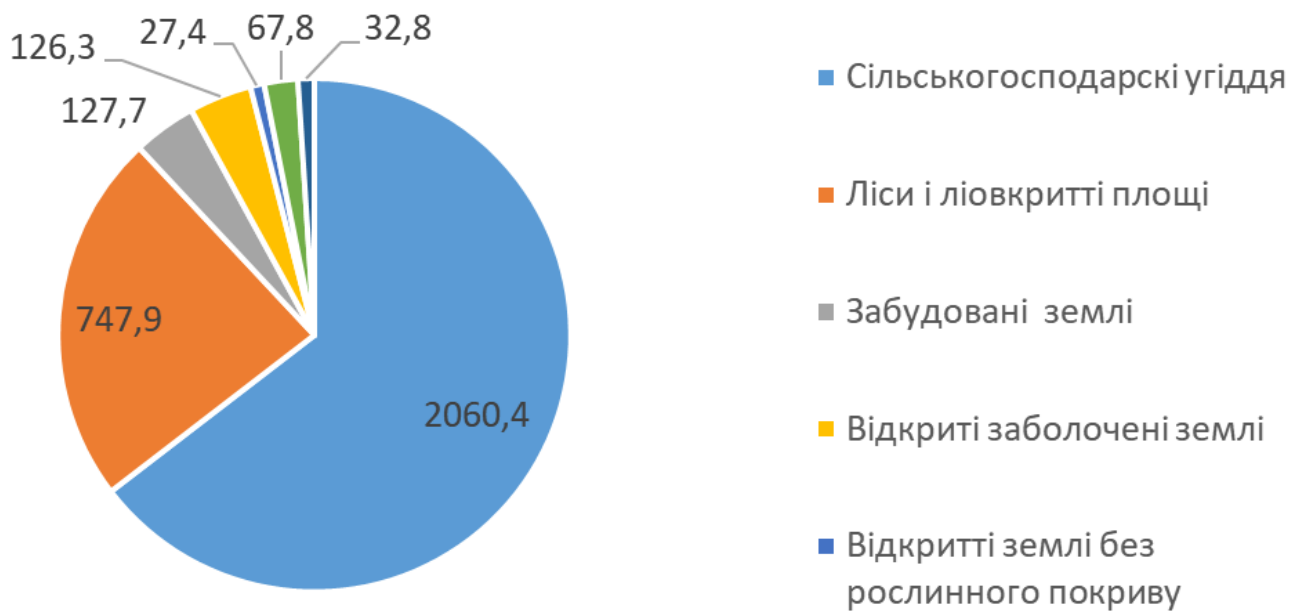


Рис. 2. Структура земельного фонду Чернігівської області за основними видами угідь та функціональним використанням, 2020 р., тис. га (за даними Держгеокадастру)

Структура земельного фонду різниться в адміністративних районах області. Найбільші площі під сільськогосподарськими угіддями зайняті в Ніжинському та Прилуцькому районах – 78,2 % та 74,46 % від загальної площі району відповідно. У Чернігівському та Новгород-Сіверському районах цей показник перевищує 50 %. Проміжна позиція із показником 65,27 % належить Корюківському району.

Частка ріллі в структурі сільськогосподарських угідь в області становить 44,6 %, що на 9,3 % менше від загальноукраїнського показника; частка сіножатей та пасовищ – 18 %, що на 5 % більше від загальноукраїнського показника.

Найбільшу площу в складі сільгосугідь (84,3 %) рілля займає у Прилуцькому районі, який знаходиться у південній лісостеповій частині області. У Ніжинському районі, який розташований на межі зон мішаних лісів та лісостеповій, даний показник становить 73,9 %. Найменші площі ріллі характерні для районів, які розташовані виключно у зоні мішаних лісів. Це Новгород-Сіверський, Корюківський, Чернігівський райони – 70,6 %, 58,6 % і 57,5 % відповідно. Найбільший відсоток перелогів у складі сільгосугідь фіксується у Корюківському та Чернігівському районах – 3,64 % та 3,55 %. У Прилуцькому районі перелогів практично немає (0,08 %). В адміністративних районах області, які розташовані в зоні мішаних лісів, значний відсоток земельного фонду припадає на сіножаті та пасовища. У межах лісостепового Прилуцького району цей показник є

найменшим – на сіножаті припадає 6,4 %, а на пасовища – 7,96 %. Отже, у складі сільськогосподарських угідь у межах усіх районів області переважають орні землі.

Порівняння структури земельного фонду області та рекомендованих оптимальних параметрів (Pysarenko, Chaika, & Laslo, 2016) свідчить про невідповідність фактичних і оптимальних показників. Для оптимізації структурно-функціональної організації ландшафтів частку ріллі в площі сільгосугідь потрібно значно зменшити в усіх адміністративних районах. Особливо це актуально для Прилуцького та Ніжинського районів, ландшафти яких інтенсивно використовуються в сільському господарстві. Площу екологістабілізуючих угідь (сіножатей, пасовищ та лісів) потрібно збільшити в усіх без винятку адміністративних районах області. Першочергову увагу слід приділити мішанолісовим ландшафтам Ніжинського району, де фактичні значення площ лісів, природних і кормових угідь значно менші від оптимальних (табл. 2).

Для визначення екологічної стійкості ландшафтів Чернігівської області в розрізі адміністративних районів було використано методіку М. В. Козлова та ін., яка базується на співвідношенні ріллі та сумарної площі екологістабілізуючих угідь. Ландшафти Чернігівської області мають задовільний, критичний та кризовий ступінь порушення екологічної рівноваги ландшафтів (табл. 3). Кризовий екологічний стан характерний для двох районів, у яких лісостепові ландшафти або займають значні площі (Ніжинський район), або формують ландшафтну структуру (Прилуцький район).

Таблиця 2. Екологічні параметри територіальної організації ландшафтів у межах адміністративних районів Чернігівської області, %

| Адміністративні райони | Частка ріллі від площі сільгоспугідь | | | Частка лісів від загальної площі | | | Частка природних і кормових угідь від площі сільгоспугідь | | |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------|---|--------------------------------|-------------------|
| | Оптимальні ¹ значення | Фактичні ² значення | Різниця | Оптимальні ¹ значення | Фактичні ² значення | Різниця | Оптимальні ¹ значення | Фактичні ² значення | Різниця |
| Корюківський | 40-50 | 58,63 | +18,63 | 36-37 | 32,04 | -3,96 | 45-50 | 36,66 | -8,34 |
| Ніжинський * | 40-50/ 45-55 | 73,9 | +33,9/ +28,9 | 36-37/ 17-18 | 12,99 | - 23,01/ 4,01 | 45-50/ 40-45 | 24,91 | -20,09/ -15,91 |
| Новгород-Сіверський | 40-50 | 70,64 | +30,64 | 36-37 | 32,23 | -3,77 | 45-50 | 27,4 | -17,6 |
| Прилуцький | 45-55 | 84,32 | +39,32 | 17-18 | 12,02 | -4,98 | 40-45 | 14,35 | -25,65 |
| Чернігівський | 40-50 | 57,52 | +17,52 | 36-37 | 28,05 | -7,95 | 45-50 | 38,01 | -6,99 |

¹ за джерелом (Pysarenko, Chaika, & Laslo, 2016)

² розраховано авторами за даними Держгеокадастру

*у чисельнику вказані значення для зони мішаних лісів, а у знаменнику – для лісостепової зони


Таблиця 3. Ступінь порушення екологічної рівноваги ландшафтів у розрізі адміністративних районів Чернігівської області


| Адміністративні райони | Частка ріллі | Частка еколого-стабілізуючих угідь | Екологічний стан території | Тип агроландшафтною території |
|------------------------|--------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Корюківський | 36,8 | 63,2 | задовільний | I |
| Ніжинський | 61,09 | 38,91 | кризовий | III |
| Новгород-Сіверський | 41,13 | 58,87 | критичний | II |
| Прилуцький | 67,99 | 32,01 | кризовий | III |
| Чернігівський | 34,55 | 65,45 | задовільний | I |

4. Висновки

Структура земельного фонду Чернігівської області за останнє двадцятиріччя суттєво не змінилася і вирізняється значною сільськогосподарською освоєністю. Проведені дослідження свідчать про невідповідність фактичних і оптимальних показників територіальної організації ландшафтів як у межах всієї області, так і у розрізі адміністративних районів. Ландшафти Чернігівської області мають задовільний, критичний та кризовий ступінь порушення екологічної рівноваги ландшафтів. Підвищення екологічної рівноваги ландшафтів можливе за умов перегляду існуючої структури земельного фонду – зміни співвідношення площ ріллі та екологічностабілізуючих угідь. В сучасних складних фінансово-економічних умовах пріоритетними можуть стати малозатратні заходи – виведення з ріллі та консервація деградованих і малопродуктивних земель.

ORCID iD

Inna V. Myron  <https://orcid.org/0000-0003-3633-9703>

Tatiana M. Shovkun  <https://orcid.org/0000-0001-9235-062X>

Список посилань

- Baranovska, O. V. (1997). *Landscape and ecological analysis of the territory of Chernihiv region* [Abstract thesis candidate of geographical sciences, NAS of Ukraine, Institute of Geography]. [Барановська, О. В. (1997). Ландшафтно-екологічний аналіз території Чернігівської області [Автореф. дис. канд. географ. наук, НАН України, Інститут географії]].
- Baranovska, O., Myron, I. (2010) Landscapes of Chernihiv region and their protection. *Scientific notes of the Ternopil National pedagogical university. Series: Geography. Special issue:*

Sustainable nature management, approaches, problems, perspective, 27, 76-80. [Барановська, О., Мирон, І. (2010). Ландшафти Чернігівської області та їх охорона. *Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту. Серія: Географія. Спеціальний випуск: Стале природокористування, підходи, проблеми, перспектива*, 27, 76-80].

- Kozlov, M. V., Melnyk, A. I., & Moskalov, E. L. (2004). *Optimization of modern land use systems on the example of Chernihiv region: methodological recommendations*. Kyiv. [Козлов, М. В., Мельник, А. І., & Москальов, Є. Л. (2004). *Оптимізація сучасних систем землекористування на прикладі Чернігівської області* : методичні рекомендації. Київ].
- Marunych, O. M., Pashchenko, V. M., Petrenko, O. M., Shishchenko, P. G. Landscapes. In B. E. Paton (Ed.), *National Atlas of Ukraine*. DNPV "Cartography". https://atlas.igu.org.ua/4130301_d.html [Маринич, О. М., Пашченко, В. М., Петренко, О. М., Шищенко П. Г. Ландшафти. У Б. Є. Патон (Ред.), *Національний атлас України*. ДНВП «Картографія». https://atlas.igu.org.ua/4130301_d.html]
- Pysarenko, P.V., Chaika, T.O., & Laslo O. O. (Eds.). 2016. *Agroecological, social and economic aspects of the creation and effective functioning of ecologically stable territories: collective monograph*. Simon. [Писаренко, П. В., Чайка, Т. О., Ласло, О. О. (Ред.). 2016. *Агроекологічні, соціальні та економічні аспекти створення й ефективного функціонування екологічно стабільних територій* : колективна монографія. Сімон].
- Popova, O. L. (2012). Eco-diagnostics of the nature-economic organization of the territory of Ukraine: agro-landscape aspect. *Economics and forecasting*, 3, 92-101. [Попова, О. Л. (2012). Екодіагностика природо-господарської організації території України: агроландшафтний аспект. *Економіка і прогнозування*, 3, 92-101].
- Stadnyk, A. P. (2008). *Landscape and ecological optimization of systems of protective forest plantations of Ukraine* [Abstract thesis Dr. of agricultural sciences, Institute of Agroecology]. [Стадник, А. П. (2008). *Ландшафтно-екологічна оптимізація систем захисних лісових насаджень України* [Автореф. дис. д-р с.-г. наук, Інститут агроекології]].

До 100-річчя від дня народження Сироти Ніни Павлівни

Сергій П. Запотоцький¹ , В'ячеслав І. Олещенко² , Володимир Т. Гриневецький¹

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

² Українське географічне товариство

Надійшла до редакції: 25 жовтня 2022 / Прийнята: 30 жовтня 2022 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2021

To the 100th anniversary of the birth of Syrota Nina Pavlivna

Sergii P. Zapototskyi, Viacheslav I. Oleshchenko, Volodymyr T. Hrynevetskyi

¹ Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska St, Kyiv, 01601, Ukraine

² Ukrainian Geographical Society

Received: 25 October 2022 / Accepted: 30 October 2022 / Published online: 30 December 2021



Ніна Павлівна Сирота

Літопис Київського національного університету імені Тараса Шевченка багатий іменами людей, які своєю сумлінною працею невтомно завжди примножували раніше, збагачують і зараз його славу. Серед них гідне місце займає Сирота Ніна Павлівна – добре знайий географ, вчений, прекрасний педагог, Відмінник освіти України, активний популяризатор географічних знань, ветеран війни та праці, учасник бойових дій. 17 січня 2023 року виповнюється 100 років від дня її народження.

Ніна Павлівна народилася і зросла у Києві, її батько був агрономом, мама займалася художнім вишиванням. У 1941 році Ніна Павлівна з відзнакою, серед 17 інших випускників закінчила середню школу, розташовану на Великій Китаївській, 85 (зараз – 59-а гімназія). А вже за кілька днів, 22 червня, усі її мрії та сподівання на майбутнє були перекреслені початком Великої Війни. Під час більш як двомісячної героїчної оборони Києва у приміщенні школи працював госпіталь. Доглядати за

Corresponding author:

Sergii P. Zapototskyi, Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska St, Kyiv, 01601, Ukraine
Email: zapototsk@ukr.net

© 2022 The Authors. Published by Taras Shevchenko National University of Kyiv. This is an open-access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

пораненими бійцями активно допомагали вчителі, учні, нещодавні випускники школи, зокрема, й Ніна Сирота, яка часто чергувала, а окрім того – брала активну участь у будівництві укріплень у районі нинішнього розміщення географічного факультету університету.

Воєнні жахи, перебування в Києві під час німецької окупації, втрата у перший її день батька, а пізніше, незадовго до Перемоги, й молодшого брата, який спочатку був партизаном, а після звільнення Києва – пішов воювати на фронті, значною мірою позначилися на світосприйнятті, характері, визначенні цінностей, життєвих принципів, пріоритетів Ніни Павлівни. Завдяки силі духу, стійкості та цілеспрямованості, порядності вона з честю витримала численні випробовування не лише воєнного лихоліття, а й у подальшому житті.

Одразу після звільнення Києва Ніна Павлівна – старшина окремого батальйону протиповітряної оборони Києва, серед основних завдань якого було оперативне гасіння пожеж, проведення рятувальних робіт під час бомбардувань міста ворожою авіацією, ліквідація їх наслідків, а пізніше – будівництво колектору під Хрещатиком, відбудова жилих будинків та інших споруд.



У буремні роки II-ої Світової війни

Після демобілізації наприкінці серпня 1945 року мрія Ніни Павлівни нарешті здійснилася – вона вступила до Київського державного університету імені Т.Г.Шевченка, на географічний факультет. Спеціалізувалась на кафедрі фізичної географії. Знаково, що тоді ще доцент О.М. Маринич став керівником її переддипломної практики, а професор П.К. Заморій – науковим керівником дипломної роботи, що переконливо свідчить про особливий потенціал Ніни Павлівни, який не можна було не помітити. Відмінно навчаючись в університеті, Ніна Павлівна постійно додатково працювала, переважно на лаборантській посаді у академічному Інституті ботаніки, що значною мірою пов'язано з тим, що на її утримання ще з початком війни була не лише мама, а й дві мамині

старенькі знайомі, які після одного з бомбардувань Дарниці залишились без житла. Потому вони так і жили усі разом, єдиною дружньою родиною.

Диплом з відзнакою Н.П. Сирота одержала у 1950 році і одразу була запрошена до аспірантури. Дисертаційне дослідження, виконувала під керівництвом видатного фізико-географа, проф. Б.Ф. Добриніна, а після його смерті у 1951 році – доц. М.І. Глібка. Уся подальша трудова діяльність Ніни Павлівни розгорталася на географічному факультеті університету: з 1954 року - асистент, захист кандидатської дисертації на тему: «Житомирське Полісся: фізико-географічна характеристика» у травні 1955 року, невдовзі – старший викладач, а з 1961, протягом більш як 30 років – доцент кафедри фізичної географії.

Особливо важливо й дуже повчально, особливо для молоді, – Ніна Павлівна протягом усієї своєї трудової діяльності була невтомним польовим дослідником, постійно працювала в експедиціях, над виконанням численних державних замовлень, госпдоговірних і кафедральних бюджетних тем, спрямованих на вивчення в багатьох регіонах України та за її межами ландшафтної структури, закономірностей природних процесів та явищ, їх змін під впливом антропогенних факторів, шляхів мінімізації негативних наслідків дії цих факторів як для природи, так і для життя людини. Пріоритетом у наукових пошуках Ніна Павлівна визначила забезпечення раціонального, комплексного використання природних ресурсів, різних за характером територій з урахуванням їх ландшафтних та інших особливостей, удосконалення наукових засад охорони природи, методології та методики ландшафтного картографування, фізико-географічного районування, оцінки трансформацій природно-територіальних комплексів під впливом різних факторів. Ніна Павлівна у 1959 році разом з О.М. Мариничем презентувала здобутки української географічної школи на IV Всесоюзній нараді з ландшафтознавства, яка відбулася у Ризі. Їх доповідь про результати виконаного в Україні дослідження з проблем ландшафтного обґрунтування перспектив розвитку сільського господарства, як згадували учасники, викликала великий інтерес, була високо оцінена провідними вченими.



У колі колег та друзів. Зліва направо викладачі кафедри фізичної географії географічного факультету Шевченківського університету: П.Г. Шищенко, Н.П. Сирота, О.В. Поривкіна, Г.М. Надольна

Особливе місце в професійній діяльності Н.П. Сироти займає Українське Полісся, за результатами дослідження ландшафтної структури та інших особливостей якого нею не лише було успішно захищено дисертаційну роботу, а й опубліковано низку фундаментальних наукових праць, серед яких однією з найбільш знакових є підготовлена за участі провідних вчених Київського, Львівського, Чернівецького, Харківського, Одеського університетів, Кримського та Луганського педінститутів монографія «Фізико-географічне районування Української РСР» (К., вид. Київського університету, 1968 р.), яка не втратила свого фундаментального наукового та прикладного значення і дотепер, залишаючись незамінним джерелом докладної географічної інформації, настільною книгою проєктувальників та інших фахівців. Самостійно, або у співавторстві з колегами Ніною Павлівною було складено перші оригінальні ландшафтні карти Житомирського (з О.М. Мариничем) та Київського Полісся, схеми фізико-географічного районування цих регіонів, низку інших карт, зокрема й до унікального картографічного твору, який було видано Головним управлінням геодезії та картографії СРСР як Атлас природних умов та природних ресурсів Української РСР (Москва, 1978) і який цілком правомірно слід розглядати як важливий крок на шляху до Національного атласу України, який дещо пізніше, з ініціативи Національної академії наук України та Українського географічного товариства, підтриманої Президентом України (Указ від 01.08.2001 № 574/2001), за участі провідних вчених, фахівців усієї України було підготовлено та у 2007 році видано Державним науково-виробничим підприємством «Картографія». В цілому, науковий доробок Ніни Павлівни складає близько 50 вагомих наукових публікацій з питань ландшафтознавства і фізико-географічного районування, закономірностей розвитку на ландшафтній основі природних процесів, раціонального використання природних комплексів.

Важливе значення в житті та творчій діяльності Ніни Павлівни займала викладацька, педагогічна діяльність, просвіта широких верств. Кожна її лекція була незабутньою, у них вона вкладала не лише свої знання, а й свою душу, несла до своїх вихованців особливий дух географії, належно формуючи нове покоління географів. Серед нормативних та спеціальних курсів, які вона розробила і багато років, постійно збагачуючи та вдосконалюючи, викладала на географічному факультеті університету, такі курси, як «Фізична географія СРСР», «Фізична географія материків», «Фізична географія України», «Закономірності розвитку географічної оболонки». «Рекреаційна географія», «Проблеми фізичної географії материків». Для студентів з В'єтнаму, які свого часу тоді досить масово здобували вищу географічну освіту у Київському університеті, Ніна Павлівна розробила та тривалий час викладала курс «Фізична географія В'єтнаму». В'єтнамські студенти й дотепер з вдячністю та незмінною повагою згадують Ніну Павлівну, яка постійно, по-материнськи опікувалась ними, була їх постійним, добрим порадином. Підготовлені Ніною Павлівною програми, методичні розробки з цих та інших курсів було опубліковано, що



Ніна Павлівна – чудовий викладач і дослідник. Вивчаємо ландшафти Канівського заповідника

сприяло удосконаленню навчального процесу у закладах вищої освіти в усій Україні.

Ніна Павлівна постійно була куратором студентських груп, на високому науковому та методичному рівні, з великою самовіддачею керувала незабутніми навчальними та виробничими практиками студентів різних курсів. Ця робота була їй особливо до вподоби, оскільки вона щиро любила природу, польові дослідження, студентів, спілкування з ними, завжди допомагала усім не лише у навчанні, а й за різних життєвих обставин.

Особливу увагу Ніна Павлівна приділяла питанням викладання географії в середній школі, підготовки нових поколінь вчених, викладачів, завжди з великою теплотою та повагою ставилась до аспірантів, здобувачів, зокрема, при опонуванні, рецензуванні дисертаційних робіт, підготовлених для друку наукових публікацій, постійно консультувала вчителів географії з проблемних питань, завжди з ентузіазмом відгукувалась на запрошення та із задоволенням виступала з лекціями для них на курсах підвищення кваліфікації, брала активну участь у проведенні учнівських олімпіад з географії, як активний член Українського географічного товариства (членський квиток №4), Товариства «Знання» несла географічні знання до людей, постійно виступала в трудових колективах, на різноманітних зібраннях.

Чимало років Ніна Павлівна працювала заступником декана географічного факультету з питань заочного навчання, була вченим секретарем Вченої ради факультету, членом Науково-методичної



комісії з географії Міністерства освіти. Про високу кваліфікацію та особливий авторитет серед вчених, широту знань та досвіду Ніни Павлівни красномовно свідчить її багаторічна робота у складі редколегії міжвідомчого наукового збірника «Фізична географія та геоморфологія».

Трудові здобутки Ніни Сироти було відзначено державою та керівництвом столичного університету, нагороджена медалями: «За Перемогу над Німеччиною у Великій Вітчизняній війні 1941–1945 років», «За трудові досягнення».

Ніна Павлівна відійшла за межу у Вічність 2 грудня 2016 року на 94-му році життя, похована в Києві на Байковому кладовищі.

За своє довге, плідне й добродесне життя вона стала прикладом для цілого покоління географів. Її пам'ятають і ніколи не забудуть не лише рідні, а й колеги, колишні студенти, аспіранти, вчителі географії, знайомі, яким поталанило знати цю непересічну Людину. Ніна Павлівна назавжди залишилася для усіх взірцем Вченого, Вчителя, відданості Україні та своєму покликанню, високої відповідальності, фаховості, щирості та принциповості у відносинах з людьми, інтелігентності, порядності, скромності, тактовності, безкорисливості і благодійності, родині.

ORCID iD

Sergii P. Zapototskyi  <https://orcid.org/0000-0002-3515-4187>
Viacheslav Oleshchenko  <https://orcid.org/0000-0002-4759-3881>

Фізична географія та геоморфологія, Том 45, Вип. 1–6 (111–116), 2022. Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Науковий журнал. Заснований у 1970 р. Виходить шість разів на рік.

Головний редактор: Наталія Герасименко.

Physical Geography and Geomorphology, 45, 1–6 (111–116), 2022. Taras Shevchenko National University of Kyiv. Scientific journal. Established in 1970. Published bi-monthly. Editor-in-Chief: Natalia Gerasimenko.

Затверджено до друку вченою радою географічного факультету
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
Реєстраційне свідоцтво серії КВ №23971-13811 ПР від 11.05. 2019 р.
Комп'ютерна верстка – Ілля Кравчук
Дизайн обкладинки - Євгеній Рогозін

Формат 60x84/8. Ум.-друк. арк. 7,4. Обл.-вид. арк. 7,7. Тираж 100 прим.

Віддруковано у видавництві "Наукова столиця"

вул. Героїв Оборони, 8, Київ 03127

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК 5941 від 11.01.2018 р.