

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

Випуск 3-4 (101-102)
Issue 3-4 (101-102)

Київ
2020

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, геоекології, палеоекології, палеогеографії четвертинного періоду, ґрунтознавства, метеорології, кліматології, гідрології, структурної, динамічної, екологічної та палеогеоморфології. Окремі рубрики журналу присвячені використанню ГС 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 геоекології, 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
Михайло Д. Гродзинський, Київ
Григорій І. Денисик, Вінниця
Олександр Ю. Дмитрук, Київ
Лідія Ф. Дубіс, Львів
Т. Каліцкі, Кельце, Польща

Іван П. Ковальчук, Київ
Олександр О. Комлев, Київ
Олександр Г. Ободовський, Київ
Валентина П. Палієнко, 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

Євгеній П. Рогозін

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, 2020

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

Mykhailo D. Hrodzynskyi, Kyiv, Ukraine

Hryhorii I. Denysyk, Vinnytsia, Ukraine

Oleksandr Yu. Dmytruk, Kyiv, 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

Valentyna P. Paliienko, 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

Yevhenii P. Rohozin

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, 2020

ЗМІСТ

Статистична оцінка часових змін річних сум опадів рівнинної території України Л. В. Паламарчук, І. П. Шедеменко	7
Температурні аномалії холодного періоду на території України у 2010-2019 рр. О. М. Нажмудінова	19
Характеристика вітрового режиму Лівії за даними реаналізу NCEP / NCAR та метеоспостереженнями Е. В. Агайар, А. С. Абудавах	26
Антропогенна трансформація території Старосамбірського району Львівської області П. С. Теліш	33
Вплив антропогенних чинників на якість води в басейні річки Південний Буг М. Г. Шулякова, В. П. Михайленко	41
Про формування наносів на давніх і сучасних косах Кілійської (пізньоголоценової) дельти Дунаю Ю. Д. Шуйський, Г. В. Вихованець, Л. В. Гижко, Л. В. Орган	52
До історії досліджень геoarхеологічних пам'яток Лівобережжя Середнього Придніпров'я І. В. Кравчук	60

CONTENTS

Statistical evaluation of temporal changes in annual precipitation in the plain territory of Ukraine L. V. Palamarchuk , I. P. Shedemenko	7
Temperature anomalies of a cold period on the territory of Ukraine in 2010-2019 H. N. Nashmudinova	19
Characteristics of the wind regime of Libya based on NCEP / NCAR reanalysis data and surface weather observations E. V. Agayar, A. S. Abudawah	26
Man-induced transformation of the territory of Staryi Sambir raion of Lviv Region P. S. Telish	33
The influence of anthropogenic factors on water quality in the Southern Bug River basin M. G. Shuliakova, V. P. Mykhaylenko	41
About sediment composition within relict and modern spits of Kiliya delta (neoholocene age) of Danube Yu. D. Shuisky, G. V. Vykhovanetz, L. V. Gyzhko, L. V. Organ	52
Research history of geoarcheological sites of the Middle Dnieper Left Bank I. V. Kravchuk	60

Статистична оцінка часових змін річних сум опадів рівнинної території України

Людмила В. Паламарчук¹ , Ірина П. Шедеменко² 

¹ Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, проспект Науки, 37, Київ, 03028, Україна

² Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, вул. Лисогірська, 12, Київ, 03028, Україна

Реферат

Досліджується поле опадів рівнинної території України за даними рівномірно розташованих 18 метеостанцій. Аналізуються річні суми опадів за періоди різної тривалості (від початку спостережень на станції до 2015 р.) і за однаковий період для всіх станцій 1961-2015 рр. Розраховані основні статистичні характеристики, показані закономірності їх змін на досліджуваній території. Градієнт зменшення середніх багаторічних річних сум опадів за 1961-2015 рр. (від 650 до 400 мм) спрямований з північного заходу на південь і південний схід країни. Величини додатних асиметрії та ексцесу, коефіцієнту варіації (0,16-0,26), навпаки, у цьому напрямку збільшуються. Стандартне відхилення (діапазон змін 91-137 мм) максимальне на південному заході та в центрі рівнинної частини України. Визначено, що розподіл річних сум опадів можна вважати нормальним, переважно з доданими коефіцієнтами асиметрії та ексцесу.

Багаторічні коливання річних опадів апроксимовані рівняннями лінійного тренду та поліномами 6-го ступеню. Визначені регіони з від'ємним і додатним лінійним трендом річних опадів у 1961-2015 рр. Тенденція до зменшення опадів відзначалася на станціях, що розташовані "смугою" з південного заходу (Чернівці) на північний схід (Суми) через всю територію України. На південному заході цього регіону (Вінниця) зменшення опадів найбільше: від'ємний лінійний тренд статистично значущий, кутовий коефіцієнт -2,35, коефіцієнт детермінації 0,14; середня річна сума опадів за 1991-2015 рр. порівняно з 1961-1990 рр. менше на 10,5%, 53,4 мм. На решті рівнинної території країни спостерігалася тенденція до збільшення опадів, але додатний тренд для усіх станцій статистично незначущий. Відсутність статистично значущих лінійних трендів (крім Вінниці) можна пояснити відносною стійкістю багаторічного режиму опадів в цей період. Застосування більш складної апроксимації та довгого ряду спостережень збільшувало величину показника достовірності тренду, але не для всіх метеостанцій вплив цих факторів однозначний.

На графіках поліноміальних трендів ступінь виявлення циклів у часовому ході річних опадів залежить від довжини ряду спостережень і зменшується із заходу на схід України. Тривалість циклів 25-30 і 35-40 років при визначенні за даними 1961-2015 рр., і від 70 до 90 і 120 років по рядах спостережень понад 100 років. У 2016-2025 рр., як показали оцінки за рівняннями поліномів 6-го ступеню, на рівнинній території України переважатиме зменшення річних опадів порівняно з 1961-2015 рр. Найбільше зменшення (на 10-13%) ймовірно у центральних районах (Полтава, Дніпро). найбільше зростання (на 5%) – на південному заході (Вінниця, Чернівці).

Ключові слова

Річні суми опадів, просторові та часові зміни, рівняння лінійного тренду, поліноміальний тренд 6-го ступеню, циклічні коливання.

Надійшла до редакції: 2 жовтня 2020 / Прийнята: 30 жовтня 2020

Statistical evaluation of temporal changes in annual precipitation in the plain territory of Ukraine

Liudmyla V. Palamarchuk¹, Iryna P. Shedemenko²

¹ State Emergency Service of Ukraine National Academy of Ukraine, Ukrainian hydrometeorological institute, 37, Prospekt Nauki, Kyiv, 03028, Ukraine

² Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants National Academy of Sciences of Ukraine, 12, Lysogirska str., Kyiv, 03028, Ukraine

Abstract

The field of precipitation of the plain territory of Ukraine is investigated according to the data of evenly spaced 18 weather stations. The annual precipitation is analyzed for periods of different duration (from the beginning of observations at the station until 2015) and for the period 1961-2015. The main statistical characteristics are calculated, the patterns of their changes in the study area are shown. Gradient of decrease in multi-year annual precipitation for 1961-2015 (650 to 400 mm) directed from the northwest to the south and southeast of the country. The value of positive skewness and kurtosis, the coefficient of variation (0.16-0.26), on the contrary, increases in this direction. The standard deviation (91-137 mm) is maximum in the southwest and in the center of the plain part of Ukraine. It was determined that the distribution of annual precipitation can be considered normal, mainly with positive skewness and kurtosis.

Multi-year fluctuations in annual precipitation are approximated by linear trend equations and a polynomial of the 6th degree. Regions with a negative and positive linear trend of annual precipitation in 1961-2015 were identified. A downward trend in precipitation was noted at stations located in a "strip" from the southwest (Chernivtsi) to the northeast (Sumy) through the center of Ukraine. In the south-west of this region (Vinnytsia), the decrease in precipitation is the greatest: the negative linear trend is statistically significant, the slope of the trend is -2.35, the coefficient of determination is 0.14; mean annual precipitation for 1991-2015 compared to 1961-1990 less by 10.5%, 53.4 mm. In the rest of the plain territory of the country, there was a tendency towards an increase in precipitation, but the positive trend for all stations is statistically insignificant. The absence of statistically significant linear trends (except for Vinnytsia) can be explained by the relative stability of the multi-year precipitation regime during this period. The use of a more complex approximation and a long time series of observations increased the trend approximation confidence, but the influence of these factors is not unambiguous for all weather stations.

On the graphs of polynomial trends, the cycle manifestation in the time series of annual precipitation depends on the length of the observation series and decreases from west to east of Ukraine. The duration of the cycles is 25-30 and 35-40 years when determined according to the data of

1961-2015, and from 70 to 90 and 120 years according to the series of observations more than 100 years. In 2016-2025, as shown by estimates by the equations of polynomials of the 6th degree, a decrease in annual precipitation will prevail on the plain territory of Ukraine compared to 1961-2015. The largest decrease (by 10-13%) is likely in the central regions (Poltava, Dnipro). an increase (by 5%) - in the southwest (Vinnitsa, Chernivtsi).

Keywords

Annual precipitation, spatial and temporal changes, linear trend equations, 6th degree polynomial trend, cyclical fluctuations

Received: 2 October 2020 / Accepted: 30 October 2020

1. Вступ

Важливим показником сучасного стану клімату та його динаміки є атмосферні опади. Кількісні характеристики утворення та розподілу опадів дають можливість оцінювати процеси волого обміну в атмосфері та особливості режиму зволоження території. У формуванні та просторово-часовому розподілі опадів задіяний складний комплекс взаємодіючих різномасштабних атмосферних процесів: від макроциркуляційних до мікрофізичних, що власне і обумовлює складність їх вивчення, формулювання закономірностей утворення та прогнозу поширення. Дослідження структури та динаміки поля опадів потребує різноманітних та взаємодоповнюючих методів. Потужним засобом кількісних досліджень є статистична обробка результатів спостережень, яка дозволяє оцінювати основні закономірності розподілу опадів, визначати тенденції та швидкість змін цього кліматичного показника.

Дослідження процесів утворення та режиму випадання атмосферних опадів на території України має тривалу історію. Основні напрямки наукових робіт стосуються вивчення статистичних характеристик розподілу кількості опадів та їх повторюваності на основі даних спостережень метеорологічної мережі (Lipinskiy et al., 2003); вивчення механізмів опадоутворення, процесів випадіння опадів, їх мікрофізичних характеристик та оцінка локальних полів опадів у зв'язку з активними впливами на атмосферні процеси (Bujkov et al., 1990); статистичні оцінки глобальних та регіональних полів опадів та їх залежність від атмосферної циркуляції (Martazinova et al., 1998; Balabukh, 2004); чисельне моделювання та прогнозування опадоутворюючих процесів і супутніх несприятливих метеорологічних явищ (Balabukh, 2000; Pirnach, 2008). Значна кількість робіт посвячена проблемам негативної ролі посушливих явищ в агрометеорологічних процесах (Polevoy et al., 2017), впливу опадів на формування водного стоку (Gorbachova, 2016). В останні роки при визначенні закономірностей у розподілі опадів сучасного кліматичного періоду та можливих їх змін у майбутньому активно використовуються глобальні та регіональні прогностичні кліматичні моделі, представлені на координатних сітках з високою роздільною здатністю (Krakovska et al., 2017). Для верифікації результатів подібних модельних розрахунків, глибшого розуміння фізичних процесів формування поля опадів необхідні статистичні

залежності, встановлені за даними прямих інструментальних спостережень за тривалі періоди.

Метою представленого дослідження є отримання статистичних характеристик річних сум опадів за рядами даних різної тривалості спостережень на метеорологічних станціях рівнинної території України, визначення основних закономірностей структури поля опадів та встановлення можливих причин його просторових та часових змін.

2. Матеріали та методи

Вихідним матеріалом для вивчення поля опадів слугували дані спостережень станцій гідрометеорологічної мережі України: 17 метеостанцій, рівномірно розміщених на рівнинній частині території країни, та прибережної станції Карадаг у Криму (рис. 1). Не розглядалися регіони Українських Карпат та Передкарпаття, зважаючи на значний вплив орографії на розподіл опадів, урахування якого потребує спеціальних методичних підходів.

Через різницю тривалості спостережень на кожній станції аналіз річних сум опадів був виконаний за два часові періоди. По-перше, за довгі часові періоди, коли довжина ряду річних сум опадів (n) була визначена даними від початку спостережень на станції до 2015 р. По-друге, розглянуто короткий період 1961–2015 рр., який є однаковим для усіх станцій. З проаналізованих часових рядів дані спостережень понад 100 років мають 8 станцій; найдовший $n=178$ (Луганськ), найкоротший – $n=56$ (Луцьк).

Усі статистичні характеристики у дослідженні обчислені за рядами річних сум опадів, узятих з метеорологічних таблиць ТМ-1 архіву Центральної геофізичної обсерваторії ім. Б. Срезневського та опублікованих у “Справочник по климату СССР” (Spravochnik, 1966–1969).

Відомо, що достовірність отриманих статистичних характеристик часових змін опадів, як і інших метеорологічних параметрів, залежить від кліматологічної однорідності вихідних хронологічних рядів (Alibegova, 1985; Bukatov et al., 2011). Кліматично однорідним вважається ряд, в якому коливання значень величини залежать лише від природних змін кліматичних умов у регіоні. Водночас, похибки та неточності, викликані способом вимірювання, зміною місцеположення метеорологічної станції та людським фактором, враховуються через

поправки. Оскільки у дослідженні використовувалися дані метеорологічних спостережень із джерел, які під час підготовки до публікації проходили обов'язковий контроль із виправленням випадкових та систематичних похибок, введенням відповідних поправок (на змочування, перевідних множників та ін.), то вони вважалися кліматично однорідними.

Статистичний аналіз і графічне оформлення результатів розрахунків у статті виконане за допомогою пакетів прикладних програм обробки даних MS Excel, StatSoft STATISTICA, Surfer, MapInfo та програмних кодів авторів.

Для узагальнення результатів спостережень метеостанцій використано стандартні формули описової статистики. Виконана перевірка відповідності річних сум опадів закону нормального розподілу (тест Колмогорова-Смирнова), що дозволило застосовувати параметричні критерії для перевірки гіпотез рівності вибірових середніх (t – тест Стьюдента), дисперсій (F – критерій Фішера). Критичні значення критеріїв визначалися при рівні значущості $\alpha = 0,05$ із таблиць, наведених у (Muller et al., 1982).

Часовий хід річних сум опадів 18 метеостанцій досліджено апроксимацією лінійним і поліноміальним 6-го ступеню рівняннями трендів. Для обчислення коефіцієнтів рівнянь регресії трендів застосовано метод найменших квадратів, що реалізований у MS Excel. Значущість побудованих рівнянь перевірено F – критерієм Фішера за допомогою статистики $F_{crit} = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-k-1}{k}$, де n – тривалість періоду спостережень у роках; k – число коефіцієнтів при змінній x у рівнянні тренду; R^2 – коефіцієнт детермінації лінійного тренду при $k=1$ (або індекс детермінації $R_{k=6}^2$ поліноміального тренду при $k=6$). Якщо виконувалася нерівність $F_{m} > F_{crit.} = F_{n-k-1, k, 0.95}$, рівняння тренду вважалось статистично значимим на рівні значущості $\alpha=0,05$.

У разі вибору виду апроксимації вихідних даних, лінійним або поліноміальним рівнянням тренду, величини R^2 і $R_{k=6}^2$ порівнювалися після попереднього перетворення $R_{k=6}^2$ за співвідношенням $R_{R^2}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-k} \cdot (1 - R_{k=6}^2)$ де $R_{R^2}^2$ – приведений індекс детермінації поліноміального рівняння тренду 6-го ступеню, який враховує кількість коефіцієнтів k у порівнюваних рівняннях (Voskobjnikov, 2008; Muller et al., 1982).

Результати розрахунків для виявлення закономірностей просторово-часових змін у полі опадів України представлені окрім таблиць у вигляді карт. При картуванні статистичні характеристики річних сум опадів метеостанцій були інтерпольовані у вузли регулярної координатної сітки методом Крайкінга (Kriging), реалізованим у вигляді базової програми в Surfer. Через недостатню кількість пунктів спостережень для території досліджень карти дають тільки загальне уявлення про поле опадів та його статистичних характеристик.

3. Результати

Поле опадів рівнинної території України досліджувалось за даними 18 метеорологічних станцій (рис. 1) за два часові періоди. В табл. 1 наведено основні статистичні характеристики річних сум опадів для кожної метеостанції за неоднакові періоди, тривалість яких залежить від дати початку архівних даних спостережень до 2015 р. (довгі ряди); в табл. 2 – за однаковий для усіх станцій період 1961-2015 рр. (короткі ряди).

Вибір методів статистичного аналізу багато в чому визначається законом розподілу кліматичного показника. Згідно з розрахунками за критерієм Колмогорова-Смирнова (див. розділ 2) можна вважати, що на рівнинній території України для обох періодів спостережень розподіли річних сум опадів відповідають нормальному закону. Для усіх станцій (табл. 1, 2) величини розрахованих KS статистик менші критичних значень $KS_{n,\alpha}$ на рівні значущості $\alpha=0,05$ та довжини ряду n .

У порівнянні з нормальною кривою в розподілах річних сум опадів спостерігаються територіальні відмінності. До особливостей емпіричного розподілу річних сум опадів можна віднести правосторонню асиметрію. Така властивість розподілу показує, що частіше бувають роки, коли на станціях річна сума опадів менше їх середнього значення певного періоду досліджень.

На заході та північному заході рівнинної України асиметрія переважно помірна та мала, значення коефіцієнтів асиметрії $As < 0,5$. На схід та південь країни правостороння асиметричність в розподілі річних сум опадів збільшується (рис. 1а), що свідчить про зростання у цьому напрямку повторюваності більш посушливих років з річними сумами опадів нижчих за середні багаторічні для періоду. Найвищі значення коефіцієнту асиметрії для довгих рядів даних становлять $As = 0,93$ (Карадаг) та $As = 0,76$ (Дніпро). Для короткого періоду 1961-2015 рр. отримано максимальні значення $As = 0,99$ (Дніпро) та $As = 0,96$ (Умань). Стосовно періоду 1961-2015 рр. відзначимо, що зменшення довжини ряду приводить до зміни величини коефіцієнту As , проте правостороння асиметрія залишається домінуючою. Тільки для двох станцій (Чернівці, Чернігів) отримано від'ємні значення коефіцієнту та, відповідно, слабку лівосторонню асиметрію.

Інший показник форми розподілу ексцес (E) характеризує ступінь концентрації даних спостережень поблизу середньої величини. Для більшості станцій за обидва періоди коефіцієнти ексцесу додатні (табл. 1, 2), що свідчить про відносно високу повторюваність річних сум опадів близьких до їх середнього багаторічного значення \bar{Q} , і про більш значну гостровершинність розподілу річних сум опадів порівняно з нормальною кривою. Райони з ексцесом $E > 0$ охоплюють основну частину рівнинної території України: північний захід, центр

Таблиця 1. Статистичні характеристики річних сум опадів (Q) на метеостанціях рівнинної території України
Table 1. Statistical characteristics of annual precipitation (Q) at weather stations of the plain territory of Ukraine

Станція	Період, роки	n	\bar{Q} , мм, P=95%	Me , мм	Q_{min} , мм	Q_{max} , мм	σ , мм	C_V	As	E	KS	$KS_{n;\alpha}$
Болград	1951-2015	65	498,4±25,7	499	250	730	103,8	0,21	0,00	-0,08	0,06	0,17
Вінниця	1945-2015	71	595,9±24,4	597	372	858	103,3	0,17	0,16	-0,32	0,07	0,16
Волноваха	1951-2015	65	570,9±27,3	541	327	850	110,2	0,19	0,61	0,51	0,12	0,17
Дніпро	1945-2015	71	513,2±28,7	479	247	915	121,4	0,24	0,76	1,20	0,12	0,16
Житомир	1936-2015	80	593,9±23,0	592	324	876	103,4	0,17	0,10	0,22	0,06	0,15
Карадаг	1920-2014	95	388,7±20,7	369	200	743	101,8	0,26	0,93	1,21	0,11	0,14
Київ	1856-2015	160	603,0±18,6	598	331	925	118,7	0,20	0,28	-0,05	0,04	0,11
Лубни	1893-2015	123	608,5±19,6	618	395	995	109,7	0,18	0,53	0,43	0,07	0,12
Луганськ	1838-2015	178	434,0±15,3	427	223	799	103,1	0,24	0,54	0,36	0,06	0,10
Луцьк	1960-2015	56	569,7±26,7	568	310	813	99,5	0,17	0,04	0,38	0,11	0,18
Мелітополь	1951-2015	65	468,9±24,3	462	287	741	98,2	0,21	0,72	0,77	0,09	0,17
Полтава	1885-2015	131	518,4±21,1	510	221	878	122,2	0,24	0,44	0,11	0,07	0,12
Суми	1952-2015	64	576,8±25,8	559	341	886	103,2	0,18	0,48	0,60	0,08	0,17
Умань	1886-2015	130	562,7±21,5	551	312	1011	123,7	0,22	0,61	0,59	0,08	0,12
Харків	1868-2015	148	516,8±16,4	512	318	819	100,9	0,20	0,27	-0,18	0,05	0,11
Херсон	1945-2015	71	412,2±25,4	382	186	686	107,2	0,26	0,50	0,17	0,14	0,16
Чернівці	1881-2015	135	627,5±21,7	623	297	944	127,5	0,20	0,14	-0,15	0,05	0,12
Чернігів	1883-2015	133	568,2±17,3	570	314	807	100,9	0,18	0,03	-0,19	0,04	0,12

Примітка:

- n – довжина ряду, число років в періоді спостережень,
- \bar{Q} , мм – середня багаторічна сума опадів і 95% довірчий інтервал середнього,
- Me , мм – медіана,
- Q_{min} , мм – абсолютне мінімальне значення за період,
- Q_{max} , мм – абсолютне максимальне значення за період,
- σ , мм – стандартне відхилення,
- C_V – коефіцієнт варіації,
- As – коефіцієнт асиметрії,
- E – коефіцієнт ексцесу,
- KS – статистика Колмогорова-Смирнова,
- $KS_{n;\alpha}$ – критичне значення статистики Колмогорова-Смирнова при довжині ряду n на рівні значущості $\alpha=0,05$.

Note:

- n – number of values, number of years in the observation period,
- \bar{Q} , mm – multi-year mean precipitation, 95% confidence interval of the mean value,
- Me , mm – median,
- Q_{min} , mm – absolute minimum for period,
- Q_{max} , mm – absolute maximum for period,
- σ , mm – standard deviation,
- C_V – coefficient of variation,
- As – skewness,
- E – kurtosis,
- KS – Kolmogorov-Smirnov statistics,
- $KS_{n;\alpha}$ – critical value of Kolmogorov-Smirnov statistics, at the n number of values, at the level of significance of $\alpha=0,05$.

правобережжя, південний схід лівобережжя та Крим. Подібно до $As > 0$, величина $E > 0$ річних сум опадів зростає на південний схід країни (рис. 1 a,b). Райони, де значення $E < 0$, включають станції на північному сході (Харків, Лубни) та на південному заході (Чернівці). Діапазон змін як додатних, так і від’ємних коефіцієнтів ексцесу річних сум опадів по модулю від 0,04 до 0,80 для більшості станцій. Аномально великим ексцесом в поєднанні з найбільшими значеннями коефіцієнтів асиметрії $As > 0$ виділяються станції Умань ($E = 1,78$) та Дніпро ($E = 1,60$).

Водночас в зміні коефіцієнтів варіації (C_V) рядів річних сум опадів метеостанцій достатньо чітко простежується зональність цієї характеристики за ступенем розсіювання: від середньої величини ($C_V < 0,20$) на півночі та до значної ($C_V = 0,26$, Карадаг) на півдні (рис. 1 c). Величини коефіцієнтів варіації отримано в межах 0,17–0,26 для довгих рядів та 0,16–0,26 для коротких. Отже, відповідно до прийнятої в статистиці умови однорідності ($C_V \leq 0,33$) витікає, що ряди річних сум опадів 18 метеостанцій за обидва періоди однорідні, і середні, які обчислені за однорідними наборами даних, достовірно

Таблиця 2. Статистичні характеристики річних сум опадів (Q) на метеостанціях рівнинної території України за 1961-2015 рр.
Table 2. Statistical characteristics of annual precipitation (Q) at weather stations in the plain territory of Ukraine for 1961-2015

Станція	h , м	\bar{Q} , мм, P=95%	Me , мм	Q_{min}		Q_{max}		σ , мм	C_v	As	E	KS
				мм	рік	мм	рік					
Болград	80	514,7±26,7	519	299	1982	730	1972	98,9	0,19	0,05	-0,24	0,06
Вінниця	295	606,8±27,4	609	372	2015	858	1980	101,4	0,17	0,14	-0,04	0,09
Волноваха	266	585,7±27,8	560	373	1984	850	1997	102,8	0,18	0,86	0,70	0,14
Дніпро	141	535,1±30,3	514	340	1968	915	2004	112,2	0,21	0,99	1,60	0,13
Житомир	219	610,7±28,1	604	324	1963	876	1970	104,1	0,17	0,06	0,30	0,08
Карадаг	42	413,5±29,3	406	246	1986	743	1991	107,3	0,26	0,75	0,75	0,08
Київ	166	637,6±27,2	629	396	1975	905	1970	100,5	0,16	0,25	0,57	0,09
Лубни	156	622,9±29,7	619	439	1975	890	1980	109,7	0,18	0,37	-0,55	0,08
Луганськ	59	489,5±28,0	485	303	1994	799	1992	103,4	0,21	0,64	0,64	0,11
Луцьк	233	569,3±27,1	567	310	1961	813	2012	100,4	0,18	0,05	0,33	0,10
Мелітополь	33	476,2±27,0	467	307	1990	741	2004	99,8	0,21	0,74	0,70	0,10
Полтава	160	572,7±31,6	550	345	1975	878	1988	116,7	0,20	0,48	-0,22	0,09
Суми	180	585,5±26,9	577	393	1975	886	1973	99,3	0,17	0,70	0,73	0,09
Умань	214	618,0±30,7	597	416	2007	1011	1966	113,7	0,18	0,96	1,78	0,10
Харків	154	523,1±24,5	524	338	1984	692	1977	90,7	0,17	0,04	-0,80	0,08
Херсон	47	437,9±26,9	430	283	1989	686	2010	99,6	0,23	0,69	0,09	0,15
Чернівці	242	647,0±37,0	630	375	2015	905	1991	136,8	0,21	-0,06	-0,79	0,08
Чернігів	113	594,5±27,6	602	337	1972	794	1970	102,2	0,17	-0,03	-0,43	0,06

Примітка: h , м – абсолютна висота метеостанції; критичне значення $KS_{n,\alpha} = 0,18$ при $n = 55$, $\alpha = 0,05$.
Note: h , m – the absolute altitude of the weather station; critical value $KS_{n,\alpha} = 0,18$ at $n = 55$, $\alpha = 0,05$.

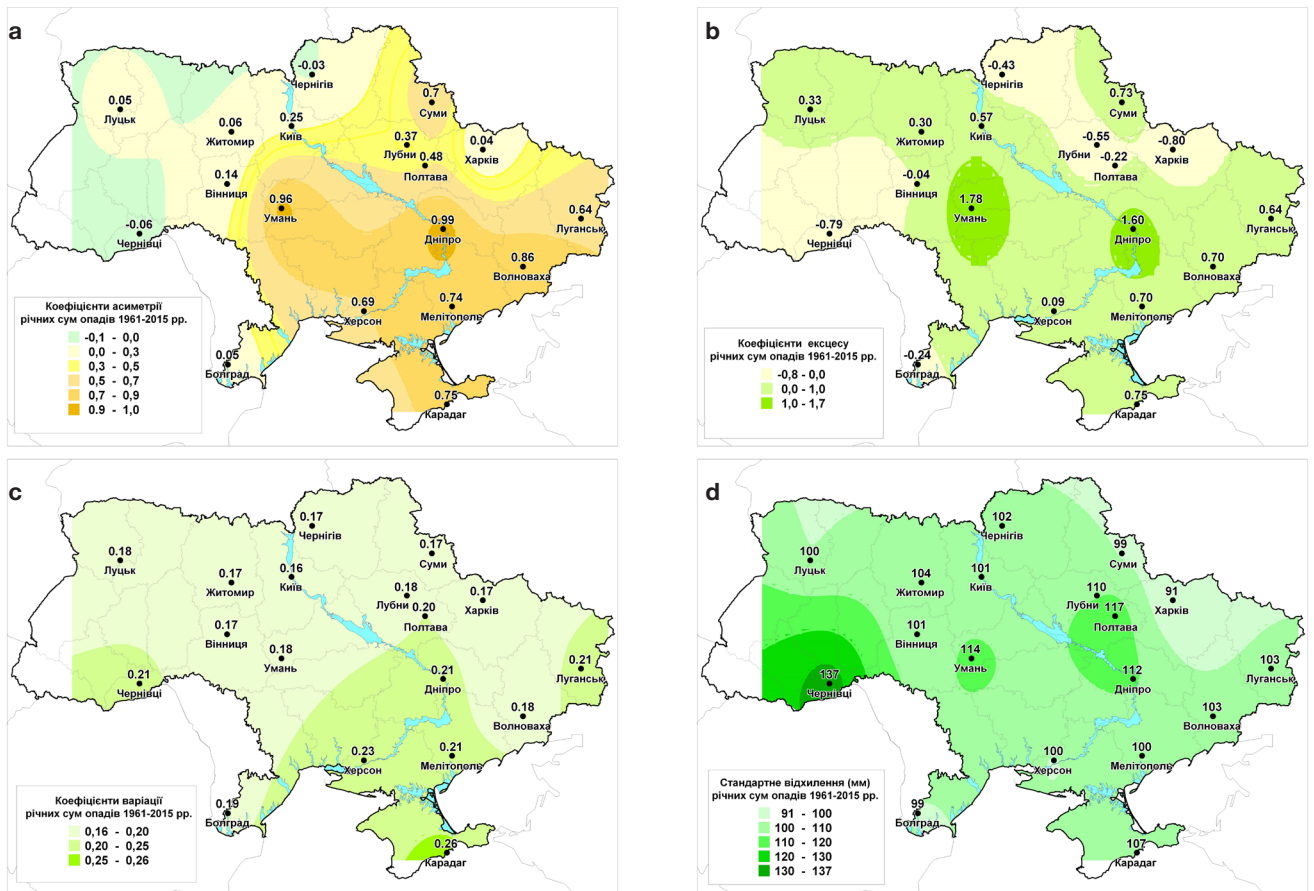


Рис. 1. Коефіцієнти асиметрії (а), ексцесу (б), варіації (с) та стандартне відхилення, мм (д) річних сум опадів на метеостанціях рівнинної території України у період 1961-2015 рр.
Fig. 1. Coefficients of skewness (a), kurtosis (b), variation (c) and standard deviation, mm (d) of annual precipitations at weather stations in the plain territory of Ukraine in the period 1961-2015.

характеризують кількість опадів на кожній станції. Крім того, однорідність рядів річних опадів є показником стійкості процесів їх формування.

Для оцінки просторової однорідності поля опадів рівнинної території України у період 1961–2015 рр. виконувалося по парне порівняння дисперсій σ^2 річних сум опадів 18 метеостанцій. Використовувався двосторонній F -критерій при $n_1 = n_2 = 55$ і $\alpha = 0,05$, $F_{crit.} = 1,714$. Аналіз показав, що тільки для Чернівців є статистично значущі відмінності величини σ^2 при порівнянні з дисперсіями більшості досліджуваних станцій (за винятком станцій Полтава, Дніпро, Лубни, Умань, Карадаг). Для всіх інших пар станцій виконується умова $F_{calc.} = (\sigma_1/\sigma_2) < F_{crit.}$ і тому дисперсії річних сум опадів належать до однієї генеральної сукупності. Отже, поле опадів рівнинної території України у 1961–2015 рр. в цілому є однорідним, і тільки для передгірного південного заходу країни (Чернівці) характерна значуща відмінність в режимі випадання опадів.

Якщо кількість річних опадів на рівнинній території України зменшується з північного заходу на південь та південний схід від 650 мм до 400 мм, то величина їх стандартного відхилення σ має інші закономірності просторових відмінностей (рис. 1d). На північному сході значення найменші – $\sigma = 91$ мм (Харків); на південному заході значення найбільші – $\sigma = 137$ мм (Чернівці). Окремі осередки підвищення величини стандартного відхилення спостерігаються в Полтаві, Умані та Дніпрі.

Результати дослідження підтвердили, що для коректних порівнянь та висновків важливо використовувати статистичні характеристики кліматичних показників за один і той же період спостережень, і який завжди неодмінно вказувати. Питання оптимальної тривалості періоду усереднювання для отримання максимально точних і стійких кліматичних показників певний час були предметом наукової дискусії (Drozdov et al., 1989; Kobysheva et al., 1990). Автори пропонували різні підходи до вибору тривалості періодів, які, на їх думку, залежали від мети дослідження та особливостей просторово-часових змін кліматичного показника; розглядався вплив на оцінки середніх багаторічних циклічних коливань атмосферних опадів та зв'язності в рядах даних спостережень. На сьогодні стандартом у виборі тривалості періоду осереднення є методичні рекомендації Всесвітньої Метеорологічної Організації згідно з якими період визначення норм кліматичних показників та інших статистичних характеристик складає 30 років зі змінною датою початку періоду.

Часовий хід річних сум опадів. Потреба визначення часових та просторових змін умов зволоження території України виникає при вирішенні багатьох наукових і практичних задач. Щоб дослідити багаторічні коливання річних сум опадів 18 метеостанцій, застосовано метод апроксимації часових рядів рівняннями лінійного

та поліноміального трендів (див. розділ 2). Для аналізу часових рядів сум опадів розглянуто ті самі періоди, що і для розрахунків характеристик описової статистики (табл. 1 і 2).

Рівняння лінійних трендів для кожної з станцій за обидва періоди представлені в табл. 3, рівняння поліноміальних трендів 6-го ступеню наведені тільки для декількох станцій та періодів на рис. 2. На графіках лінія лінійного тренду відтворює стійку тенденцію зміни часового ряду річних опадів протягом періоду під впливом довготривалих чинників. Лінія поліноміального тренду 6-го ступеню показує циклічну компоненту часового ряду опадів, чергування періодів їх збільшення та зменшення. Спільний вплив цих чинників формує часовий хід річних опадів на кожній метеостанції.

Дані табл. 3 дають можливість проаналізувати як вибір виду тренду та довжина ряду вихідних даних впливають на достовірність апроксимації часового ходу річних сум опадів. Для порівняння, за даними короткого періоду 1961–2015 рр. тільки для однієї станції отримано статистично значуще рівняння лінійного тренду (Вінниця, коефіцієнт детермінації $R_R^2 = 0,137$) і для однієї станції статистично значуще рівняння поліноміального тренду (Луцьк, приведений індекс детермінації $R_R^2 = 0,272$). Тобто для цих станцій по тесту Фішера виконується співвідношення статистик $F > F_{crit.}$ при $\alpha = 0,05$ (див. розділ 2). У випадку використання довгих рядів спостережень обидва види трендів є статистично значущими для 8 станцій з 18 досліджуваних. Максимальне значення достовірності лінійних трендів $R^2 = 0,168$ (Дніпро) та поліноміальних 6-го ступеню $R_R^2 = 0,235$ (Луганськ). Приміром, для Луганська (рис. 2 а, б) за даними довгого періоду 1838–2015 рр. показники достовірності обох рівнянь трендів статистично значущі ($R^2 = 0,134$ і $R_R^2 = 0,235$) та є статистично незначущими ($R^2 = 0,004$ і $R_R^2 = 0,012$) за даними короткого періоду 1961–2015 рр.

Водночас не завжди для довгого ряду спостережень величина достовірності лінійного та поліноміального рівнянь трендів вище. Є випадки (Чернівці, Харків) зменшення для довгих рядів як величини R^2 , так і R_R^2 , або покращення показника одного тільки виду апроксимації. Зокрема для Вінниці, коефіцієнт детермінації за даними короткого ряду спостережень 1961–2015 рр. є статистично значущим ($R^2 = 0,137$) і незначущим ($R^2 = 0,003$) за довгий період 1945–2015 рр. Близькість значень $R^2 = 0,137$ і $R_R^2 = 0,136$ для Вінниці за даними 1961–2015 рр. може означати, що немає виявленого циклу в цей період, і що застосування поліноміальної апроксимації недоцільне.

Доцільність застосування складнішого поліноміального 6-го ступеню рівняння замість простого лінійного рівняння тренду видно по довгих рядах спостережень. Величина достовірності поліноміального рівняння тренду вище лінійного ($R_R^2 > R^2$) для 13 станцій з 18 досліджуваних,

Таблиця 3. Рівняння лінійного тренду, статистична значущість лінійних та поліноміальних 6-го ступеню рівнянь трендів річних сум опадів на метеостанціях рівнинної території України у періоди різної тривалості**Table 3.** Linear trend equations; statistical significance of linear and polynomial 6th degree equations of trends of annual precipitation at weather stations of the plain territory of Ukraine for periods of different duration

Станція	Період, роки	n	Лінійний тренд				Поліноміальний тренд			
			Рівняння	R^2	F	$F_{crit.}$	$R_{k=6}^2$	F	$F_{crit.}$	R_R^2
Болград	1951-2015	65	$y=1,24x+456$	0,051	3,37	3,99	0,186	2,21	2,26	0,117
	1961-2015	55	$y=-0,14x+519$	0,001	0,03	4,02	0,045	0,38	2,29	0,000
Вінниця	1945-2015	71	$y=-0,26x+605$	0,003	0,18	3,98	0,235*	3,28	2,24	0,176*
	1961-2015	55	$y=-2,35x+672$	0,137*	8,43	4,02	0,216	2,20	2,29	0,136
Волноваха	1951-2015	65	$y=1,42x+523$	0,059	3,96	3,99	0,142	1,60	2,26	0,069
	1961-2015	55	$y=0,34x+576$	0,003	0,15	4,02	0,018	0,14	2,29	0,000
Дніпро	1945-2015	71	$y=2,41x+426$	0,168*	13,94	3,98	0,209*	2,83	2,24	0,149
	1961-2015	55	$y=1,83x+484$	0,069	3,90	4,02	0,127	1,17	2,29	0,038
Житомир	1936-2015	80	$y=1,04x+551$	0,054*	4,49	3,96	0,130	1,82	2,23	0,071
	1961-2015	55	$y=0,43x+599$	0,004	0,23	4,02	0,023	0,19	2,29	0,000
Карадаг	1920-2014	95	$y=0,98x+341$	0,071*	7,11	3,94	0,104	1,70	2,20	0,053
	1961-2014	54	$y=0,47x+401$	0,005	0,25	4,03	0,056	0,46	2,30	0,000
Київ	1856-2015	160	$y=0,71x+545$	0,077*	13,22	3,90	0,139*	4,12	2,16	0,111*
	1961-2015	55	$y=-1,03x+667$	0,027	1,45	4,02	0,171	1,65	2,29	0,086
Лубни	1893-2015	123	$y=0,12x+601$	0,001	0,17	3,92	0,078	1,64	2,18	0,039
	1961-2015	55	$y=-0,23x+630$	0,001	0,06	4,02	0,178	1,74	2,29	0,095
Луганськ	1838-2015	178	$y=0,73x+366$	0,134*	27,28	3,89	0,257*	9,86	2,15	0,235*
	1961-2015	55	$y=0,41x+478$	0,004	0,22	4,02	0,103	0,92	2,29	0,012
Луцьк	1960-2015	56	$y=1,17x+536$	0,037	2,06	4,02	0,286*	3,27	2,29	0,214*
	1961-2015	55	$y=1,28x+532$	0,042	2,31	4,02	0,339*	4,11	2,29	0,272*
Мелітополь	1951-2015	65	$y=0,66x+446$	0,016	1,02	3,99	0,070	0,73	2,26	0,000
	1961-2015	55	$y=0,08x+474$	$2 \cdot 10^{-4}$	0,01	4,02	0,015	0,12	2,29	0,000
Полтава	1885-2015	131	$y=1,16x+442$	0,129*	19,16	3,91	0,178*	4,48	2,17	0,145*
	1961-2015	55	$y=1,23x+537$	0,028	1,55	4,02	0,102	0,91	2,29	0,011
Суми	1952-2015	64	$y=0,28x+567$	0,003	0,16	4,00	0,160	1,81	2,26	0,088
	1961-2015	55	$y=-0,69x+606$	0,013	0,67	4,02	0,134	1,23	2,29	0,045
Умань	1886-2015	130	$y=1,19x+483$	0,132*	19,38	3,92	0,184*	4,62	2,17	0,151*
	1961-2015	55	$y=-1,25x+654$	0,031	1,70	4,02	0,102	0,90	2,29	0,010
Харків	1868-2015	148	$y=-0,06x+521$	0,001	0,09	3,91	0,026	0,62	2,16	0,000
	1961-2015	55	$y=0,154x+519$	0,001	0,04	4,02	0,063	0,54	2,29	0,000
Херсон	1945-2015	71	$y=1,98x+341$	0,145*	11,74	3,98	0,274*	4,03	2,24	0,218*
	1961-2015	55	$y=0,42x+426$	0,005	0,24	4,02	0,093	0,82	2,29	0,001
Чернівці	1881-2015	135	$y=0,12x+619$	0,001	0,17	3,91	0,055	1,24	2,17	0,018
	1961-2015	55	$y=-2,16x+710$	0,064	3,63	4,02	0,219	2,24	2,29	0,139
Чернігів	1883-2015	133	$y=0,40x+540$	0,024	3,18	3,91	0,060	1,34	2,17	0,023
	1961-2015	55	$y=-0,01x+595$	$2 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-4}$	4,02	0,106	0,95	2,29	0,015

Примітка: n - тривалість періоду у роках; R^2 - коефіцієнт детермінації; $R_{k=6}^2$, R_R^2 - індекс детермінації та приведений індекс детермінації поліноміального рівняння тренду 6-го ступеню; F - тест Фішера та його критичне значення $F_{crit.}$ з n та $k=1$ (або $k=6$) ступенями свободи на рівні значущості $\alpha = 0,05$; * - рівняння тренду статистично значуще, якщо $F > F_{crit.}$.

Note: n - duration of the period in years; R^2 - coefficient of determination; $R_{k=6}^2$, R_R^2 - the index of determination and the reduced index of determination of the polynomial trend equation of the 6th degree; F - Fisher's test and its critical value $F_{crit.}$ with n and $k=1$ (or $k=6$) degrees of freedom at a significance level of $\alpha = 0.05$; * - the trend equation is statistically significant if $F > F_{crit.}$.

притому для станцій Вінниця, Київ, Луганськ, Луцьк, Полтава, Умань, Херсон рівняння поліноміальних трендів статистично значущі. Навіть якщо відмінність величин R^2 і R_R^2 може бути незначною, лінія

поліноміального тренду дозволяє визначити по фазі циклу напрям зміни річних сум опадів в найближчі роки – зростання або їх зменшення. Водночас для 5 станцій (Дніпро, Карадаг, Мелітополь, Харків,

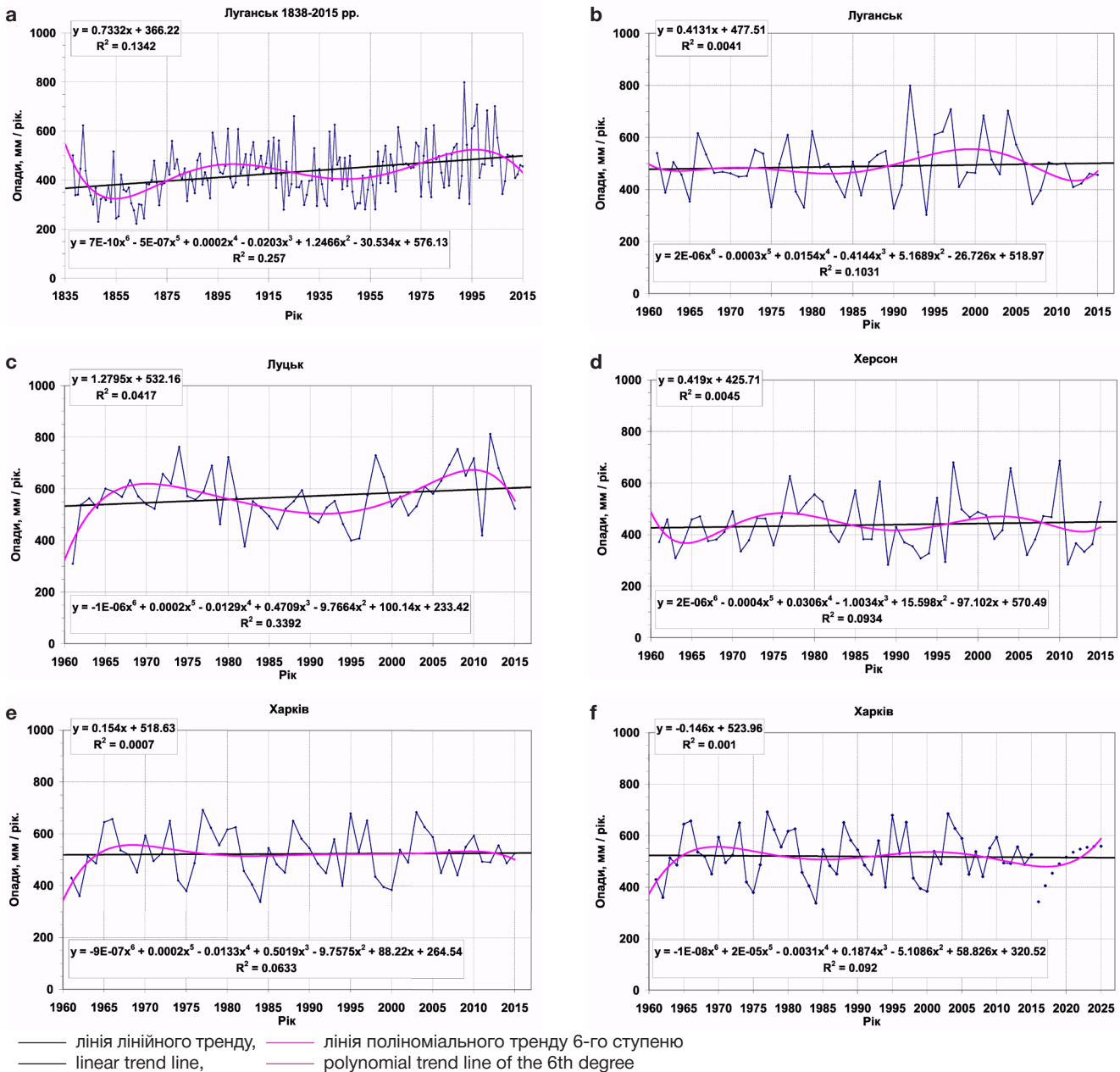


Рис. 2. Апроксимація багаторічних коливань річних сум опадів лінійним і поліноміальним 6-го ступеню трендами: у 1838-2015 рр. на станції Луганськ (а); у 1961-2015 рр. на станціях Луганськ (б), Луцьк (с), Херсон (д), Харків (е); у 1961-2025 рр. на станції Харків (ф).
Fig. 2. Approximation of multi-year fluctuations of annual precipitation by linear and polynomial 6th degree trends: in 1838-2015 at the station Lugansk (a); in 1961-2015 at the stations Lugansk (b), Luts'k (c), Kherson (d), Kharkiv (e); in 1961-2025 at the station Kharkiv (f).

Чернігів) розрахунки за довгими рядами показали, що немає необхідності застосовувати поліноміальну апроксимацію.

Отже, аналіз залежності достовірності апроксимації часового ходу річних опадів від виду тренду (лінійного або поліноміального 6-го ступеню) і довжини ряду вихідних даних показав неоднозначність такого впливу для різних метеостанцій. Проте в більшості випадків застосування складнішої апроксимації та довгого ряду спостережень збільшувало величину показника достовірності.

Лінійний тренд річних сум опадів. Регіональні відмінності у багаторічних коливаннях річних сум опадів на рівнинній території України досліджено

через значення кутових коефіцієнтів A при змінній рівнянь лінійного тренду 18 метеостанцій (табл. 3). Розглянуто період 1961–2015 рр.

На рис. 3 а видно, що станції з від'ємним лінійним трендом утворюють єдиний регіон, який простежується витягнутою смугою з південного заходу на північний схід через центр території країни. Тенденція до зниження річних сум опадів найбільш чітко проявлена на південному заході цього регіону: Вінниця ($A = -2,35$), Чернівці ($A = -2,16$), Умань ($A = -1,25$). Така особливість в зміні поля опадів узгоджуються з результатами дослідження динаміки приземного поля тиску на Україні (Zabolotska et al., 2019). Найбільші прирости значень атмосферного тиску й високу повторюваність антициклоніальних

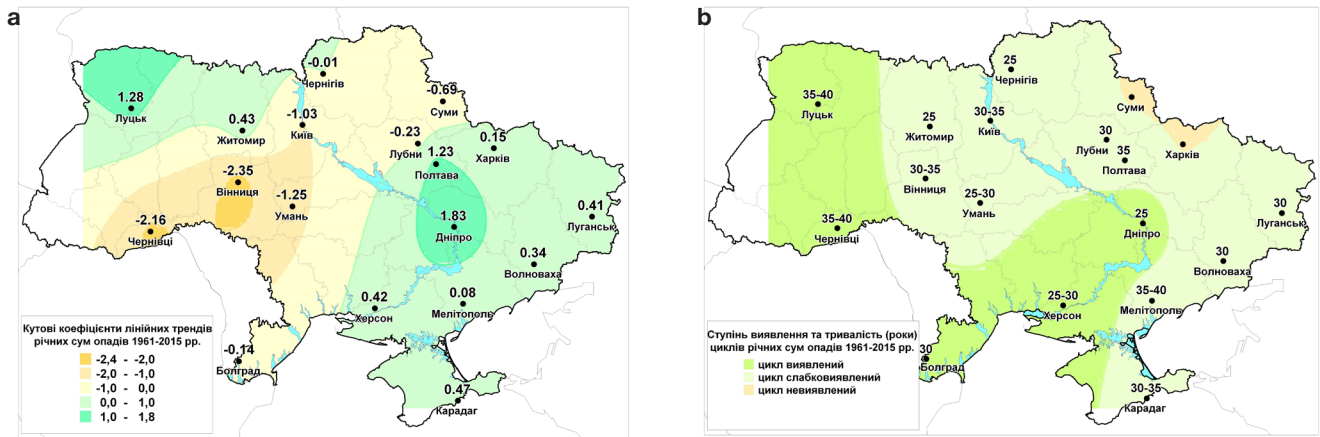


Рис. 3. Кутові коефіцієнти рівнянь лінійних трендів річних сум опадів на метеостанціях рівнинної території України (а); регіони з різним ступенем виявлення циклів і тривалість (роки) циклів річних сум опадів у період 1961–2015 рр. (б).

Fig. 3. Slope coefficients of equations of linear trends of annual precipitation at weather stations in the plain territory of Ukraine (a); regions with varying degrees the cycle manifestation, duration (years) of cycles of annual precipitation amounts in the period 1961–2015 (b).

баричних утворень, що очевидно не сприяло процесам випадання опадів, в останні десятиріччя отримано саме для південно-західних (Поділля) та центральних регіонів країни.

На північний захід і південний схід від центрального регіону зі зменшенням річних сум опадів спостерігалася тенденція до їх збільшення, проте всі додатні лінійні тренди багаторічних коливань річних сум опадів періоду 1961–2015 рр. статистично незначущі. Максимальні значення кутових коефіцієнтів отримано для станцій Дніпро ($A = 1,83$), Полтава ($A = 1,23$) та на північному заході для станції Луцьк ($A = 1,28$).

Представляє інтерес кількісна оцінка зміни річної суми опадів у виділених регіонах із від'ємним та додатнім лінійним трендом. Для цього період 1961–2015 рр. розділено на дві приблизно рівні частини: 1961–1990 рр. і 1991–2015 рр. (табл. 4). Середні багаторічні \bar{Q} і дисперсії σ^2 річних сум опадів у першу та другу частину періоду 1961–2015 рр. кожної станції порівнювалися на приналежність їх до однієї й тієї ж генеральної сукупності за t -критерієм Стьюдента та F -критерієм Фішера відповідно (див. розділ 2).

Розрахунки показали, що тільки для Вінниці відмінність \bar{Q}_1 і \bar{Q}_2 є статистично значуща. Величина зменшення середньої багаторічної річної суми опадів другої частини періоду 1961–2015 рр. в порівнянні з першою $\Delta\bar{Q}$ дорівнює 10,0% (63,5 мм). Також раніше тільки для цієї станції у період 1961–2015 рр. була визначена статистична значущість рівняння лінійного тренду. Збільшення річних сум опадів на 10,5% (53,4 мм) у другій половині періоду відмічається у Дніпрі. Це найвище значення зростання кількості опадів серед досліджуваних станцій, проте статистично незначуще. В цілому результати табл. 4 узгоджуються з даними наведеними на рис. 3 а. Зменшення річних сум опадів ($\Delta\bar{Q} < 0$) у другій частині періоду 1961–2015 рр. отримано для станцій, що знаходяться у межах територій з від'ємним кутовим коефіцієнтом рівнянь лінійного тренду

($A < 0$). Виключенням є Херсон і Харків, для яких $\Delta\bar{Q} < 0$ при значеннях коефіцієнтів $A > 0$ (табл. 3).

Таким чином, для більшості станцій рівнинної території України розбіжності між середніми річними сумами опадів у періоди 1961–1990 рр. і 1991–2015 рр. незначущі, а часові ряди річних сум опадів всього періоду 1961–2015 рр. можна вважати однорідними з багаторічним коливанням значень у межах кліматичної норми 1961–1990 рр.

Показником стійкості процесів опадоутворення є також результати порівняння дисперсій річних сум опадів σ_1^2 і σ_2^2 двох частин періоду 1961–2015 рр. (табл. 4). Значущі відмінності одержані тільки для Сум і Чернігова, двох станцій на півночі країни.

Поліноміальний тренд 6-го ступеню річних сум опадів. Криві щорічних значень річних сум опадів (рис. 2) показують значні міжрічні коливання сум опадів. Зміна знаку відхилення опадів відносно норми відбувається переважно кожні 2–3 роки, для окремих станцій ця величина становить 3–4 роки. Лінії поліноміальних трендів показали циклічний (хвильовий) характер змін річних сум опадів у часі. Умовно такі хвилі у часовому ході опадів можна представити як чергування відносно вологих та посушливих періодів, що формуються у регіоні. Тривалість та ступінь виявлення циклів залежать від довжини рядів даних спостережень. Крім того, існують регіональні відмінності в межах одного і того ж періоду, що свідчить про залежність циклічності опадоутворення у регіоні від типу та інтенсивності синоптичних процесів.

Розгляд ліній поліноміальних трендів станцій з періодом спостережень більше 100 років (8 станцій) дозволив виявити, що на заході (Чернівці) та півночі (Чернігів) тривалість циклів складала близько 70 років, у центральному регіоні (Полтава) – до 80–85 років, на сході (Луганськ, рис. 2а) – 85–90 років та Харків – 120 років. Проте у більшості випадків амплітуди кривих циклів невеликі. Порівняння результатів для різних станцій ускладнене через різну довжину рядів даних.

Таблиця 4. Порівняння середньорічних сум опадів (\bar{Q}) першої та другої частин періоду 1961–2015 рр.
Table 4. Comparison of the mean annual precipitation (\bar{Q}) of the first and second parts of the period 1961–2015

Станція	1961–1990 рр.		1991–2015 рр.		$\Delta\bar{Q}$		t-критерій	F-критерій
	\bar{Q}_1 , мм	σ_1 , мм	\bar{Q}_2 , мм	σ_2 , мм	мм	%		
Болград	510,6	102,7	519,7	95,9	9,1	1,8	-0,34	1,15
Вінниця	635,7	102,5	572,2	90,3	-63,5	-10,0	2,41*	1,29
Волноваха	575,4	104,5	598,1	101,5	22,7	4,0	-0,81	1,06
Дніпро	510,8	105,2	564,2	115,5	53,4	10,5	-1,79	1,21
Житомир	606,9	113,9	615,2	93,0	8,2	1,4	-0,29	1,50
Карадаг	401,7	108,2	428,2	106,6	26,5	6,6	-0,90	1,03
Київ	647,4	113,8	625,9	82,6	-21,5	-3,3	0,79	1,90
Лубни	624,9	127,8	620,5	85,6	-4,5	-0,7	0,15	2,22
Луганськ	471,7	84,4	510,8	120,7	39,1	8,3	-1,41	2,04
Луцьк	557,6	91,3	583,3	110,6	25,7	4,6	-0,94	1,47
Мелітополь	473,4	91,4	479,5	110,7	6,1	1,3	-0,22	1,47
Полтава	567,6	129,1	578,9	102,1	11,3	2,0	-0,35	1,60
Суми	603,7	119,8	563,6	62,7	-40,1	-6,6	1,59	3,66*
Умань	633,6	130,8	599,3	88,1	-34,2	-5,4	1,15	2,21
Харків	524,0	96,3	522,0	85,4	-1,9	-0,4	0,08	1,27
Херсон	438,4	85,0	437,2	116,5	-1,3	-0,3	0,05	1,88
Чернівці	661,2	139,3	630,1	134,6	-31,1	-4,7	0,84	1,07
Чернігів	595,8	122,2	593,0	73,9	-2,7	-0,5	0,10	2,73*

Примітка: * – статистично значуща відмінність \bar{Q}_1 і \bar{Q}_2 ($|t| > t_{crit.} = 2,01$) та σ_1^2 і σ_2^2 ($F > F_{crit.} = 2,22$) двох частин періоду при $\alpha = 0,05$.

Note: * – statistically significant differences \bar{Q}_1 and \bar{Q}_2 ($|t| > t_{crit.} = 2.01$), σ_1^2 and σ_2^2 ($F > F_{crit.} = 2.22$) two parts of the period at $\alpha = 0.05$.

Подібний аналіз ліній поліноміальних трендів 1961–2015 рр. показав три регіони з різним ступенем виявлення циклів та їх тривалості (рис. 3 б). Поліноміальна крива першої групи (5 станцій) має чітко виражену циклічну структуру, утворену чергуванням періодів зростання кількості опадів та їх зменшення. На заході країни подібний часовий хід опадів є характерним для станцій Луцьк (рис. 2 с) і Чернівці, з тривалістю циклів близько 35–40 років; на південному заході та у центрі – для станцій Болград,

Херсон (рис. 2 д) і Дніпро, з тривалістю періодів 25–30 років. Другу найбільшу групу складають 11 станцій, розташованих у центрі, на півночі та південному сході України. На цих станціях цикли часового ходу опадів виражені слабо, асиметричні, амплітуди коливань незначні (рис. 2 б, Луганськ); встановлена тривалість періодів від 25 до 30–35 років. Виокремлюються станції Суми та Харків (рис. 3 е), де циклічність у часовому ході опадів за розглянутий період практично не виявляється.

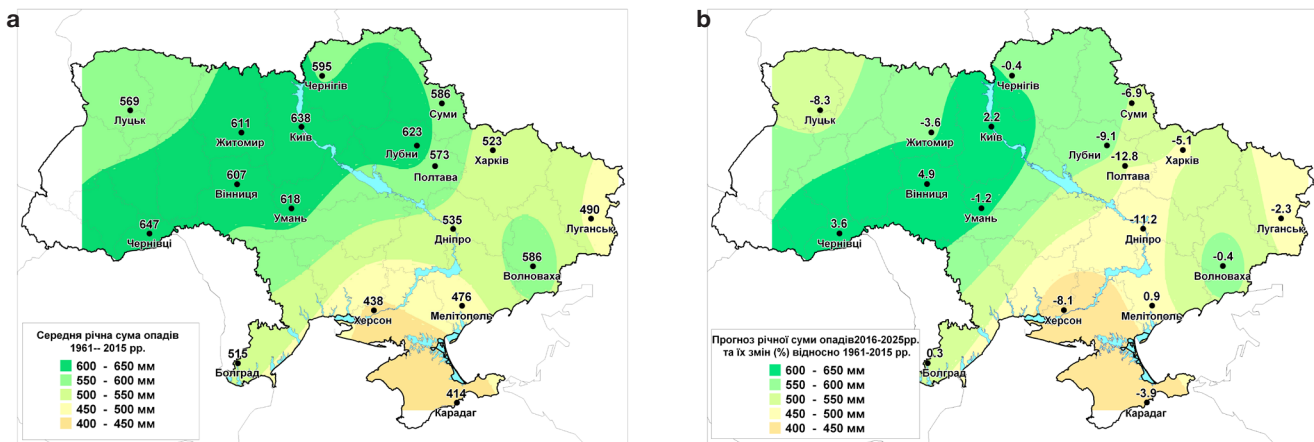


Рис. 4. Середня річна сума опадів у період 1961–2015 рр.(а), прогностичні середня річна сума опадів у період 2016–2025 рр. та величина зміни (%) річної суми опадів відносно періоду 1961–2015 рр.(б) на метеостанціях рівнинної території України.

Fig. 4. Mean annual precipitation in the period 1961–2015 (a), prognostic mean annual precipitation in the period 2016–2025 and the amount of change (%) in annual precipitation relative to the period 1961–2015 (b) at the weather stations of the plain territory of Ukraine.

Очевидно, що представлена у роботі структура часового ходу опадів та його просторові особливості не можуть залишатися незмінними тривалий час. Дослідження макроциркуляційних процесів (Martazinova et al., 1998) показують, що відбувається зміна їх інтенсивності, локалізації та спрямованості, а значить, і впливу на регіональні синоптичні процеси, в тому числі і на процеси опадоутворення в Україні.

За рівняннями поліноміальних трендів 6-го ступеню та з урахуванням тривалості й фази циклів у 2015 р. розраховано ймовірні суми річних опадів у 2016–2025 рр. Для прикладу на рис. 2 f наведено прогностичну криву річних сум опадів до 2025 р. для станції Харків. Ймовірне поле річних опадів у 2016–2025 рр. представлено на рис. 4 b, де цифрами показана величину зміни (%) середніх річних сум опадів у 2016–2025 рр. порівняно з їх кількістю у 1961–2015 рр. Для порівняння на рис. 4 a наведено також поле річних опадів у період 1961–2015 рр.

Аналіз рис. 4 показує, що у 2016–2025 рр. на більшій частині території рівнинної України переважає зменшення річної суми опадів порівняно з періодом 1961–2015 рр. Найбільше зменшення опадів ймовірно у Полтаві (-12,8%) і Дніпрі (-11,8%). Регіон збільшення річних сум опадів охоплює невелику територію, що вузькою смугою простяглася від Києва (2,2%) до Вінниці (4,9%), Чернівців (3,6%) і Болграду (0,3%). Достовірність оцінок майбутнього стану поля опадів визначається не тільки встановленими статистичними закономірностями, а залежатиме і від можливих змін атмосферної циркуляції як визначального чинника процесів опадоутворення.

4. Висновки

1. Річні суми опадів на станціях рівнинної території України можна вважати розподіленими за нормальним законом. Особливістю розподілу є переважно додатні значення коефіцієнтів асиметрії та ексцесу.

2. Діапазон зміни коефіцієнтів варіації річних сум опадів від 0,16 до 0,26 відповідає прийнятій в статистиці умові однорідності рядів даних. Тому середні багаторічні значення річних сум опадів, обчислені по однорідних наборах даних, є достовірною характеристикою кількості опадів на кожній станції.

3. Встановлено просторові закономірності зміни статистичних характеристик річних сум опадів на території рівнинної України у період 1961–2015 рр. Градієнт зменшення середніх багаторічних річних сум опадів (від 650 до 400 мм) спрямований з північного заходу на південь та південний схід країни. Величина додатних коефіцієнтів асиметрії та ексцесу в розподілі річних сум опадів, навпаки, у такому напрямку збільшується. Максимальні значення коефіцієнтів варіації також одержано для півдня та



південного сходу. Стандартне відхилення річних сум опадів має інші просторові відмінності. При діапазоні змін від 91 до 137 мм, більші значення стандартного відхилення були характерні для південно-західного та центрального регіонів країни.

4. Багаторічні коливання річних сум опадів апроксимовані рівняннями лінійного та поліноміального трендів, виявлено й оцінено тенденції та регіональні особливості їх часового ходу. У період 1961–2015 рр. визначено регіони з від'ємним та додатним лінійним трендом річних сум опадів. При порівнянні першої (1961–1990 рр.) і другої (1991–2015 рр.) частин цього періоду статистично значуще зменшення середніх річних сум опадів отримано на південному заході для Вінниці (на 10,0%, 63,5 мм); найбільше збільшення, втім незначуще, у центральному регіоні для станції Дніпро (на 10,5%, 53,4 мм). З 2016 р. до 2025 р., згідно з оцінками за рівняннями поліномів 6-го ступеню, на рівнинній території України переважатимуть тенденції до зменшення річних сум опадів. У порівнянні з періодом 1961–2015 рр. найбільше зменшення (на 10–13%) очікується у центральному районі (Полтава та Дніпро). Площа регіонів з додатною тенденцією менша, зростання (на 5%) річних сум опадів отримано для станцій на південному заході (Вінниця та Чернівці). Тобто, у наступному десятиріччі ймовірна зміна в розташуванні регіонів із підвищенням та зменшенням кількості опадів.

5. Відсутність значущих лінійних трендів річних сум опадів на більшій частині рівнинної території України у 1961–2015 рр. можна пояснити відносною стійкістю процесів опадоутворення, які формували поле опадів у цей період. Свідченням стійкості багаторічного режиму опадів є також те, що у часовому ході багатьох станцій відсутні помітні тенденції до зростання або падіння, криві поліноміальних трендів з малою амплітудою, відмінності між середніми та дисперсіями періоду 1991–2015 рр. і періоду розрахунку кліматичної норми 1961–1990 рр. статистично незначущі.

6. У роботі показано, що зміна тривалості спостережень і часових меж досліджуваних періодів впливають на величину статистичних характеристик атмосферних опадів, оцінок їх часового ходу, і цей вплив для кожної метеостанції є неоднозначним. Для коректних висновків важливо завжди вказувати період спостережень і порівнювати характеристики річних сум опадів, що отримані за однаковий часовий інтервал.

ORCID iD

Liudmyla Palamarchuk  <https://orcid.org/0000-0001-9906-8870>
Iryna Shedemenko  <https://orcid.org/0000-0003-4075-8513>

Список посилань

- Alibegova, Zh.D. (1985). *Prostranstvenno-vremennaya struktura polej zhidkikh osadkov* [Spatiotemporal structure of liquid precipitation fields]. L.: Gidrometeoizdat [Алибегова, Ж.Д. (1985). *Пространственно-временная структура полей жидких осадков*. Л.: Гидрометеоиздат].
- Balabukh, V.O. (2000). Otsinka opadonebezpechnosti na terytorii Ukrainy [Precipitation risk assessment on the territory of Ukraine]. *Proc. of UkrSRGMI*, 248, 77-84. [Балабух, В.О. (2000). Оцінка опадонебезпечності на території України. *Наук. праці УкрНДГМІ*, 248, 77-84].
- Balabukh, V. (2004). Traiektorii tsykloniv, shcho zumovliuiut nebezpechnu i stykhiinu kilkist opadiv v Ukraini u teplyi period roku [Trajectories of cyclones, which determine the dangerous amount of precipitation in Ukraine during the warm period of the year]. *Proc. of UkrSRGMI*, 253, 37-49. [Балабух, В. (2004). Траєкторії циклонів, що зумовлюють небезпечну і стихійну кількість опадів в Україні у теплий період року. *Наук. праці УкрНДГМІ*, 253, 37-49].
- Bujkov, M., Vodnarchuk, Yu., Vojt, F., Kornienko, E., Kuz'menko, A., Osokina, I., Smorodinceva, L., Furman, A., Khusid, S., Shedemenko, I. (1990). Ocenka rezul'tatov ehksperimentov UkrNII Goskomgidrometa SSSR po iskusstvennomu uvelicheniyu osadkov [Evaluation of the results of experiments Ukr. Sci. Res. Inst. State Committee of hydrometeorology of the USSR for the precipitation enhancement]. *Proc. of the All-Union conference "Active influences on hydrometeorological processes"*, Kiev, November 17-21, 1987. L.: Gidrometeoizdat, 220-227. [Буйков, М.В., Боднарчук, Ю.В., Войт, Ф.Я., Корниенко, Е.Е., Кузьменко, А.Г., Осокіна, І.А., Смородинцева, Л.І., Фурман, А.І., Хусид, С.В., Шедемченко, І.П. (1990). Оцінка результатів експериментів УкрНІІ Госкомгідромета СРСР по искусственному увеличению осадков. Труды Всесоюз. конф. "Активные воздействия на гидрометеорологические процессы", Киев, 17–21 ноября 1987 г. Л.: Гидрометеоиздат, 220-227].
- Bukatov, A.E., Pavlenko, E.A. (2011). Ocenka vliyaniya narushenij odnorodnosti ryadov klimaticheskikh dannykh na opredelenie kharakteristik izmenchivosti atmosferynykh osadkov v regione Azovskogo moray [Estimation of the impact of climatic data series inhomogeneity on determination of the atmospheric precipitation variability in the Sea of Azov region]. *Ecological safety of coastal and shelf zones and comprehensive use of shelf resources*, 24, 151-162. [Букатов, А.Е., Павленко, Е.А. (2011). Оцінка впливу порушень однородності рядів кліматических даних на визначення характеристик змінливості атмосферних опадів в регіоні Азовського моря. *Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу*, 24, 151-162].
- Drozhdov, O.A., Vasil'ev, V.A., Kobysheva, N.V., Raevskiy, A.N., Smealova, L.K., Shkol'nyi, E.P. (1989). *Klimatologiya* [Climatology]. L.: Gidrometeoizdat. [Дроздов, О.А., Васильев, В.А., Кобышева, Н.В., Раевский, А.Н., Сmealова, Л.К., Школьный, Е.П. (1989). *Климатология*. Л.: Гидрометеоиздат].
- Gorbachova, L.O. (2016). Bahatorichni tendentsii richnoho stoku vody richok Ukrainy ta yoho klimatichni chynnyky [The long-term trends of annual flow of the rivers of Ukraine and its climatic factors]. *Proc. of UkrSRGMI*, 269, 94-106. [Горбачова, Л.О. (2016). Багаторічні тенденції річного стоку води річок України та його кліматичні чинники. *Наук. праці УкрНДГМІ*, 269, 94-106].
- Kobysheva, N.V., Gol'berg, M.A. (1990). *Metodicheskie ukazaniya po statisticheskoy obrabotke meteorologicheskikh ryadov* [Methodological Guidelines for the statistical processing of meteorological series]. L.: Gidrometeoizdat. [Кобышева, Н.В., Гольберг, М.А. (1990). *Методические указания по статистической обработке метеорологических рядов*. Л.: Гидрометеоиздат].
- Krakovska, S.V., Palamarchuk, L.V., Gnatiuk, N.V., Shpytal, T.M., Shedemenko, I.P. (2017). Zmina polia opadiv v Ukraini u XXI st. za danymy ansamblu rehionalnykh klimatychnykh modelei [Changes in precipitation distribution in Ukraine for the 21st century based on data of regional climate model ensemble]. *Geoinformatika*, 4 (64), 62-74. [Краковська, С.В., Паламарчук, Л.В., Гнатюк, Н.В., Шпитель, Т.М., Шедемченко, І.П. (2017). Зміна поля опадів в Україні у XXI ст. за даними ансамблю регіональних кліматических моделей. *Геоінформатика*, 4 (64), 62-74].
- Lipinskiy, V.M., Diachuk, V.A., Babichenko, V.N. (Eds.). (2003). *Klimat Ukrainy* [Climate of Ukraine]. K.: Raevsky Publishing House. [Ліпінський, В.М., Дячук, В.А., Бабіченко, В.М. (Ред.). (2003). *Клімат України*. К.: Вид-во Раєвського].
- Martazinova, V.F., Sverdlik, T.A. (1998). Krupnomasshtabnaya atmosfer'naya cirkulyaciya XX stoletiya, yeyo izmeneniya i sovremennoe sostoyanie [Large-scale atmospheric circulation of the 20th century, its changes and the current state]. *Proc. of UkrSRGMI*, 246, 21-27. [Мартазинова, В.Ф., Свєрдлик, Т.А. (1998). Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, ее изменения и современное состояние. *Наук. праці УкрНДГМІ*, 246, 21-27].
- Muller, P.H., Neumann, P., Storm, R. (1982). *Tafeln der mathematischen Statistik* [Tables on mathematical statistics]. M.: Finance and Statistics. [Мюллер, П., Нойман, П., Шторм, Р. (1982). *Таблицы по математической статистике*. М.: Финансы и статистика].
- Pirnach, H.M. (2008). *Chyselne modeliuвання хмар та опадів u systemakh atmosferynykh frontiv* [Numerical modeling of clouds and precipitation in systems of atmospheric fronts]. K.: Nika-Center. [Пірнач, Г.М. (2008). *Чисельне моделювання хмар та опадів у системах атмосферних фронтів*. К.: Ніка-Центр].
- Polevoy, A.N., Bozhko, L.E., Adamenko, T.I. (2017). Ahrometeorologichni doslidzhenya v Ukrayini [Agrometeorological research in Ukraine]. *Ukr. hydrometeor. j.*, 19, 72-81. [Польовий, А.М., Божко, Л.Ю., Адаменко, Т.І. (2017). Агrometeorологічні дослідження в Україні. *Укр. гідрометеорол. ж.*, 19, 72-81].
- Spravochnik po klimatu SSSR. (1966-1969). Vyp. 10. Ch. 1-5 [Handbook on climate of the USSR. – Iss. 10. P. 1-5]. L.: Gidrometeoizdat. [Справочник по климату СССР. (1966-1969). Вып. 10. Ч. 1-5. Л.: Гидрометеоиздат].
- Voskoboynikov, Yu.E. (2008). *Ehkonometrika v Excel: ucheb. posobie. Ch. 2. Analiz vremennykh ryadov* [Econometrics in Excel: study guide. Part 2. Time Series Analysis]. Novosibirsk: NGASU (Sibstrin). [Воскобойников, Ю.Е. (2008). *Эконометрика в Excel: учеб. пособие. Ч. 2. Анализ временных рядов*. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин)].
- Zabolotska, T.M., Tsila, A.Iu. (2019). Klimatichni zminy atmosfer'nogo tysku na terytorii Ukrainy [Climatic changes in atmospheric pressure on the territory of Ukraine]. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*, 2 (53), 66-74. [Заболоцька, Т.М., Ціла, А.Ю. (2019). Кліматичні зміни атмосферного тиску на території України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2 (53), 66-74].

Температурні аномалії холодного періоду на території України у 2010-2019 рр.

Олена М. Нажмудінова 

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

Реферат

Регіональні зміни клімату на території України в останні десятиріччя супроводжуються зростанням повторюваності інтенсивних хвиль, як тепла, так і холоду; виділяється тенденція до збільшення частоти теплих зим, але часом відмічаються періоди зі значними зниженнями температури. Мета дослідження – визначення особливостей формування аномалій температури повітря у холодний період 2010–2019 рр. За даними розподілу середньомісячної температури повітря по станціях Одеса, Київ, Харків, Львів досліджені додатні і від’ємні відхилення від кліматологічної норми. У січні середньомісячні температури повітря на цих станціях здебільшого були вище норми, за виключенням 1–3 років. Максимальна додатна аномалія становила 4–5°C у Києві та Львові (2015), найбільші від’ємні відхилення становили 3,8°C. У лютому тенденція зберігається – лише 2–3 роки з від’ємними аномаліями, найбільші відхилення до 3–6°C у 2011 і 2012 рр.; додатні відхилення максимальні у 2016 р. У березні від’ємні аномалії температури відмічалися у 3–4 роках, з найвищими показниками у 2018 р. до 2–3°C; додатні аномалії були найбільші в 2014 і 2017 рр. – до 4–6°C. Температура у листопаді мала змінний характер, але домінувала додатна аномалія з максимумом у 5–8°C 2010 року. Розподіл температури повітря за грудень показує переважаючі додатні відхилення з найбільшими відмітками в 2011, 2015, 2017, 2019 рр. до 5–6°. Виділено місяці з найбільшими додатними і від’ємними аномаліями температури над Європою. Серед холодних місяців найбільша аномалія виділялась у січні 2010 р. та лютому 2012 р. – до 5–6°. Серед теплих місяців аномальний хід температури припадає на лютий 2016 р. – додатні відхилення від норми до 8°C. Хвилі тепла в усі зимові місяці були зумовлені зональним типом циркуляції при перенесенні теплого вологого повітря з Атлантики по периферії Ісландського мінімуму. У березні хвилі тепла виникали в малоградієнтних полях. Потужні хвилі холоду над європейським сектором здебільшого формувалися під впливом “східних процесів” при поширенні Сибірського максимуму на Європу. В деякі роки значні похолодання над Україною спостерігалися в циклонічних системах, при цьому висотне термобаричне поле характеризувалося полярною або ультраполярною улоговиною.

Ключові слова

Відхилення температури, аномалія температури, кліматологічна норма, хвиля тепла, хвиля холоду

Надійшла до редакції: 13 листопада 2020 / Прийнята: 20 листопада 2020

Temperature anomalies of a cold period on the territory of Ukraine in 2010-2019

Helena N. Nashmudinova

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

Abstract

Regional climate change in Ukraine in recent decades is accompanied by an increase in the repetitiveness of intense waves, both heat and cold; there is a tendency to increase the frequency of warm winters, but sometimes there are periods with significant decreases in temperature. The aim of the study is to determine the specifics of the formation of air temperature anomalies in the cold period 2010–2019. According to the distribution of the average monthly air temperature at the stations Odessa, Kiev, Kharkiv, Lviv investigated positive and negative deviations from the climate norm. In January, the average monthly air temperature in most cases was above normal, except for 1–3 years. The maximum positive anomaly was 4–5°C in Kyiv and Lviv (2015), the largest negative deviations were 3.8°C. In February, the trend continues – only 2–3 years with negative anomalies, the largest deviations to 3–6°C in 2011 and 2012, and positive deviations maximum in 2016. In March, negative temperature anomalies were observed 3–4 years, with a maximum of 2–3°C in 2018, positive anomalies in 4–6°C were observed in 2014, 2017. Temperatures in November were variable, with the prevailing positive anomaly, a high of 6–8°C in 2010. The distribution of air temperature in December was characterized by positive deviations of a maximum of 5–6°C in 2011, 2015, 2017 and 2019. Months of the greatest positive and negative air temperature anomalies over Europe have been highlighted. Among the colder months, the biggest anomaly stood out in January 2010 and February 2012 to 5–6°C. Among the warm months, the temperature anomaly was observed in February 2016, positive deviations from the norm to 8°C. Heat waves formed in winter with a zonal type of circulation, when warm moist air from the Atlantic shifted across the periphery of the Icelandic low. In March, waves of heat formed in low-gradient fields. Powerful waves of cold over the European sector were mainly formed under the influence of “eastern processes” in the spread of the Siberian anticyclone to Europe. In some years, significant cooling over Ukraine is formed in cyclonic systems with a high-altitude thermobaric field characterized by polar or ultrapolar hollow.

Keywords

Temperature deviation, temperature anomalies, climatic norm, heat wave, cold wave

Received: 13 November 2020 / Accepted: 20 November 2020

1. Вступ

В умовах глобальних та регіональних змін клімату дослідження аномалій температури повітря, хвиль тепла і холоду є особливо актуальним, що визначає вплив на навколишнє середовище та економічний розвиток країни. У свою чергу, характер зміни екстремальних режимів погоди у холодний період року відображає сучасну зміну циркуляційних процесів та їх аномалій.

Згідно ДСТУ “Кліматологія” (2001), хвилю холоду (тепла) вважається вторгнення холодної (теплої) повітряної маси на велику територію, що призводить до істотного зниження (підвищення) температури повітря. Для характеристики екстремальних температур більшість вчених використовують подібні критерії. Так, у дослідженні С. В. Морозової (Morozova, 2014), наголошується, що найбільш зручною формою представлення різких змін температури повітря є хвиля тепла і холоду. При цьому хвилю тепла (холоду) вважається підвищення (зниження) середньої добової температури повітря на $\geq 3^{\circ}\text{C}$, а інтенсивною хвилю тепла (холоду) – зміна середньої добової температури повітря на $\geq 10^{\circ}\text{C}$, що продовжувалася не менше двох діб. Детально охарактеризовані поняття високих, аномальних та екстремальних температур, а також хвиль тепла у публікації К. П. Слизької (Slyzka, 2013). У роботі В. Ф. Мартазінової та ін. (Martazinova et al., 2004) визначено, що різкими перепадами середньодобової температури повітря у бік підвищення або зниження вважаються зміни приземної середньої добової температури повітря на $6\text{--}10^{\circ}\text{C}$ на більше 80% території України. Короточасні зміни температури визначаються тривалістю в межах 2–4 доби, тривалі зміни – у межах тижня й більше.

Результати досліджень В. І. Лялько та ін. (Lyalko et al., 2015) свідчать, що регіональні зміни тривалості хвиль тепла і холоду посилюються протягом XXI ст. й охоплюють майже всю територію Європи. При цьому тривалість зимових хвиль холоду скорочується набагато швидше, ніж росте тривалість хвиль тепла влітку. Значні коливання температури повітря на території європейського сектору взимку – явище досить часте. Суперечливим при сучасному глобальному потеплінні є повторюваність суворих зим: при рекордному середньому потеплінні протягом останніх десятиліть, хвилі холоду мають певну частоту. В Україні, не зважаючи на стрімкий процес потепління в зимовий сезон, нерідко створюються умови для формування низької температури повітря ($\leq -10^{\circ}\text{C}$).

Найбільші зниження температури у зимовий період, як правило, виникають при, так званих, “східних процесах”, проте над територією Європи в сучасну кліматичну епоху спостерігається набагато менше відрогів Сибірського антициклону, ніж у попередні десятиріччя. Це викликано посиленням зональних процесів над Сибіром, що привело до

зменшення величин від’ємних аномалій приземної температури. І, навпаки, наприкінці XX–початку XXI ст. відзначається стійке підвищення максимальної температури в зимові місяці. Аналіз потужної хвилі холоду у січні 2010 р. над європейським сектором проведено автором раніше (Nashmudinova, 2010).

У роботі М. І. Кульбіди та ін. (Kulbida et al., 2013), вказується, що динаміка температури від десятиріччя до десятиріччя за природними зонами України надає можливість простежити наслідки змін клімату з урахуванням природних особливостей території: потепління йде у меридіональному напрямку, тому у західній частині воно проявляється менше. Усі річні аномалії в XXI ст. були додатними. Вцілому, щорічна зима і за окремими місяцями має додатну аномалію. В. Н. Бабіченко та ін. (Babichenko et al., 2013) вказують, що наприкінці XX ст. і на початку XXI ст. відзначається підвищення, як максимальної, так і мінімальної температури повітря, найбільше – у зимові місяці. Мінімальна температура повітря підвищилася більше, ніж максимальна і середня. Такий характер зміни екстремальної температури повітря відображає сучасна зміна циркуляційних процесів. Деякі висновки про сучасні зміни стану центрів дії атмосфери (ЦДА) – Азорського і Сибірського максимумів та Ісландського мінімуму, що визначають повторюваність екстремальних значень атмосферного тиску, і, як наслідок, аномальних змін температури повітря, наведено у публікації В. В. Остапчук (Ostapchuk, 2018). За результатами досліджень О. А. Щеглова (Shcheglov, 2018a, 2018b) створено каталог типових синоптичних процесів, за яких формуються осередки аномально низьких і аномально високих температур (АНТ, АВТ).

Б. Г. Шерстюков (Sherstyukov, 2011) підкреслює, що тенденція підвищення глобальної температури співпадає з тенденцією підвищення кількості промислових викидів вуглекислого газу в атмосферу, що підсилює сумарний парниковий ефект від усіх парникових газів (ПГ) атмосфери. Визнаючи наявність антропогенної складової в сучасних змінах клімату, не можна відкидати наявність природних коливань клімату.

2. Матеріали та методи

У якості вихідних даних використано оперативну синоптичну інформацію; карти відхилень середньомісячних і декадних температур від кліматологічної норми за даними програми Арсин; бюлетені погоди; дані кліматичного кадастру України 1961–1990 рр.; карти аномалій середньомісячних показників геопотенціальної висоти H500, аномалії середньомісячних значень приземної температури повітря, аномалії середньомісячного розподілу тиску на рівні моря з використанням базового періоду 1981–2010 рр. (iridl.ideo.columbia.edu). Період дослідження – холодні півріччя 2010–2019

рр. (листопад – березень). Об'єкт дослідження – приземна температура повітря. Предмет дослідження – аномалії температури повітря у холодний період року на території України.

3. Результати

Дослідженню аномалій температурного поля підлягала вся територія України, для детального аналізу виділені станції Одеса, Київ, Харків, Львів з метою охоплення різних регіонів країни.

На рис. 1-4 наведені криві розподілу середньомісячної температури повітря (T_{cm}) за листопад–березень 2010–2019 рр. та кліматологічні норми (1961–1990 рр.) для відповідних станцій (горизонтальні пунктирні лінії).

В січні переважали додатні аномалії температури повітря, від'ємні аномалії відмічались в 1–3 роках. Найбільшим недобором тепла характеризувався січень 2010 р.: відхилення від норми складало 3,8°C у Києві, 3,3°C у Харкові та 3,1°C у Львові (рис. 1).

У січні 2011 р. переважна частина країни була охоплена високими додатними відхиленнями від кліматологічної норми – до 4–6°C (Київ 5,2°C), а схід і південний схід – від'ємними (Харків -1,6°C),

такий розподіл був зумовлений впливом різних циркуляційних процесів. На всіх чотирьох станціях високі додатні відхилення від норми у січні зафіксовані у 2014, 2015 та 2018 рр.: найвищі у Києві та Львові в 4,6°C і 4,4°C, відповідно (2015 р.)

У лютому зберігається тенденція до переважання додатних аномалій температури повітря (рис. 2). Проте значні від'ємні аномалії T_{cm} зафіксовані в 2011 та 2012 рр., з максимумом у Харкові 5,5°C (2011 р.) та Львові 5,7°C (2012 р.); у Києві та Львові від'ємне відхилення T_{cm} від норми також відзначалося 2018 року.

На всіх виділених станціях високі додатні аномалії T_{cm} зареєстровані у 2016 р.: Харків 6,9°C, Львів 6,5°C, Київ 6,3°C, Одеса 5,3°C, при цьому середня температура лютого була додатна. Загалом, з 2013 до 2017 р. середньомісячні показники лютого перевищували норму, також високі додатні відхилення спостерігалися 2019 року (3,5–4,6°C).

Розподіл середньомісячних показників березневої температури повітря виділяє деяке зниження відносно норми у 2010–2013 рр. за показниками окремих станцій (-2,7...-0,2°C). Найбільша від'ємна аномалія припадає на березень 2018 р., з максимальним відхиленням у Харкові в 3,2°C. При цьому середня температура березня була нижче 0°C

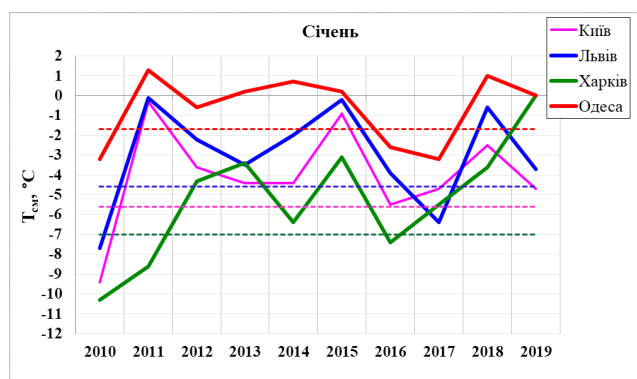


Рис. 1. Річний розподіл середньомісячної температури повітря за січень 2010–2019 рр.

Fig. 1. Annual distribution of average monthly air temperature for January 2010–2019.

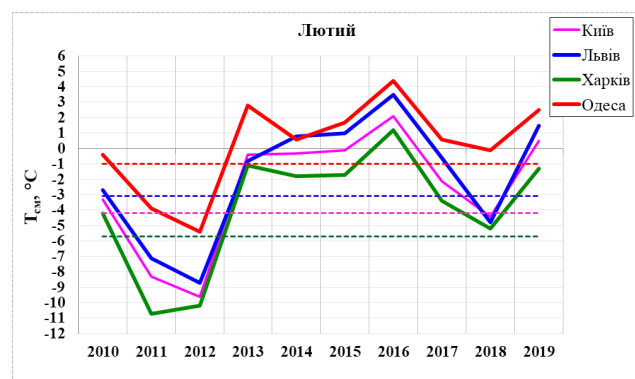


Рис. 2. Річний розподіл середньомісячної температури повітря за лютий 2010–2019 рр.

Fig. 2. Annual distribution of average monthly air temperature for February 2010–2019.

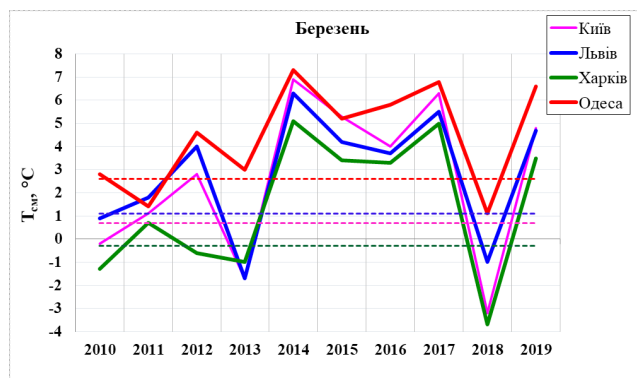


Рис. 3. Річний розподіл середньомісячної температури повітря за березень 2010–2019 рр.

Fig. 3. Annual distribution of average monthly air temperature for March 2010–2019.

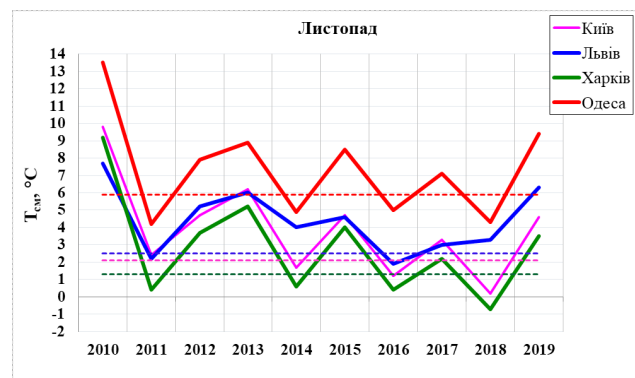


Рис. 4. Річний розподіл середньомісячної температури повітря за листопад 2010–2019 рр.

Fig. 4. Annual distribution of average monthly air temperature for November 2010–2019.

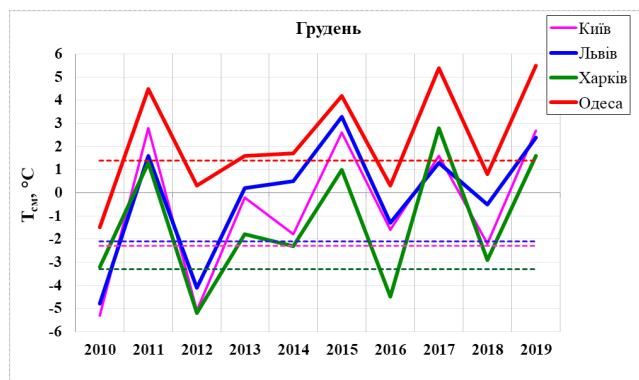


Рис. 5. Річний розподіл середньомісячної температури повітря за грудень 2010-2019 рр.

Fig. 5. Annual distribution of average monthly air temperature for December 2010-2019.

в Харкові у 2010, 2012–2013, 2018 рр.; у Києві – 2010, 2013, 2018 рр. та у Львові 2013 і 2018 рр. (рис. 3).

З 2014 по 2017 рр. відмічаються стійкі високі додатні аномалії T_{cm} , найбільші відхилення від норми у бік перевищення належать березню 2014 та 2017 рр.: Одеса 4,8°C та 4,3°C відповідно; Харків 5,5°C в обох роках; Київ 6,2°C та 5,7°C; Львів 5,3°C та 4,5°C.

Найбільш неоднорідним є розподіл температурних аномалій листопада – показники T_{cm} мали

коливальний характер, практично від року до року знак аномалії змінювався на протилежний (рис. 4). Лише в двох суміжних роках – 2012 і 2013 рр. підряд реєструвалися додатні аномалії T_{cm} на всіх станціях. Проте, від’ємні аномалії місячної температури не перевищували 2,0°C (2018 р.).

Загалом середньомісячна температура була вище норми з дуже високою аномалією у 2010 р.: Харків 7,9°C, Одеса та Київ 7,7°C, Львів 5,1°C. Також суттєве перевищення норми температури у листопаді відмічалось у 2013 та 2019 рр. (2,2–4,5°C).

Для кожної станції у 2–4 роках середньомісячні показники температури повітря листопада були близькі до норми з відхиленнями < 1°C.

Середньомісячні показники температури повітря у грудні виділяють загальну тенденцію додатних аномалій у непарних роках: 2011, 2013, 2015, 2017, 2019 рр. ($\geq 3-6^\circ\text{C}$) – рис. 5. Аномально теплим груднем виділяється 2017 р. – перевищення кліматологічної норми для Харкова 6,2°C. При цьому найвища додатна середньомісячна температура належить Одесі – 2019 та 2017 рр. – 5,5°C та 5,4°C, відповідно. Зниження T_{cm} для всіх станцій збігаються на парних роках – 2010, 2012, 2016 та 2018 рр. Проте, в ці роки T_{cm} часто була близька до норми при слабких додатних аномаліях. Найбільші від’ємні

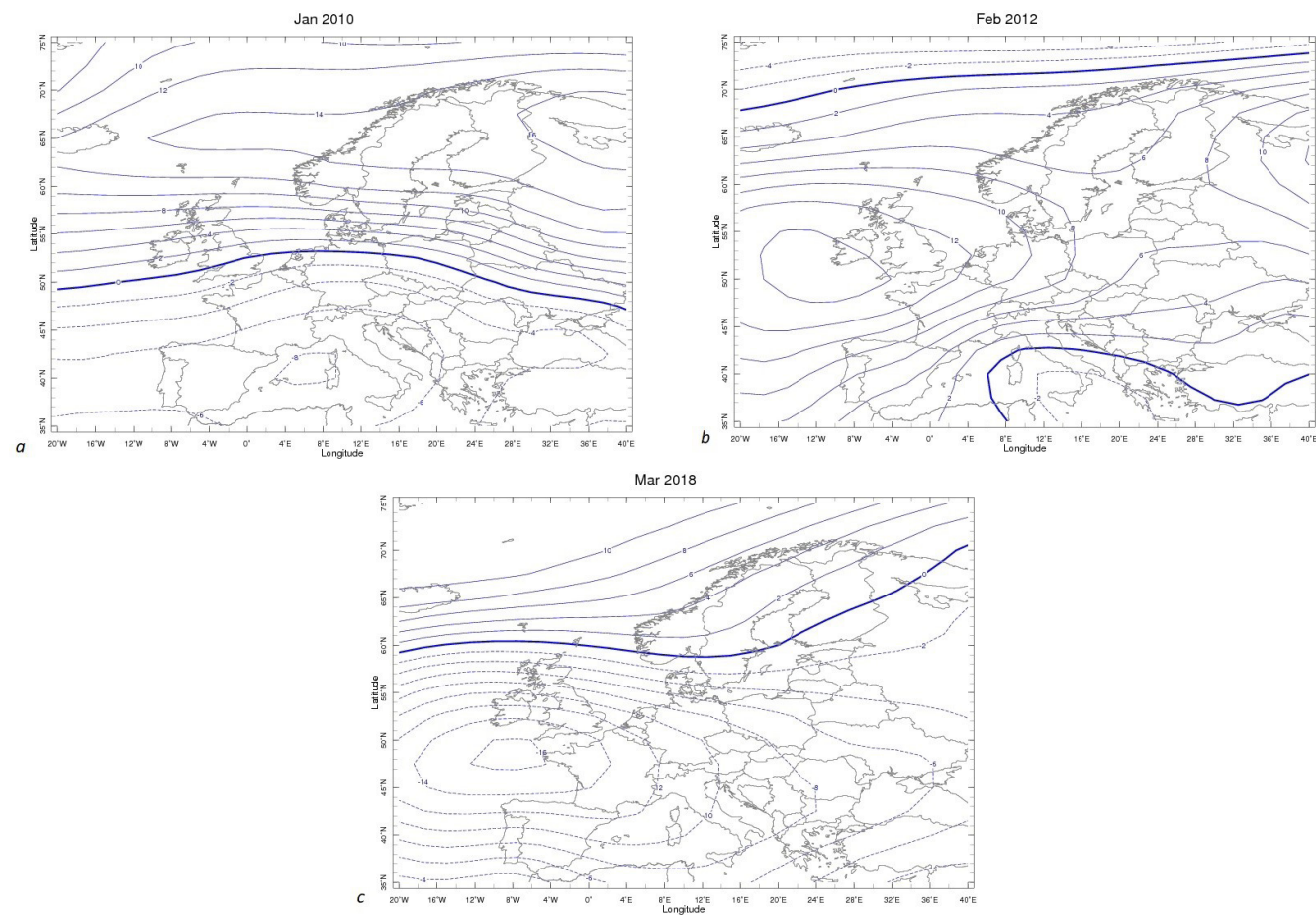


Рис. 6. Карти середньомісячної аномалії тиску на рівні моря при хвилях холоду: а – січень 2010 р.; б – лютий 2012 р.; с – березень 2018 р.

Fig. 6. Maps of the average monthly pressure anomaly at sea level in the waves of cold: a – January 2010; b – February 2012; c – March 2018.

аномалії для Одеси, Києва та Львова припадають на грудень 2010 р. (-3,0...-2,8°C), для Харкова – на грудень 2012 р. (-1,9°C). Зазначимо, що для Одеси середня температура грудня лише 2010 року мала від’ємне значення, для Харкова та Києва додатні показники T_{cm} відмічалися у 4-х роках, а у Львові – у 6-ти роках з 10 досліджуваних.

У підсумку виділяється холодний період 2015 та 2019 рр., коли у всі місяці відмічалися додатні аномалії середньомісячної температури повітря на всіх станціях.

Аналіз осереднених показників температури повітря холодного півріччя дозволив виділити місяці з найбільшими додатними і від’ємними аномаліями. До уваги приймалися хвилі тепла і холоду, коли знак аномалії зберігався практично на всьому просторі України; визначені синоптичні процеси утворення аномалій середньомісячної температури повітря.

На рис. 6-7 наведено контурні карти середньомісячних аномалій тиску на рівні моря (по відношенню до кліматологічної норми 1981–2010 рр.).

Найсильніші похолодання у європейському регіоні відмічалися у січні 2010 р., грудні 2010 та 2012 рр., лютому 2011 та 2012 р., березні 2018 р., листопаді 2011 та 2018 рр.

Типовим процесом при формуванні потужних

хвиль холоду у зимові місяці є поширення відрогів Сибірського максимуму на європейську територію. При цьому Україна знаходиться на південній або південно-західній периферії антициклону, або у смузі високого тиску, утвореної окремими ядрами антициклонів, коли приземне баричне поле над Східною Європою має вигляд сідловини (лютий 2012 р.). Практично у всі роки температурний режим листопада мав додатну аномалію на більшій території України, лише у 2011 та 2018 рр. відмічалися незначні від’ємні відхилення в окремих регіонах. Приземне баричне поле в обох роках мало подібну структуру при формуванні потужного антициклону над європейським сектором та європейською територією Росії (ЄТР). Низькі температури грудня 2010 р., на відміну від інших місяців холодного періоду, були зумовлені впливом циклонів північних траєкторій при тиллових вторгненнях арктичного повітря на Україну. Від’ємна аномалія середньомісячної температури повітря березня 2018 р. над європейським сектором виникла у системі масштабної депресії біля поверхні землі (рис. 6).

Хвилі холоду у вказані місяці характеризувались різкою меридіональністю висотних термобаричних полів при поширенні на європейську територію полярних та ультраполярних улоговин.

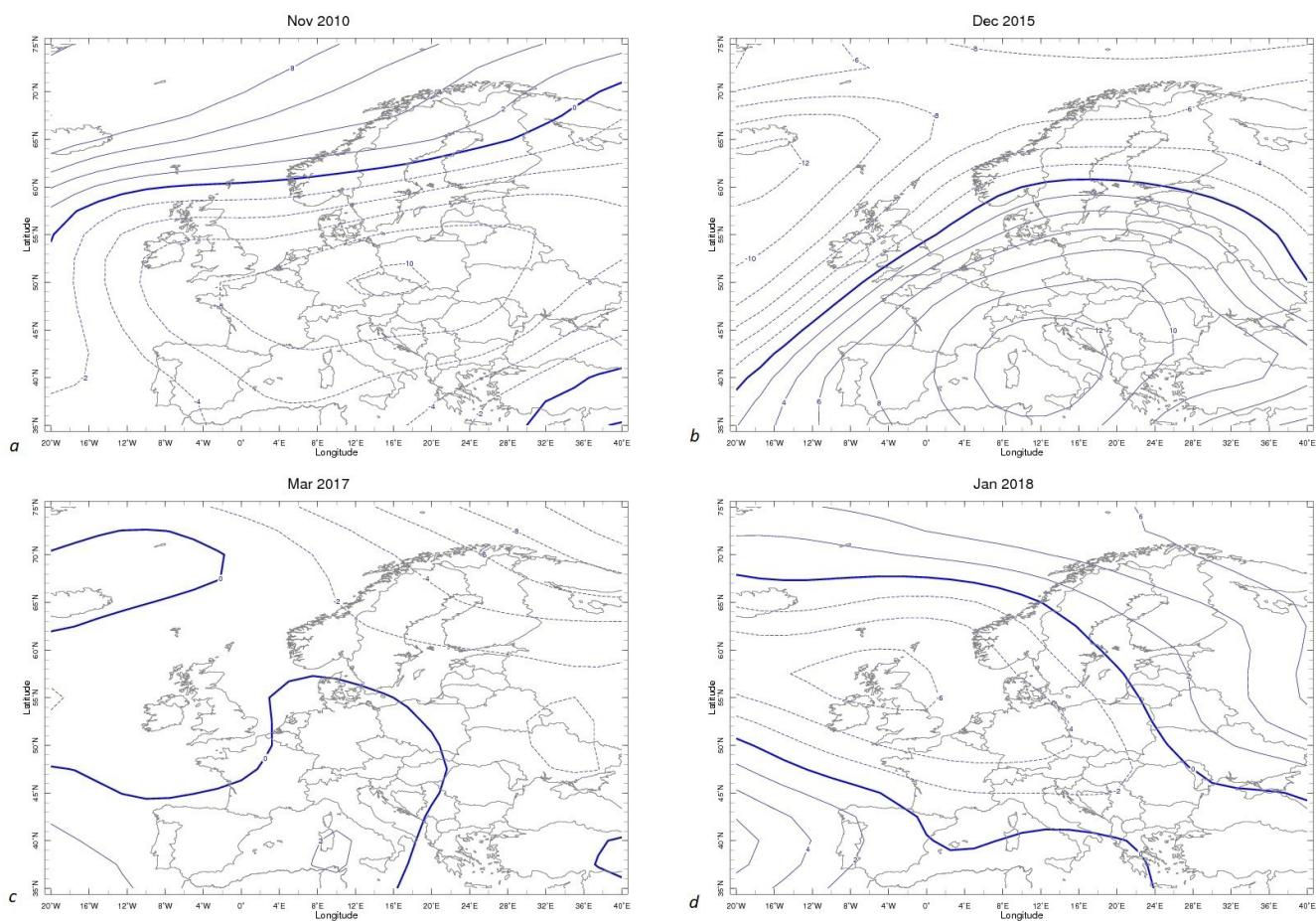


Рис. 7. Карти середньомісячної аномалії тиску на рівні моря при хвилях тепла: а – листопад 2010 р.; б – грудень 2015 р.; с – березень 2017 р.; д – січень 2018 р.

Fig. 7. Maps of the average monthly pressure anomaly at sea level in the waves of heat: a – November 2010; b – December 2015; c – March 2017; d – January 2018.

Посилені хвилі тепла над Європою та ЄТР відмічалися у листопаді 2010 р., березні 2014 та 2017 рр., січні 2015 та 2018 рр., лютому 2016 р., грудні 2015, 2017 та 2019 рр. У більшості місяців високі додатні аномалії середньомісячної температури повітря формувалися в системах низького тиску біля поверхні землі. Як правило, це східна та південно-східна периферія Ісландського мінімуму (рис. 7). Листопад 2010-го р. на всій території України був аномально теплий, максимальне відхилення від кліматологічної норми в $9,1^{\circ}\text{C}$ нетипово відмічалось на півночі країни в Сумській області; середньомісячна температура перевищувала $10\text{--}13^{\circ}\text{C}$. У першій та третій декаді місяця Україна перебувала у квазіширотних потоках висотного поля за даними АТ-500. На противагу, у березні 2014 та 2017 рр. перевищення кліматологічної норми температурного режиму до $5\text{--}6^{\circ}\text{C}$ відмічалось у малоградієнтній смузі високого тиску. Також різні циркуляційні умови біля поверхні землі обумовили формування хвилі тепла у грудні 2015 р. – передня частина посиленого західного максимуму.

Практично усі хвилі тепла у холодний період року виникли при аналогічній структурі висотного баричного поля – посилена зональність потоків по периферії Ісландського ЦДА. Такі процеси є типовими – сезонний теплообмін океан-континент визначає більш теплу водну поверхню води і широтне перенесення з Атлантики взимку зумовлює тривалі потепління, відлиги тощо. Таким чином аномальним став не сам тип процесу, а його підвищена повторюваність у холодне півріччя за період 2010–2019 рр., оскільки у сучасну кліматичну епоху переважають саме меридіональні процеси, які визначають комплекси небезпечних метеорологічних явищ та аномального розвитку метеорологічних полів.

4. Висновки

З листопада до березня за період 2010–2019 рр. на території України переважали додатні аномалії середньомісячної температури повітря, але в окремі роки (від 2 до 4-х) відзначалися значні від'ємні відхилення $T_{\text{см}}$ від кліматологічної норми. Так, для Києва та Львова додатні аномалії $T_{\text{см}}$ реєструвалися у 38 місяцях з 50-ти досліджуваних (76%), а для Одеси та Харкова у 35 з 50-ти (70%). Виділяється суттєве зростання температури повітря у зимові місяці, найбільше у грудні та лютому. На виділених станціях у різних регіонах країни та для європейського сектору загалом, зберігався практично ідентичний розподіл середньомісячних аномалій температури холодного періоду, тобто основний вплив на температурне поле мали масштабні циркуляційні процеси, що визначали погодні умови на великих територіях, а не місцеві умови.

ORCID iD

Helena Nashmudinova  <https://orcid.org/0000-0002-7988-603X>

Список посилань

- Babichenko, V.N., Osadchyi, V.I., (2013). Temperatura povitrya na teritoriyi Ukrayini v suchasnikh umovakh klimatu [The air temperature on the territory of Ukraine in present climate conditions]. *Ukr. Geo. J.*, 4, 32-39 (In Ukrainian). [Бабіченко, В.Н., Осадчий, В.І. (2013). Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату. *Укр. геогр. журн.*, 4, 32-39].
- DSTU 3992:2000. (2010). Vydannia. Klimatohiia. Terminy ta vyznachennia osnovnykh poniat [SSTU 3992:2000. Edition. *Climatology. Terms and definitions of basic concepts*], Kyiv (In Ukrainian). [ДСТУ 3992:2000. (2001). Видання. *Кліматологія. Терміни та визначення основних понять*. Київ].
- Kulbida, M.I., Elistratova, L.O., Barabash, M.B. (2013). Suchasnyy stan klimatu Ukrayiny. *Problemy okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha ta ekolohichnoyi bezpeky*, 35, 118-130 (In Ukrainian). [Кульбіда, М.І., Єлістратова, Л.О., Барабаш, М.Б. (2013). Сучасний стан клімату України. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*, 35, 118-130].
- Lyalko, V.I., Elistratova, L.O., Kulbida, M.I., Apostolov, A.A., Barabash, M.B. (2015). Osoblivosti zmin klimatu v Ukrayini na kinecz XX – pochatok XXI st. za nazemnimi ta suputnikovimi danimi [Features of climate change in Ukraine at the end of XX - the beginning of the XXI century by ground and satellite data]. *Ukrainskii zhurnal dustantsiynoho zonduvannia Zemli*, 6, 33-84 (In Ukrainian). [Лялько, В.І., Єлістратова, Л.О., Кульбіда, М.І., Апостолов, О.А., Барабаш, М.Б. (2015). Особливості змін клімату в Україні на кінець XX – початок XXI ст. за наземними та супутниковими даними. *Український журнал дистанційного зондування Землі*, 6, 33-84].
- Martazinova, V.F., Ostapchuk, V.V., (2004) Vzaimosvyaz processov czirkulyaczii v troposfere i stratosfere pri kratkovremennykh i dlitelnykh potepleniyakh i pokholodaniyakh v Ukraine [The relationship of circulation processes in the troposphere and stratosphere in short-term and prolonged warming and cold snaps in Ukraine]. *Nauk. Pr. UkrNDGMI*, 253, 28-36 (In Russian). [Мартазинова, В.Ф., Остапчук, В.В. (2004). Взаимосвязь процессов циркуляции в тропосфере и стратосфере при кратковременных и длительных потеплениях и похолоданиях в Украине. *Наукові праці УкрНДГМІ*, 253, 27-36].
- Morozova, S.V. (2014) Statisticheskoe issledovanie voln tepla i kholoda v Severo-Zapadnom regione zimoy i letom (na primere Sankt-Peterburga) [Statistical studies of heat and cold waves in the North Western region in winter and summer (St. Petersburg as the example)]. *Uchenie zapiski RGGMU*, 36, 50-53 (In Russian). [Морозова, С.В. (2014). Статистическое исследование волн тепла и холода в Северо-Западном регионе зимой и летом (на примере Санкт-Петербурга). *Ученые записки РГГМУ*, 36, 50-53].
- Nashmudinova, O.M. (2010). Skhidni protsesy nad yevropeyskym sektorom [East processes above the European sector]. *Visnyk Odeskoho derzh. ekolohichnoho un-tu*, 10, 128-134 (In Ukrainian). [Нажмудінова, О.М.

- (2010). Східні процеси над європейським сектором. *Вісник Одеського держ. екологічного ун-ту*, 10, 128–134].
- Ostapchuk, V., (2018). Suchasni osoblyvosti tsyrkulyatsiynykh umov formuvannya termichnoho rezhymu na terytorii Ukrainy [Current features of the circulation terms of formation of the thermal regime on the territory of Ukraine]. *Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedahohichnoho un-tu im. V. Hnatiuka. Seriya: heohrafiia*, 2, 54-61 (In Ukrainian). [Остапчук, В. (2018). Сучасні особливості циркуляційних умов формування термічного режиму на території України. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*, 2, 54-61].
- Slyzka, K.P. (2013). Pidkhody do vuvchennya vysokykh temperatur povitrya na terytorii Ukrainy [Approaches to the study of high air temperature on the territory of Ukraine]. *Physical Geography and Geomorphology*, 4 (72), 136-142 (In Ukrainian). [Слизька, К.П. (2013). Підходи до вивчення високих температур повітря на території України. *Фізична географія та геоморфологія*, 4 (72), 136-142].
- Sherstyukov, B.G. (2011). *Izmeneniya, izmenchivost` i kolebaniya klimata [Climate change, variability and fluctuations]*. Obninsk: Izd. FGBU "VNIIGMI-MCD" (In Russian). [Шерстюков, Б.Г. (2011). *Изменения, изменчивость и колебания климата*. Обнинск: Изд. ФГБУ "ВНИИГМИ-МЦД"].
- Shcheglov, O.A. (2018a). Zymovi synoptichni protsesy, shcho formuyut znachni za ploshcheyu oseredky z anomalno vysokoyu temperaturoyu povitrya v Skhidniy Yevropi [Winter synoptic processes that cause large anomalies of extreme high air temperatures over eastern Europe]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzh. un-tu. Seriya: Heohrafichni nauky*, 9, 194-200 (In Ukrainian). [Щеглов, О.А. (2018a). Зимові синоптичні процеси, що формують значні за площею осередки з аномально високою температурою повітря в Східній Європі. *Науковий вісник Херсонського держ. ун-ту. Серія: Географічні науки*, 9, 194-200].
- Shcheglov, O.A. (2018b). Zymovi synoptichni protsesy, shcho formuyut znachni za ploshcheyu oseredky z anomalno-nyzkoyu temperaturoyu povitrya u Skhidniy Yevropi [Winter synoptic processes that cause large anomalies of extreme low air temperatures over eastern Europe]. *Visnyk KhNU im. V.N. Karazina, seriya: "Neolohiya. Heohrafiya. Ekolohiya"*, 49, 169-176. (In Ukrainian). [Щеглов, О.А. (2018b). Зимові синоптичні процеси, що формують значні за площею осередки з аномально-низькою температурою повітря у Східній Європі. *Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна, серія: "Геологія. Географія. Екологія"*, 49, 169-176.].

Характеристика вітрового режиму Лівії за даними реаналізу NCEP / NCAR та метеоспостереженнями

Елліна В. Агайар , Алі С. Абудавах 

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

Реферат

Поля вітру біля поверхні землі формуються взаємодією циркуляційних механізмів з місцевими фізико-географічними і кліматичними характеристиками даного регіону. Успішність реалізації різних погодних моделей залежить від репрезентативності вихідної інформації. У роботі наводяться результати порівняння метеорологічних даних, а саме середньомісячної швидкості та напрямку приземного вітру, з архіву реаналізу NCEP / NCAR, з даними восьмирічних метеорологічних спостережень за період з 2015 по 2019 рр. Враховуючи складність отримання фактичних даних, відсутність на багатьох метеостанціях Лівії безперервних рядів спостережень та наявність незаселених територій, було прийнято рішення проаналізувати найбільш повний фактичний ряд спостережень за останній період і порівняти його з модельними даними реаналізу. Вибрані метеостанції які розташовані в різних географічних регіонах Лівії (Дерна, Зуара, Ефрене, Місурата, Годамес, Ель-Джагубе, Ель-Куфра і Гат). На основі середньомісячних значень компонент швидкості приземного вітру за останні п'ять років виконане дослідження внутрішньорічної структури поля вітру над територією Лівії та побудовані карти вітрового поля за цей період.

Отримані результати порівняння даних реаналізу NCEP / NCAR з даними фактичних спостережень, показали відносно добре узгодження між фактичним і розрахованим вітром. Відзначається, що вітер за даними NCEP дещо слабше ніж за даними спостережень на метеорологічних станціях, ймовірно через складність рельєфу і різноманіття географічних умов навколо станцій.

Аналіз розподілу середньомісячної швидкості вітру по території Лівії виявив збільшення швидкості приземного вітру з південного заходу на північний схід. За даними реаналізу NCEP / NCAR середня швидкість вітру у цьому регіоні не перевищує 4,7 м/с, але за фактичними спостереженнями досягає 6,4 м/с.

Ключові слова

Вітер, статистичні параметри, компоненти вектора швидкості приземного вітру, реаналіз NCEP / NCAR, Лівія

Надійшла до редакції: 6 листопада 2020 / Прийнята: 30 листопада 2020

Characteristics of the wind regime of Libya based on NCEP / NCAR reanalysis data and surface weather observations

Ellina V. Agayar, Ali S. Abudawah

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

Abstract

The surface wind field are formed by the interaction of general circulation mechanisms with the local physical, geographical and climatic characteristics of the region. The success of the implementation of the different weather models is based on the representativeness of the initial information. The paper presents the results of comparing meteorological data, such as the average monthly speed and direction of the surface wind, from the NCEP / NCAR reanalysis archive with data of surface weather observations for the period from 2015 to 2019. Considering the difficulty of obtaining data, the absence of continuous observations at many meteorological stations in Libya, it was decided to analyze the most complete series of observations for the last period and compare it with the model data of reanalysis. Meteorological stations are located in different geographic regions of Libya (Derna, Zuara, Efren, Misurata, Godames, Jaghub, El-Kufra and Ghat). Based on the monthly average values of the surface wind velocity components for past five years, was done a study of the intrannual structure of the wind field over the territory of Libya and maps of the wind field for this period were constructed.

The obtained results of comparison of the NCEP / NCAR reanalysis data with Surface weather observations showed a relatively good agreement between the observed and calculated wind. Noted that the wind, according to NCEP data, is some weaker than observed at the stations. The main reasons for this are the complexity and diversity of the topography around the stations, as well as the representativeness between gridded data and meteorological measurements.

Analysis of the distribution of the average monthly wind speed over the territory of Libya indicates a tendency for an increase in the surface wind speed from the southwest to the northeast, both as according to the NCEP / NCAR reanalysis data, where the average wind speed doesn't exceed 4.7 m/s, and according to actual observations 6.7 m/s.

Keywords

Wind, statistical parameters, wind components, NCEP/NCAR Reanalysis, Libya

Received: 6 November 2020 / Accepted: 30 November 2020

1. Вступ

Вітровий режим є важливою характеристикою клімату території. На формування режиму вітру можуть дуже впливати такі місцеві чинники як шорсткості підстильної поверхні, орієнтації основних перепон щодо вітрового потоку, утворення локальної вітрової циркуляції та термічна неоднорідність. Різноманітний ландшафт та кліматичні умови Лівії призводять до формування своєрідного регіонального режиму вітру (Ageena, 2013; El-Tantawi, 2005; Mossa, 2005; Babayev et al., 1986). Відсутність сучасних наукових публікацій щодо вітрового режиму Лівії визначає актуальність цього дослідження.

Для успішного моделювання вітрового режиму однією з головних умов є якість вихідної інформації. Дослідження достовірності різних наборів даних є дуже актуальним питанням (Ramon et al., 2019; Belyayev et al., 2018; El' Khadri, Khokhlov, 2017; Fallis, 2015). Проблеми порівняння даних реаналізу NCEP / NCAR з даними метеорологічних спостережень присвячені роботи (Serreze et al., 2000; Kulakov et al., 2013). В результаті проведених досліджень автори (Kulakov et al., 2013) прийшли до висновку, що для таких параметрів, як атмосферний тиск, вітер і температура повітря спостерігається задовільна узгодженість між даними спостережень даними реаналізу NCEP / NCAR, тоді як питома вологість і кількість хмарності некоректно відтворюються даними реаналізу.

Метою цього дослідження є порівняльний аналіз середньомісячної швидкості та напрямку приземного вітру за даними архіву NCEP / NCAR з даними фактичних спостережень на восьми метеорологічних станціях Лівії, через побудову карт поля вітру за

період 2015–2019 рр. Враховуючи складність отримання фактичних даних, відсутність на більшості метеостанцій Лівії рядів безперервних спостережень, прийнято рішення проаналізувати найбільш повний фактичний ряд спостережень за останній період і порівняти його з модельними даними реаналізу. Результат досліджень може визначити коректність використання у майбутньому даних архівів NCEP / NCAR для моделювання атмосферних процесів на території Лівії, при відсутності фактичних метеорологічних спостережень.

2. Матеріали та методи

Для аналізу поля вітру з архіву NCEP / NCAR Reanalysis 1 (Kistler et al., 2001) були обрані щоденні значення зональної і меридіональної компонент швидкості вітру на висоті 10 м за період з 2015 по 2019 рр. Якщо параметри вітру вимірювалися на інших висотах, то його значення перераховувалися на висоту 10 м за логарифмічним профілем швидкості вітру. Для порівняння щоденні дані з архіву NCEP / NCAR були зіставлені з осередненими стандартних восьмистрокових метеорологічних спостережень, виконаних на восьми станціях Лівії, які розташовані в різних географічних регіонах країни (Дерна, Зуара, Ефрене, Місурата, Годамес, Ель-Джагбубе, Ель-Куфра і Гат) (рис. 1). Зважаючи на складну економічну ситуацію на території Лівії та наявність незаселених територій, досить складно було вибрати станції, які були б рівномірно розташовані по території, тому вибір метеорологічних станцій був зумовлений наявністю безперервного ряду спостережень. Для порівняння були обрані



Рис. 1. Карта-схема розташування метеорологічних станцій на території Лівії.

Fig. 1. Schematic map of meteorological stations in Libya.

результати модельних розрахунків у вузлах сітки, що найближче розташовані до метеостанцій.

3. Результати та обговорення

Загалом на всіх станціях за період досліджень було виконано близько 119 000 спостережень. Для аналізу даних розраховані такі статистичні параметри: середнє значення ряду, середня помилка, середньоквадратичне відхилення помилки (СКВ, σ), коефіцієнт взаємної кореляції (r) між даними реаналізу і фактичними спостереженнями з деталізацією по сезонах року.

Згідно з (Kobysheva, 1978), середня помилка (ME) показує, на скільки модельне значення часового ряду є помилковим (1). Величина середньої помилки лежить в межах від $-\infty$ до $+\infty$, найкращим показником середньої помилки прогнозованого ряду вважається величина $ME = 0$:

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - Y_i) \quad (1)$$

де X_i – прогнозоване (модельне) значення, а Y_i – фактичне значення часового ряду.

Ступінь зв'язку прогностичного та фактичного рядів була визначена за допомогою коефіцієнта кореляції Пірсона:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (2)$$

Величина r змінюється в інтервалі від -1 до $+1$. При $r = \pm 1$ є абсолютна (функціональна) кореляція по усіх точках рядів. Випадок, коли $r = 0$ свідчить про відсутність лінійного зв'язку між двома рядами, хоча може спостерігатися нелінійне співвідношення.

Порівняння усереднених даних дозволяє нам зробити ряд припущень. По-перше, очікувалося, вітер за даними NCEP дещо слабше ніж за спостереженнями на станціях (табл. 1).

Практично на всіх восьми станціях спостерігається від'ємне значення середньої помилки і лише на метеостанціях Ефрене, Місурата і Гат фіксувалися позитивні відхилення в весняно-зимовий період з максимумом 1,3 м/с. Найбільш близькі значення СКВ середнього за даними NCEP / NCAR і фактичного рядів мають ряди на ст. Ефрене, Місурата і Гат (0,1). Кореляція даних даних швидкості вітру на станціях і в NCEP / NCAR доволі висока. Так, коефіцієнт кореляції на прибережних метеостанціях незалежно від сезону варіює від 0,31 влітку на станції Зуара, до 0,99 на ст. Дарна і Місурата, навесні та восени. Відмінності статистичних параметрів рядів швидкості вітру на цих метеостанціях ймовірно утворилися під впливом орографії, особливостей форми морського узбережжя та наявності бризової циркуляції. На ст. Ель-Джабубе розбіжність у статистичних параметрах середнього за даними реаналізу і фактичного рядів швидкості вітру має досить суттєві значення ($-1,8$ м/с) можливо через розташування цього пункту у районі зі складним

рельєфом місцевості, де на південь від гір Баркаель-Байда простягається тектонічна впадина, рівень якої місцями знижується до рівня моря, а поблизу кордону з Єгиптом, в оазисі Ель-Джабуб, висотні позначки навіть на кілька метрів нижче рівня моря. На ст. Ель-Куфра дані NCEP / NCAR добре відтворюють річний хід швидкості вітру, що виражено в малих відмінностях СКВ, для рядів середньої швидкості вітру різниця становить 0,1–0,2 м/с. Коефіцієнт кореляції демонструє, що між модельними і фактичними рядами є добрий зв'язок в перехідні сезони (0,87–0,96) та досить слабкий влітку. Розбіжності статистичних параметрів на ст. Гат можна пояснити складною орографією, локальні вітрові циркуляції, де режим швидкості вітру формується під впливом пустель Ідехан-Мурзук.

Різниця в розподілі середньорічної швидкості на пунктах дослідження підтверджує припущення про занижені дані реаналізу (рис. 2), лише на ст. Гат та Місурата обидва набори даних практично однакові.

Порівняння даних реаналізу з фактичними спостереженнями за напрямком вітру показали, що на ст. Дерна відзначається певна асиметрія з переважанням вітру західного напрямку (вектор середньої помилки становить за напрямком 315°), в той час як за даними спостережень превалюють вітри північного напрямку (рис. 3).

На станції Зуара, яка розташована на північно-західному узбережжі Лівії, також відмічається деяка розбіжність в пануючих напрямках, за даними NCEP / NCAR переважає північний вітер, а фактично-східний. Розподіл інших напрямків приблизно однаковий. На станціях Ефрене, Гат, Ель-Куфра і Ель-Джабубе виявилася досить висока кореляція між фактичним і модельним напрямками приземного вітру.

В районі Ель-Джабубе спостерігається практично симетрична роза вітрів, за всіма вихідними даними, що зумовлене розташуванням станції на відкритій місцевості в Лівійській пустелі нижче рівня моря (-2 м).

На метеорологічних станціях Місурата і Гадамес отримане задовільне узгодження модельних і

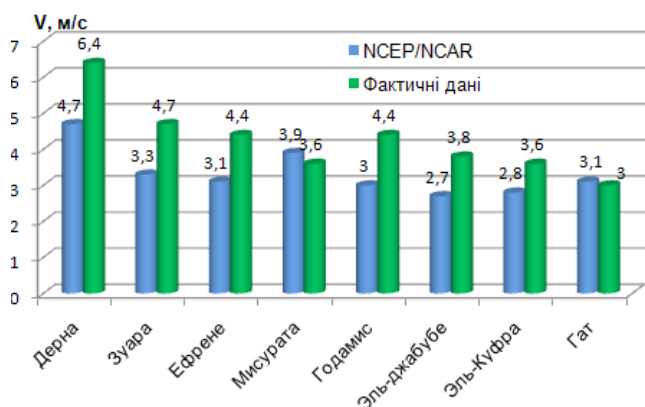


Рис. 2. Середньорічна швидкість вітру у 2015–2019 рр. на метеорологічних станціях Лівії.

Fig. 2. The average annual wind speed in 2015–2019 at the meteorological stations in Libya.

Таблиця 1. Статистичні характеристики рядів спостережень і даних реаналізу NCEP / NCAR для восьми станцій Лівії
Table 1. Statistical characteristics of observation data and NCEP / NCAR reanalysis series for eight Libyan stations

Сезон	Ряди	Статистичні характеристики			
		$V_{сер}$, м/с	ME	σ_x^2	r
Дарна					
зима	NCEP / NCAR	5,9		1,7	
	Фактичні дані	7,2	-1,3	0,7	0,94
весна	NCEP / NCAR	4,5		0,8	
	Фактичні дані	5,4	-0,9	0,3	0,99
літо	NCEP / NCAR	4,3		0,5	
	Фактичні дані	7,1	-2,8	0,1	0,60
осінь	NCEP / NCAR	4,0		0,2	
	Фактичні дані	5,4	-1,4	0,1	0,76
Зуара					
зима	NCEP / NCAR	3,5		0,2	
	Фактичні дані	4,6	-1,1	0,1	0,97
весна	NCEP / NCAR	3,7		0,1	
	Фактичні дані	5,1	-1,4	0,4	0,67
літо	NCEP / NCAR	3,2		0,4	
	Фактичні дані	4,7	-1,5	0,1	0,31
осінь	NCEP / NCAR	2,7		0,0	
	Фактичні дані	4,5	-1,8	0,6	0,99
Ефрене					
зима	NCEP / NCAR	3,4		0,2	
	Фактичні дані	4,7	1,3	0,7	0,82
весна	NCEP / NCAR	3,4		0,1	
	Фактичні дані	4,7	-1,3	0,2	0,85
літо	NCEP / NCAR	3,0		0,1	
	Фактичні дані	4,1	-1,1	0,1	0,92
осінь	NCEP / NCAR	2,7		0,1	
	Фактичні дані	4,5	-1,8	0,3	0,72
Місурата					
зима	NCEP / NCAR	4,8		0,3	
	Фактичні дані	3,9	0,9	0,4	0,44
весна	NCEP / NCAR	4,2		0,1	
	Фактичні дані	4,1	0,1	0,1	0,92
літо	NCEP / NCAR	3,1		0,5	
	Фактичні дані	3,8	-0,7	3,2	0,95
осінь	NCEP / NCAR	3,5		0,2	
	Фактичні дані	3,5	0,0	0,1	0,99
Годамес					
зима	NCEP / NCAR	2,8		0,1	
	Фактичні дані	4,3	-1,5	0,7	0,64
весна	NCEP / NCAR	3,4		0,1	
	Фактичні дані	5,1	-1,7	0,3	0,91
літо	NCEP / NCAR	3,3		0,7	
	Фактичні дані	5,1	-1,7	0,2	0,50
осінь	NCEP / NCAR	2,5		0,1	
	Фактичні дані	4,1	-1,6	0,2	0,87

Таблиця 1. Продовження.
Table 1. Continued.

Сезон	Ряди	Статистичні характеристики			
		$V_{\text{сер}}, \text{ м/с}$	ME	σ_x^2	r
Ель-Джагбубе					
зима	NCEP / NCAR	2,7		0,1	
	Фактичні дані	4,5	-1,8	2,4	0,50
весна	NCEP / NCAR	2,9		0,1	
	Фактичні дані	4,3	-1,4	0,6	0,78
літо	NCEP / NCAR	2,9		0,1	
	Фактичні дані	3,8	-0,9	0,2	0,99
осінь	NCEP / NCAR	2,3		0,1	
	Фактичні дані	3,9	-1,6	0,8	0,99
Ель-Куфра					
зима	NCEP / NCAR	2,5		0,1	
	Фактичні дані	3,5	-1,0	0,3	0,69
весна	NCEP / NCAR	3,1		0,0	
	Фактичні дані	4,0	-0,9	0,4	0,87
літо	NCEP / NCAR	2,9		0,1	
	Фактичні дані	3,9	-1,0	0,2	0,19
осінь	NCEP / NCAR	2,8		0,1	
	Фактичні дані	3,3	-0,5	0,3	0,96
Гат					
зима	NCEP / NCAR	2,9		0,1	
	Фактичні дані	2,4	0,5	0,1	0,14
весна	NCEP / NCAR	3,7		1,4	
	Фактичні дані	3,6	0,1	0,3	0,97
літо	NCEP / NCAR	3,1		0,1	
	Фактичні дані	3,7	-0,6	0,1	0,27
осінь	NCEP / NCAR	2,9		0,1	
	Фактичні дані	3,0	-0,1	1,0	0,46

фактичних румбів, є розбіжності відсотковому співвідношенні їх повторюваності.

Таким чином, деякі відмінності можна пояснити складністю рельєфу і різноманіттям природних умов навколо станцій, а також репрезентативністю між даними в вузлах сітки і метеорологічними спостереженнями. Крім того, всі станції розташовані на різних висотах, а за логарифмічним законом зміни швидкості вітру з висотою в приземному шарі, вітер буде зростати з висотою.

Отже, проведене порівняння не виявило істотних відхилень в розрахунку вітру в NCEP / NCAR, тому цей ресурс можна використовувати в якості вихідних даних при моделюванні атмосферних процесів.

Для наочності побудовані поля вітру для території Лівії, за період дослідження за обома типами даних. Для побудови карт поля швидкості вітру за даними реаналізу використаний масив середньомісячних значень зональної U і меридіональної V компонент вектора швидкості приземного вітру за період з 2015 по 2019 рр, в вузлах сітки з кроком 1,885' за

довготою та 1,935' за широтою. Вихідні значення U та V інтерпольовані в конкретні точки розташування станцій на території Лівії з чотирьох найближчих точок сіткової області. За значеннями в кожному вузлі обчислена швидкість та побудовані карти приземного вітру для кожного місяця. Кольорові області характеризують значення модуля вектора швидкості. Ізотахи (ізолінії швидкості) – дані з кроком 0,5 м/с.

Кarti ізотак отримані осередненням середньомісячних значень U і V за п'ять років. Відомо (Gandin, 1963; Yermeyev et al., 2014), що значення модуля швидкості вітру можна знайти декількома способами. У даній роботі розрахунки проводились за наступним алгоритмом: спочатку усереднюються U_{ij} і V_{ij} , де j – номер року (1,2,3,4,5), а i – номер місяця (1,2...12). Осереднення проводиться за формулами:

$$\bar{U}_l = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N U_{ij} \quad \text{та} \quad \bar{V}_l = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N V_{ij} \quad (3)$$

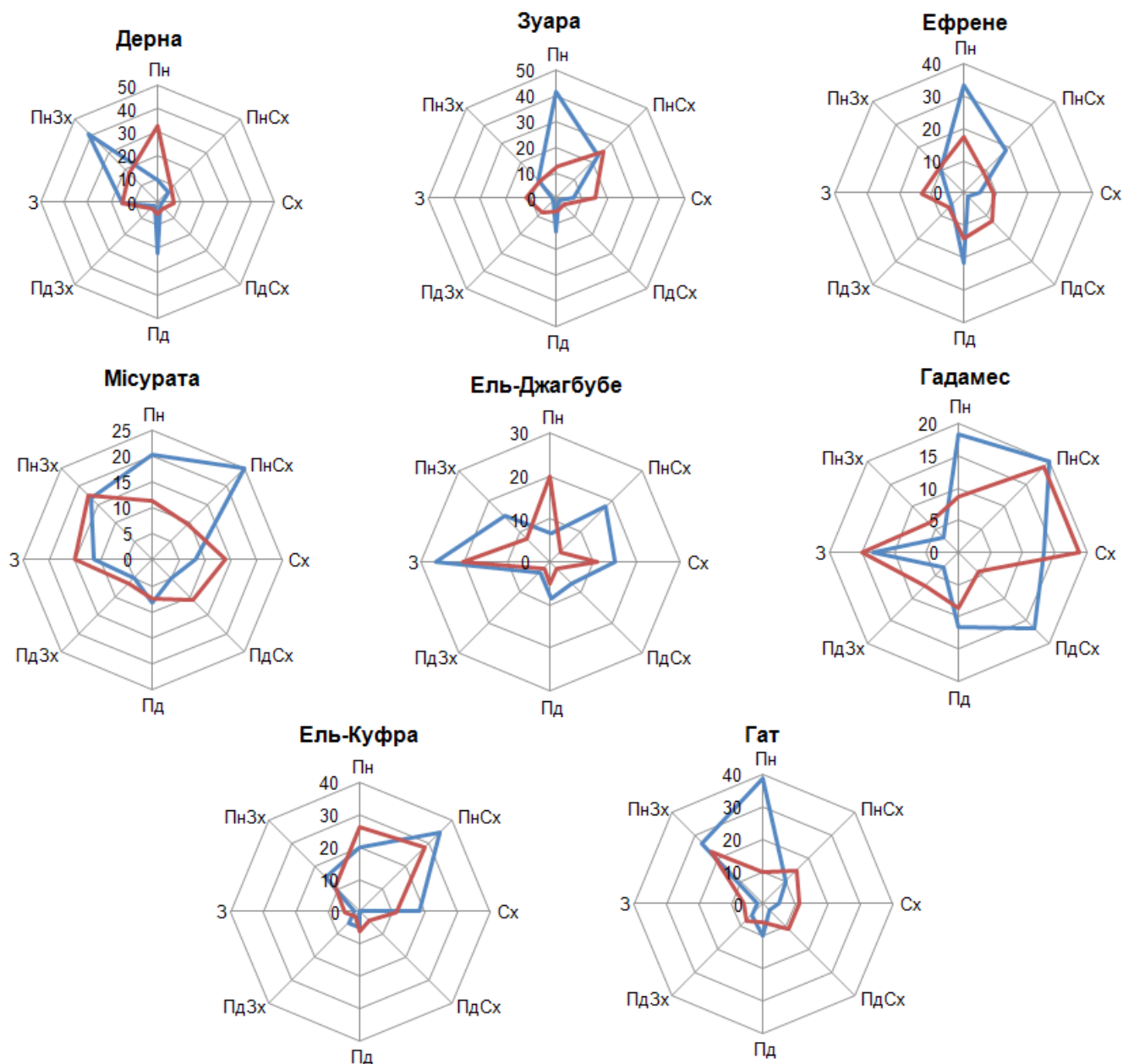


Рис. 3. Розподіл напрямків вітру за період 2015–2019 рр. на метеостанціях Лівії.
Fig. 3. Distribution of wind directions for the period from 2015–2019 at the meteorological stations in Libya.

потім за середнім значенням обчислюємо середньомісячну швидкість вітру:

$$V_{cp} = \sqrt{\overline{U}_i^2 + \overline{V}_i^2} \quad (4)$$

Аналіз розподілу середньомісячної швидкості вітру по території Лівії виявив тенденцію до збільшення швидкості приземного вітру з південного заходу на північний схід. Зони з найбільшими швидкостями розташовані над північно-східним узбережжям країни у приморській зоні Кіренаїки. (рис. 4а та 4б), а також на північно-західному узбережжі в районі Тріполітанія.

Слабкі вітри (2,2–3,5 м/с) спостерігаються протягом року у центральній частині Лівії, де розташовані безплідні і плоскі рівнини нагір'я Ахаггар і Тібесті та специфічний рельєф гамад, тобто система

ярів, що виникла через вітрову ерозію та значною мірою послаблює загальний вітрової потік.

4. Висновки

Порівняння реаналізу NCEP / NCAR та фактичних даних виявило відносно добре узгодження результатів модельних розрахунків параметрів вітру з метеорологічними спостереженнями.

З'ясовано послаблення швидкості вітру за даними реаналізу відносно фактичного приземного вітру через складність і різноманіття рельєфу навколо станцій.

Визначено, що найбільші значення швидкості приземного вітру спостерігаються в районах

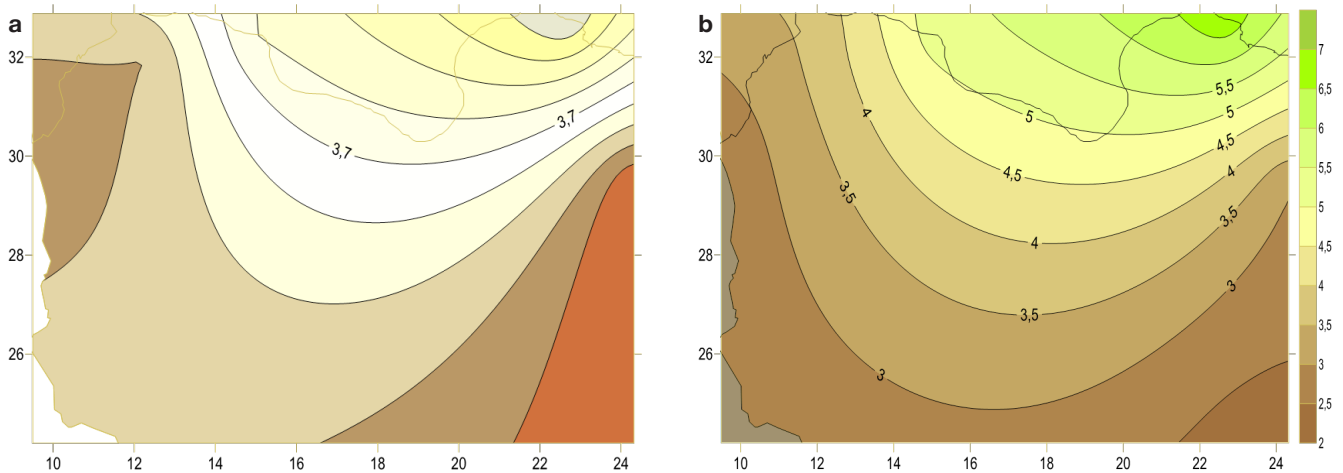



Рис. 4. Карти поля швидкості приземного вітру за реаналізом NCEP\NCAR (a) та за фактичними даними (b) 2015-2019 рр.
Fig. 4. Surface wind speed maps according to the data of NCEP/NCAR reanalysis and meteorological observations 2015-2019.

прибережних зон, особливо біля північно-східного узбережжя Лівії. За даними реаналізу NCEP / NCAR середня швидкість вітру у цьому регіоні не перевищує 4,7 м/с, але за фактичними спостереженнями досягає 6,4 м/с.

Слід зазначити, що далі передбачається порівняння отриманих авторами характеристик вітру з іншими архівами даних реаналізу (ECMWF, ERA5) для виявлення найбільш репрезентативної бази даних, яка відновлює приземний вітер на території Лівії.

ORCID iD

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

Ali Abudawah  <https://orcid.org/0000-0002-9147-4994>

Список посилань

- Ageena, I.M. (2013). *Trends and patterns in the climate of Libya 1945-2010*. Department of Geography and Planning, School of Environmental Sciences. University of Liverpool, UK. (PhD Thesis)
- Alsarraf, H., Broeke, M.V.D. (2015). MVD Using the WRF Regional Climate Model to Simulate Future Summertime Wind Speed Changes over the Arabian Peninsula. *J Climatol Weather Forecasting*, 3, 144.
- El-Tantawi, A.M.M. (2005). *Climate change in Libya and desertification of Jifara Plain*. Scholars' Press.
- Babayev, A.G., Zonn, I.S., Drozdov, N.N., Fradkin, Z.G. (1986). *Pustyni*. M.: Mysl. [Бабаев, А.Г., Зонн, И.С., Дроздов, Н.Н., Фрадкин, З.Г. (1986). *Пустыни*. М.: Мысль].
- Belyayev, K.P., Kuleshov, A.A., Smirnov, I.N. (2018). Analiz rezul'tatov modelirovaniya dinamiki okeana s primeneniym razlichnykh metodov usvoeniya dannykh nablyudeniya. *KIAM Preprint*, 37, 17. [Беляев, К.П., Кулешов, А.А., Смирнов, И.Н. (2018). Анализ результатов моделирования динамики океана с применением различных методов усвоения данных наблюдений. *Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша*, 37, 17].
- Gandin, L. S. (1963). *Ob'yektivnyy analiz meteorologicheskikh poley*. Leningrad: Gidrometeoizdat. [Гандин, Л. С. (1963).

Объективный анализ метеорологических полей. Л.: Гидрометеоиздат].

- Dr.Salah.Bashier.Mossa, (2005). *Natural Climate, Modern Academic Office, Alexandria*. (In Arabic).
- Ei' Khadri, Y.U., Khokhlov, V.M. (2017). Veryfikatsiya rezultativ regionalnykh klimatichnykh modeley stosovno rezhimu shvydkosti vitru i khmarnosti v Marokko. *Visn. ODEKU*, 22, 61–68. [Ель Хадри, Ю., Хохлов, В.М. (2017). Верификация результатов региональных климатических моделей стосовно режиму швидкості вітру і хмарності в Марокко. *Вісн. ОДЕКУ*, 22, 61–68.]
- Fallis, A. (2015). *Global Wind Statistics 2015*. Brussels: GWEC.
- 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.
- Kobysheva, N.V., Narovlyanskiy, G.Ya. (1978.) *Klimaticheskaya obrabotka meteorologicheskoy informatsii*. Leningrad: Gidrometeoizdat. [Кобышева, Н.В., Наровлянский, Г.Я. (1978). *Климатическая обработка метеорологической информации*. Л.: Гидрометеоиздат].
- Kulakov, M.Yu., Makshtas, A.P., Shutilin, S.V. (2013). Verifikatsiya dannykh reanaliza NCEP/NCAR po rezul'tatam nablyudeniya na dreifuyushchikh stantsiyakh «Severnuyu polyus». *Problemy Arktiki i Antarktiki*, 1(95). [Кулаков, М.Ю., Макштас, А.П., Шутилин, С.В. (2013). Верификация данных реанализа NCEP/NCAR по результатам наблюдений на дрейфующих станциях «Северный полюс». *Проблемы Арктики и Антарктики*, 1(95)].
- Ramon, J., Lledó, L., Torralba, V., Soret, A., Doblaz-Reyes, F.J. (2019). What global reanalysis best represents near-surface winds? *Q J R Meteorol Soc*, 145, 3236–3251.
- Serreze, M.C., Hurst, C.M. (2000). Representation of mean Arctic precipitation from NCEP-NCAR and ERA reanalyses. *J. Clim.*, 13, 182–201.
- Yeremeyev, V.N., Bukatov, A.Ye., Babiy, M.V, Bukatov, A.A. (2014). Struktura polya prizemnogo vetra nad mirovym okeanom. *Geoinformatika*, 3(51), 67–76. [Еремеев, В.Н., Букатов, А.Е., Бабий, М.В, Букатов, А.А. (2014). Структура поля приземного ветра над мировым океаном. *Геоинформатика*, 3(51), 67–76].

Man-induced transformation of the territory of Staryi Sambir raion of Lviv Region

Pavlo Telish 

Ivan Franko National University of Lviv, 41, P. Doroshenko St., Lviv, 79000, Ukraine

Abstract

Types of man-induced impact in the territory of village councils in Staryi Sambir raion have been analyzed. The most significant changes in the raion's territory have been caused by agricultural, forestry, pastoral, residential, industrial, and recreational impacts. Many types of impact are characterized by a rather clear landscape confinedness. Each of the types of impact causes different anthropic transformations in specific environmental components. Following P. Shyshchenko's methodology, the factors of man-induced transformation for the territory of village councils of the raion in question have been estimated on the basis of analysis of the structure of agriculturally used lands. Five levels of territory transformation have been outlined according to the value of the man-induced transformation factor: very slightly transformed, slightly, moderately, severely and very severely transformed. It has been clarified that the territories of village councils with moderate level of transformation stand for almost a half of the raion's area. A bit smaller is the share of very slightly transformed ones – 24.9% and slightly transformed ones – 23.1% of the territory. The territories of severely and very severely transformed village councils occupy, respectively, 1.6% and 1.5%. These are mainly the territories around the towns of Staryi Sambir, Dobromyl, and Khyriv. The overall man-induced transformation factor for the territory of Staryi Sambir raion is some 3.51.

Keywords

Man-induced impact, man-induced transformation, village councils, Staryi Sambir raion

Received: 21 April 2020 / Accepted: 30 October 2020

Антропогенна трансформація території Старосамбірського району Львівської області

Павло С. Теліш

Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. П. Дорошенка 41, м. Львів, 79000, Україна

Реферат

Проаналізовано види антропогенного впливу на територію сільських рад Старосамбірського р-ну. Найбільші зміни на території району спричинені землеробським, лісогосподарським, пасторальним, селитебним, промисловим та рекреаційним впливами. Для багатьох видів впливу характерна досить чітка ландшафтна приуроченість. Кожен із видів впливу спричинює різноманітні антропічні трансформації для окремих компонентів довкілля. За методикою П. Шищенка на основі аналізу структури земельних угідь обчислено коефіцієнти антропогенної трансформації для території сільських рад досліджуваного району. Відповідно до величини коефіцієнта антропогенної трансформації виділено п'ять рівнів трансформації території: дуже слабо трансформовані, слабо-, середньо-, сильно- і дуже сильно трансформовані. З'ясовано, що майже половину площі району займають сільські ради із середнім рівнем трансформації. Дещо меншою є частка дуже слаботрансформованих – 24,9% і слаботрансформованих – 23,1% території. Сильно- та дуже сильнотрансформовані сільські ради займають відповідно 1,6% та 1,5%. Це переважно території навколо міст Старого Самбора, Добромилля та Хирова. Загальний коефіцієнт антропогенної трансформованості для території Старосамбірського р-ну – близько 3,51.

Ключові слова

Антропогенний вплив, антропогенна трансформація, сільські ради, Старосамбірський р-н

Надійшла до редакції: 21 квітня 2020 / Прийнята: 30 жовтня 2020

1. Introduction

Staryi Sambir raion, with its rich and diverse wildlife and inorganic nature, plays an important role in the economic life of frontier areas, is of great significance for the development of economy in the mountainous part of Lviv region. Therefore, the problem of preserving environmental balance in the territory is gaining critical importance. That is all the more necessary because as the result of not always rational use of the region's resources dynamic balance has been disturbed. Suffice

it to say, in the region where forests constitute the main water level regulator in the upper part of the Dniester basin, forestation rate has reduced from 90–95% in the pre-agricultural period (Herenchuk et al., 1974) to 30–45% as of today (Telish, 2009), which fact has produced a negative impact not just on the hydrological regime, but on the overall sustainability of the territory.

Man-induced changes have disturbed all components of the ecosystems – flora and fauna, soil cover, resources of not just river waters, but ground waters as well. In many cases undesirable changes have

led to degraded landscapes and irreversible processes in them, with all the resulting negative consequences for the economy and human health.

Thus, the issue of balance restoration and ensuring normal functioning of the landscapes of the Upper Dniester Beskids is acquiring an important environmental, economic, and social sense. It is necessary to develop scientific principles of rational nature management, without any disturbing of the dynamic balance in the environment. They need to become the basis for the preservation of restorative capacity of the region's landscapes. To develop such principles it is primarily necessary to analyze the depth of man-induced transformation in the landscapes of the Upper Dniester Beskids.

Therefore, the objective of this publication is to analyze different types of man-induced impact, to determine the degree of man-induced transformation of the territory of Staryi Sambir raion for the sake of further development of the scientific basics of rational nature management in the raion's territory.

2. Materials and methods

Staryi Sambir raion is one of the three mountainous raions of Lviv region, with the area of 1,245 km². A number of studies related to man-induced impact on specific components of the landscape systems have already been conducted in its territory. The state of forests and problems of forestry have been highlighted in the publications of many authors (Herenchuk et al., 1974; Holubets et al., 2007; Telish, 2009), historical and geographical peculiarities of the development, planning forms and toponymy of rural settlements have been clarified (Telish, 2010). Some problems are covered in the publications related to the Carpathians in general (Melnyk, 1999), Lviv region (Holubets et al., 2007), or the Dniester basin (Herenchuk et al., 1974; Mukha et al., 2003), in particular.

The territory of Staryi Sambir raion is characterized by low-mountain topography, with soft contours. The territory of the raion includes the Upper Dniester Beskids – a part of the Eastern Beskids within Lviv region. In the north-east they are limited by Subcarpathia, in the south-east – by the Skole Beskids, in the south-west – by the Stryi-San Highland (Stryi-San Verkhovyna). The internal part of the Upper Dniester Beskids ends up in the Mahura Limnianska ridge, or the Rozluch ridge. The top Mahura Limnianska (1,021 m) is the highest in the raion. The average height is approximately 750 m. There prevails low-mountain topography, with cupola-shaped tops of ridges demarcating tributaries of the Dniester, Stryvihora, Stryi, and other rivers. The mountains are covered with coniferous-deciduous forests. This area, as compared to other parts of the Carpathians, is densely populated and has well-developed agriculture in place.

The region has 700–800 mm of annual precipitation, the average air temperature is 6.6–8.3°C. Fertile

brown mountain-forest soils of different capacity are widespread here. Within the area under study B. Mukha (2003) has pointed out two individual landscapes: Oriv (486 km²) and Upper Dniester (825.6 km²), within which five altitude parts are differentiated, of which the largest area is occupied by low-mountain wide interlayer hollows and stair-step and steep-slope dissected ridges (Mukha et al., 2003).

Human economic activity in the territory of Staryi Sambir raion is characterized by considerable intensity and high diversity, since that is one of the most accessible raions of the Ukrainian Carpathians. Due to a rather rich natural capacity forestry and agriculture, recreation have developed here significantly, with industry and transport construction being a bit less developed. Specific types of nature management, for instance, forestry, meadow cultivation, arable farming here act as man-induced loads causing changes in the landscapes.

The typology of anthropic impacts can be developed by multiple indicators (Shyshchenko, 1988). Of importance is their grouping by the nature of changes taking place in the landscape. First of all, it should be indicated that different types of man-induced impact are clearly confined to specific landscape components and are characterized by a certain spatial distribution. For instance, forestry is mainly related to tree vegetation, though its outcomes also affect other components of nature, in particular, soil cover or moisture regime. Therefore, a specific type of man-induced impact causes certain changes in natural systems. The key man-induced changes in the territory of Staryi Sambir raion have been placed by us in the order of reduction of the frequency of their distribution and united into seven groups.

The following types of man-induced impacts are most wide-spread in the territory of Staryi Sambir raion: agricultural, forestry, pastoral, residential, city planning, industrial, and recreational. All these types of impact are characterized by different intensity and different territorial distribution. A certain integrity of environmental problems, and, respectively, specific eco-situation is connected with each type of impact. The consequences of their effect lay an imprint on the structure of agriculturally used lands, which has developed historically in each natural territorial complex. Therefore, analysis of land use is of great importance for the understanding of the essence of man-induced changes in landscape complexes and for the development of ways to reduce their negative impact.

Agricultural impact includes mechanical, chemical (application of mineral fertilizers, pesticides), physical (use of agricultural machinery), agro-technical (rotation of crops, technologies of their development). It is manifested via contour and strip farming, slope terracing, forest plantations. Agricultural impact is one of the most long-term ones. The consequences of farming on the landscape include one-sided process

of taking away nutrients together with the harvested crops. That requires regular compensation in the form of fertilizers.

In the Upper Dniester Beskids area agricultural impact has led to considerable transformations in the landscape components. That is the part of the Skybovi Carpathians with the highest rate of ploughed lands. Over the last decades this impact has decreased a bit, since a considerable part of ploughing lands, mainly the ones that are in private ownership, have not been used by people according to their designation.

Forestry impacts on landscapes can be united into three groups: operational, preparatory and forest-caring. The greatest impact is made by clear felling during which microclimate in ground layers changes, the same as soil properties, the structure and species composition of the plant cover and fauna, the level and regimes of ground waters, runoff, etc. Forestry impacts, along with agricultural ones, have caused the largest transformations in the natural territorial complex. Forests have been used in the region with different intensity for over 200 years. Particularly substantial transformations took place after World War II, when calculated felling rate was exceeded many a time for the sake of rebuilding of the war-ruined economy.

Pastoral impact is manifested in meadow landscapes. Grazing directly affects plants (destruction of shoots and roots), soil (compaction, change in water regime), nutrient supply, seed dissemination, change in the overall phytomass and its species composition. Development of livestock breeding is accompanied by new types of impact on the landscape: water supply for pastures, their simplified improvement and reclamation.

Pastoral impact in the Upper Dniester Beskids has reduced greatly over the past years. That is related to the fact that livestock population decreased considerably when collective agricultural enterprises collapsed. Natural territorial complexes started spontaneously overgrowing with forest.

Residential impact is accompanied by cutting of positive and filling of negative relief forms, soil alluvion, violation of plant and soil cover. Slope cutting activates erosive and displacement processes, this causing the need for respective protective activities, introduction of new man-induced elements into the landscape.

City planning impact gets manifested at deeper ground water horizons and in the layers of the atmosphere higher than in rural and natural landscapes. Vertical profile of urbanized landscapes is determined by the depth of the used ground water horizon and the height of industrial emission into the atmosphere. Urban landscapes are distinguished for their microclimatic differences, greening, floristic and faunistic features.

Residential and city planning impacts in the area under study also have a long history. The first settlements in the Upper Dniester Beskids area date back to the 14th century (Telish, 2010).

Industrial impact on landscapes is mainly local,

but highly intensive. Over the last decades it has gone down a bit, which fact is connected with the general economic situation in Ukraine.

Recreational impact on natural territorial complexes gets manifested mainly in the digression of the plant cover, soil compaction due to tourist flows, during construction of recreational facilities and infrastructural elements, when actions are taken to enrich landscape scene variety of natural sites.

Diversity of the type of nature management, their technologies lead to the development of new specific functional features in modern landscapes and to the set level of their man-induced transformation. The rate of man-induced transformation of the landscapes of the Upper Dniester Beskids has been determined by us using P. Shyshchenko's methodology (1988). Each type of nature management has been assigned a man-induced transformation rank: conservation areas – 1, forests – 2, marshes and marshy lands – 3, meadows and pastures – 4, gardens – 5, ploughing lands – 6, rural areas – 7, urban areas – 8, industrial lands – 9. According to the cartographic materials and land registration data (6-ZEM form) as of 2018 (Fondovi..., 2018) the area sizes of nature management types for the territory of each village and city/town council have been estimated.

The index of man-induced transformation rate has been calculated by the following formula:

$$Iat = \sum(rq),$$

where Iat – man-induced transformation index; r – its rank; q – specific share (%) of the given type of nature management.

While determining this indicator, in order to take into account the depth of man-induced transformation, the 'share' of each type of nature management in the general transformation rate of the area was determined by an expert method. The following index figures were accepted for transformation depth: conservation areas – 1, forests – 1.05, marshes and marshy lands – 1.1, meadows and pastures – 1.15, gardens – 1.2, ploughing lands – 1.25, rural areas – 1.3, urban areas – 1.4, industrial lands – 1.5.

With due account of this, the value of man-induced transformation factor can be calculated as follows:

$$Kat = \frac{\sum(r \cdot \rho \cdot q)}{100},$$

where Kat – man-induced transformation factor; r – rank of man-induced transformation by a type of nature management; ρ – share (%) of a nature management type; q – index of landscape transformation depth.

Division by 100 was used for the sake of factor value use simplification. In this case these values will vary within the range of $0 > K_{at} > 10$ and will characterize the following regularity: the larger the size of the area of a nature management type and the higher the transformation depth index, the more transformed the territory is due to economic activity (table).

Different values of man-induced transformation

Table 1. Economic use and man-induced transformation of the territory of Staryi Sambir raion.

Village council	Total area, ha	Economic use (% of the total area)							
		ploughing land		gardens		meadows and pastures		forests and shrubs	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Bilychi	3,696.0	554.0	14.9	14.0	0.3	521.3	14.1	2,468.1	66.8
Boloziv	2,486.0	1,392.0	55.9	70.0	2.8	89.0	3.6	674.0	27.1
Borshevychi	1,419.0	935.9	65.9	60.0	4.2	192.0	13.5	59.0	4.2
Velyka Linyina	4,018.0	833.0	20.7	7.0	0.1	712.6	17.7	2,294.6	57.1
Velykosillia	4,950.0	447.0	9.0	37.0	0.7	629.0	12.7	3,651.2	73.8
Velyka Sushytsia	2,899.0	1,031.0	35.5	11.0	0.3	429.8	14.8	1,231.8	42.5
Verkhniy Luzhok	3,123.7	380.8	12.1	67.0	2.1	238.9	7.6	2,241.4	71.8
Voloshynovo	3,353.4	683.0	20.3	18.0	0.5	364.0	10.9	2,176.9	64.9
Volia	1,371.7	316.0	23.0	18.0	1.3	236.1	17.2	732.3	53.4
Holovetsko	3,955.0	521.0	13.1	23.5	0.5	903.7	22.8	2,320.0	58.7
Hroziova	2,229.0	462.0	20.7	16.0	0.7	428.0	19.2	1,272.9	57.1
Hrushatychi	3,385.4	1,837.5	54.2	73.0	2.1	567.0	16.7	551.3	16.3
Drozdovychi	1,885.4	1,055.5	55.9	42.0	2.2	233.1	12.4	271.9	14.4
Kniazhpil	3,617.1	860.0	23.7	18.0	0.5	445.0	12.3	2,106.8	58.2
Koniv	1,448.1	1,091.0	75.3	5.0	0.3	166.7	11.5	123.0	8.5
Liutovyska	4,664.5	2,080.0	44.5	71.0	1.5	928.0	19.9	1,073.4	23.0
Mizhenets	2,663.0	1,370.9	51.4	106.27	3.9	268.1	10.1	722.6	27.1
Murovane	2,264.1	793.0	35.0	38.0	1.6	429.2	19.0	828.8	36.6
Mshanets	3,571.2	555.0	15.5	16.0	0.4	1392.0	39.0	1,452.3	40.7
Nove Misto	3,984.6	2,063.0	51.7	53.0	1.3	317.9	8.0	1,044.8	26.2
Ripiana	3,004.1	647.0	21.5	23.0	0.7	751.0	25.0	1,504.9	50.1
Skelivka	2,167.0	1,294.0	59.7	29.0	1.3	327.0	15.1	341.0	15.7
Slokhyniv	2,680.8	1,350.9	50.3	15.5	0.5	352.0	13.1	741.3	27.7
Solianuvatka	2,486.2	758.8	30.5	15.0	0.6	261.0	10.5	1,349.3	54.3
Stariava	4,735.7	1,015.9	21.4	9.5	0.2	358.8	7.6	3,133.5	66.2
Strashevychi	3,130.3	1,248.2	39.8	17.9	0.5	516.9	16.5	1,194.3	38.2
Strilky	3,488.2	523.3	15.0	60.6	1.7	175.6	5.0	2,508.8	71.9
Strilbychi	3,475.1	694.0	19.9	8.0	0.2	665.6	19.2	1,867.9	53.8
Susidovychi	2,754.1	1,786.0	64.8	49.5	1.8	222.6	8.1	525.3	19.1
Terlo	4,237.0	550.1	12.9	30.0	0.7	317.0	7.5	3,166.9	74.7
Ternava	2,336.3	736.0	31.5	28.6	1.2	344.0	14.7	1,033.6.9	44.2
Tershiv	3,280.0	327.0	9.9	22.2	0.6	353.9	10.8	2275.1	69.4
Tysovytsia	1,419.3	318.0	22.4	13.0	0.9	91.0	6.4	932.8	65.7
Topilnytsia	3,969.9	706.0	17.7	21.0	0.5	411.4	10.4	2,721.8	68.6
Torchynovychi	2,427.0	1,059.3	43.6	78.0	3.2	556.0	22.9	352.0	14.5
Trushevychi	2,141.1	1,281.6	59.8	40.0	1.8	483.0	22.6	91.0	4.3
Turye	4,561.1	647.0	14.1	17.0	0.3	768.8	16.9	2,958.3	64.9
Chapli	2,464.0	1,271.0	51.5	35.0	1.4	637.4	25.9	317.7	12.9
Yasenytsia Zamkova	2,821.0	554.0	19.6	31.0	1.1	344.6	12.2	1,657.4	58.8
urban village of Nyzhankovychi	439.0	205.0	46.7	14.0	3.1	44.0	10.0	11.0	2.5
urban village of Stara Sil	3,166.4	1,232.7	38.9	106.0	3.3	391.9	12.4	1,210.4	38.2
town of Dobromyl	1,182.2	520.5	44.0	32.3	2.7	139.0	11.8	143.0	12.1
town of Khyriv	343.00	71.0	20.7	12.0	3.5	–	–	7.0	2.0
town of Staryi Sambir	824.00	400.0	48.5	20.3	2.4	87.0	10.6	14.0	1.7
Total	124,517.0	38,459.3	30.9	1,492.2	19.8	18,090.9	14.5	56,321.8	45.2

Table 1. Continued.

Village council	Total area, ha	Economic use (% of the total area)						Kat
		waters, marshes		residential development		industrial development		
		ha	%	ha	%	ha	%	
Bilychi	3,696.0	20.5	0.6	7.9	0.2	–	–	2.82
Boloziv	2,486.0	45.4	1.8	25.0	1.0	1.6	0.1	5.25
Borshevychi	1,419.0	37.0	2.6	5.0	0.4	–	–	6.02
Velyka Linyina	4,018.0	22.4	0.6	12.0	0.3	–	–	4.64
Velykosillia	4,950.0	18.7	0.4	48.0	1.0	1.5	–	3.52
Velyka Sushytsia	2,899.0	45.4	1.6	6.0	0.2	–	–	4.22
Verkhniy Luzhok	3,123.7	94.6	3.0	11.0	0.4	1.0	–	2.97
Voloshynovo	3,353.4	14.4	0.4	9.0	0.3	–	–	3.76
Volia	1,371.7	8.6	0.6	4.0	0.3	–	–	2.56
Holovetsko	3,955.0	49.4	1.2	4.0	0.1	2.0	0.1	3.48
Hroziova	2,229.0	10.6	0.5	3.0	0.1	–	–	4.09
Hrushatychi	3,385.4	168.2	5.0	20.0	0.6	–	–	5.52
Drozdovychi	1,885.4	159.0	8.4	9.0	0.5	3.0	0.2	5.52
Kniazhpil	3,617.1	27.0	0.7	7.0	0.2	2.6	–	3.75
Koniv	1,448.1	8.0	0.6	6.0	0.4	–	–	6.43
Liutovyska	4,664.5	254.6	5.5	15.0	0.3	–	–	5.04
Mizhenets	2,663.0	54.6	2.1	10.0	0.4	0.5	–	5.22
Murovane	2,264.1	34.7	1.5	6.0	0.3	1.4	0.1	4.34
Mshanets	3,571.2	27.9	0.8	4.0	0.1	1.8	0.1	3.96
Nove Misto	3,984.6	106.7	2.7	48.0	1.2	–	–	4.78
Ripiana	3,004.1	34.7	1.2	6.0	0.2	–	–	4.12
Skelivka	2,167.0	29.0	1.3	25.0	1.2	–	–	5.57
Slokhyniv	2,680.8	28.0	1.0	10.0	0.4	15.6	0.6	5.64
Solianuvatka	2,486.2	19.3	0.8	8.0	0.3	2.0	0.1	5.22
Stariava	4,735.7	33.4	0.7	20.3	0.4	4.0	0.1	3.53
Strashevychi	3,130.3	15.7	0.5	11.1	0.4	21.7	0.7	4.96
Strilky	3,488.2	51.3	1.5	20.0	0.6	7.2	0.2	2.08
Strilbychi	3,475.1	37.9	1.1	5.0	0.1	24.5	0.7	2.79
Susidovychi	2,754.1	25.1	0.9	10.0	0.4	9.8	0.4	5.29
Terlo	4,237.0	40.3	1.0	6.0	0.1	0.6	0.0	3.41
Ternava	2,336.3	31.4	1.3	8.0	0.3	6.0	0.3	3.77
Tershiv	3,280.0	86.7	2.6	6.0	0.2	1.0	0.0	2.83
Tysovytsia	1,419.3	3.8	0.3	4.0	0.3	–	–	3.80
Topilnytsia	3,969.9	36.5	0.9	11.0	0.3	–	–	2.92
Torchynovychi	2,427.0	127.0	5.2	6.0	0.2	29.2	1.2	6.12
Trushevychi	2,141.1	55.0	2.6	4.0	0.2	20.0	0.9	4.76
Turye	4,561.1	35.9	0.8	20.0	0.4	–	–	3.23
Chapli	2,464.0	33.3	1.4	14.0	0.6	4.7	0.2	5.09
Yasenytsia Zamkova	2,821.0	22.5	0.8	10.8	0.4	4.5	0.2	3.89
urban village of Nyzhankovychi	439.0	9.00	2.1	15.0	3.4	1.6	0.4	5.44
urban village of Stara Sil	3,166.4	118.2	3.7	8.0	0.3	1.0	0.0	4.46
town of Dobromyl	1,182.2	23.0	1.9	23.6	2.0	22.1	1.9	5.12
town of Khyriv	343.00	25.0	7.3	9.0	2.6	19.5	5.7	6.13
town of Staryi Sambir	824.00	65.0	7.9	25.6	3.1	31.7	3.8	6.47
Total	124,517.0	2,194.7	1.8	546.3	0.4	242.1	0.2	3.51

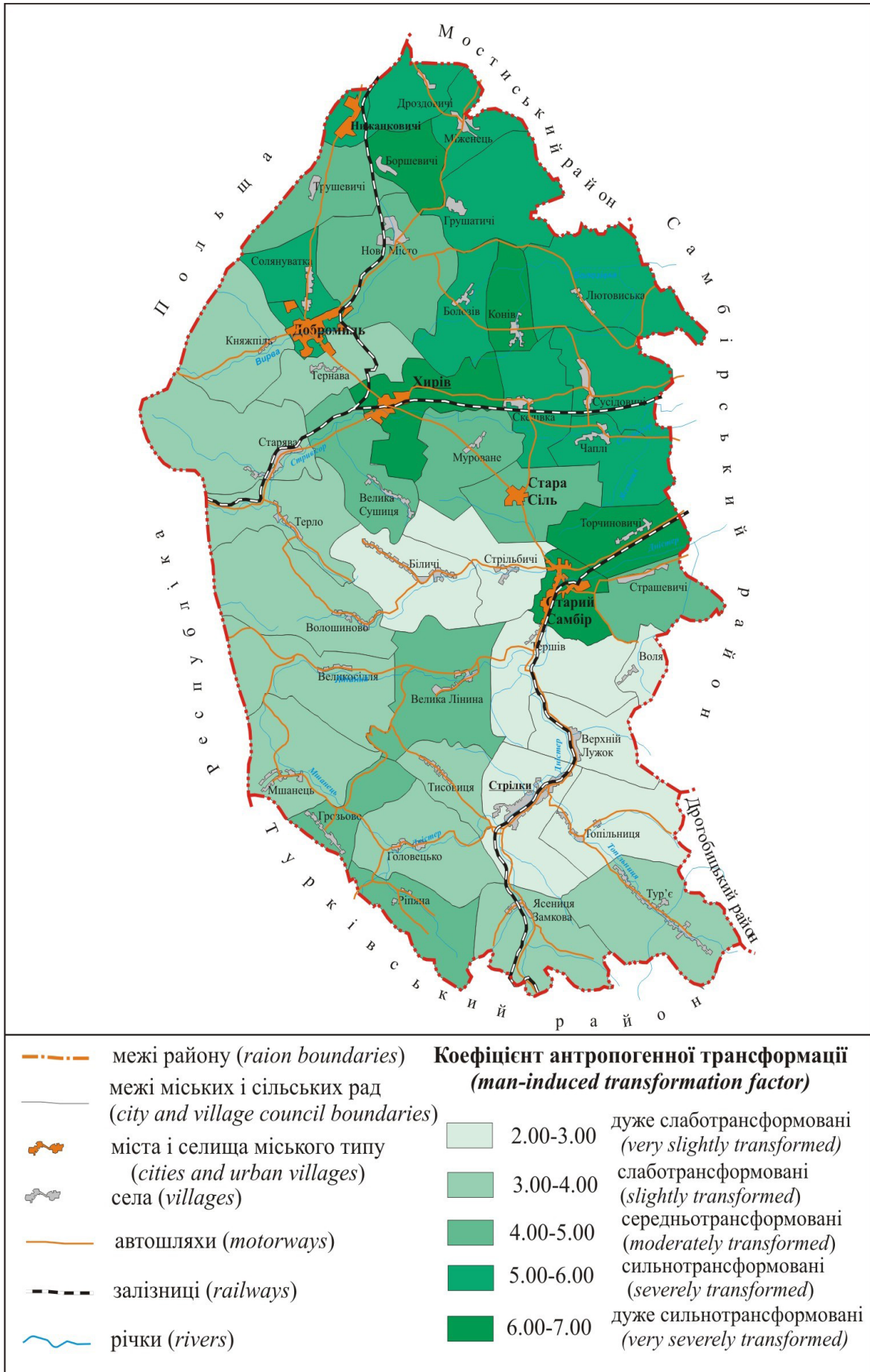


Fig. 1. Man-induced transformation of the territory of Staryi Sambir raion.

factor for the landscapes of the raion's territory have enabled to develop a five-point scale of landscape transformation rate: 2.00–3.00 – *very slightly transformed*, 3.01–4.00 – *slightly transformed*, 4.01–5.00 – *moderately transformed*, 5.01–6.00 – *severely transformed*, 6.01–7.00 – *very severely transformed*.

The determined K_{at} have been calculated for the sake of developing the most efficient structure of nature management. They can be considered as standard regional factors. They rather clearly reflect economic development of the territories and determine what impact prevails in the transformation of the landscape systems. K_{at} are used as a quantitative measure of the differences in natural differentiation and substantiation of regional planning schemes for regional designing. They will serve as the basis for further development of recommendations on reduction of the negative impact of man-caused transformation on the region's landscapes. Besides that, they can be used in the work of state authorities and local self-government bodies in the development of the system of activities aimed at making the structure of agriculturally used lands in Staryi Sambir raion more effective.

A characteristic and most wide-spread consequence of man-induced transformations of landscapes in the Upper Dniester Beskids is transformation of original plant cover and development of derivative forest stands and secondary meadow phytocenoses on large areas. Forestry could not but affect the soil cover, water regime, etc. Due to this, the percentage of forests and meadows in landscape units should be considered as important indicators of their man-induced transformation. Woodiness rates in the region are the highest in the territory of Bilychi, Tershiv, Velykosillia, Terlo, Verkhnyi Luzhok, Stariava village councils.

Particularly rapid woodiness decrease took place in the Beskids after World War II, that being caused by excessive felling. That led to catastrophic windfalls, this immediately resulting in floods. The negative consequences of over-felling of the post-war period and growing of mono-dominant spruce forests in their place are still felt today and get manifested as regular windfalls, floods.

Considerable man-induced changes with negative environmental consequences in the territory of Staryi Sambir raion are related to man-caused ploughing load. The highest ploughing rate (some 40%) is characteristic of the suburbs of Staryi Sambir, Dobromyl, Khyriv, urban villages of Stara Sil and Nyzhankovychi. It should be indicated that it is complicated to analyze current ploughing loads due to the fact that a considerable part of lands recorded in the land surveying materials as ploughing lands have not been ploughed over the past years.

Within the structure of agriculturally used lands in Staryi Sambir raion the lowest is the share of developed territories occupied by inhabited settlements, roads, and other lands. However, territories with these types of land management are characterized by the highest

man-induced transformation. It is important to bear in mind a certain conditionality of the development indicator, since the territories of inhabited settlements also include considerable areas of garden plots, where people do farming, horticulture, and meadow cultivation.

By the volume of construction development the territories of three towns of the raion noticeably stand out among others. It should be noted that the regime and intensity of man-induced impacts on landscapes depend considerably on the seasonal characteristics of a natural territorial complex. For instance, grazing or hay making in meadow natural territorial complexes take place only in the warm period of the year, and the most intensive impact of ploughing, in particular, tillage, harvesting, etc. are also confined to specific, relatively short-term periods.

The prevailing type of land management in combination with natural characteristics of landscape complexes acts as the basic factor in the development of landscape and environmental situation that can be made considerably more complicated as the result of man-induced geochemical pollution of the natural territorial complex. Different combinations of territorial distribution and the scale of manifestation of forestry, meadow, agricultural, residential and other man-induced loads cause different changes in the natural territorial complexes, stipulate their general man-induced transformation rate.

In general, the consequences of specific man-induced impacts on landscape complexes manifest themselves in the development of relatively sustainable perennial man-induced conditions of the natural territorial complex. Each of these impacts is characterized by a certain value of impact and scope of territorial distribution. That, in total, creates preconditions for the development of a specific eco-situation in landscape complexes. Due to this, synthetic assessment of landscape units, which in this case is expressed as K_{at} , constitutes a logical completion of the analysis of man-induced loads.

Assessing the degree of man-induced transformation of the landscapes of the Upper Dniester Beskids, it can be pointed out in general that it is the highest at the foothills of the landscape systems of Staryi Sambir, Dobromyl, and Khyriv, and makes up 5.00–6.50 (Fig. 1). For most natural territorial complexes of the village councils of both landscapes Kar varies within the range of 3.00–4.00. The lowest values of man-induced transformation in the area can be traced in the natural territorial complexes with the highest altitude.

3. Discussion and conclusions

The most wide-spread types of man-caused impact in the landscapes of the Upper Dniester Beskids are forestry, pastoral, and residential ones. In the cities these are city planning and industrial impacts. Recreational impact is most frequently observed near the objects of

historical and cultural as well as nature conservation stock. Each of these impacts causes different man-induced transformations not just of specific landscape components, but changes the overall landscapes. All types of impact are characterized by clearly confinedness of the landscape, and therefore, further detailed studies at lower levels of natural territorial complexes are necessary.

Almost half of the area (some 49.6%) of the raion is occupied by moderately transformed landscapes. The share of very slightly transformed – (24.9%) and slightly transformed (23.1%) landscapes is a bit smaller here. Severely transformed and very severely transformed landscapes take 1.6% and 1.5%, respectively. These are mainly natural territorial complexes around the towns of Staryi Sambir, Dobromyl, Khyriv. The overall man-induced transformation factor for Oriv and Upper Dniester landscapes is almost the same – some 3.51.

Thus, moderately transformed landscapes prevail within Staryi Sambir raion of Lviv region. Therefore, a number of activities need to be taken in order to reduce the negative impact of anthropic activity on the territory under research. The calculated man-induced transformation factors can be used to determine the most effective nature management structure in the region.

ORCID iD

Pavlo Telish  <https://orcid.org/0000-0002-2319-0367>

References

- Fondovi materialy upravlinnia zemelnykh resursiv Starosambirskoyi RDA. Forma 6-ZEM stanom na 1 sichnia 2018. [Archival materials of the administration of land resources of Staryi Sambir Raion State Administration. Form 6-ZEM as of January 1, 2018]. (in Ukrainian). [Фондові матеріали управління земельних ресурсів Старосамбірської РДА. Форма 6-ЗЕМ станом на 1 січня 2018 р.].
- Herenchuk, K.I., Stoyko, S.M. (1974). Vidtvorennia ekolohichnoyi rinvnavaHy baseynu Dnistra i ratsionalne vykorystannia yoho pryrodnykh resursiv [Restoration of environmental balance of the Dniester basin and rational use of its natural resources]. *Bulletin of the Academy of Sciences of the USSR*, 81–87 (in Ukrainian). [Геренчук, К.І., Стойко, С.М. (1974). Відтворення екологічної рівноваги басейну Дністра і раціональне використання його природних ресурсів. *Вісник АН СРСР*, 81–87].
- Holubets, M.A., Hnativ, P.S., Kozlovskiy, M.P. (2007). *Kontseptualni zasady staloho rozvytku hirskoho rehionu* [Conceptual principles of sustainable development of a mountain region]. Lviv: Polli (in Ukrainian). [Голубець М.А., Гнатів П.С., Козловський М.П. (2007). *Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону*. Львів: Поллі].
- Melnyk, A.V. (1999). *Ukrayinski Karpaty: ekoloho-landshaftoznavche doslidzhennia* [The Ukrainian Carpathians: environmental and landscape study]. Lviv: LNU Publishing House (in Ukrainian). [Мельник, А.В. (1999). *Українські Карпати: еколого-ландшафтознавче дослідження*. Львів: Видавництво ЛНУ].
- Mukha, B., Zakharko, E., Yamelynets, T. (2003). Landshaftna karta verkhivja basejnu riky Dnister u mezhakh Lvivskoyi oblasti masshtabu 1:400 000 [The landscape map of the upper Dniester river basin within Lviv region at the scale of 1:400 000]. *Bulletin of Lviv University. Series Geography*, 29, 71–77 (in Ukrainian). [Муха, Б. Захарко, Е., Ямелинець, Т. (2003). Ландшафтна карта верхів'я басейну Дністра в межах Львівської області масштабу 1:400 000. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.*, 29, 71–77].
- Shyshchenko, P.H. (1988). *Prikladnaya fizichieskaya geografiya* [Applied physical geography]. K.: Vyshcha shkola (in Russian). [Шищенко, П.Г., (1988). *Прикладная физическая география*. К.: Вища школа].
- Telish, P.S. (2009). Antropohenna transformatsiya v lisakh Verkhniodnistrovskykh Beskydiv i shliakhy yiyi optymizatsiyi [Man-induced transformation in the forests of the Upper Dniester Beskids and ways to optimize it]. *Bulletin of Lviv University. Series Geography*, 37, 187–199 (in Ukrainian). [Теліш, П.С. (2009). Антропогенна трансформація в лісах Верхньодністровських Бескидів і шляхи її оптимізації. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.*, 37, 187–199].
- Telish, P.S. (2010). Istoryko-geohrafichni osoblyvosti rozvytku ta toponimika silskykh poselen u Verkhniodnistrovskykh Beskydakh [Historical and geographical peculiarities of the development and toponymy of rural settlements in the Upper Dniester Beskids]. *Bulletin of Lviv University. Series Geography*, 38, 332–340. (in Ukrainian). [Теліш, П.С. (2010). Історико-географічні особливості розвитку та топоніміка сільських поселень у Верхньодністровських Бескидах. *Вісник Львівського університету. Сер. географ.*, 38, 332–340].

Вплив антропогенних чинників на якість води в басейні річки Південний Буг

Марина Г. Шулякова , Валерій П. Михайленко 

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

Реферат

Проведено дослідження антропогенного впливу на якість води в басейні р. Південний Буг, що забезпечує водою близько 8% населення України. Оцінено якість поверхневих вод на основі індексу забрудненості води (ІЗВ) та виявлено потенційні еколого-небезпечні водні тіла в межах Хмельницької, Вінницької, Миколаївської, Кіровоградської областей. Наведені картографічні дані, що репрезентують якість води в межах вибраних ділянок басейну. Визначено кратність перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) амоній-, сульфат-, хлорид-іонів і занижені показники розчиненого кисню та БСК₅ на 15 пунктах спостереження річкового басейну. Сформовано перелік підприємств, діяльність яких найбільше впливає на погіршення якості води в басейні та висвітлені основні джерела забруднення води за галузями господарства.

Досліджено господарську освоєність басейну. Під впливом антропогенної діяльності протягом останніх десятиліть відбувається постійна деградація водних ресурсів басейну. Для вивчення причин та джерел походження тиску на водні ресурси застосовували цілісний підхід DPSIR (Driving forces – Pressures – State – Impacts – Responses; українською: “Рушійна сила – Тиск – Стан – Вплив – Реагування”).

Показано, що основними факторами негативного впливу на басейн річки Південний Буг є незадовільна робота очисних споруд комунальних підприємств, інтенсифікація сільськогосподарської та промислової діяльності, а також недосконале управління якістю поверхневих вод зацікавленими сторонами. Рекомендації щодо покращення стану управління водним басейном базуються на Водній Рамковій Директиві 2000/60/ЕС, передбачають раціоналізацію водокористування та управління дифузними джерелами забруднення на найнижчому відповідному адміністративному рівні. Запропоновано заходи оптимізації управління водними ресурсами басейну річки Південний Буг, які сприятимуть досягненню завдань, поставлених Ціллю 6 Національної стратегії сталого розвитку ЦСР-2030.

Ключові слова

Індекс забруднення води, гідрохімічні показники, неочищені скиди, еколого-небезпечні підприємства, підхід DPSIR

Надійшла до редакції: 20 жовтня 2020 / Прийнята: 10 листопада 2020

The Influence of anthropogenic factors on water quality in the Southern Bug River basin

Maryna G. Shuliakova, Valeriy P. Mykhaylenko

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

Abstract

The study depicts an anthropogenic impact on water quality in the Southern Bug river basin that provides water to about 8% of the population of Ukraine. The potential ecologically dangerous water bodies were identified for Khmelnytsky, Vinnytsia, Mykolayiv and Kirovograd regions. The cartographic data indicated water quality within the selected basin segments is presented. The quality of surface waters was assessed based on the water pollution index (IP). The multiplicity of Maximum Permissible Levels (MPL) for ammonium, sulphate and chloride ions together with the Biochemical Oxygen Demand (BOD₅) in water samples taken in observation points were determined. The preconditions of the pollution problems and their scales were indicated. The list of enterprises whose activities have the greatest impact on the deterioration of water quality, the type of industries and the main water pollution sources are also highlighted.

The economic mastering of the river basin is investigated. The basin has been inclined by anthropogenic impact within the last decades, leading to continuous water resource degradation. The holistic Driver-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) approach was applied to investigate the main causes and origins of anthropogenic pressures aiming at optimizing the measures of sustainable water resources management. The major driving forces that affect the Southern Bug river basin are non-safety industrial enterprises, intensive agriculture, and insufficient water resources management. The main pressures on water resources provided the unclean agricultural drains driving to water quality degradation. The recommended responses are based on the Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC and sum up to rationalization of water resources, an appropriate land use, municipal waste management and especially agriculture effluents. The proposed measures to optimize the water resources management in the Southern Bug River Basin may contribute to meet the objectives set by Goal 6 “Clean Water and Sanitation” of the National Strategy for Sustainable Development Goals SDG-2030.

Keywords

Water pollution index, hydrochemical indicators, non-safety enterprises, unclean drain, DPSIR Approach

Received: 20 October 2020 / Accepted: 10 November 2020

1. Вступ

В епоху інтенсивного техногенезу, нерозважливого втручання людини в усі природні процеси погіршується стан всіх складових доквілля, зокрема, найбільших змін зазнають водні ресурси.

Для України, як традиційно аграрно-індустріальної країни, процеси збереження та охорони водних об'єктів особливо важливі, враховуючи недостатню забезпеченість водними ресурсами та погіршення кліматичних умов. Актуальним стає питання катастрофічного забруднення поверхневих вод, зміна стану водних ресурсів під впливом господарської діяльності. У зв'язку з антропогенним навантаженням близько 70% поверхневих вод і значна частка запасів ґрунтових вод в Україні втратили своє значення як джерело питного водопостачання (Tsili staloho rozvytku: Ukraina, 2017). Вже декілька років поспіль ця проблема стосується вод Південного Бугу – найбільшої річки, басейн якої знаходиться повністю в межах України. Актуальність дослідження обумовлена погіршенням якості води у Південному Бузі, що потребує удосконалення системи управління водними ресурсами і є основним завданням на шляху досягнення ЦСР 6 – Чиста вода та належні санітарні умови, завдання 6.4. Підвищити ефективність водокористування (Tsili staloho rozvytku: Ukraina, 2017).

В межах басейну спостерігається нераціональне та еколого-небезпечне водовикористання та водоспоживання, підсилюється забруднення води, і, натомість, зменшується водність річки.

Про проблеми використання водних ресурсів та їх сучасний стан писали зарубіжні та вітчизняні вчені: особливості водних ресурсів України неодноразово досліджував (Vyshnevskiy, 2000), про якість річкових вод Південного Бугу та їх ефективне управління писали (Khilchevskiy, 2009; Afanasiev, 2012, 2014; Hrebin, 2017), водоносність річок та потенційні водні ресурси басейнів України вивчав (Obodovskiy, 2019).

Дослідники все більше усвідомлюють, що безпека водних ресурсів вимагає аналізу проблеми з мультидисциплінарної точки зору, яка включає питання управління, економіки, соціальних чинників та потреб у водокористуванні (Wuijts, 2018). В ЄС цей підхід відомий під назвою DPSIR. Його широко застосовують у Водній Рамковій Директиві ЄС для вироблення практики управління екосистемами різної природи на засадах сталого розвитку. Зокрема, спеціалізована установа ЄС у сфері охорони довкілля Environmental European Agency використовує підхід DPSIR як стандарт підготування звітності для моніторингу вирішення проблем еколого-економічної взаємодії (EEA, 2016). Цей підхід також застосували для вироблення практики інтегрованого управління водними

екосистемами (Caeiro, 2004; Song, 2012; Kagalou, 2012; Mattas, 2014).

Метою роботи було дослідження впливу господарської діяльності на якість водних ресурсів окремих ділянок басейну Південного Бугу.

Об'єкт дослідження – поверхневі води басейну річки Південний Буг. Предмет дослідження – зміна якості поверхневих вод в басейні р. Південний Буг внаслідок антропогенного впливу.

2. Матеріали та методи

Басейн Південного Бугу характеризується високим рівнем антропогенного навантаження. Антропогенний тиск на водні ресурси та якісний стан вод вивчено на основі даних:

- Open Street Map (Open Street Map contributors, 2018). Використано набір даних (векторних і растрових), включаючи населені пункти, сільськогосподарські зони, промислові зони, лісовий та трав'янистий покрив;
- Державного водного кадастру за розділом «Водокористування» (Derzhavnyi vodnyi kadastr, 2018);
- Державного моніторингу поверхневих вод (Derzhavnyi monitoringh, 2018);
- Багаторічних досліджень науковців (Khilchevskiy, 2009, 2015; Afanasiev, 2012, 2014; Hrebin, 2017; Obodovskiy, 2019).

Оцінювання якості поверхневих вод проводили на основі індексу забруднення води (ІЗВ). Це дає змогу виконати порівняння якості вод різних водних масивів між собою незалежно від наявності несхожих забруднювальних речовин.

ІЗВ розраховували за формулою (Khilchevskiy, 2015):

$$I_{\text{ЗВ}} = \sum \frac{C}{\text{ГДК}} / n$$

де ГДК – гранично допустима концентрація (значення) показника; С – фактична концентрація (значення) показника; n – кількість показників.

Розрахунок ІЗВ проводили по семи показниках: БСК5, розчинений кисень, сульфат-, хлорид-, амоній-, нітрат- та нітрит-іони. Вихідними даними слугували гідрохімічні показники річкових вод за 2018 рік (Derzhavnyi monitoringh, 2018). Середнє арифметичне значення кожного з показників за рік порівнювали з відповідними значеннями ГДК СанПін 2.2.4-171-10 (Pro zatverdzhennia Derzhavnykh sanitarnykh norm, 2011). Для обчислення значень розчиненого кисню при розрахунках ІЗВ брали співвідношення норматив/реальна концентрація (Khilchevskiy, 2015). За величиною ІЗВ визначили клас якості вод (табл. 1).

ІЗВ розраховували для 15 пунктів спостереження. Водні масиви для дослідження обирали в межах джерел питного водопостачання на основі проведеного моніторингу скарг населення на якість води в соціальних мережах, ЗМІ та звернень

Таблиця 1. Критерії оцінки якості поверхневих вод за ІЗВ (без урахування водності) (за Snizhko, 2001)**Table 1.** Criteria for assessing the quality of surface water by water pollution index (excluding water content) (Snizhko, 2001)

Клас якості вод	Текстовий опис	Величина ІЗВ
I	Дуже чиста	< 0,3
II	Чиста	> 0,3–1
III	Помірно забруднена	> 1–2,5
IV	Забруднена	> 2,5–4
V	Брудна	> 4–6
VI	Дуже брудна	> 6–10
VII	Надзвичайно брудна	> 10

до Обласних екологічних інспекцій щодо стану забруднення води (Derzhavnyi monitorynh, 2018).

Кратність перевищення ГДК (2) вибраних показників визначали в усіх пунктах спостереження басейну, оскільки ІЗВ не показує перевищення конкретного показника:

$$K_i = \frac{C_i}{C_{ГДК}}, \quad (2)$$

де K_i – кратність перевищення ГДК по i -му показнику; C_i – концентрація i -го показника у воді водного об'єкта, мг/дм³; $C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація i -го показника, мг/дм³.

Отримані дані щодо якості води за ІЗВ та ГДК, порівнювали з результатами дослідження Афанасьєва С.О. (Afanasyev, 2012). В даному дослідженні використана система «Класифікація якості ріки та біорізноманіття», що повністю узгоджується з вимогами ВРД ЄС-2000/60/ЄС.

Дані щодо господарського освоєння басейну р. Південний Буг та якості води, були оброблені за допомогою програм QGIS та MapInfo. Басейн річки створювали на основі даних HydroSHEDS (Lehner, 2008). Набір даних (векторних і растрових), включаючи річкові мережі, межі вододілу та суббасейни використовували із роздільною здатністю 90 м.

Визначення причинно-наслідкових зв'язків між якісним станом водних ресурсів та господарською

діяльністю (екологічним і соціально-економічними системами) проводили із застосуванням концептуальної системи DPSIR, яка є одним із широковживаних методологічних підходів, рекомендованих ВРД (Zahvoyska, 2016).

Екологічні показники моделі DPSIR (табл. 2) мають відповідний зв'язок із даними моніторингових спостережень. Так, показники (БСК₅) та концентрація амонійного азоту в річковій воді корелюють із (S), мають зв'язок з показниками «Забруднені стічні води» (P та D), «Біогенні речовини в прісній воді» (S), «Якість питної води» (S) (Ekolohichni pokaznyky, 2017).

3. Результати

На основі проведених розрахунків ІЗВ, виявлено, що в дев'ятох створах вода відноситься до II класу якості (чиста), в чотирьох пунктах до III класу (помірно брудна). В створі с. Копистин (Хмельницька обл.) якість води віднесена до VI класу (дуже брудна), а в пункті смт. Меджибіж до V класу (брудна) (рис. 1).

Для вод другого класу якості характерні певні зміни досліджених параметрів порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги водної системи.

До третього класу якості відносяться води, які знаходяться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем. Такі ділянки виявлено в межах Миколаївської обл. (пункти спостереження на р. Інгул та в межах м. Миколаїв).

Води IV-VII класів – це води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес (Khilchevskiy, 2015). В даному випадку – це ділянка від м. Хмельницького до Вінницької обл.

Було визначено кратність перевищення ГДК (середнього значення за 2018 рік): амоній- та сульфат- іонів, БСК₅ та кисню у воді. Підвищений вміст сульфатів, хлорид-іонів зафіксовано в межах

Таблиця 2. Основна класифікація підходу DPSIR (за даними EEA, 2016)**Table 2.** A generic DPSIR framework (based on EEA, 2016)

Літера	Англомовне значення	Українське значення	Зміст
D	Driving forces	Рушійні сили	природні та антропогенні чинники (соціальні, економічні, політичні), що впливають або потенційно можуть вплинути на довкілля та стан здоров'я населення, їхня синергія.
P	Pressure	Навантаження на природу (тиск)	пряме антропогенне навантаження на довкілля, що здійснюється через викиди та скиди забруднюючих речовин, використання природних ресурсів
S	State	Сучасний стан	відносяться до поточного стану та тенденцій змін навколишнього середовища, що включають також параметри якості основних складових довкілля
I	Impact	Вплив (Наслідки)	наслідки зміни довкілля для здоров'я населення, наслідки для природи та біорізноманіття.
R	Responces	Протидія або відповідь (реагування)	конкретні дії, спрямовані на вирішення екологічних проблем



Рис. 1. Якість вод на окремих ділянках басейну р.Південний Буг, 2018 (за даними Derzhavnyi monitorynh poverkhnevnykh vod, 2018).
Fig. 1. Water quality in some parts of the Southern Bug river basin, 2018 (based on Derzhavnyi monitorynh poverkhnevnykh vod, 2018).

Миколаївської та Кіровоградської обл. (рис. 2).

Перевищення ГДК амоній-іонів та значень БСК₅, фіксувалося у різний час майже в усіх створах спостереження. Параметр БСК₅ описує витрати розчиненого кисню на споживання водними організмами, на аеробне розкладання органічних речовин та на створення біомаси фітопланктону. Підсилення росту фітопланктону спостерігається за рахунок надходження в водну систему поживних азот- і фосфор-містких речовин, що в свою чергу збільшує утворення фенолів, продуктів їхньої життєдіяльності. Феноли є вкрай небажаними сполуками в технологіях підготовки води для питного споживання, оскільки вони не розраховані на видалення фенолів перед стадією знезараження. В процесі хлорування утворюються хлорфеноли – токсичні сполуки з неприємним запахом, що порушує безпечність та якість питної води за органолептичними, фізико-хімічними та санітарно-токсикологічними показниками (DSanPiN 2.2.4-171-10, Annex 2, 2010).

Наявність великої кількості органічних речовин може привести до зниження прозорості річкової води та зменшення біорізноманіття водних видів. Надмірний вміст іонів амонію значною мірою сприяє втраті розчиненого у воді кисню, який витрачається на формування нітрит-нітратного забруднення водойм (Екологічні показники, 2017).

Найбільша кратність перевищення ГДК амоній-іонів та БСК₅ спостерігалась здебільшого у створах питних водозаборів міст Хмельник, Калинівка,

Вінниця та в створах, що знаходяться далі за течією найбільших міст (рис. 3, 4).

Дослідження якості води за ІЗВ та ГДК відповідають результатам оцінки, яка проводилась за вимогами ВРД ЄС-2000/60/ЄС (за Afanasiev, 2012). Використана система «Класифікація якості ріки та біорізноманіття», або в англійській версії River Quality and Biodiversity Assessment – RQBA базується на порівнянні даних щодо цільового або референційного (тобто такого, що відповідає стану непорушеного водного об’єкту) та сучасного стану середовища за станом біоти, деяких гідрохімічних характеристик та основних біотопів в межах виділених водних масивів. Виділено п’ять класів статусу водних масивів: 1 – відмінний, 2 – добрий, 3 – задовільний, 4 – поганий, 5 – дуже поганий. До Ладижинського водосховища тільки одна ділянка обстеження мала добрий екологічний статус, при цьому шість із виділених водних масивів мали статус від задовільного до дуже поганого. Найгірший екологічний статус за RQBA визначено від м. Хмельницький вниз за течією (дані співпадають з результатами оцінки якості води за ІЗВ – рис. 1). Крім того, фактично на всій протяжності річки вміст загального фосфору у воді знаходився в межах найгіршого п’ятого класу. Виключення склали тільки верхів’я Південного Бугу та Ладижинське водосховище, де, внаслідок активізації продукційно-деструкційних процесів за рахунок скиду підігрітих вод, надлишок фосфору використовується досить розвиненими,

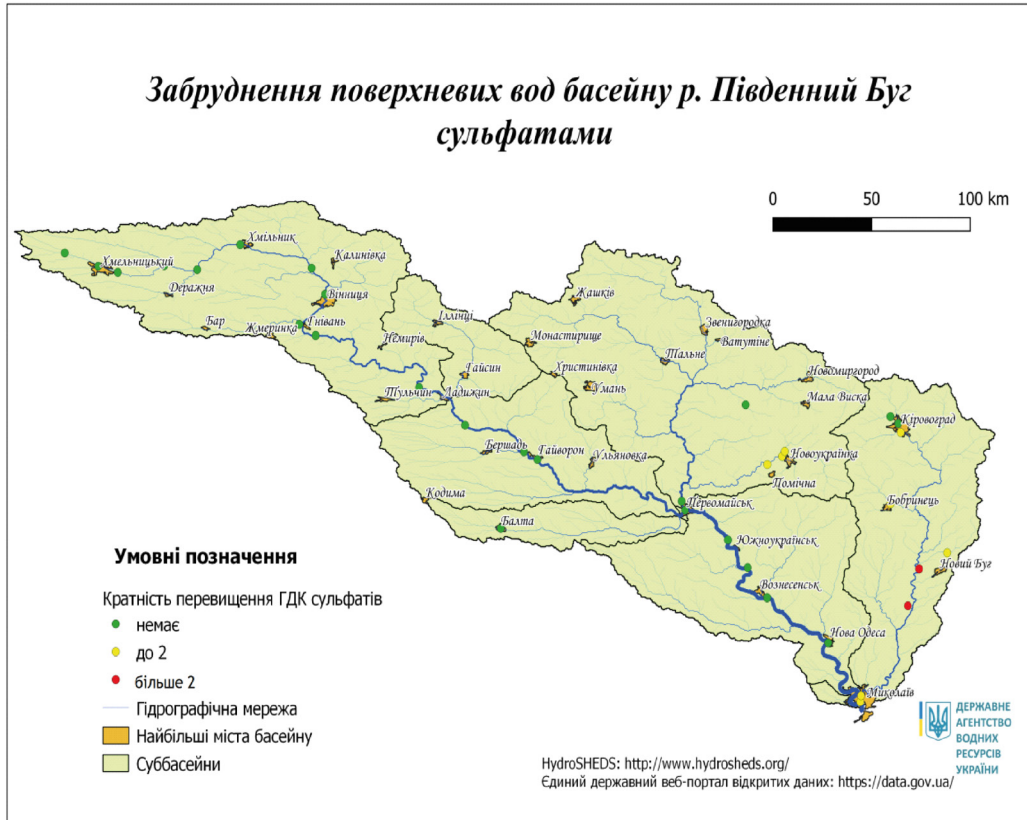


Рис. 2. Кратність перевищення ГДК вмісту сульфат-іонів в пунктах спостереження басейну р. Південний Буг, 2018 (Derzhavnyi monitoringn poverkhnevuykh vod, 2018).

Fig. 2. Excess the standards of discharge of sulfate ions (based on Derzhavnyi monitoringn poverkhnevuykh vod, 2018).

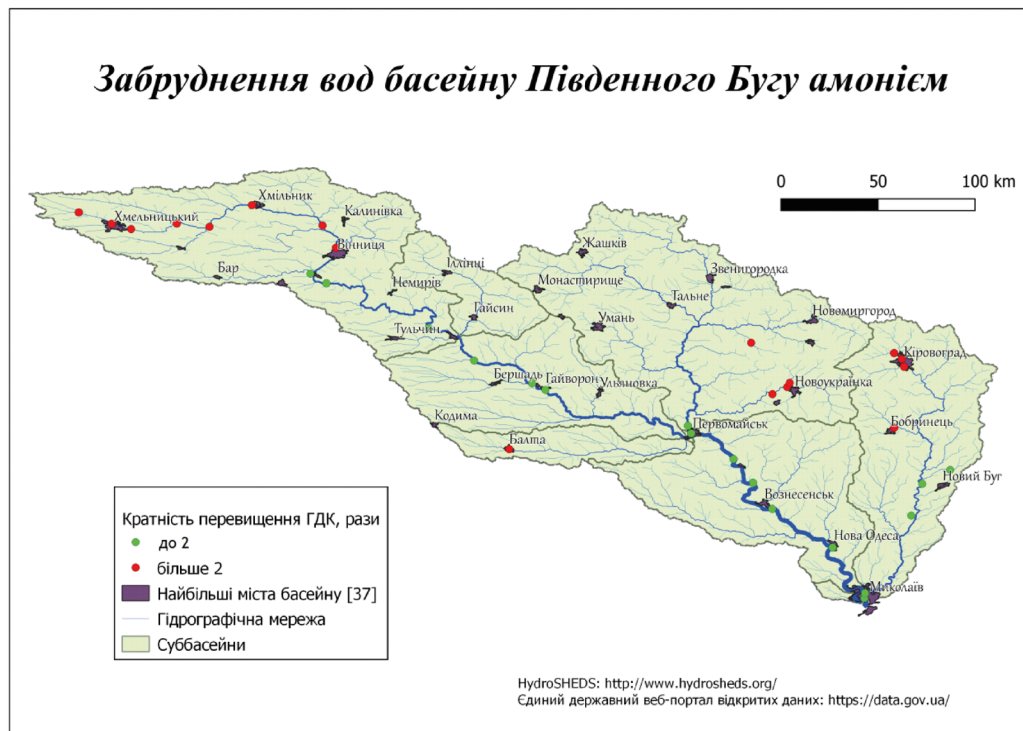


Рис. 3. Кратність перевищення ГДК вмісту амоній-іонів в пунктах спостереження басейну р. Південний Буг, 2018 (за даними Derzhavnyi monitoringn poverkhnevuykh vod, 2018).

Fig. 3. Exceeding of MPL for discharged ammonium ions (based on Derzhavnyi monitoringn poverkhnevuykh vod, 2018).



Рис. 4. Кратність перевищення норми БСК5 в пунктах спостереження басейну р. Південний Буг, 2018 (за даними Derzhavnyi monitorynh poverkhneykh vod, 2018).

Fig. 4. Exceeding of the BOD5 level at the observation points of the Southern Bug river basin, (based on Derzhavnyi monitorynh poverkhneykh vod, 2018).

високопродуктивними біологічними угрупованнями. Оцінка, проведена за вмістом загального азоту, показала досить строкату картину. Як правило, найгірша ситуація спостерігалась в межах скидів побутових чи промислових вод (Afanasiev, 2012).

4. Обговорення результатів

Одержані результати дослідження якості води поверхневих водойм басейну р. Південний Буг свідчать про незадовільний її стан. На окремих ділянках (рис. 1), вода непридатна для потреб питного водопостачання. Це обумовлено певною мірою зниженням водності річок басейну та тенденцією до зміни клімату. Одночасно, на якісний стан водних об'єктів помітно впливають скиди зворотних вод промислових і комунальних підприємств та поверхневий стік із забудованої території населених пунктів. Загальний об'єм скинутих стічних вод в поверхневі водойми за 2018 рік склав 182 млн/м³. Найбільший об'єм стічних вод скидають підприємства житлово-комунального господарства 87,19 млн/м³. (Derzhavnyi vodnyi kadastr, 2018).

Перевищення ГДК сполук азоту зафіксовано за межами найбільших міст басейну (рис. 3). Далі за течією відбувається процес самоочищення водного масиву річки за рахунок розбавлення. Проте, великі міста, наприклад, м. Хмельницький генерують велику кількість стічних вод, що не дозволяє досягти ефективного ступеню

розбавлення природним стоком. Це призводить до значного зменшення концентрацій кисню у воді і формує загрозу утворення задухи. Надлишки сполук азоту і фосфатів у воді призводять до евтрофікації та порушення біологічної рівноваги у водоймах (Afanasiev, 2014).

Концентрація амоній-іонів є індикаторним показником процесу забруднення поверхневих вод, у першу чергу побутовими й сільськогосподарськими стоками, і вказує на нещодавнє забруднення. Нами зафіксована евтрофікація водойм далі від місць скидів побутових стічних вод. Концентрація іонів амонію зростає на маловодній ділянці с. Копистин, далі за течією від скидів комунального підприємства (КП) «Хмельницькводоканал». За останніми даними спостереження (2018 р.), вміст амоній-іонів перевищував норми у 51,5 разів і становив 25,76 мг/дм³ (при ГДК 0,5 мг/дм³). Перевищення вмісту амоній-іонів фіксували і у пункті спостереження 500 м від скиду стічних вод КП «Вінницяводоканал», вниз за течією м. Вінниця, а також поблизу КП «Хмельникводоканал», «Калинівкаводоканал» (рис. 3).

Забруднення органічними речовинами оцінювали за показником БСК₅ (рис. 4) та вмістом розчиненого кисню у воді. Стічні води, які містять суспензії органічного походження або розчинені органічні речовини, згубно впливають на стан водойм. Випадаючи в осад, органічні залишки замулюють дно водойми, затримують розвиток або зупиняють життєдіяльність мікроорганізмів,

які беруть участь в процесах самоочищення вод (Afanasiev, 2014). У басейні Південного Бугу основна частка вказаних сполук (71%) скидається комунальними підприємствами міст Вінниця, Хмельницький, Кропивницький, Умань, Первомайськ та інші (табл. 3).

Надзвичайно проблемним є стан очисних споруд невеликих населених пунктів (сmt Смоліне, с. Сазонівка, сmt Ватутіне, м. Тульчин, м. Христинівка,

м. Монастирище, с. Катеринівка, с. Нове), де одночасно спостерігається високий питомий скид мінеральних сполук азоту, фосфору та органічних речовин. У м. Новомиргород, м. Звенигородка, сmt. Вороновиця та сmt. Богданівці стічні води скидаються взагалі без очистки.

В табл. 3 наведені комунальні підприємства, а також підприємства промислової та гірничо-промислової галузі (Кіровоградська обл). Об'єм

Таблиця 3. Найбільші підприємства-забруднювачі поверхневих вод басейну р. Південний Буг (за даними Derzhavnyi vodnyi kadastr, 2018)

Table 3. The list of enterprises whose activities have the greatest impact on the deterioration of water quality in the Southern Bug River basin (based on Derzhavnyi vodnyi kadastr, 2018)

Область	Населений пункт	Найменування підприємств	Назва річки
Хмельницька	м. Хмельницький	МКП "Хмельницьководоканал"	р.Південний Буг
	с. Богданівці	КП "Комунальник-СБ"	р.Південний Буг
	с. Скаржинці	Хмельницька облпсихлікарня №1	р. Снивода
	сmt. Летичів	Комунальне госпрозрахункове підприємство "Злагода"	р. Вовк
Вінницька	м. Іллінці	ДП "Іллінціводоканал"	р. Соб
	м. Бар	МКП "Барводоканал"	р.Південний Буг
	м. Немирів	Немирівський ККП	р. Безіменна
	м. Хмільник	ДП "Хмільникводоканал" (перевищення нормативів ГДС)	р. Південний Буг
	м. Калинівка	ДП "Калинінководоканал" (перевищення нормативів ГДС)	р. Жердь
	сmt. Вороновиця, Вінницький район	ПП "Міхалич і Ко"	р. Воронка
	м. Іллінці	ТОВ "Іллінецький цукровий завод"	р. Соб
	с. Лука Мелешківська, Вінницький район	ФОП Прилуцький В.Ю.	р.Чапля
	м. Тульчин	Тульчинське КП "Вінницяоблводоканал"	р. Сільниця
	сmt. Вороновиця, Вінницький район	КП "Надія" (несанкціонований скид)	р. Воронка
сmt. Крижопіль	Крижопільська філія ТОВ "Фуддевелопмент"	р. Берладинка	
Черкаська	м. Умань	Уманське ВУ ВКГ	р. Уманка
	м. Тальне	ДП "Тальнівський завод по виробництву м'ясо-кісткового борошна"	р. Гірський Тікич
	м. Христинівка	Христинівський молокозавод	р. Удич
	м. Шпола	Шполянський молокозавод	р. Шполка
	м. Звенигород	Звенигородське КП "Водоканал"	р. Гнилий Тікич
	м. Монастирище	Монастирищинське ВУ ЖКГ	р. Гнилий Тікич
	м. Тальне	Тальнівське КП "Водоканал"	р. Гнилий Тікич
	м. Христинівка	Христинівське ВУ ЖКГ	р. Удич
м. Ватутіне	Ватутінське КВП "Водоканал"	р. Гнилий Тікич	
Кіровоградська	с. Смоліне	Смолінське ВКГ ОКПВ "Дніпро-Кропивницький"	р.Кильтень
	с. Неопалимівка	Шахта "Інгільська" ДП "Схід ГЗК"	р.Інгул
Миколаївська	сmt. Ольшанське	КП "Ольшанське"	р. Південний Буг
	м. Первомайськ	КП "Первомайський міський водоканал"	р. Південний Буг
	м. Нова Одеса	КП "Прибузьке"	р. Південний Буг та його притоки Гнилий Єланець і Нірша
	м. Баштанка	КП "Міський водоканал"	р. Інгул

промислових стічних вод на 8% менший за комунальні стоки, але кількість забруднювальних речовин, що вони скидають, менша у 6-10 разів (Afanasiev, 2014). Щодо гірничо-промислової галузі, то значний вплив на хімічний склад вод р. Інгул мають стічні води підприємств Криворізького залізничного басейну. Зокрема в Кіровоградській області – це Інгільська та Смолінська шахти. Тому в суббасейні р. Інгул спостерігається перевищення ГДК сульфат- та хлорид-іонів.

Вплив сільськогосподарської галузі на якість води р. Південний Буг визначити складніше, оскільки, на відміну від комунальних та промислових підприємств, стоки сільського господарства мають дифузний характер поширення. Основна відмінність сільськогосподарських впливів від промислових полягає насамперед у їх розповсюдженні на значних територіях.

Басейн р. Південний Буг є одним із потужних аграрних регіонів України. Переважна його частина перебуває під впливом сільськогосподарського виробництва (рис. 5). Сільськогосподарські угіддя в загальній площі басейну становлять 81%, змінюючись на водозборах окремих річок в межах 74–90%. Найбільш освоєними є басейни річок степової зони. В басейні р. Інгул

на сільськогосподарські угіддя припадає 90%, р. Синюхи – 80–90%. Як правило, використання великих площ під сільськогосподарські потреби викликає докорінну перебудову всіх компонентів природних комплексів. Окрім досліджених параметрів загрозу несуть, стоки з сільськогосподарських угідь, що містять мінеральні та органічні добрива, хімічні засоби захисту рослин (ХЗЗР) – пестициди, гербіциди, фунгіциди тощо.

Розораність території складає переважно 57%, а в окремих басейнах малих річок досягає 80%, що значно перевищує екологічну межу (Khilchevskiy, 2009). Відповідно, тут спостерігається високий рівень антропогенного навантаження на водні об'єкти, що несе загрозу здоров'ю населення. Поверхневі води басейну є джерелом питного водопостачання в м. Хмельник (27 тис жителів), м. Калинівка (18,8 тис.), м. Вінниця (370,8 тис.), м. Ладижин (22,6 тис.), м. Южноукраїнськ (40,2 тис.), м. Вознесенськ (34,4 тис.), м. Первомайськ – пр. Синюха (66 тис.), м. Помічна – пр. Чорний Ташлик (8,9 тис.), смт. Новий Буг – пр. Інгул (15,5 тис.), м. Бобринець – пр. Сухоклія (10,7 тис.), смт. Смоліне – пр. Синюха (9,7 тис.) (Derzhavnyi vodnyi kadastr, 2018). Жителі цих населених пунктів знаходяться в зоні ризику відносно доступу до чистої води.

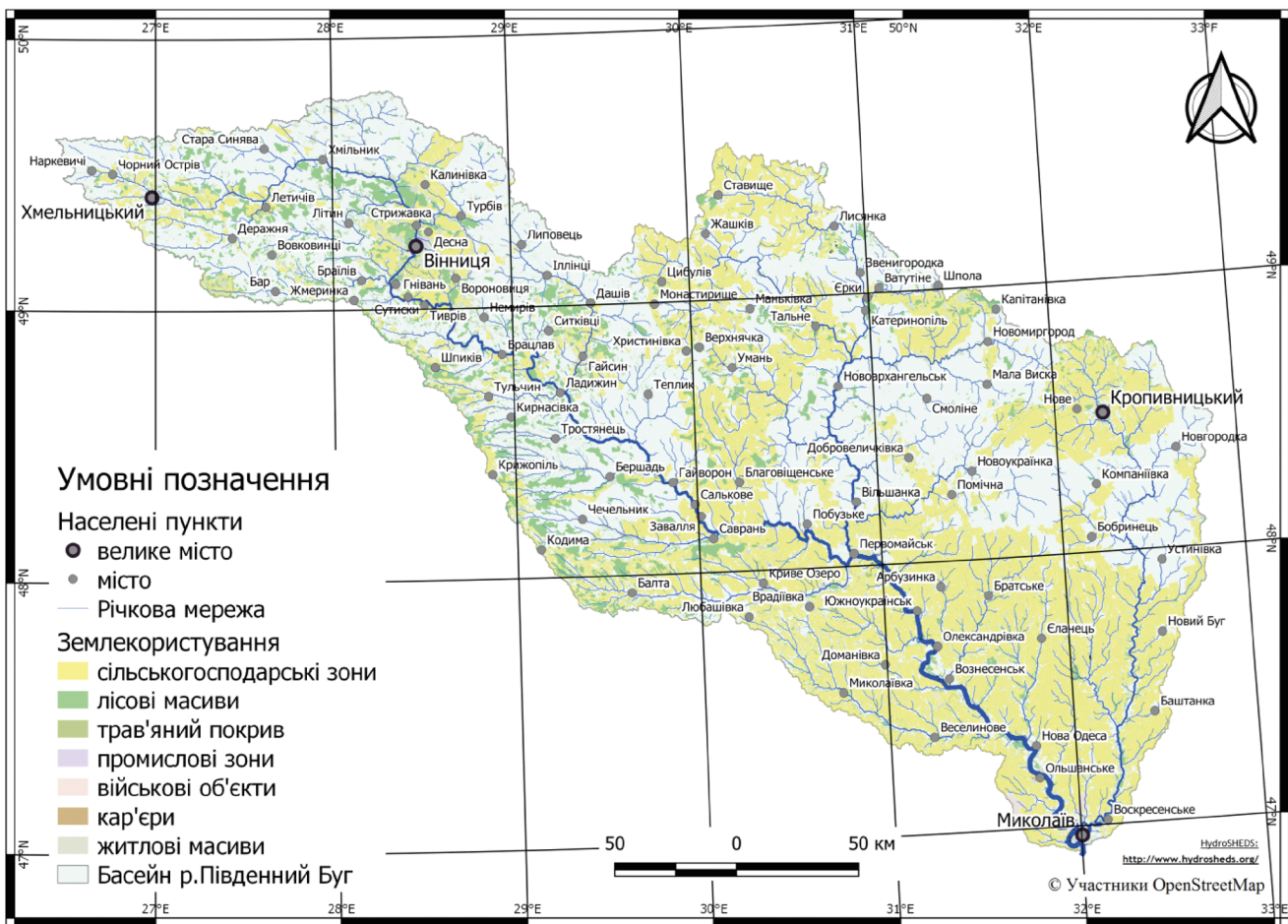


Рис. 5. Землекористування в басейні р. Південний Буг, 2018 (за даними OpenStreetMap).
 Fig. 5. Land use in the Southern Bug River basin (based on OpenStreetMap).

Згідно з логікою підходу DPSIR, існує прямий зв'язок між сучасним екологічним станом водних ресурсів та соціально-економічною ситуацією в межах басейну (рис. 6).

Результати дослідження свідчать про те, що сучасний стан водних ресурсів на окремих ділянках басейну р. Південний Буг є незадовільним. Крім природних причин погіршення стану водних ресурсів, на цей процес мають суттєвий вплив антропогенні навантаження: забруднення стічними водами комунальних підприємств та сільського господарства. Одним із чинників посилення навантаження на водні ресурси є також недосконала інституційна основа управління (рис. 6).

Проблема погіршення якості водних ресурсів в басейні р. Південний Буг буде загострюватись в процесі кліматичних змін. Підвищення температури сприятиме евтрофікації водойм, зменшенню розчинності кисню у воді. Для забезпечення безпеки водних ресурсів потрібно врегулювати сільськогосподарську діяльність в межах басейну. Зважаючи на комплексний характер проблеми втрати якості поверхневих вод, одним із можливих рішень на наш погляд є розширення числа зацікавлених осіб до складу басейнової

ради, наприклад, включити власників найбільших сільськогосподарських угідь. Аграрна діяльність прямо залежить від кількості та якості водних ресурсів, тому ми пропонуємо спільне управління із зацікавленими водокористувачами.

Необхідні високоефективні технології очищення стічних вод, а також надійна оцінка якості води та забруднювальних речовин. Реконструкція очисних споруд у двох найбільших містах басейну (Вінниця та Хмельницький, з яких останній є пріоритетним). Скиди з цих міст, які також отримують промислові стічні води, є найбільшими забрудниками поверхневих вод у басейні.

Затвердження Цілей сталого розвитку ООН (Tsili staloho rozvytku, 2017), впровадження Водної Рамкової Директиви (ВРД) (Vodna Ramkova Dyrektyva, 2006) та Протоколу «Про воду і здоров'я» (Protokol pro vodu ta zhorovia, 2009) стимулюють зусилля держави щодо посилення національного законодавства у сфері збереження якості поверхневих вод, які раніше вважалися чистими. Дотримання цих міжнародних стандартів, поширення цілісних підходів до управління якістю води та впровадження більш чистих технологій водопідготовки – підтверджується стратегічною



Рис. 6. Загальна система DPSIR для водних ресурсів басейну р. Південний Буг (проілюстрована авторами на основі Mattas, 2014).
 Fig. 6. A generic DPSIR framework for water resources of the Southern Bug River basin (illustrated by the authors based on the framework of Mattas, 2014).

ціллю України, ЦСР 6.1. (Tsili staloho rozvytku, 2017), яка передбачає до 2030 року забезпечити загальний і рівноправний доступ до безпечної і недорогої питної води для всіх.

5. Висновки

1. Одержані кількісні характеристики стану якості природних вод в басейн р. Південний Буг за ІЗВ. Показано, що окремі водні масиви мають невідповідну якість для питного водоспоживання. В межах Миколаївської обл. (пункти спостереження на р. Інгул та в м. Миколаїв) та в пункті спостережень смт. Меджибіж якість вод віднесена до V класу (брудна); в пункті с. Копистин, далі за течією від м. Хмельницький вода віднесена до VI класу (дуже брудна). Крім того, майже в усіх пунктах спостереження фіксувались перевищення ГДК сульфат-, хлорид-, амоній-іонів та БСК₅.

2. Значний вплив на хімічний склад вод басейну мають не очищенні скиди житлово-комунального, сільського господарств та стічні води промислових підприємств.

3. Проведені моніторингові дослідження вказують на те, що екологічний регрес водної системи зумовлений господарською діяльністю ряду підприємств: КП «Хмельницькводоканал», «Хмільникводоканал», «Калинівкаводоканал» та ін. Антропогенний тиск на водну екосистему, порушив здатність річки до самовідновлення, як наслідок, жителі м. Вінниця, м. Хмільник, м. Калинівка підпадали під ризик доступу до безпечної води.

4. Для покращення якості поверхневих вод Південного Бугу, необхідно враховувати причинно-наслідковий підхід (DPSIR) та комплексно реагувати на проблему, залучаючи зацікавлених споживачів до вдосконалення моделі сталого управління водними ресурсами. Першочерговим завданням є розширення відповідальності найбільших забруднювачів вод та контроль за їх діяльністю з боку громадськості. Важливо вдосконалити фінансові механізми управління – застосовувати принцип «забруднювач платить».

ORCID iD

Maryna Shuliakova  <https://orcid.org/0000-0001-9469-5226>

Valeriy Mykhaylenko  <https://orcid.org/0000-0003-2961-8114>

Список посилань


Afanasiev S., Vasylichuk T., Lietytska O., Bilous O. (2012). Otsinka ekolohichnoho stanu richky Pivdennyi Buh u vidpovidnosti do vymoh Vodnoi Ramkovoї Dyrektyvy YeS. [Assessment of the ecological status of the Southern Bug River in accordance with the requirements of the EU Water Framework Directive]. Kyiv: Interservis

Publ, 27 (in Ukrainian).

- Afanasiev S. (Eds.). (2014). Plan upravlinnia richkovym baseinom Pivdennoho Buhu: analiz stanu a pershocherhovi zakhody [River Basin Management Plan for the Southern Bug: River Basin Analysis and Actions]. Kyiv: TOV «NVP «Interservis», 188 (In Ukrainian).
- Caeiro S., Mourra S., Costa M., Painho M., Ramos T. B., Sousa S. Application of the DPSIR model to the Sado Estuary in a GIS context – Social and Economical Pressures. Proceedings of 7th Conference on Geographic Information Science, Crete, 391-402.
- Derzhavnyi monitorynh poverkhnevyykh vod. (2018). [State Monitoring of Surface Waters]. Available at: <https://data.gov.ua/dataset/ee2bc3b0-42d4-4f19-8d96-913cd9d1f02a> (In Ukrainian).
- DSanPiN 2.2.4-171-10, Annex 2 (2010) Derzhavni sanitarni pravyla i normy, Dodatok 2. [State Sanitary Norms And Rules "Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption"] Available at: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE17747.html (In Ukrainian).
- Derzhavnyi vodnyi kadastr rozdil «vodokorystuvannia». Basein Pivdennoho Buhu (2018) [State Water Cadastre section "water use". Southern Bug River Basin]. Available at: https://www.davr.gov.ua/fls18/pivd_bug_2018.pdf (In Ukrainian).
- Doroshenko A. (2017). Antropohennyi vplyv na richkovi baseiny Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: teoretyko-metodolohichni aspekty [Anthropogenic impact on the river basins of the Forest-Steppe Zone of Ukraine: theoretical and methodological aspects]. Tavriiskiyi naukovyi visnyk, 97, 217-228 (In Ukrainian).
- EEA. The DPSIR framework used by the EEA. (2016). Available at: <https://www.eea.europa.eu/publications/92-9167-059-6-sum/page002.html>
- EU Water Framework Directive 2000/60/EC. (2006). Basic terms and their definitions: the official publishing house. Kyiv, 240 (In Ukrainian).
- Kagalou I., Leonardos I., Anastasiadou C., Neofytou C. (2012). The DPSIR Approach for Integrated River Management Framework. A Preliminary Application on a Mediterranean Site (Kalamas River -NW Greece). Water resources management, 26.6, 1677-1692.
- Khilchevskiy V. (Eds.). (2009). Vodni resursy ta yakist richkovyykh vod baseinu Pivdennoho Buhu [Water resources and water quality of the the Southern Bug river basin]. Kyiv, Nika Centr, (In Ukrainian).
- Khilchevskiy V. (Eds.). (2015). Osnovni zasady upravlinnia yakistiu vodnykh resursiv ta yikhnia okhrona navch. posibnyk [Basic principles of quality management of water resources and their guard]. Kyiv, VPTs "Kyivskiyi universytet", 172 .
- Khilchevskiy V., Hrebin V. (2017). Hidrografichne ta vodohospodarske raionuvannia terytorii Ukrainy, zatverdzhene u 2016 rotsi – realizatsiia polozhen VRD YeS. [Hydrographic and hydroeconomic zoning of Ukraine's territory, approved in 2016 - implementation of the WFD provisions]. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia, 6 (1), 8-20. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghe_2017_1_3 (In Ukrainian).
- Lehner, B., Verdin, K., Jarvis, A. (2008). New global hydrography derived from spaceborne elevation data. Eos, Transactions, № 89 (10), 93-94. Available at: <https://hydrosheds.org>
- Mattas C. Voudouris K., Panagopoulos A. (2014). Integrated Groundwater Resources Management Using the DPSIR

- Approach in a GIS Environment: A Case Study from the Gallikos River Basin. North Greece ,6(4), 1043-1068.
- Ekolohichni pokaznyky. Ministerstvo zakhystu dovykillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. (2017) [Environmental indicators. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine]. Available at: <https://menr.gov.ua/content/ekologichni-pokazniki.html> (In Ukrainian).
- Obodovskiy O. Lukianets O., Hrebin V., Pochaievets O. (2019). Serednii richnyi stik vody v mezhakh raioniv richkovykh baseiniv Ukrainy [Average annual water flow within river basins in Ukraine]. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia, № 3 (54), 65-66 (In Ukrainian).
- Open Street Map contributors (2018). Available at: <https://download.geofabrik.de/europe/ukraine.html>
- Pro zatverdzhennia Derzhavnykh sanitarnykh norm ta pravyl 2.2.4-171-10 (DSanPiN 2.2.4-171-10) «Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoj dlia spozhyvannia liudynoiu» [National Sanitary Rules and Norms 2.2.4-171-10 (NSRN 2.2.4-171-10) «Hygienic Requirements to Drinking Water Intended for Human Consumption»]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (In Ukrainian).
- Protokol pro vodu ta zdorovia (2003) [Protocol on Water and Health]. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_030#Text (In Ukrainian).
- Snizko, S. (2001). Ocinka ta prohnozuvannja jakosti pryrodnykh vod [Estimation and prediction of the quality of natural waters]. Kyiv, Nika Centr, 196 (In Ukrainian).
- Song X. The DPSIR framework and a pressure-oriented water quality monitoring approach to ecological river restoration. Water, 670-682.
- Tsili staloho rozvytku: Ukraina. Natsionalna dopovid (2017) [Sustainable Development Goals: Ukraine. National baseline report]. The Ministry for Development of Economy, Trade and Agriculture]. 176 (In Ukrainian).
- Vyshnevskiy V. I. (2000). Richky i vodoimy Ukrainy. Stan i vykorystannia [Rivers and reservoirs of Ukraine. Condition and use] Kyiv, Vinol (In Ukrainian).
- Wuijts S., Driessen P., Van Rijswijk H. (2018). Towards more effective water quality governance: a review of social-economic, legal and ecological perspectives and their interactions. Sustainability, 10, №.4, 914.
- Zahvoyska L. D., Pelyukh O. R. (2016). DPSIR-model vzaiemodii sotsialnoi ta ekolohichnoi system: fenomen vsykhannia yalynovykh derevostaniv v Ukrainykykh Karpatakh [DPSIR-Model of interaction between social and ecological systems: phenomenon of spruce stands drying in Ukrainian Carpathians]. Visnyk ONU imeni I. I. Mechnykova, 8(50), 82-88 (In Ukrainian).

Про формування наносів на давніх і сучасних косах Кілійської (пізньоголоценової) дельти Дунаю

Юрій Д. Шуйський , Галина В. Вихованець, Лілія В. Гижко, Людмила В. Орган

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

Реферат

У роботі представлено результати виконаного авторами гранулометричного аналізу берегових наносів в районі розпорошення вздовжберегового потоку наносів на підставі масового взірцювання на давніх реліктових та сучасних акумулятивних формах на березі Жебрійанської бухти в межах гирлової області Дунаю (це завдання ніколи не вирішувалося). Застосовані стандартні методи літодинамічних досліджень. В статті наведені результати дослідження зразків піщаних відкладів на давніх реліктах і на піщаних косах сьогодення («грінду» – з румунського grîndu: загальновизнаний міжнародний термін: віялоподібна генерація хвильових валів на ділянках розпорошення вздовжберегових потоків наносів) в північній частині гирлової області Дунаю. Для цього використані 24 взірці (рівнозначно – зразки): 12 на вершинах еолових пагорбів та 12 – між пагорбами та грядами. Додатково на середній частині Жебрійанської коси був відпрацьований типовий береговий пересік, на якому було вилучено 24 взірці, відповідно до рис мікрорельєфу. Вперше в береговій літературі зроблені співставлення гранулометричного складу наносів, якими побудовані давні та сучасні генерації хвильових піщаних валів в межах Кілійської частини дельти Дунаю. Отримані взірці були оброблені в лабораторії стандартними методами водного та решетового аналізу. Результати обробки були винесені на гістограми та інші види графічного зображення, що дозволило співставити та проаналізувати співвідношення складу найновіших та реліктових грінду. Доведено, що давні генерації грінду живилися наносами з тих джерел і за тими ж закономірностями, що й сучасні. Обидва вони складені тими ж мінералами, серед яких максимальний вміст мають кварц, кальцит, польові шпати, магнетит, з відповідною щільністю (2,6-2,7 г/см³, підвищена у кальцита). Останніми десятиріччями зникли з пляжів та меж грінду т.з. «карпатський гравій», що є частками з раньо-голоценової тераси давнього Дністра, яка в наші дні розташована на дні Чорного моря в середовищі хвильового впливу. Синтетичний склад сучасних відгилків грінду характеризується пониженим вмістом фракцій $\geq 0,5$ мм та $\leq 0,1$ мм. Керуючою є фракція 0,25-0,5 мм (56-61%), хоча на давній реліктовій формі вона може сягати 69-75%. Пересічна концентрація другої за значенням фракції 0,1-0,25 мм є на диво стійкою на грінду різного віку, а саме 20-22%, в т.ч. на пляжах, на вершинах валів та в міжвалових пониженнях. На формах різного віку дуже схожою виявилась форма частинок, провідне значення мають бали обкатаності № 3-4. Гранулометричний склад на ділянці розпорошення потоку наносів дозволяє визначити поведінку частинок гірських порід в рухомому водному середовищі, будову відкладів та осадових порід прибережно-морського, дельтового та еолового походження.

Ключові слова

Відхилення температури, аномалія температури, кліматологічна норма, хвиля тепла, хвиля холоду

Надійшла до редакції: 13 листопада 2020 / Прийнята: 20 листопада 2020

About sediment composition within relict and modern spits of Kiliya delta (neoholocene age) of Danube

Yuriy D. Shuisky, Galina V. Vykhovanetz, Liliya V. Gyzhko, Ljudmila V. Organ

Odessa I. I. Mechnikov National University, 2, Dvoryanskaya str., Odessa, 65082, Ukraine

Abstract

The authors of this article had the task to perform granulometric analysis of coastal sediment formation in the area of scattering along the coastal sediment flow on the basis of mass sampling on the ancient relict and modern accumulative forms on the banks of the Jebrian's Bay within the Danube delta. This study made use of the standard lithodynamic research methods. It present the results of the study of samples of sand deposits on ancient relics and on the sandy spit of recent ("grind") in the northern part of the mouth of the Danube. In order to attain this objective, 24 samples were used: 12 samples were conducted on the tops of the aeolian hills and the other 12 samples between the hills and ridges. In addition to this at the middle part of the Zhebriyanska spit, where 24 samples were removed in accordance with the microrelief features a typical coastal section was carried out. For the first time in coastal literature, comparisons of the granulometric composition of sediments which are used to build ancient and modern generations of wave shafts within the Kili part of the Danube Delta was carried out. The obtained samples were processed in the laboratory with the use of standard methods of water and sieve analysis. The results of the analysis were presented in the form of histograms and other types of graphic images which allowed to us to compare and analyze the ratio of the composition of the latest and relict grind. The results of our analysis revealed that ancient generations of grind fed on sediments from the same sources and in accordance to the same laws as modern ones. They are both composed of the same minerals, among which the leading place is occupied by quartz, calcite, feldspar, magnetite, with a corresponding density (2.6-2.7 g/cm³, increased in calcite). In recent decades, the so-called beaches and borders of the grind have disappeared. "Carpathian gravels", which are fragments of the early Holocene terrace of the ancient Dniester, are today located at the bottom of the Black Sea in a wave environment. The synthetic composition of modern grind branches is characterized by a reduced content of fractions ≥ 0.5 mm and ≤ 0.1 mm. The ruling fraction is 0.25-0.5 mm (56-61%), although in the ancient relict form it can reach 69-75%. The average concentration of the second fraction of 0.1-0.25 mm is surprisingly resistant to grind of different ages, namely 20-22%, including on the beaches, on the tops of the shafts and in the inter-shaft lowlands. The shape of particles are very similar on the forms of different ages, rounding points value 3-4 are of leading importance. The particle size distribution in the area of sediment flow spraying allows to determine the behavior of rock particles in a moving aquatic environment, the structure of sediments and sedimentary rocks of coastal, marine and aeolian origin.

Keywords

Black Sea, Jebriyan bay, Danube delta, beach, spit, beach-barrier, sand

Received: 13 November 2020 / Accepted: 20 November 2020

1. Вступ

В роботі вперше отримані результати масового визначення гранулометричного складу наносів на давніх та сучасних грядах хвильової природи в Жебріянській бухті, на Жебріянській косі, в складі її давньої частини (*grindu* – з румунської – віялоподібна генерація хвильових валів на ділянках розпорошення вздовжберегових потоків наносів). Для співставлення використані матеріали фракційного аналізу сучасних пляжів на ділянці розпорошення Північно-західного вздовжберегового потоку наносів на північно-західному березі бухти. Цей потік живиться абрадованим осадовим матеріалом від руйнування глин, супісків, суглинків, лесових шарів. В складі потоку наносів цей матеріал добре вимивається та з нього вивільнюється крупнозерниста частина, що витрачається на побудову пляжів, акумулятивних терас, підводного схилу (наноси «хвильового поля»).

В процесі розвитку географічні тіла та процеси змінюються, в тому числі і в береговій зоні Чорного моря, інших морів на дельтових узбережжях. Підвищеної інтенсивності зміни відбуваються і в дельті Дунаю. Разом із змінами рельєфу, ґрунтів, рослинності тощо, змін зазнають відклади на давніх та на сучасних формах рельєфу. Для встановлення цих змін нами були взяті зразки на сучасних та на реліктових берегових формах, що дозволило провести співставлення між ними.

2. Матеріали та методи

В натурних умовах використовувалися методи польових маршрутних та стаціонарних досліджень. Роботи виконувалися на ділянках: а) на типовій частині піщаної поверхні реліктової тераси, що утворена еоловими горбами давнього пересипу Дунайської коси («*grindu*» – з румунської мови, пояснення в Анотації і у Вступі), тут були узяті взірці на вершинах пагорбів (12 шт.) та в низинах між пагорбами (12 шт.); б) на сучасній піщаній терасі «Волчек» і на сучасній Жебріянській косі, в межах підводного схилу, пляжу та еолових пагорбів (рис. 1). Взірцювання на профілях було не в окремих точках на великій площі, а масовим, на основних типових елементах рельєфу *grindu*. Довжина ділянки, що досліджена, становить ≈ 15 км. Всього маємо 45 взірців, що дозволяє отримати надійні переконливі результати, які можна застосовувати для обґрунтування практичних завдань.

В лабораторії взірці були промиті водою у стандартних стаканах, просушені, а згодом просіяні на стандартному 10-кратному наборі решет що за звичаєм використовуються в морській геоморфології, гідрології, лімнології та в фізичному берегознавстві (Shuisky et al., 2015). В кожному взірці було отримано 10 провідних фракцій, з яких були побудовані графіки розподілу, визначені медіана, відсортованість,

ведуча фракція, відхилення від пересічного тощо. Всі графіки були накладені, що дозволило отримати їх результативне поле кривих та типові криві для ділянки пробовідбору як і у попередніх випадках. Все дозволило встановити закономірності будови та розповсюдження давніх та сучасних прибережно-морських наносів при формуванні складних кіс в північній частині гирлової області Дунаю. В даному разі використовувалася низка загальнотеоретичних методів дослідження. Серед них методи графічні, картографічні, географічних співставлень, аналізу, математичної статистики, діалектичні.

3. Аналіз попередніх публікацій

Перші спеціально виконані визначення розмірів та розподілу наносів були здійснені під час складання морських навігаційних карт і налаштування судноплавних каналів у другій половині XIX століття. Ці визначення не були систематичними, послідовними, масовими. Вони не відрізнялися цифрою, а найчастіше були якісними, зокрема позначалися як «пісок», «мул», «глина», «замулений пісок» й т.і. (Petrescu, 1963). Ще в роботах V.P. Zenkovich (1960) бачимо загальні схеми розвитку Жебріянської коси та суміжного *grindu*. Як тільки коса утворить віялоподібну генерацію хвильових валів, починає формуватися наступна, більш молода, яка живиться наносами з тих же джерел, як показано на рис. 2. На цій схемі наростки валів на поверхні дельти є давніми, реліктовими (рис. 2, Б), попередніми по відношенню до сучасних Жебріянських (рис. 2, А). В подальших публікаціях зустрічаються окремі, вкрай нечисленні кількісні величини, що характеризують розміри давніх та сьогодняшних наносів (Geology of Shelf., 1982). Немає задовільної інформації про гранулометричний склад наносів в *grindu* та уздовж морської окрайки Кілійської частини дельти (Shuisky, 2003). Навіть у фундаментальній новій монографії (Mikhaylov, Morozov, 2004) досить розгорнуто викладається кількість дунайських наносів, що скидаються в море, але вкрай поверхнево точиться мова про їх гранулометричний та речовинний склад, як і в найновіших детальних роботах (Mikhaylova et al. 2019). Такий рівень дослідженості на застарілих даних не може задовольнити сучасні запити практичної діяльності суспільства, особливо – Дунайського регіону. Відтак, можна визначити мету статті: виконати аналіз гранулометричного дослідження берегових наносів на ділянці розпорошення вздовжберегового потоку піщаних наносів на підставі масового взірцювання на давніх реліктових та сучасних акумулятивних формах на березі Жебріянської бухти в межах гирлової області Дунаю. Для досягнення цієї мети треба вирішити наступні основні завдання: 1) визначити склад та зробити аналіз наносів на реліктових піщаних косах;

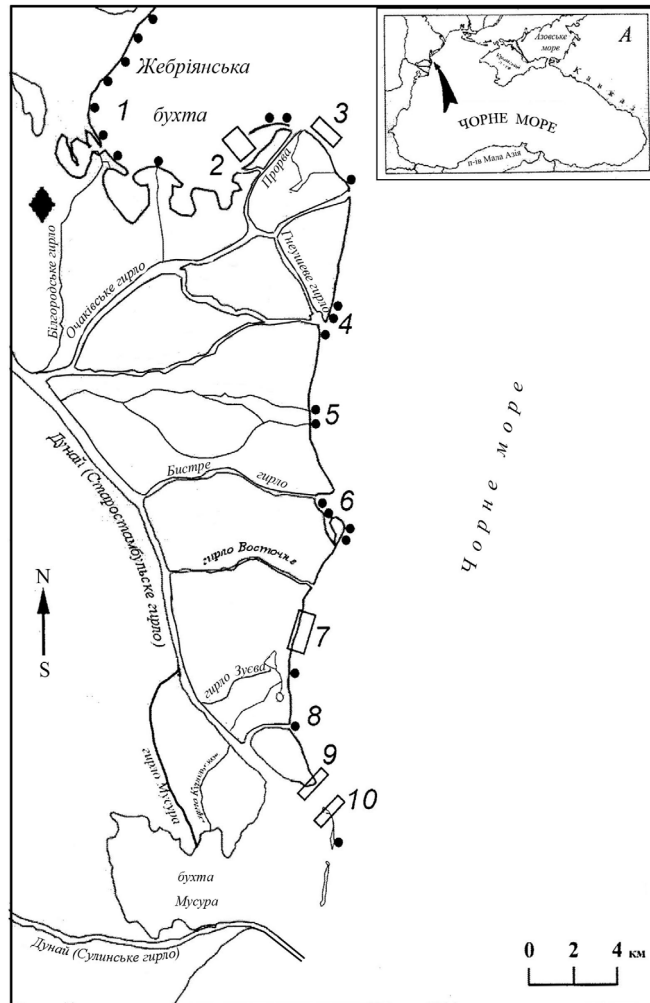


Рис. 1. Картохема розподілу ділянок взірцювання уздовж морської окрайки Кілійської частини дельти Дунаю (показані на фрагменті А). Цифри – ділянки: 1 – ординарної берегової зони, де розпоршується вздовжбереговий піщаних потік; Крупні чорні точки – старі ділянки вилучення зразків на берегових пересіках; Ділянки 2 – відбору зразків на барах і косах поблизу порта та судноплавного каналу; чотирьохкутники вказують на ділянки взірцювання на піонерних формах дельтового рельєфу; 3 – Таранової коси; 4 – гирла Гнеушева річища; 5 – гирла річищ Отножного та Піщаного; 6 – гирла Бистре та о. Птичий; 7 – на острові Кубану; 8 – гирло протоки Циганка; 9 – ділянка на косі з класу вільних на березі Старо-Стамбульського гирла; 10 – місця масового пробовідбору піску.

2) визначити склад та зробити аналіз наносів на сучасних найновіших піщаних формах берегового рельєфу; 3) визначити форму та рівень затирання давніх та сучасних наносів; 4) встановити основні закономірності формування наносів в двох названих групах.

4. Результати та їх обговорення

Ця частина статті викладається відповідно до названих завдань. Їх теоретичні обговорення будуть ураховані в підсумках.

4.1. Після початку зародження і формування Жебріянської бухти 1,5-1,3 тисячі років тому поверхня тодішньої грінду вийшла з-під дії морських хвиль. З того часу вона зазнала сильного вітрового впливу. Наноси почали перевиюватися, включилися механізми масового дотикання часток, стали втрачатися найтонші фракції, подрібнюватися моллюсковий детрит, відбувся глибокий загальний

міксинг піщаної товщі. Останніми кількома роками виконувався масовий відбір зразків на реліктовому грінду, на поверхні типових піщаних форм, наприклад, на типовому поперечному профілі (див. рис. 1, ділянка 1). Половину було вилучено з вершин еолових гряд та пагорбів, іншу половину – з міжгрядових понижень.

На вершинах провідною фракцією виявилася піщана 0,25-0,5 мм, з пересічною концентрацією 71,35%. Максимум становив 80,22%, а мінімум 60,61%. Отже, відхилення від пересічного по максимуму становить +8,87%, а по мінімуму –10,74%. Ці величини вказують на високий ступінь природної рівноваги основної маси наносів, хоча проявляється невелика тенденція до зменшення розміру часток. На це непрямо вказує співвідношення між найменшими фракціями – 0,1 мм та > 0,5 мм, а саме 5,39% до 1,63%, як це трапляється в береговій зоні (Shuisky et al., 2015). Вцілому, фракційний склад наносів відповідає складу типового еолового матеріалу в умовах розвитку берегових піщаних дюн (рис.

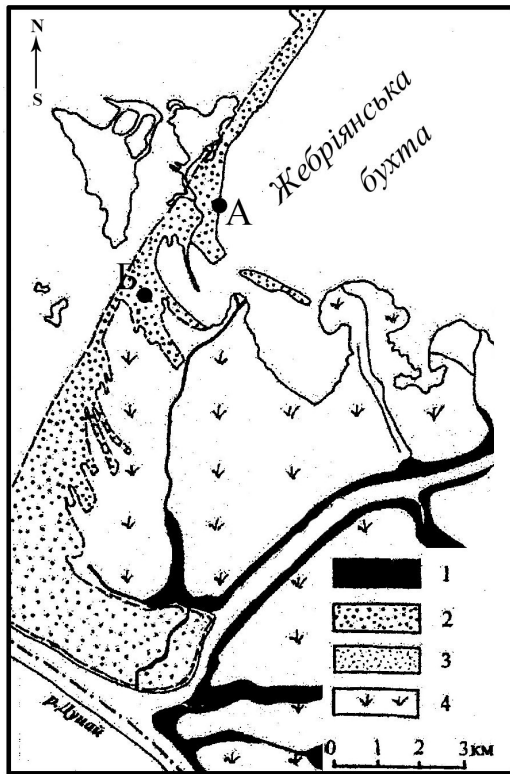


Рис. 2. Розташування давніх реліктових ґрінду верхнього голоцену на півночі Кілійської частини дельти Дунаю: 1 – прирічійні берегові гряди; 2 – різні генерації хвильових валів в складі реліктового ґрінду (на південний захід від ділянки Б включно); 3 – піщані тераси «Волчек» і «Сасик»; 4 – плавні в межах дельти; А – місце відбору зразків на сучасному відгалуженні коси; Б – те ж саме, на давньому реліктовому відгалуженні (з роботи G.V. Vykhovanetz (2003), з додатками).

з А), де майже завжди зустрічається провідна фракція. Типовою формою полігону розподілу є одновершинний, буває, що двовершинний, бо підвищені значення вмісту можуть показувати фракції ≥ 10 мм (до 13% в незначному числі зразків).

Така ж велика кількість зразків була вилучена з міжгрядових понижень, де вітровий режим та

еолово-вітрова переробка наносів відрізняються. Виявилося, що як і на вершинах еолових форм (рис. 3 Б) провідною є фракція 0,25-0,5 мм з пересічною концентрацією в 69,07%, майже стільки ж, що і на вершинах пагорбів (різниця 2,28%). Трохи більше виявилося фракцій $\geq 0,5$ мм (2,12%) та $\leq 0,1$ мм (7,63%) при тому, що тип гістограми на вершині А залишився тим, що і на пониззі Б (див. рис. 3). Цю схожість ми пояснюємо тим, що на давній ґрінду та на сучасній прибережно-морській піщаній терасі історично склалося однакове джерело поповнення наносами, а під час вітрового міксингу поверхні ґрінду склад поверхневих наносів опинявся майже однорідним. Взагалі, в міжвалових пониженнях фракційна будова взірців більш різноманітна, а відхилення від пересічної величини більш стійке. Разом з цим, нами були вилучені кілька взірців (переважно на вершинах еолових гряд), в яких вміст алеврито-пелитових фракцій дорівнював $\approx 22\%$, – майже в 3 рази більший за пересічну величину. Вершини зазнають більш сильного вітрового впливу, тому більша вірогідність втрати найменших фракцій – 0,1 мм, як це буває взагалі на берегових дюнах.

Тут же треба зауважити, що ручне колонкування піщаного поля давніх ґрінду на дослідженій площі показало його товщину 3,5-5,0 м. Це може вказувати, що прорив довгого пересипу Дунайської затоки (Zenkovich, 1960; Shuisky, 2003) має джемєтинський вік, за E.N. Neveškiy, як підкреслює (Shnyukov et al., 1982). Спочатку це дало початок інтенсивного заповнення алювієм дна з морського боку пересипу, як це відбувається і зараз біля видовжених барів і кіс на узбережжях як припливних, так і неприпливних морів. А вже потім, коли прилегло дно стане міліним, створюється середовище для появи нової, наступної частини великої дельти. Зокрема, такий літодинамічний механізм склався в дельтах Міссісіпі, Оріноко, Нілу. На таких мілинах зростає площа дельт, зокрема – і Дунаю.

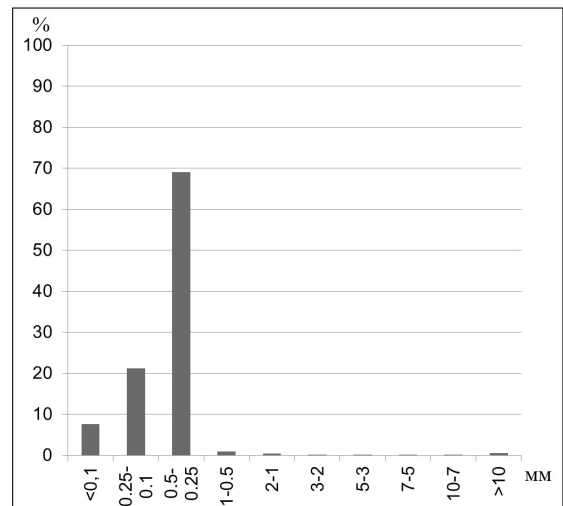
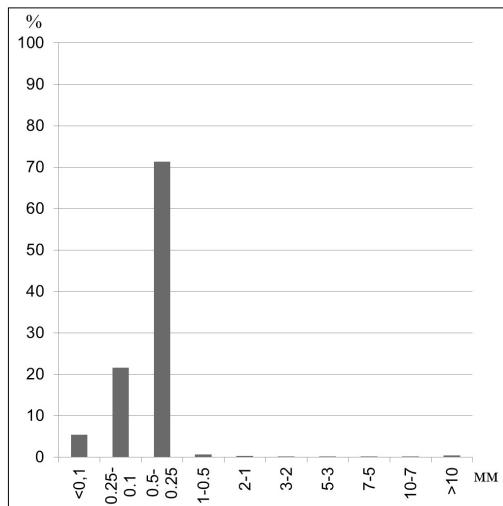


Рис. 3. Типові гістограми розподілу пересічних значень окремих фракцій у зразках, які були вилучені в межах еолових пагорбів реліктового ґрінду: А – на вершинах пагорбів; Б – в пониженнях між пагорбами.

4.2. Масовим було взірцювання на північному березі Жебріянської бухти, де склалася ділянка розпорошення піщаного вздовжберегового потоку наносів протягом минулих 100-150 років. Зараз це є велика ділянка № 1 активного рельєфоформування, де утворюються нові, «сьогоднішні» грінду. Взірці були представлені елементарними частинками наносів типового прибережно-морського походження, які живляться переважно процесами донної та берегової абразії між м. Большой Фонтан та бухтою. Разом із тим, для співставлень із наносами ділянки № 1 на рис. 1, ми виконали взірцювання матеріалу дельтового походження. Його взірці були отримані на 9 окремих ділянках від №2 до №10 (див. рис. 1).

Основне значення нами надається ділянці № 1, де утворюється сучасне грінду за тими ж закономірностями, які призвели до виникнення реліктового грінду. Ділянка включає в себе південний «кут» пересипу Сасик, терасу «Волчек» та Жебріянську косу. Вони є акумулятивними формами, які окремими накатними валами нарощуються досьогодні, наприклад, як показано на див. рис. 2 А. Взірці відбиралися в середній частині тераси «Волчек». Протягом останніх 50 років ця тераса сягла ширини на 132 м більше. Таким чином, пересічна швидкість нарощування тераси дорівнює 2,7 м/год. Така динаміка свідчить про суто сучасний процес «поточного дня» в накопиченні піщаних наносів, а не про довготривалу акумуляцію валів на рис. 4. На додаток, на наведеному пересіку довжиною 275 м взято 22 взірці, на кожному висотному елементі прибережно-морської фації. Тому гранулометричний склад наносів на «свіжих» пляжах та на реліктових валах (рис. 1 Б) може бути порівняним з великим показником достовірності.

Раніше було доведено (Vykhovanets, 2003; Shuisky, 2003), що Жебріянська коса нарощує довжину кожного наступного хвильового валу, але одночасно кожний наступний вал відхиляється на схід, відповідно до змін величин результативного вектору вітро-хвильової енергії E та вздовжберегового хвильового потоку T . Відповідно, розвивається

сукупність викривлених берегових валів, у вигляді генерації з формою віяла, тобто нове грінду. Кожний вал відокремлюється від суміжного міжваловим пониззям. Наочне знайомство із такими валами показало, що склад наносів на кожному з них є індивідуальним, а найбільш типовим є останній, наймолодший вал. Тому саме через нього був виконаний пересік за правилами, що загально прийняті (рис. 5). Відбір зразків піску був на кожному елементі рельєфу і урахував кожну мікроформу хвильового та еолового рельєфу. На цій підставі була побудована схема розподілу провідних фракцій від $\leq 0,1$ мм до 0,5 мм (див. рис. 5, 1-24).

Вона показала, що з глибини 2 м до ординару моря наноси стають більш крупними та підвищується вміст чурупкового детриту $CaCO_3$ (наноси $\geq 0,5$ мм до 23% у взірцях № 4-6). В смузі дії нахату і до підсхилку еолової гряди між точками 9-10 (висота до 0,8-1,0 м) помітно підвищується вміст фракції 0,1-0,25 мм (31-37% при пересічному значенні 21%), що типowo для еолового осередку піщаних форм рельєфу на північних берегах Чорного моря. Оскільки еолова смуга на грінду розвивається переважно під впливом вітрів з боку моря, то в подальшому, до міжвалового пониззя (між точками 9-19) у ньому між двома сусідніми грядами залягають наноси, що перевиані еоловим відсортуванням. І тільки на узрізі міжвалової озероподібної водойми (точки 19-21) маємо підвищену великість наносів за причиною значної концентрації чурупкового детриту ($CaCO_3$ – до 65%).

Отже, виявилось, що наноси на зовнішній гряді «сьогоднішнього» грінду мають багато в чому спільного з тими, якими складена аналогічна реліктова форма.

4.3. Загальний вигляд сучасної форми «сьогоднішнього дня», що нарощується та поступово утворює особливу генерацію хвильових валів (див. рис. 5), підказує, що літодинамічний процес на ній має схожість з давнім (рис. 2, 2). Цю схожість ще V.P. Zenkovich (1960) пов'язував з ділянками кінцевого розпорошення вздовжберегових потоків наносів, а до них якраз і відноситься кут Жебріянської

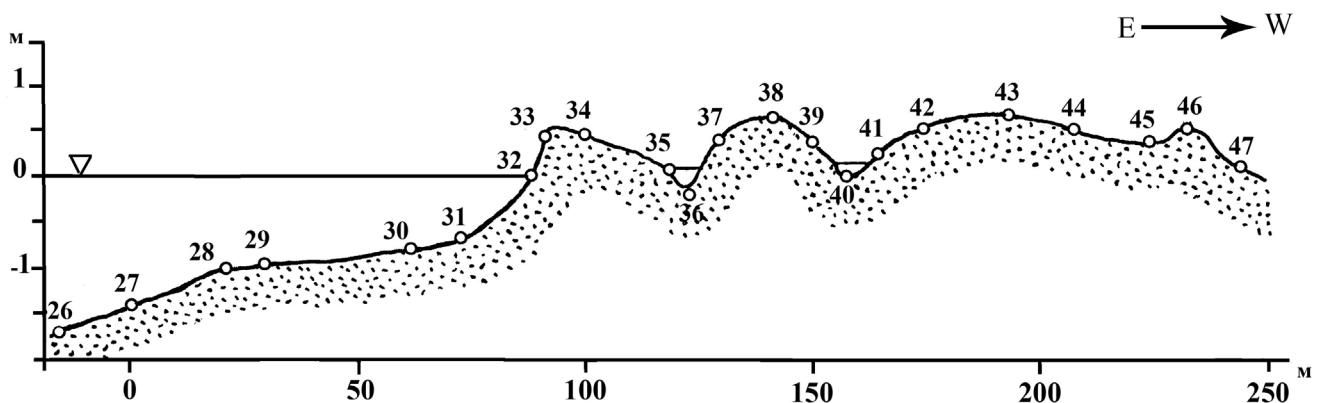


Рис. 4. Типовий розподіл точок взірцювання на пересіку піщаних акумулятивних форм сучасного грінду на березі Жебріянської бухти для отримання достовірного результату щодо гранулометричного складу наносів. З лівого боку трикутник вказує пересічний рівень моря.

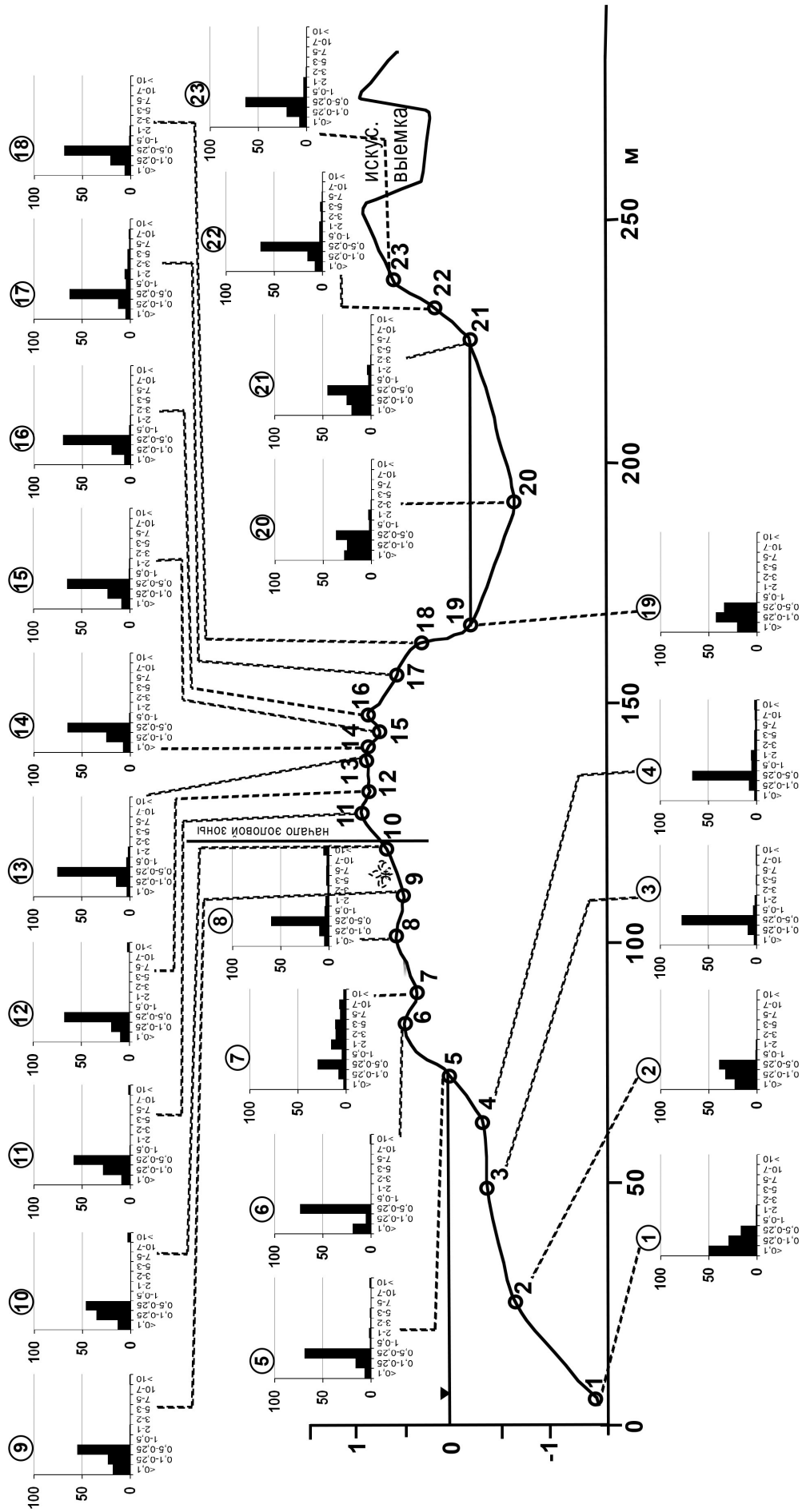


Рис. 5. Центральна частина Жебринської коси на березі одноім'яної бухти. Числові шкали – глибини, горизонтальна – довжина пересіку (в метрах). Шкала гістограм: горизонтальна – розміри фракцій (мм), вертикальна – проценти. Нумери гістограм та точок пробовідбору співпадають: 1–4 – взірці на підводному схилі моря; 5 – ординар рівня моря; 5–9 – надводна частина пляжу; 9–18 – еолова гряда з трав'яним покривом; 19–20–21 – міжвалове пониження. Профіль розташований на місці третьої розташованій на напрямку від північного сходу на південний захід на рис. 1, ділянка 1 в Жебринській бухті, дата 25.06.2019 року.

бухти. Найновіша генерація типу грінду несе на собі переважно піщані фракції, але з домішками чурупки, з концентрацією пересічно 15-20%, що значно менше, ніж протягом 60-70 років ХХ століття. Зменшення ми пояснюємо суттєвими погіршеннями фізико-географічних умов на північно-західному узбережжі Чорного моря. Окрім зростання забрудненнь морської та дунайської води, почав відчуватися сильний дефіцит піщаних пляжів та природних уламків скельних порід – середовища мешкання пляжоутворюючих моллюсків, про що попереджав академік Ю.П. Зайцев у середині 90-х років на доповіді в Одеському Домі вчених. Сьогодні нерегульована та «дика» забудова берегів зробила дійсністю сценарій великого гідробіолога.

На підставі лабораторної обробки взірців див. рис. 5, зразки 1-24, директивною фракцією виявилася 0,25-0,5 мм, як і на давній грінду (див. рис. 1 та 2). Але її концентрація виявилася набагато меншою, тільки 58,66%. В цілому різниця пересічних величин дорівнює 12%, що оцінюється як суттєва величина. Разом із цим, на молодій грінду найменших фракцій – 0,1 мм майже в 2 рази більше, аніж в складі реліктових, бо вони ще не до кінця пройшли вітрову (еолову) переробку наносів. Одночасно майже в 5,5 разів більше суми фракцій > 0,5 мм, як виявилось. Відтак, для максимальних значень маємо відхилення від пересічної величини, що дорівнює 19,44%, а для мінімальних – майже в 2 рази більше, 41,92%. Виходить, що літодинамічна рівновага в дослідженій береговій зоні може бути сягнутою за рахунок будь-якого механізму скорочення мінімальних концентрацій. В даному разі найбільш вірогідним нам бачиться активізація процесу інжекції, тобто вилученню у відкрите море найменших фракцій наносів (зависі) під впливом згінно-нагінних вітрових ундуляцій рівня моря.

В той же час для нас несподіваним стало майже повне співпадіння на гістограмах значень пересічних концентрацій всього фракційного ряду на реліктовому давньому грінду та на сучасному найновому валу-відгиллі поточного грінду, що формується сьогодні. Першочергово, це відноситься до фракції дрібного піску (0,1-0,25 мм), яка на пересіку сягнула 20,11%. Крайні значення дорівнюють 42,93% за максимумом та 5,37% за мінімумом. Природно, що вони суттєво, в рази, перевищують значення найкрупніших фракцій $\geq 0,5$ мм. Всі крупніші за 0,5 мм, в розрахунку на одну фракцію із 7, пересічно становлять 1,416% на сучасних пляжах і терасах, а на давніх – 0,233% на вершинах реліктових пагорбів та 0,302% в міжвалових пониззях. Отже, виходячи із наведених співвідношень та концентрацій різних фракцій, ми вважаємо, що найбільше достовірним індикатором літодинамічних процесів рельєфоутворення у розташуванні та формуванні пляжів, кіс, терас є вміст суми керівних фракцій від $\leq 0,1$ до 0,5 мм в сфері дії гідрогенних факторів, в межах північно-західного вздовжберегового потоку наносів, між

мисом Большой Фонтан та Жебріянською бухтою. Ось чому на схемі розподілу окремих фракцій у першому наближенні ми показуємо розподіл саме керівних фракцій у складі взірців за №№ 1-24 (див. рис. 5).

Це досить для того, щоби були відображені певні літодинамічні закономірності в районі розпорошення потоку наносів і формування новго грінду. На осередку формування хвильових генерацій грінду до основних відносяться: а) найкрупніші фракції локалізовані на підводному схилі на глибинах від 2 м до 0 (до ординару); б) найбільш інтенсивний процес перетворення осадкового матеріалу в прибережно-морські наноси відбувається на відзначках від -2 м до +1 м під впливом накатного потоку; в) на надводному пляжі, який відчуває дію синоптичних коливань рівня моря, переважають крупні наноси хвильових валів та дрібні наноси між валами; г) верхня частина пляжу поступово переходить в еолові пагорби та гряди, причому, керівне становище посідають керівні фракції 0,5-0,25 мм (вміст 29-46%) та 0,25-0,1 мм (23-35%); д) на піщаних акумулятивних формах, що розташовані на лиманних та дельтових узбережжях хвильові процеси завжди супроводжуються наявністю еолових процесів рельєфоутворення; е) розподіл рис гранулометричного складу наносів визначає будову фізико-географічних систем на поверхні піщаних кіс-генерацій типа «грінду».

4.4. Формування гранулометричних властивостей прибережно-морських наносів є важливим літодинамічним процесом, бо саме цими наносами складаються форми рельєфу берегового походження (Vykhovanets, 2003; Shuisky et al., 2015). При цьому важливе місце посідають процеси дрібнення та затирання часток наносів та набуття ними рис сферичності. А це підвищує їх гідравлічну крупність. Вони є невід'ємною частиною гранулометричності твердих часток у водному середовищі, в даному разі – мінеральних наносів в морській воді, що рухається. При цьому гранулометричні якості є близькою аналогією гідравлічним якостям. Тому нами були ураховані не тільки різні фракції наносів (їх розміри, визначені на решетах), але й їх щільність ($г/см^3$). Для цього, поряд із визначеннями форми та сферичності частинок наносів, виявлялась наявність деяких мінералів.

В районі наших досліджень наносоутворюючим мінералом є кварц, із щільністю $2,65 г/см^3$, з вмістом до 60%. Інші мінерали є менш рухомими у зв'язку із більшою щільністю в одних і тих же фракціях (наприклад, мусковіт – до $3 г/см^3$ чи кальцит – до $2,75 г/см^3$). Вони проходять меншу дистанцію за однаковий час, але при цьому частіше занурюються вглиб товщі наносів уздовж берегів в напрямку Жебріянської бухти. Кварц та фельд-шпати надають світлого кольору, а моріон – темного.

На наш подив, серед тисяч проглядів зерен наносів і визначення балів округленості під мікроскопом нами були визначені окремі зерна обсидіана. Цей

мінерал є нетиповим для Придунав'я. Вважаємо його присутність алювіальним скидом у басейні Дуная та його притоків, що дрениують вулканічні породи Альп, Карпат та ін. Звернемо увагу, що саме зерна стійкого обсидіану, завдяки їх фізичним властивостям, зберігають неправильну гострокутну форму під час перенесення водним потоком на найдовгі дистанції. З іншого боку, в районі досліджень найважливішими породоутворюючими мінералами є кварц та кальцит. Можна зафіксувати, що серед знайдених мінералів кварц має підвищену твердість, майже 7, а кальцит 3 за шкалою Мооса. Тому пояснюємо слабке невелике затирання у частинок кварца й підвищене затирання у частинок кальцита. Виявилося, що за шкалою В.А. Апродова форма частинок піщаних наносів за формою округленості лежить між 3,07 та 3,85 пересічно із 100 визначень у кожному взірці. Крайні значення становлять від 1 до 5, найчастіше зустрічаються округленості 3 і 4 бали. Відтак, гранулометричні властивості наносів на старій і найновій грінду складаються з пісків середньозернистих та дрібнозернистих, помірної округленості, невеликої кутуватості, переважно суттєвої твердості і підвищеної щільності. Саме такі наноси притаманні товщам найновіших акумулювативних форм хвильової природи в дослідженій частині дельти.

5. Висновки

Грінду є невід'ємним елементом структури Кілійської дельти Дунаю, на відміну від дельт таких річок, як Дністер, Камчія, Дніпро, Ріоні. Порушення процесу формування грінду відповідно спричиняє ушкодження всій системі дельти, а перш за все – шкоди зазнає субстрат дельти, на якому поселяються рослини і тварини певних видів.

Будь-яка забудова на поверхні грінду порушує стійкість дельти взагалі. Зокрема, якщо розпочати забудову пересипу озера Сасик та тераси «Волчек», які розташовані на ділянці розпорошення Північно-західного уздовжберегового потоку наносів, то це призведе до зникнення живлення нових грінду на Стенцовсько-Жебринській частині дельти. Відтак, не викликає сумнівів у порушеннях структури того субстрату, в якому розвиваються унікальні біологічні асоціації.

Фракція, що є ведучою, домінуючою виявилася середньозернистою піщаною на реліктових і на грінду сьогодення. На обох грінду другою за значенням є фракція дрібнозернистого піску. На третьому місці розмістилася сукупність алевритопелітових фракцій. В загальному порядку склад та співвідношення в цілому розрізняються несуттєво за всіма гранулометричними показниками, що пояснюється одними й тими ж джерелами живлення наносами, подібними прибережно-морськими процесами трансформації, схожими

уздовжбереговими потоками хвильової енергії, аналогічними механізмами дії роздрібнення та округленості.

Достовірність та об'єктивність отриманих результатів та висновків обумовлені тим, що дослідження були прямими натурними, в природних умовах, безпосереднім пробовідбором. Кількість зразків була достатньою, вони були отримані та оброблені в лабораторії за однією та тією ж методикою, з використанням одних і тих же технічних засобів.

ORCID iD

Yuriy Shuisky  <https://orcid.org/0000-0001-5308-0233>

Список посилань

- Vykhovanets, G.V. (2003). Aeolian factor impact to dynamic of the Danube delta. *Bulletin of Odessa I. I. Mechnikov National University. Ecology Ser.*, 8 (11), 29–54. [Выхованец, Г.В. (2003). Влияние эолового фактора на развитие дельты Дуная. *Вісник Одеського національного університету. Екологія*, 8 (11), 29–56].
- Zenkovich, V.P. (1960). *Morphology and Dynamics of the Black Sea Coasts*. II. Moscow: USSR Acad. Sci. Publ. Co. [Зенкович, В.П. (1960). *Морфология и динамика советских берегов Черного моря*. II. Москва: издательство Академии наук СССР].
- Mikhaylov, V.N. & Morozov, V.N. (Eds.). (2004). *Hydrology of the Danube Delta*. M.: GEOS. [Михайлов, В.Н., Морозов, В.Н. (ред.). (2004). *Гидрология дельты Дуная*. М.: ГЕОС].
- Mikhaylova, M.V., Kravtsova, V.I. & Morozov, V.N. (2019). Long-years evolution of marine margin of the Danube Delta. *Water Resources*, 46 (5), 474–484. [Михайлова, М.В., Кравцова, В.И., Морозов, В.Н. (2019). Многолетние изменения морского края дельты Дуная. *Водные ресурсы*, 46 (5), 474–484].
- Petrescu, I. G. (1963). *Delta of Danube: origin and evolution*. Moscow: IL Publ. House. [Петреску, И.Г. (1963). *Дельта Дуная: происхождение и развитие*. М.: ИЛ].
- Snyukov, E.F. (Ed.). (1982). *The Shelf Geology of Ukrainian SSR. Environment. History and Methods of Research*. Kiev: Naukova Dumka. [Шнюков, Е.Ф. (ред.). (1982). *Геология шельфа Украинской ССР. Среда. История и методика изучения*. Киев: Наукова думка].
- Shuisky, Yu.D. (2003). Hydro-Morphological characteristics of evolution of contemporary Kiliya delta of the Danube river. *Bulletin of Odessa I. I. Mechnikov National University. Ecology Ser.*, 8 (11), 4–17. [Шуйский, Ю.Д. (2003). Гидролого-морфологические черты формирования современной Килийской дельты Дуная. *Вісник Одеського національного університету. Екологія*, 8 (11), 4–17].
- Shuisky, Yu.D., Vykhovanets, G.V., Murkalov, A.B., Gyzhko, L.V. (2015). *Practikum by Coastal Sciences (for students physical-geographers of classical universities)*. Odessa: Bakhva Publ. Co. [Шуйский, Ю.Д., Выхованец, Г.В., Муркалов, А.Б., Гыжко, Л.В. (2015). *Практикум по береговедению (2-е изд.)*. Одесса: Бахва.].

До історії досліджень геоархеологічних пам'яток Лівобережжя Середнього Придніпров'я

Ілля В. Кравчук 

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

Реферат

У статті подано аналіз природничознавчих досліджень понад двадцяти археологічних пам'яток території лівобережжя Середнього Придніпров'я віком від середнього палеоліту до залізного віку включно, зокрема у Чернігівській обл. - 11, Сумській - 2, Полтавській - 6, Київській - 2 та Дніпропетровській - 1. Найбільш повну і репрезентативну інформацію сформовано для палеолітичних пам'яток: Пушкарі I, Бугорок, Добранічівка, Гінці, Бужанка 2, Оболоння та неолітичної стоянки Погорілівка-Вирчище. Виділено три етапи досліджень цих пам'яток за комплексом застосованих методів та характеру проведених робіт. Висвітлено ступінь повноти та релевантності наявних даних досліджень геоархеологічних пам'яток, вказано на необхідність проведення подальших палінологічних і літолого-палеопедологічних вишукувань на цих пам'ятках. Проаналізовані дані надано для внесення до інтерактивної бази даних геоархеологічних пам'яток проекту 19БФ050-01 «Реконструкція природних умов ареалів проживання людини на території України в доісторичний та історичний час».

Ключові слова

Культурний шар, палінологія, палеопедологія, палеонтологія, стратиграфія, геохронологія

Надійшла до редакції: 13 листопада 2020 / Прийнята: 30 листопада 2020

Research history of geoarcheological sites of the Middle Dnieper Left Bank

Illia V. Kravchuk

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

Abstract

The article presents an analysis of the study of archeological sites by methodology of natural sciences on the left bank of the Middle Dnieper, namely 23 sites from the Middle Palaeolithic to the Iron Ages (11 in Chernihiv region; 2 in Sumy region; 6 in Poltava region; 2 in Kyiv region and 1 in Dnipropetrovsk region). Three stages in the sites research have been established on the basis of the complex of methods applied: 1) 1st half of the 20th century - 1980s – the discovery of majority of the sites and settlements on the left bank of the Middle Dnieper region; mainly geological and palaeontological studies. 2) 1980s - 2000 - introduction of the new (or improved) natural science methods, the complex interpretation and analysis of the former research materials. The first appearance of pollen data in the studied area was an important milestone; 3) the beginning of the 21st century – nowadays - further implementation of pollen and palaeopedological methods in the study of the previously known and newly discovered sites.

Uneven distribution of the Palaeolithic sites in the area studied was shown (with their significant concentration in the Desna region). The geoarchaeological sites were studied with different numbers of methods - 13 from 23 sites were dated by the radiocarbon method, 9 sites also had palynological and palaeopedological data, 18 of them had paleontological findings. The most complete and representative information is formed for Palaeolithic sites: Pushkari I, Buhorok, Dobranichivka, Hintsy, Buzhanka II, Obolonnia and the Neolithic site Pohorilivka-Vyrchyshe. The Bronze and Chalcolithic sites in the area were studied less intensely and with less number of methods than the Palaeolithic sites. The necessity for further palynological and palaeopedological study of the archaeological sites is highlighted.

Keywords

Cultural layer, palynology, palaeopedology, palaeontology, stratigraphy, geochronology

Received: 13 November 2020 / Accepted: 30 November 2020

1. Вступ

Доцільність аналізу історії досліджень геоархеологічних пам'яток Лівобережжя Середнього Придніпров'я полягає в «інвентаризації» та оцінці повноти тих природничознавчих вишукувань, які були проведені до поточного моменту, із метою отримання масиву даних для реконструкції природних умов проживання людини доісторичного та історичного часу на стоянках і поселеннях. Це є необхідним для

визначення тих пам'яток, які гостро потребують проведення нових природничознавчих досліджень задля кращого розуміння як етапності змін природних умов у час проживання людини, так і для уточнення загальних змін зональності плейстоценової і голоценової природи на Лівобережжі Середнього Придніпров'я.

Під час дослідження нами було виявлено двадцять три геоархеологічні пам'ятки, тобто археологічні пам'ятки, які вивчалися методами

природничих наук. За періодизацією матеріальних культур виявлені пам'ятки відносяться до: 1) середнього палеоліту (Араповичі); 2) середньої фази верхнього палеоліту, 27–19 тис. р. т. (Zalizniak, 2012): Араповичі, Пушкарі I, Погон, Ключи, Новгород-Сіверська і Чулатів I (Крейдяний майдан); 2) пізньої фази верхнього палеоліту, 19–13,5 тис. р. т. (Zalizniak, 2012): Араповичі, Гінці, Юдиново, Мізин, Добраничівка, Бугорок, Чулатів I (Крейдяний майдан), Чулатів II (Робочий рів), Семенівські стоянки, Бужанка II та Оболоння; 3) мезоліту (В'язівок 4а, Огринь 8); 4) неоліту (Лисогубівка, Погорілівка-Вирчище); бронзової доби (Сторожове); залізної доби (Сторожове, Більск, Шишаки, Сердюки).

Місцезаповнення кожної із пам'яток із їхньою диференціацією за археологічною періодизацією показано на рис. 1.

2. Результати та обговорення

Середній та верхній палеоліт. Історія досліджень археологічних пам'яток Лівобережжя Середнього Придніпров'я починається із відкриття у 1908 році Мізинської стоянки. У 1932–1933 рр. відкрито Пушкарі та Новгород-Сіверську стоянки. У 1935 році почала свою роботу Деснянська експедиція під проводом М. В. Воєводського (Chubur, 2005). Ця експедиція вперше на території Лівобережжя почала комплексне (археологічне та

природниче, по суті геoarхеологічне) дослідження території. За мету було поставлено вивчення усіх археологічних пам'яток, що знаходилися на території колишнього (дніпровського) зледеніння й тобто були молодшими від часу існування льодовика. Геологічні (літологічні та стратиграфічні) та геоморфологічні дослідження виконували В.І. Громов і В.А. Хохловкіна, визначення палеонтологічних знахідок – І.Г. Підоплічко (Pidoplichko, 1940). Саме завдяки їм (пізніше величезний вклад був зроблений також А.О. Величко (Velichko, 1973) було отримано значний масив перших природничознавчих матеріалів за стоянками Пушкарівської групи (Пушкарі, Погон, Бугорок), а також стоянок Чулатів I, Мізин, Новгород-Сіверськ, Араповичі. Власне, багато стоянок і було відкрито під час роботи цієї експедиції: Чулатів I (Крейдяний майдан) І.Г. Підоплічком у 1934(5) р.; Чулатів II (Робочий рів) – І.Г. Підоплічком та Д.З. Галичем у 1936 р.; Чулатів III (Заровська круча) – у 1938 р. В.І. Громовим і В.А.Хохловкіною; Погон (П'ятий метр) і Бугорок – М.В. Воєводським у 1940 р. У 1934 р. К.М. Полікарповичем відкрито стоянку Юдиново.

Із 30-их років пошук пам'яток проводився за критерієм місцезнаходжень плейстоценової фауни, а із 1950-их років орієнтація на викопну фауну ще більше поглибилася внаслідок роботи фахівців Інституту зоології АН УРСР під керівництвом І.Г. Підоплічка (Chubur, 2005).

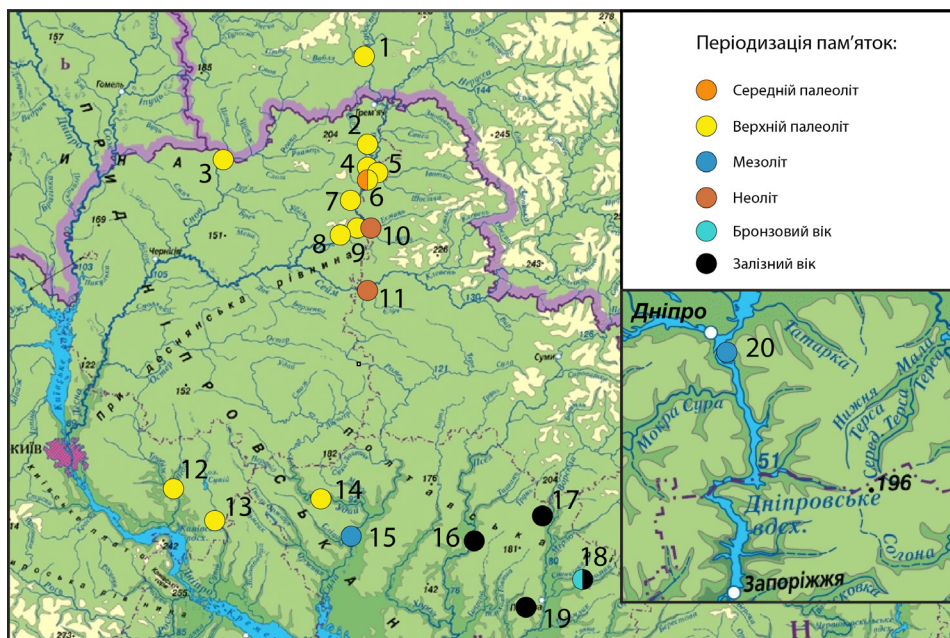


Рис. 1. Геoarхеологічні пам'ятки Лівобережжя Середнього Придніпров'я: 1) Юдиново; 2) Пушкарівські стоянки (Пушкарі I, Погон, Бугорок); 3) Ключи; 4) Новгород-Сіверська; 5) Чулатівські стоянки (Чулатів I (Крейдяний майдан), Чулатів II (Робочий рів)); 6) Араповичі; 7) Мізин; 8) Оболоння; 9) Бужанка II; 10) Погорілівка-Вирчище; 11) Лисогубівка; 12) Семенівські стоянки; 13) Добраничівка; 14) Гінці; 15) В'язівок 4а; 16) Шишаки; 17) Більск; 18) Сторожове; 19) Сердюки; 20) Огринь 8.

Fig. 1. Geoarchaeological sites of the Left Bank of the Middle Dnieper: 1) Yudynovo; 2) Pushkari group sites (Pushkari I, Pohon, Buhorok), 3) Kliusy; 4) Novhorod-Siverska site; 5) Chulativ group sites (Chulativ I and Chulativ II), 6) Arapovychi; 7) Mezine; 8) Obolonnia; 9) Buzhanka II; 10) Pohorilivka-Vyrchyshe; 11) Lysohubivka; 12) Semenivka sites; 13) Dobranichivka; 14) Hintsy; 15) Viazivok 4a; 16) Shyshaky; 17) Bilsk; 18) Storzhove; 19) Serdiuky; 20) Ohrin 8.

Також в цей час відкрито та досліджено стоянку *Добраничівка* (Shovkoplyas, 1955), а в наступне десятиріччя П.І. Толочком було відкрито стоянку *Клюси*.

Пізніший аналіз показав, що у значній частині зазначених вище стоянок геоморфологічне положення тяжіє або до ділянок плато/терас трикутної форми, обмежених з двох сторін ерозійними формами (двома балками чи балкою та річкою), або до нижніх частин схилів балок та конусів виносу у їх гирлах (Kovtoniuk et al., 2019).

Розглянемо найбільш репрезентативні у плані отриманого природничознавчого матеріалу стоянки верхнього та середнього палеоліту.

Араповичі. На цій стоянці природничознавчі дослідження почалися вже наприкінці 1950-их рр. (вона є першою серед стоянок регіону, для якої було виконано саме комплексне палеогеографічне вивчення). Палеогеографічні дослідження провадили В.П. Гричук (Grichuk, 1972), Т.А. Халчева (Halcheva, 1975), А.О. Величко і Т.Д. Морозова (Velichko, Morozova, 1982). Розріз стоянки представлений (знизу доверху) темно-червоними моренними супісками, пісками із слідами гігроморфного ґрунтоутворення, лесоподібними супісками, сірим лісовим ґрунтом, дерново-чорноземним ґрунтом, лесом, надмерзлотно-глейовими ґрунтами (від дніпровського часу до пізнього валдаю).

Палінологічні дані із відкладів стоянки, які детально відображають стадійність у зміні природних умов пізнього плейстоцену, були отримані Н.С. Боліховською (Bolikhovskaya, 1995). Микулинське міжзледеніння представлено у розрізі такими фазами. Фаза (M_2) сосново-березових лісів із домішкою дубу, граба, липи та в'язу, приурочених до виходів мергелю ялівцю і долину, на заболочених ділянках – наявністю мікротермів (*Betula nana*, *Lycopodium dubium*). Надалі (під час першого ендотермалу) кліматичні умови погіршилися (зростання посушливості та похолодання), що відображене у поширенні сосново-березових лісів із домішкою ялини та підліском із карликової берези. Матеріал ілювіюваного горизонту міжльодовикового ґрунту був сформований під березовими лісами за участю широколистих порід (*Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Corylus colurna*, *Ulmus laevis*). Подальші зміни клімату на фазі M_3 призвели до поширення сосново-ялинових лісів із дубом, грабом, в'язом і ведмежою ліщиною (*Corylus colurna*). Термоксеротичний оптимум микулинського міжзледеніння (фаза M_4) був часом поширення грабово-дубових лісів. Друга половина міжзледеніння (фаза M_5) позначилася трьома підфазами: 1) домінування березово-кедрово-ялинових і грабово-дубових лісів із домішкою в'язу та липи; 2) поширення соснових лісів з домішкою берези, зокрема чагарникової

(друге ендотермальне похолодання), деградація широколистих порід; 3) березово-ялиново-кедрові та грабово-дубові ліси із домішкою бука, липи, в'язу і теплолюбних порід: ведмежої ліщини і каркаса (*Celtis*). Формування НІ горизонту сірого опідзоленого ґрунту, виділеного попередніми дослідниками (Velichko, Morozova, 1982), відбувалося під час термогіротичного максимуму міжзледеніння (фаза M_6). Переважали дубово-грабові ліси із ліщиною у підліску, наявністю у деревостанах *Quercus petraea*, *Tilia platyphyllos*, *T. cordata*, *Ulmus laevis*, *Humulus lupulus*. У кінцеву стадію міжзледеніння відбулося формування НЕ горизонту і дернового ґрунту, почалося підзолотворення. Похолодання призвело до домінування кедрово-ялинових і березових лісів (фази M_7 - M_8). Початок валдайського зледеніння позначився поширенням сосново-березових лісів із *Betula nana* і *B. fruticosa*. На першому інтерстадіалі ранньовалдаю ускладі деревостанів з'являються дуб, липа, в'яз, на другому ранньовалдайському стадіалі на зміну лісам прийшов перигляціальний лісостеп із чагарниково-березовими формаціями, різнотравно-злаковими і лободово-полиновими угрупованнями, ектопами боліт і еродованих схилів. Другий ранньовалдайський інтерстадіал позначився значним потеплінням, про що свідчить поява у лісах граба, дуба, в'язу та хмелю. Лесові відклади стоянки були сформовані у холодних і посушливих умовах першого середньовалдайського стадіалу. Рослинність була представлена карликовими березами, полиновими, гвоздиковими. Інтерстадіальний брянський ґрунт (дерновий надмерзлотно-глейовий) формувався переважно у тундро-степових умовах. Цей ґрунт є полігенетичним і хронологічно охоплює час від першого середньовалдайського інтерстадіалу до осташковської стадії пізньовалдайського зледеніння. Видовий склад рослинного покриву постійно змінювався: від хвойних деревостанів до вільхово-березових. За максимального потепління (другий міжстадіал середнього валдаю) з'явилися дуб і граб, на наступному стадіалі – перигляціальна тундра. Головною ознакою часу формування пізньовалдайських лісів була кріоарідизація. Під сучасним ґрунтом залягає алтиновський лес лужської стадії пізнього валдаю. Цей час характеризується двома фазами: 1) відносно гумідна, із домінуванням у перигляціальних степах злаків, осокових, вересових, різнотрав'я, із сосново-кедровими та березово-модриновими перелісками; 2) аридна, із пануванням перигляціальних степів і напівпустель, у яких едифікатором був полин, супутніми видами – лободові та цикорієві; поширювалися чагарникові формації із карликової берези.

Пушкарі І і Погон. Вони і стоянка Бугорок відносяться до т. зв. «Пушкарівських стоянок») і знаходяться у межах одного вододільного мису,

що вдається у долину р. Десна. Культурні шари обох стоянок залягають у верхньоплейстоценових кліматолітах, представлених лесами, супісками та пісками і викопними ґрунтами. В.І. Громовим у 1948 р. та А.О. Величком у 1961 р. було знайдено ознаки крупних кріогенних деформацій, що вказує на розвиток потужної багаторічної мерзлоти, причому саме у час проживання там людей. Перший палеонтологічний матеріал було отримано у 30-их рр. В.І. Громовим, І.Г. Підоплічком, В.В. Карачаровським. На поточний момент виділено лише 10 видів ссавців, із яких макрофауну представлено шерстистим мамонтом, бурим ведмедем, шерстистим носорогом, вовком, широкопалим конем, північним оленем, благородним оленем і песцем. Із мікрофауни були знайдені лише рештки водяної та вузькочерепної полівок і копитного лемінга (Sablin, 1997).

На стоянці Пушкарі I природничознавчі дослідження відновилися у 1981 р. завдяки комплексним археологічним і природничо-науковим роботам під керівництвом В.І. Беляєвої. Комплексний підхід включав геологічну характеристику пам'ятки, особливо Ю.М. Грибченком, і реконструкцію палеоландшафтів часу проживання людини (Velichko et al., 1997), радіовуглецеве датування (О. Соффер), палінологічні (О.Ю. Новенко (Novenko, 2000)) і палеофауністичні дослідження (Є.В. Урбанас, Н.В. Гарутт, М.В. Саблін (Sablin, 1997)).

З новою інтенсивністю природничознавчі дослідження на стоянках почалися у 2000-их роках. В першу чергу було виконано радіовуглецеве датування (Bieliava, 2015). Для Пушкарів I визначено 11 дат у межах 19–20 тис. років. Діапазон існування стоянки Погон (П'ятий метр) визначено в інтервалі 22–24 тис. р. т. (Hrybchenko et al., 2011). Хронологічна близькість стоянок Погон та Пушкарі I підтверджує висновок Ю.М. Грибченка та Е.І. Куренкової (Hrybchenko, Kurenkova, 2014) про те, що первісні спільноти могли не полишати територію Пушкарівського мису, а переходити на ділянки із більш стабільною поверхнею у його межах.

Було отримано нові палеофауністичні дані зі стоянки Пушкарі I (Demay et al., 2016) – виявлено домінування решток шерстистого мамонта, присутність кісток коня (*Equus* sp.), північного оленя, звичайного вовка та лисиці і песця. Такий склад фауни свідчить про існування перигляціального ландшафту.

Новий етап у дослідженні стоянок позначився розширенням інтерпретації отриманих даних. Так, спираючись на дослідження А.О. Величка (1973) і власні результати, Ю.М. Грибченко та О.І. Куренкова (Hrybchenko, Kurenkova, 2014) прийшли до висновку, що заселення території стоянок відбувалося у достатньо суворих перигляціальних умовах. При цьому обидві

стоянки відносяться до малочисельної групи стоянок часу максимуму зледеніння. Зазначалося, що внаслідок розташування культурних шарів стоянки Погон (П'ятий метр) в оглеєному суглинку, палеоповверхня часу функціонування стоянки могла бути перезволоженою.

За іншими реконструкціями палеосередовища (Bieliava, 2015) встановлено відсутність суттєвих трансформацій палеоповверхні і відсутність активізації процесів лесонакопичення. За палінологічними даними із культурного шару стоянки Пушкарі I (Bieliava, 2015) у час його формування існували відкриті холодні ландшафти. Ймовірно, люди залишили стоянку через наступні різкі кліматичні зміни – коли припинилося накопичення суглинистого делювію і основними стали інтенсивні еолові процеси.

Бугорок. Стоянка є частиною т. зв. «Пушкарівських стоянок». Культурні шари залягають у товщі лесів, стратиграфічно вище від культурного шару стоянки Погон. Культурні шари стоянки Бугорок приурочені до нижньої частини бурувато-коричневого супіску і верхньої частини палевого супіску горизонту В сучасного ґрунту. А. О. Величком (Velichko, 1973) було визначено геологічний вік існування стоянки – третій та четвертий етапи накопичення валдайських лесових утворень. Таким чином, Бугорок є наймолодшою серед Пушкарівських стоянок.

Природничознавчі дослідження на стоянці поновилися у ХХІ ст. Так, Г.А. Хлопачевим (Khlopachev, 2014) визначено, що культурний шар формувався у два етапи. Нижній горизонт відноситься до часу 14,5–15 тис. р. т. Другий основний горизонт проживання людей припадає на інтерстадіал алерьод. Фауністичні вишукування (Sablin, 2002) встановили наявність кісток шерстистого мамонта, вівцебика і песця, проте із поганим ступенем збереження.

Спорово-пилковий аналіз (СПА) виконано (Sapelko, 2014) для всіх відкладів розрізу, включаючи культурний горизонт. Його паліозона характеризується найбільшим відсотком пилку деревних порід у розрізі (53%), із домінуванням сосни, вільховника, берези і вільхи. Серед пилку трав переважали злакові та осокові, значним було різноманіття різнотрав'я. Зроблено висновок щодо збільшення площі лісів у час формування культурного шару, проте за переважання площ тундрово-степових асоціацій. Загальне різноманіття реконструйованих типів рослинності (тундрово-степові асоціації; різнотравно-злакові луки; долинні соснові та сосново-березові ліси) дало змогу реконструювати перигляціальні лісостепові умови. Відсутність сибірських хвойних порід може слугувати підтвердженням часу існування стоянки впродовж інтерстадіалу алерьода. Це відповідає серії ¹⁴C-датувань, отриманих для основного горизонту культурного

шару: 11500 ± 400 – 11700 ± 250 р. т. Г.А. Хлопачев (Khlopachev, 2014), що є близькими до датувань культурних шарів стоянки Юдиново.

Новгород-Сіверська стоянка. Для стоянки за результатами робіт Деснянської експедиції (Gromov, 1948) було описано геологічні умови формування відкладів Новгород-Сіверської стоянки і визначено положення культурного шару: стоянка розташовувалася на розмитій поверхні дніпровської морени, котра залягає на давній терасі. Як і на Пушкарівських стоянках, фауністичний матеріал було отримано ще у 30-ті рр. (Pidoplichko, 1947). Багата фауна представлена рештками шерстистого мамонта, сибірського носорога, коня, степового бізона, північного оленя, бурого ведмедя, вовка, лисиці, песця, рисі, тхора, горностая, ласки, зайця білого, пескухи степової, копитного та обського лемінгів, жовтої та степової строкаток, стадної полівки, водяної криси, полівки-економки, хом'яка сірого, бабака, ховраха, ховраха великого, тушкана великого, хохулі та мідичі звичайної.

Більш того, отримано (Zubareva, 1950) орнітологічний матеріал: рештки гуся, кулика, крижня, чирка, широконоса, качки, білої куріпки, боривітру, луня, вівсянки, жайворонка (різних видів), пліски білої, синиці великої та чубатої, ластівки сільської, горобцевих. Г.В. Нікольським (Nikolskyi, 1952) описано іхтіофауну: рештки лосося, плітки, язя, ляща, сома, щуки, судака, окуня, міня і ряд решток риб із родин коропових.

Новий етап досліджень почався в кінці минулого століття, коли було встановлено (Sinitsyn et al., 1997) вік пам'ятки за радіовуглецевим датуванням – 19800 ± 350 р. т. (ОхА-698). Фауністичні рештки знайдені у лесоподібному суглинку з уламками кварциту. С. Пеан визначено їх як залишки шерстистого мамонта, коня, ссавця великого розміру (коня чи бізона) і кістки невизначеного ссавця середніх розмірів (Kedun et al., 2011).

Дослідниками середини минулого століття (Zubareva, 1950) було висунуте припущення про відсутність великих лісових масивів в районі середньої течії Десни, про що свідчила відсутність решток типових лісових мешканців (орябка та глухаря). Фауністичний матеріал вказував на існування більш-менш теплого літа та про розвиток великих просторів, котрі перемежовувалися з невеликими ділянками мішаного лісу. Ділянки березового лісу могли слугувати сховищем для білої куріпки.

Чулатів I (Крейдяний майдан). Макрофауністичні дослідження на пам'ятці виконані І.Г. Підолічком (Pidoplichko, 1940). Фауна представлена рештками шерстистого мамонта, шерстистого носорога, степового бізона, бурого ведмедя, звичайного вовка, широкопалого коня, північного оленя, песця. Мікрофауна представлена бабаком, копитним лемінгом, стадною полівкою, тушканом.

Чулатів II (Робочий рів). Природничо-наукові дослідження стоянки Чулатів II були проведені лише в останні десятиліття. Визначено (Olenkovskiy, 2008) залягання культурного шару у середній частині верхнього горизонту лесу, на глибині 2-3 м від сучасної поверхні. Фауну представлено шерстистим мамонтом, північним оленем і песцем.

Мізін. За Шовкоплясом (Shovkoplyas, 1965), культурні шари залягали у товщі горизонтально шаруватих лесоподібних суглинків, на глибині від 1 до 7-8 м від денної поверхні схилу. Це свідчить про вторинне перевідкладення артефактів. Незважаючи на те, що стоянка була відкрита однією із найперших (раніше тільки стоянка Гінці – у 70-их рр. XIX ст.), достовірних стратиграфічних даних для культурних шарів до тепер не отримано. До складу фауністичного матеріалу, збір якого почався ще у 1908 р., входять рештки шерстистого мамонта, шерстистого носорога, вовка, широкопалого коня, північного оленя, вівцебика, песця, вовка, лисиці, зайця. Останній етап дослідження пам'ятки, із фундаментальними дослідженнями І.Г. Шовкопляса та І.Г. Підолічка, мав місце у 1954–1961 рр.

Тільки у XXI ст. було проведено радіовуглецеве датування палеонтологічних решток, однак отримані дати мають певні розбіжності. Датування, отримані в Інституті геології РАН, показало вік стоянки у 21600 ± 200 р. т. М.П. Оленковський (Olenkovskiy, 2008) ці дані вважає найбільш релевантними, хоча і дещо за давніми. Раніше (Zalizniak et al., 2005) наводилися датування у 17–16 тис. р. т.

Клюси. Перші розкопки на стоянці були проведені у 1964–1966 рр. І.Г. Шовкоплясом. Визначено (Gladkih et al., 1967), що культурний шар залягав у верхах потужного горизонту щільної темно-брунатної глини, перекритої шаром світлого жовтого стерильного піску, а також сірим опідзоленим ґрунтом. Глибина залягання – до 2-2,5 м. На окремих ділянках із кращим ступенем збереженості були знайдені великі уламки кісток шерстистого мамонта (Tkachenko, 2002). У 2002–2005 рр. Д. В. Ступаком (Stupak, 2008) було проведено нові археологічні вишукування, однак фауністичний матеріал був відсутній «через специфіку ґрунтів», вірогідно через їхній піщано-супіщаний склад. За віком автор датує стоянку Ключи приблизно як і Пушкарі I (19–21 тис. р. т).

Добранічівка. Стоянку, відкриту у 1952 р., активно досліджували у період із 1953 по 1973 рр. експедицією під керівництвом І.Г. Шовкопляса. Стоянка розташована на мисі другої надзаплавної тераси лівого берега р. Ташанки при впадінні її у р. Супій. Культурний шар залягає у лесі на глибині до 2,5 м від сучасної поверхні. Викошний ґрунт під культурним шаром А.О. Величком (Velichko, Morozova, 1982) було зіставлено із брянським ґрунтом (тобто таким же, що був знайдений і в

Араповичах). В.А. Дубняк і Г.О. Пашкевич (Dubniak, Pashkevych, 1975) пізніше віднесли культурний шар стоянки до ембріонального ґрунту (потужність 0,2-0,5 м) причорноморського лесу. Вік стоянки визначено (Shovkopyas, Pashkevych, 2011) як пізньомадленський (близько 12 тис. р. тому).

На стоянці було знайдено близько 3 тис. кісткових решток тварин. Переважали кістки шерстистого мамонта, фіксувалися кістки північного оленя, песця, вовка, ведмедя, вівцебика, шерстистого носорога, зубра, лисиці, степового бабака, зайця, россомахи та білої куріпки (Shovkopyas, Pashkevych, 2011).

Г.О. Пашкевич (Pashkevych, Dubniak, 1978) було проведено СПА лесів та ембріонального ґрунту стоянки. У палиноспектрах лесу головна роль належала пилку трав'янистих рослин (до 95%), особливо злаковим та осоковим, однак чимало було й пилку різнотрав'я, полинів і лободових. Натомість пилок деревних порід був нечисленним: сосна, вільха, береза, верба. Серед спор переважали зелені мохи (Bryales), у невеликій кількості простежено спори папоротей (Polypodiaceae), зелениці сплющеної (*Diphasium complanatum*), плаунця заплавного (*Lycopodiella inundata*) і плаунка плауноподібного (*Selaginella selaginoides*). Незначний вміст пилку дерев та перевага пилку трав'янистих у складі спорово-пилкових спектрів, а також наявність пилку геліофітів (*Helianthemum*, *Scabiosa*, *Cichorium*, *Euphorbia*) і степових рослин (*Bassia prostrata*, *Artemisia scoparia*, *Artemisia dracuncululus*, *Dysphania botrys*) свідчать про відмінність рослинності часу формування лесової товщі від сучасної лісостепової. На той час у рослинному покриві головну роль відігравали степові різнотравно-злакові угруповання, із значною кількістю геліофітів і ксерофітів, поширення мали солонцюваті луки. Присутність спор плаунка плауноподібного (представника холодолюбної аркто-бореальної флори) свідчить про холодний і континентальний клімат.

Ембріональний ґрунт формувався у кращих кліматичних умовах. Він є подібним до сучасних бурих лісових ґрунтів холодних фацій (Pashkevych, Dubniak, 1978), має невелику потужність (від 0,2 до 0,5 м), зустрічається у товщі лесу не повсюдно. Його СПА характеризується зростанням (порівняно з лесом) відсотку пилку дерев (до 34%) та більшим його різноманіттям. Переважає пилок сосни, зустрічається пилок ялини, зрідка – вільхи і берези. Важливою є присутність пилку широколистих порід (дубу та липи). Серед трав переважає мезофітне різнотрав'я, є осокові, ксеро- та галофіти із родини Chenopodiaceae. Був знайдений пилок узбережно-водних рослин (*Sparganium*, *Potamogeton*, *Nymphaea*). Склад спор дуже різноманітний: зелені та сфагнові мохи; родина Polytrichaceae; плаун булавоподібний

(*Lycopodium clavatum*) та плаунець заплавний (*Lycopodiella inundata*), поодинокі – плаунок плауноподібний (*Selaginella selaginoides*), гронанка півмісяцева (*Botrychium lunaria*) і північна (*Botrychium boreale*). В ембріональному ґрунті знайдено кору берези, вільхи, сосни, корінці осок та очерету.

Різноманіття у видовому складі рослин часу формування ембріонального ґрунту, ймовірно, було пов'язане із неоднорідністю рельєфу місцевості та ґрунтових умов. На борових терасах і низьких вододілах були поширені соснові (подекуди з домішкою ялини) ліси із добре розвиненим трав'янистим покривом, зрідка зустрічалися дуб та липа. Степова рослинність (із ксерофітами) займала сухі, підвищені місця, із добре дренованими ґрунтами, а у зниженнях домінувало мезофітне різнотрав'я. Присутність пилку *Eurotia ceratoides* свідчить про наявність сухих перигляціальних ценозів. Біля водойм були поширені вільха і верба, були наявні осокові та гіпнові болота (Pashkevych, Dubniak, 1978).

Юдиново. Незважаючи на те, що стоянку було відкрито ще у 30-х рр. і її дослідження проводилося (з перервами) протягом усього ХХ ст., проте суто природничознавчий матеріал отримано відносно нещодавно. Було виконано (Khlopachev, 2015; Hrybchenko, Kurenkova, 2014) нову серію літолого-стратиграфічних і палеонтологічних вишукувань. Встановлено, що нижній культурний шар є пов'язаним із лесоподібним супіском, в основі якого залягають рівні ґрунтоутворення та оглеєння, а верхній шар – із горизонтом піщаних алевритів. Для стоянки була отримана (Abramova et al., 1997) серія ¹⁴C дат, за якою найбільш ймовірний час проживання людей на стоянці був близько 14 тис. р. т.

Палеонтологічний матеріал, зібраний у попередні роки, був перевизначений (Sablin, 2014). Макрофауністичний комплекс включає рештки шерстистого мамонта, печерного лева, бурого ведмедя, вівцебика, вовка, лисиці, північного оленя, широкопалого коня, сайгака і песця. Мікрофауна була представлена бабаком і донським зайцем. Орнітологічні матеріали включали рештки беркута, сріблястої чайки, качки, чорної казарки, білої сови, гуся гуменника, білої і тундрової куріпок і малого лебедя.

Цікавими є реконструкції сезонності проживання людини на цій стоянці, розроблені М.В. Сабліним (Sablin, 2014) за аналізом кісток тварин. Ймовірно, люди були присутні на стоянці з вересня по травень. На це вказує поширення хутового промислу і масові рештки молодих особин тварин. Через наявність у культурних шарах шести видів перелітних птахів, фрагменту клешні річкового рака, черепашок прісноводних молюсків і хребців риби можна припустити існування активної діяльності людей на березі

незамерзлої водойми (ймовірно у вересні). Відсутність людей на стоянці влітку автор пояснює їхнім бажанням покинути заплаву внаслідок поширення гнусу, активного із червня по серпень.

Для відкладів стоянки проведено СПА (Sapelko, 2014). Нижньому культурному шару відповідає паліозона, склад спектрів якої відображає значне поширення відкритих ландшафтів, проте й часткову залісненість території (лісові асоціації включали сосну, вільху, березу). Хвойні породи зростали на певній відстані від стоянки. Зростання посушливості відображене у формуванні чагарникових заростів. Основні площі займали мезофітні та ксерофітні луки, із рудеральними видами рослин. Паліозона, що відповідає верхньому культурному шару, відображає зникнення деревної рослинності, осушення узбережних територій і абсолютне домінування відкритих просторів із трав'янистим покривом. Авторка припускає, що під час формування цього культурного шару межа лісової зони знаходилася на більшій відстані від стоянки, ніж під час формування нижнього культурного шару, коли більшого поширення набули перигляціальні степові асоціації у холоднішому й ариднішому кліматі. На формування ґрунтового-рослинного покриву на ранньому етапі заселення стоянки вплинула фаза обводнення і підтоплення стоянки, із привносом нового седименту. На пізньому етапі заселення ділянка практично не затоплювалась. Стабілізація поверхні у зв'язку із зростанням посушливості призвела до формування більш зручного місця для поселення.

Для регіону розташування стоянки із використанням палінологічних даних були виконані палеокліматичні реконструкції (Velichko et al., 2003). Визначено, що літні та зимові температури були нижчими за сучасні відповідно на 4-5°C і 8-10°C. Кількість опадів не перевищувала 300 мм на рік.

Гінці. У відкладах стоянки початок пізнього пленігліяціалу відображено у формуванні лесових утворень із ознаками соліфлюкційних процесів (Iakovleva et al., 2018). Радіовуглецевим датуванням визначено діапазон існування стоянки – 14,670–14,110 р. т. (некалібровані дати). Фауна представлена рештками шерстистого мамонта, шерстистого носорога, печерного лева, бурого ведмедя, вовка, рисі, росомахи, зубра, вівцебика, північного оленя, коня, зайця, бабака, псаця (Pidoplichko, 1969).

Палеосередовище первісної людини було реконструйовано (Iakovleva et al., 2018) на основі визначення решток крупних ссавців, мишоподібних, малакофауни і результатів СПА із шару відкладів, що відповідають нижньопричорноморському субкліматоліту (рс.). Встановлено, що, починаючи із пізнього пленігліяціалу, клімат був холодним і сухим; домінували відкриті ландшафти холодного

степу із незначною участю холодолюбних деревних порід та представників родини Ericaceae.

Семенівські стоянки (мисливські табори). Всі три стоянки (Семенівка 1, 2, 3) розташовані на північному схилі мису лесової тераси, котра обмежена лівим берегом невеликої балки (Nuzhnyi et al., 2017). Культурні шари стоянок знаходяться у лесоподібному суглинку на глибині до 2 м від сучасної поверхні. Радіовуглецеве датування Семенівки 1 за кісткою ведмедя – 13600±160 р.т., Семенівки 2 – 14200±180 р. т.

Фауністичні рештки представлені: 1) на Семенівці 1 – шерстистим мамонтом, бурим ведмедем; 2) на Семенівці 2 – шерстистим мамонтом, молюсками (*Nassa reticulata*, *Cyclope neritea*, *Theodoxus sp.*, *Dorsanum sp.*); 3) на Семенівці 3 – шерстистим мамонтом, бізоном, північним оленем, вовком, сайгаком та молюсками, аналогічними до Семенівки 2 (Nuzhnyi et al., 2017).

Для цих стоянок і для епігравету загалом пропонується наступна реконструкція сезонної адаптації мисливців на мамонта прильодовикової зони (Nuzhnyi et al., 2017): 1) після зимівлі група подрібнюється і розсіюється по території задля пошуку нових природних скупчень великих ссавців і визначення місць майбутніх зимівель; 2) весна – літо – інтенсивне полювання та збирання корисної сировини; 3) зима – інтенсифікація суспільного життя всередині господарської общини, зменшення варіативності крем'яних комплексів стоянок.

Бужанка II. Ця стоянка відкрита у 2003 році Д.В. Ступаком і досліджувалася Деснянською палеолітичною експедицією. Культурні шари залягали у лесовій товщі. Фауна, знайдена на стоянці, є набором видів, що або вже вимерли (шерстистий мамонт), або існують у різних екологічних зонах (Komar, Stupak, 2011). Це – рештки видів сучасної тундри (північний олень та песець) разом з представниками лісів (ведмідь) і лісостепу (вовк і лисиця). Радіовуглецеве датування зроблено лише по одній трубчастій кістці молодого мамонта, отримана дата – 14350±60 тис. р.

М.С. Комар було проведено СПА (Komar, Stupak, 2011), результати якого виявили значне поширення соснових лісів (вірогідно на породах легкого механічного складу). Поширення листяних порід було обмежене едафічними факторами. На досліджуваній території зростали зеленомохові соснові ліси на помірно-вологих ґрунтах у верхніх частинах схилів, орлякові соснові ліси на вологіших і багатших ґрунтах вирівняних ділянок і нижніх частинах схилів і сфагнові соснові угруповання на найвологіших ділянках. На підвищених елементах палеорельєфу поширеною була геліофільна рослинність, чагарникова й лучна – займала зниження рельєфу. Існували заболочені місця й ділянки із порушеним і несформованим ґрунтового-рослинним покривом. На думку авторки, значна

кількість деревних і чагарникових форм берез могли бути як складовою лісових деревостанів, так і створювати самостійні угруповання на вододілах і за берегами ріки. Поодинокі зростали термічно невибагливі широколисті породи.

Оболоння. Стоянка відкрита у 2010-ому році. Культурний шар знаходиться у горизонті заціпанених гумусованих суглинків, первинне залягання яких порушено великими криогенними структурами (Stupak et al., 2014). За кістками мамонта зроблено ^{14}C -датування культурного шару, отримані дві дати: 1) 15200 ± 200 р. т.; 2) $28035, 20730 \pm 120$. Фауністичний аналіз проведено Летицією Демей (Stupak et al., 2014), більшість кісток належить шерстистому мамонту. Також наявні рештки бурого ведмедя, вовка, лисиці та зайця.

СПА відкладів стоянки, виконаний М. С. Комар (Stupak et al., 2014), показав, що рослинність часу осадонакопичення була екологічно неоднорідною – були присутні гіпоарктичні мезофіти, характерні для сучасних тундр (*Betula nana*, *Betula fruticosa*, *Botrychium boreale*, *Selaginella selaginoides* та ін), ксерофіти (*Armeria*, *Artemisia*, частина злакових і лободових), психрофіти (*Dryas octopetala*). Лісову рослинність репрезентували представники бореального березового, вільшаникового і вербового ценогенетичних комплексів. Існував мозаїчний рослинний покрив із ділянками паркової тундри та перигляціального степу. У зміні паліноспектрів відображено зміни рослинного покриву, пов'язані із похолоданням та аридизацією клімату.

Мезоліт. В'язівок 4а. Стоянка зимівниківської культури (ранній мезоліт) розташована на краю мису, утвореного у долині р. Сліпорід (притока Сули). Ж.М. Матвішиною (Havrylenko, 2000) таку послідовність нашарувань (знизу вверх): 1) сірувато-світло-бурий лесоподібний суглинок, місцями із вапняковими включеннями (причорноморський кліматоліт); 2) похований ґрунт початку голоцену – лісовий або лучно-лісовий ґрунт (за підвищеннями рельєфу переходить у лучний), представлений темно-бурим важким суглинком стовпчастої структури (потужністю до 0,4 м), на схилі площадки – блідий від значного вмісту вапна. У ньому мезолітичні матеріали, а вище – знахідки раннього (дніпро-донецька культура) і пізнього (ямково-гребінцева кераміка) неоліту; 3) прошарок білуватого легкого суглинку із вапняковими включеннями та нечисленними знахідками доби енеоліту - ранньої бронзи (рубіж IV–III тис. до н.е.); 4) темно-сірий легкосуглинковий ґрунт із матеріалами середніх віків – XI–XIII ст.

Кістковий матеріал мезолітичного шару поселення В'язівок 4а радіовуглецевим методом датовано 9650–9450 р. т. (некалібровані дати). Загалом комплекси В'язівка 4а датуються пребореалом (10,3–9 тис. р. т.); розвиток

зимівниківської культури міг тривати від кінця дріасу III до бореалу включно (10,4–8 тис. р. т.) (Havrylenko, 2000).

Фауністичний склад матеріалів стоянки представлений рештками бика, вовка, лисиці, лося, кабана, коня, благородного оленя, бобра та зайця. Серед іхтіофауни І.В. Кисельовим визначено залишки щук, сомів, окунів і корошових (Havrylenko, 2000).

Ґрунт, у якому залягав культурний шар доби мезоліту, за Ж.М. Матвішиною, належить до ясно-сірих опідзолених. Він є озалізненим та оглиненим, що свідчить про розвиток процесів ґрунтового вивітрювання. Збереглися ознаки підвищеного гідроморфізму і соліфлюкційних процесів. За (Havrylenko, 2000), утворення ґрунту відбувалося під листяним лісом в умовах теплового і вологого клімату раннього голоцену.

Огринь 8. Поселення (стійбище?) кукрецької культури розташовано на Огринському півострові у місці впадіння р. Самари у Дніпро. Вік пам'ятки – від VIII до VI тис. до н. е. (Veiber, Gorobets, 2018). Проте існують неузгодження (Rassamakin, 2017) щодо культурної належності пам'ятки та її датування. Можна навести радіовуглецеві дати, отримані Н.С. Котовою – 4720 р. до н. е. (калібровані) (Kotova, 2005).

Незважаючи на те, що перше визначення видового складу фауни було зроблено ще у 50-их рр., узагальнення та систематизація усього остеологічного матеріалу були проведені лише тепер (Veiber, Gorobets, 2018). Так, палеофауна поселення представлена: 1) ссавці: олень благородний, лось, козуля звичайна, тур, тур/зубр, кінь (можливо тарпан), вовк, собака, свиня дика, лисиця звичайна, заєць сірий, бобр, кіт лісовий, гризуни (ховрах і з родини полівових); 2) рептилії та риби: черепаха болотяна, щука, сом, плітка, короп, судак, осетр, лин; 3) птахи: пірникоза сіроцока, крижень, чернь білоока, синьга, попелюх, гоголь, шилохвіст, широконоса, чирнка мала. Наявність рештків качки синьги може свідчити про зимовий період існування поселення – через наближеність до порогів прибережна частина Дніпра не замерзала у зимовий період, що давало качкам змогу використовувати водоймище.

Більшість палеофауністичних решток належить лісовим видам тварин, окрім тура та коня, котрі мешкали здебільшого у лісостеповій і степовій природних зонах. Загалом, видова сукупність тварин дає змогу встановити (Veiber, Gorobets, 2018) саме лісостеповий характер природної зони розташування поселення.

Неоліт. Лисогубівка та Погорілівка-Вирчище. Лисогубівське поселення було відкрито у 1969 р. на правому березі р. Єзуч (ліва притока Сейму) і на початку 1970-х рр. активно досліджувалося експедицією Інституту археології УРСР під проводом В.І. Непріної. За отриманими даними

було заявлено (Neprina, 1976) про відкриття нової археологічної культури доби раннього та середнього неоліту – лисогубівської, однак довгий час ця теза була контроверсійною. Стоянку Погорілівка-Вирчище було відкрито В.І. Непріною у 1961-ому р. Розташована на лівому березі р. Реть, за 0,5 км від місця впадіння її у Десну в урочищі Вир (Nogin, 2016).

У 80-і роки минулого століття на цих неолітичних (V – кінець IV тис. до н.е.) стоянках було отримано остеологічний матеріал, збереження якого було в першу чергу зумовлено суглинистим складом культурних шарів. Фауністичні рештки на Лисогубівській стоянці визначені О.І. Даниловою (Neprina, 1984). Переважали кабан, дикий кінь (головні промислові тварини на стоянках цього часу), лось, благородний олень, косуля, тур, знайдені рештки бобра, видри і черепахи. Хижаки представлені рештками вовка і ведмедя, птахи – дикою гускою, качкою і лелекою, риби – судаком, сомом, щукою, річкові молюски – родом *Unio*. Знайдено кістки domestikованих тварин – собаки та бика. На стоянці Погорілівка-Вирчище зафіксовано рештки коня і кабана (переважна більшість усіх кісток), благородного оленя, лося, косулі, ведмедя, лисиці, видри та риб (сом, судак, щука).

На початку XXI ст. (Kotova, 2002) отримано низку абсолютних дат для стоянки Погорілівка-Вирчище. Нижній (II культурний) шар датовано у межах 4808±89 до н. е. – 4541±89 до н. е., а верхній (I культурний) шар – 4455±91 до н. е. – 4291±61 до н. е. Загалом, існування неолітичного поселення Погорілівка-Вирчище припадає на першу – третю чверть V тис. до н.е. Щодо Лисогубівської стоянки, то її вік визначають в межах останньої третини V тис. до н. е. для нижнього горизонту культурного шару, а для верхнього – приблизно середина IV тис. до н. е. (Kotova, 2002).

Настоянці Погорілівка-Вирчище було проведено СПА (Pashkevych, 1990) і виділено два суттєво відмінні палінокомплекси. Перший комплекс часу неоліту (культура ямково-гребінцевої кераміки), виділений із відкладів підґрунтя і похованого ґрунту, містить 52% пилку трав, 25% пилку дерев і 23% спор мохів. Серед пилку дерев переважала сосна, друге місце посідала береза, частка якої постійно зростала. Зустрічався пилко карликової берези, ялиці і ялини. Серед трав переважав пилко злаків, осокових та полину. Відклади материнських порід містили спори холодолюбних рослин: плаунка плауноподібного і гронянки півмісяцевої, але також і папоротей. Авторкою було зроблено висновок, що клімат, який передував часу виникнення поселення, був прохолодним і досить вологим, переважали різнотравно-злакові угруповання. Площа лісів (переважно із сосни та берези) була відносно невеликою. Другий палінокомплекс отримано

із делювіального суглинку, який перекриває похований ґрунт. Відсоток пилку трав залишається високим, але дещо зростає вміст пилку дерев (до 30%). Наявний пилко широколистих порід дерев та відсутні паліноморфи холодолюбної рослинності. Серед дерев переважали сосна і береза, з'явилися в'яз (10,8% пилку) і граб (2,7%). Серед трав зменшилася частка злакових, зростає доля лободових. Г.О. Пашкевич зазначає, що такий комплекс рослин є типовим для лісостепових територій із теплим і вологішим за сучасний кліматом. Слід додати, що на двох фрагментах кераміки із поселення Погорілівка-Вирчище зафіксовано відбитки пшениці двозернянки та, ймовірно, однозернянки (Kotova, 2002).

В останні десятиліття було проведено палеопедологічні дослідження культурних шарів Лисогубівки і Погорілівки-Вирчище (Matviyishyna et al., 2013). Було визначено, що дернові слабоопідзолені ґрунти на супісках і дерново-алювіальні ґрунти на першій стоянці формувалися у субареальних умовах, хоча територія високої заплави навколо поселення тривалий час була заболоченою та іноді заливалася водою. В цілому, у розрізі представлено профіль субаквальних відкладів із ґрунтом, що був сформований у вологіших і тепліших за сучасні умовах, серед лучних ландшафтів із різнотравно-злаковим покривом. На думку авторів, процеси алювіального нагромадження змінювалися посушливими періодами, коли алювіальні відклади розвіювалися, що призводило до формування дюн.

Культурний шар другої стоянки представлений двома ґрунтовими горизонтами: слабозвиненим дерновим і лучно-дерновим опідзоленим ґрунтами неолітичного часу, із потужними гумусованими профілями. Інтенсивне накопичення гумусу і сам профіль лучно-дернового опідзоленого ґрунту вказують на те, що кліматичні умови часу формування культурного шару стоянки були подібними до умов на стоянці Лисогубівка, а саме – вологішими, і, ймовірно, дещо теплішими за сучасні. Вірогідно, що ґрунтові зони 6000 р. тому були дещо зміщені на північ. На високих заплавах панували лучні ландшафти із високотравним покривом (Matviyishyna et al., 2013).

У підсумку можна визначити, що теплий і вологий клімат часу існування цих стоянок (Nogin, 2016) створював на них сприятливі умови для розвитку рослинного покриву, у якому переважали різнотравні луки, значною була доля мішаних лісів: сосново-березових із широколистими (в'яз, вільха, граб) породами.

Бронзова та залізна доба. Сторожове. Природничо-наукові дослідження на стоянці були проведені у 2008–2014 рр. Ж.М. Матвіїшиною та А.С. Кушніром (Kushnir, 2016). Стоянка являє собою курганний могильник із похованими ґрунтами ямної (4100 р. т.) та катакомбної (3800

р. т.) культур і сарматської доби (1600 р. т.). Поховані ґрунти *ямної культури* (XXI-XIX ст. до н.е.) представлені чорноземами звичайними і відповідають початку середнього суббореалу із інтенсивною аридизацією та потеплінням території Лісостепу. Шар *катакомбної культури* (XVIII ст. до н.е.) також є генетично близьким до чорноземів звичайних. Розклад органічних решток проходив при високих температурах в умовах загального дефіциту атмосферного зволоження. За припущенням авторів, у цей час переважали природні обстановки, подібні до сучасних на півдні України, із різкою диференціацією лісових і степових ділянок при провідній ролі останніх. Поховані ґрунти *пізньосарматської культури* (IV ст. н. е.) представлені чорноземами звичайними із добре вираженим карбонатним горизонтом. Клімат був помірно-континентальним, сезонно-змінним, відносно посушливим (теплішим та посушливішим за сучасний). Степова рослинність, на думку авторів, мала складатися із злаків і різнотрав'я. Таким чином, виходячи із генетичного типу вивчених ґрунтів, всі вони мали формуватися під різнотравно-злаковими або злаково-різнотравними ценозами, а у профілі чорноземів звичайних збільшеною була потужність гумусових горизонтів і глибина залягання карбонатів (Kushnir, 2016).

Більськ. Це городище скіфського часу інтенсивно досліджувалося методами природничих наук із початку XXI ст. Під час вишукувань було виявлено, що поховані ґрунти скіфського часу (ранній залізний вік, VII – початок III ст. до н. е.) представлені чорноземами вилугуваними або темно-сірими опідзоленими. Вважається (Kushnir, 2016), що на цій території природні умови у скіфський час були вологішим від теперішніх, проте припущення про більше поширення лісів у скіфський час на території городища не підтвердилось палеопедологічними даними. Ці ж дані засвідчують, що територія дослідження у добу ранньозалізного віку перебувала в умовах лісостепового режиму, де степові ділянки із чорноземами вилугуванням чергувались з лісовими ландшафтами у місцях поширення сірих опідзолених ґрунтів.

Важливо, що останній висновок зіставляється із даними (Gerasimenko, 2004; Gerasimenko et al., 2005) щодо поширення лісостепових ландшафтів на цій території наприкінці першого (2,6–2,2 тис. р. т.) етапу скіфського часу в умовах прохолоднішого і вологішого за сучасний клімат.

Шишаки. На стоянці репрезентовано черняхівські поховання (III-IV ст. н. е.), досліджені у 2012 р. Ж.М. Матвіїшиною та А.С. Кушніром (Kushnir, 2016). Культурні шари знаходяться у похованому ґрунті, що має риси чорноземуутворення із переважанням гумусово-акумулятивних процесів. За палеопедологічними даними умови формування

ґрунтів культурного шару були ариднішими за сучасні (давні ґрунти визначені як чорноземи звичайні), а природні зони були зміщені на північ відносно сучасних. Природні умови були подібними до таких сучасного середнього і південного степу України, із злаково-різнотравною рослинністю.

Сердюки. Ця пам'ятка черняхівської культури (віком IV-V ст. н.е.) вивчалася (Kushnir, 2016) одночасно із поселенням Шишаки. Культурний шар також вміщується у похованих ґрунтах, визначених як чорноземи звичайні. Коротший профіль ґрунту, менша гумусованість і карбонатність свідчать про посушливіші (степові та південностепові) умови формування давніх ґрунтів при зміщенні природних зон на північ.

3. Висновки

Виконаний аналіз історії природничознавчих досліджень на археологічних пам'ятках Лівобережжя Середнього Придніпров'я дозволив виділити такі етапи їхнього розвитку: 1) перша половина XX ст. – 1980-ті – відкриття більшості стоянок і поселень на лівобережжі Середнього Придніпров'я і перші спроби їхнього вивчення методами природничих наук (переважно геологічних і палеонтологічних: крупні ссавці); 2) 1980-ті – 2000-ий – впровадження нових (або досконаліших) методик природничо-наукових досліджень на археологічних пам'ятках, комплексна обробка та аналіз матеріалів, що були отримані дослідниками попередніх десятиріч. Важливою віхою стала поява перших даних спорово-пилкового аналізу (СПА) зі стоянок, насамперед, із стоянки Араповичі; 3) початок XXI ст. – подальше впровадження спорово-пилкового та палеопедологічного методів дослідження викопних ґрунтів як на раніше відомих стоянках, так і нововідкритих.

За виконаним аналізом історії природничознавчих досліджень на археологічних пам'ятках Лівобережжя Середнього Придніпров'я можна констатувати наступне: 1) нерівномірність територіального розподілу палеолітичних стоянок, значна їх концентрація у Подесенні; 2) нерівномірність вивчення пам'яток методами природничих наук: із 23-ох пам'яток датовано 13, 21-у пам'ятку вивчено літолого-стратиграфічними методами, палеонтологічними – 18; на 9-ти різних стоянках до комплексу досліджень входить палінологічний та палеопедологічний методи; 3) кількість геоархеологічних пам'яток бронзової доби і, особливо, енеолітичної доби, вивчених методами природничих наук (палінологічними та палеопедологічними), дуже незначна.

Аналіз стану вивчення геоархеологічних пам'яток Лівобережжя Середнього Придніпров'я показав першочерговий запит на дослідження

тих із них, для яких не виконувалися комплексні палінологічні та палеопедологічні дослідження, що є необхідними для виконання реконструкції умов проживання людини доісторичного та історичного часу на досліджуваній території.

ORCID iD

Iliia Kravchuk  <https://orcid.org/0000-0001-5247-7255>

Список посилань

- Abramova, Z. A., Grigoreva, G. V., Kristensen, M. (1997). *Verhnepleolitischeskoe poselenie Yudinovo*, 3 [Yudinovo Upper Paleolithic settlement]. [Абрамова, З. А., Григорьева, Г.В. (1997). Верхнепалеолитическое поселение Юдиново, 3].
- Bieliaieva, V. I. (2015). Arheologicheskie aspekty klimaticeskikh izmeneniy vtoroy polovinyi vyurma [Archaeological aspects of climatic changes in the second half of Würm]. *Ancient cultures of Eastern Europe: reference monuments and base complexes in the context of contemporary archaeological research*, 4, 113-127. [Беляева, В. И. (2015). Археологические аспекты климатических изменений второй половины вюрма. Древние культуры Восточной Европы: эталонные памятники и опорные комплексы в контексте современных археологических исследований (Замятнинский сборник), 4, 113-127].
- Bolikhovska, N. S. (1995). Desninsko-Dneprovskaya lednikovo-periglyatsialnaya lessovaya oblast [Desna-Dnipro glacio-periglacial loess area]. *North Eurasia loess-soil formation evolution*, 126-137. [Болиховская, Н. С. (1995). Деснинско-Днепровская ледниково-перигляциальная лёссовая область. Эволюция лёссово-почвенной формации Северной Евразии, 126-137].
- Chubur, A. A. (2005). *Desnyanskiy paleolit: problemy istorii issledovaniy, istoriografii i istochnikovedeniya* [Palaeolithic in the Desna region: the research history problems, historiography and source criticism]. [Чубур, А. А. (2005). Деснянский палеолит: проблемы история исследований, историографии и источниковедения].
- Demay, L., Pean, St., Belyaeva, V. I., Vasil'ev, P. M., Patou-Mathis, M. (2016). Zooarchaeological study of an Upper Palaeolithic site with mammoth remains, Pushkari I–excavation VII (Chernigov oblast, Ukraine). *Quaternary International*, 406, 83-201.
- Dubniak, V.A., Pashkevych, G. O. (1975). Vik ta pryrodni umovy chasu isnuvannia Dobranichivskoi piznopaleolitychnoi stoyanky [Age and natural conditions during the existence of the Dobranichivka Late Paleolithic site]. *Materials for the third congress of the Geographical Society of the Ukrainian SSR*, 57-58. [Дубняк, В. А., Пашкевич, Г. О. (1975). Вік та природні умови часу існування Добранічівської пізньопалеолітичної стоянки. Матеріали до Третього з'їзду Географічного товариства УРСР, 57-58].
- Gerasimenko, N.P. (2004). Rozvytok zonalnykh landshaftiv chetvertynnoho periodu na terytorii Ukrainy [Development of the Quaternary period zonal landscapes on the territory of Ukraine]. [Герасименко, Н. П. (2004). Развитие зональных ландшафтов четвертинного периода на территории Украины].
- Gerasimenko, N. P., Matviyishyna, J. M., Parkhomenko, O. G. (2005). Landshaftno-klimatychni zminy holotsenu u Serednomu Podniprovi, vidobrazheni u stadiinosti rozvytku gruntiv [Holocene landscape and climatic changes in the Middle Dnieper, which reflected in the soil development stages]. *Physical geography and geomorphology*, 47, 93–100. [Герасименко, Н. П., Матвіїшина, Ж. М., Пархоменко, О. Г. (2005). Ландшафтно-кліматичні зміни голоцену у Середньому Подніпров'ї, відображені у стадійності розвитку ґрунтів. Фізична географія і геоморфологія, 47, 93–100].
- Gladkih, M. I., Tolochko, P. I., Shovkoplyas, I. G. (1967). Arheologicheskie issledovaniya na Chernigovschine v 1965 g. [Chernihiv region archaeological research in 1965]. *Archaeological research in Ukraine 1965-1966*, 1, 204-208. [Гладких, М. И., Толочко, П. И., Шовкопляс, И. Г. (1967). Археологические разведки на Черниговщине в 1965 г. Археологические исследования на Украине 1965-1966, 1, 204-207].
- Grichuk, V. P. (1972) Osnovnyie etapyi istorii rastitelnosti yugo-zapada Russkoy ravniny v pozdnem pleystotsene [Main stages of the vegetation history of the Russian Plain south-western part in the Late Pleistocene]. *Pleistocene palynology*, 9-53. [Гричук, В. П. (1972). Основные этапы истории растительности юго-запада Русской равнины в позднем плейстоцене. Палинология плейстоцена, 9-53].
- Gromov, V. I. (1948). Paleontologicheskoe i arheologicheskoe obosnovanie stratigrafii kontinentalnykh otlozhenij chetvertichnogo perioda na territorii SSSR [Palaeontological and archaeological substantiation of the stratigraphic and continental deposits of the Quaternary period in the USSR]. *Papers of the Geological Sciences Institute of the Academy of Sciences of the Soviet Union*, 64 (geological series, 17), 524. [Громов, В. И. (1948). Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР. Тр. ИГН АН СССР, 64 (серия геол. № 17), 521].
- Halcheva, T.A. (1975). Spetsifika izucheniya mineralogicheskogo sostava lessovoy tolschi pleystotsena basseyna Dnepra [Some study aspects of the mineralogical composition of the Pleistocene loess strata (the Dnieper basin)]. *Palaeogeographic problems of loess and periglacial areas*, 69-80. [Халчева, Т. А. (1975). Специфика изучения минералогического состава лёссовой толщи плейстоцена бассейна Днепра. Проблемы региональной и общей палеогеографии лёссовых и перигляциальных областей, 69-80].
- Havrylenko, I. M. (2000). *Zymivnykivska arkeolohichna kultura (do istorii rannomezolitychnoho naseleння Livoberezhnoy Ukrainy)* [Zymivnyk archaeological culture (to the history of the early Mesolithic population of the Left-Bank Ukraine)]. [Гавриленко, І. М. (2000). Зимівниківська археологічна культура (до історії ранньомезолітичного населення Лівобережної України)].
- Hrybchenko, Yu. N., Bieliaieva, V. I., Kurenkova, E. I. (2011). Arheologiya i paleogeografiya paleolitischeskikh stoyanok Pushkarevskoy gruppyi (reka Desna) [Archeology and palaeogeography of the Pushkari group Palaeolithic sites (Desna river)]. *Anthropology bulletin. Scientific almanac*, 19, 61-76. [Грибченко, Ю. Н., Беляева, В. И., Куренкова, Е. И. (2011). Археология и палеогеография палеолитических стоянок Пушкаревской группы (река Десна). Вестник антропологии. Научный альманах, 19, 61-76].
- Hrybchenko, Yu. N., Kurenkova, E. I. (2014). Paleogeograficheskie osobennosti osnovnykh stoyanok pozdnego paleolita basseyna reki Desny (Hotyilevo,

- Eliseevichi, Yudinovo, Pushkari) [Palaeogeographic features of the basic sites of a Upper Palaeolithic of Desna river basin (Khotylevo, Eliseevichi, Yudinovo, Pushkari)]. *Archaeological almanac. The Epigravettian sights of the Middle Dnieper*, 31, 99-115. [Грибченко, Ю. Н., Куренкова, Е. И. (2014). Палеогеографические особенности основных стоянок позднего палеолита бассейна реки Десны (Хотылево, Елисеевичи, Юдиново, Пушкари). Археологический альманах. Епіграветські пам'ятки Середнього Подніпров'я, 31, 99-115].
- Iakovleva, L. A., Djindjian, F., Moigne. A.-M., Mashenko, Ye., Konik, St., Matviyishyna, J., Gregoire, S., Sapojnikova, G. (2018). Gontsy (Ukraine), a settlement with mammoth bone dwellings of the late upper palaeolithic in Eastern Europe. *In the Journal of the International Union for Prehistoric and Protohistoric Sciences*, vol. 1-1, p. 42-61 (In French).
- Kedun, I. S., Potiekhina, I. D., Stupak, D. V. (2011). Novi doslidzhennia stoianky Novhorod-Siversk [New studies of the Novgorod-Siversky archeological site]. *Archaeological research in Ukraine in 2010*, 172-173. [Кедун, І. С., Потехіна, І. Д., Ступак Д. В. (2011). Нові дослідження стоянки Новгород-Сіверськ. Археологічні дослідження в Україні в 2010, 172-173].
- Khlopachev, G. A. (2014). Absolyutnyi i otnositelnyi vozrast stojanky Bugorok: estestvenno-nauchnyie i arheologicheskie dannyye [Absolute and relative age of site Bugorok: geological, environmental and archaeological data]. *Archaeological almanac. The Epigravettian sights of the Middle Dnieper*, 31, 81-98. [Хлопачев, Г. А. (2014). Абсолютный и относительный возраст стоянки Бугорок: естественно-научные и археологические данные. Археологический альманах. Епіграветські пам'ятки Середнього Подніпров'я, 31, 81-98].
- Khlopachev, G. A. (2015). Yudinovskaya verhnepaleoliticheskaya stojanka i ee znachenie dlya izucheniya pozdney poriy verhnego paleolita basseyni r. Desny [The Upper Paleolithic settlement of Yudinovo and its significance for studying of Late Paleolithic of the Desna river basin]. *Ancient cultures of Eastern Europe: reference monuments and base complexes in the context of contemporary archaeological research*, 4, 128-149. [Хлопачев, Г. А. (2015). Юдиновская верхнепалеолитическая стоянка и ее значение для изучения поздней поры верхнего палеолита бассейна р. Десны. Древние культуры Восточной Европы: эталонные памятники и опорные комплексы в контексте современных археологических исследований (Замятнинский сборник), 4, 128-149].
- Komar, M., Stupak, D. (2011). Novi dani pro faunu ta floru piznopaleolitychnoi stoianky Buzhanka II (Serednie Podesennia) [Fauna and flora new data of the Buzhanka II Upper Palaeolithic site (the Middle Desna region)]. *Palaeontological compendium*, 43, 97-106. [Комар, М., Ступак, Д. (2011). Нові дані про фауну та флору пізньопалеолітичної стоянки Бужанка II (Середнє Подесення). Палеонтологічний збірник, 43, 97-106].
- Kotova, N. S. (2002). *Neolitizatsiya Ukrainyi* [Neolithization of Ukraine]. [Котова, Н. С. (2002). Неолитизация Украины].
- Kotova, N. S. (2005). Igrenskiy eneoliticheskiy mogilnik [Ihren Eneolithic burial ground]. *In honor of Sofia Stanislavivna Berezanska*, 88-103. [Котова, Н. С. (2005). Игреньский энеолитический могильник. На пошану Софії Станіславівни Березанської, 88-103].
- Kovtoniuk, O. V., Pohorilchuk, N. M., Bortnyk, S. Yu (2019). Polozhennia u reliefi heoarkheolohichnykh pamiatok epihravetskoj kultury na terytorii pivnichno-skhidnoi Ukrainy [Relief position of the Epigravettian culture geoarchaeological monuments in the territory of north-eastern Ukraine]. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, 3 (54), 196-198. [Ковтонюк, О. В., Погорільчук, Н. М., Бортник, С. Ю. (2019). Положення у рельєфі геоархеологічних пам'яток епіграветської культури на території північно-східної України. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 3(54), 196-198].
- Kushnir, A.S. (2016). *Pryrodni umovy prozhyvannia liudyny na terytorii suchasnoho livoberezhnodniprovskoho lisostepu Ukrayiny u piznomu pleistotseni – holotseni (za paleopedolohichnymy danyymi)* [The human's natural living conditions on the modern left-bank Dnieper forest-steppe of Ukraine in the late Pleistocene - Holocene period (according to the palaeopedological data)]. [Кушнір, А. С. (2016). Природні умови проживання людини на території сучасного лівобережнодніпровського лісостепу України у пізньому плейстоцені – голоцені (за палеопедологічними даними)].
- Matviyishyna, Zh., Parkhomenko, O., Nogin, Ye. V. (2013). Paleopedolohichni doslidzhennia davnikh poselen na Sumshchyni [Ancient settlements palaeopedological research in the Sumy region]. *Geographical science and practice (challenges of the epoch): materials of the International scientific conference dedicated to the 130th anniversary of geography at Lviv University*, vol. 2, 253-256. [Матвіїшина, Ж., Пархоменко, О., Ногін, Є. (2013). Палеопедологічні дослідження давніх поселень на Сумщині. Географічна наука і практика: виклики епохи: Матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 130-річчю географії у Львівському університеті, т. 2, 253-256].
- Neprina, V. I. (1976). *Neolit yamochno-grebenchatoy keramiki na Ukraine* [Neolithic of the Pit-Comb Ware culture in Ukraine]. [Непріна, В. І. (1976). Неолит ямочно-гребенчатой керамики на Україні].
- Neprina, V. I. (1984). Lisogubovskoe poselenie rannego i razvitogo neolita v lesnoy polose Levoberezhnoy Ukrainyi [Early and advanced Neolithic Lisogubovka settlement in the forest belt of the Left Bank Ukraine]. *Stone Age materials in the territory of Ukraine. Scientific papers compendium*, 107-123. [Непріна, В. І. (1984). Лисогубовское поселение раннего и развитого неолита в лесной полосе Левобережной Украины. Материалы каменного века на территории Украины. Сборник научных трудов, 107-123].
- Nikolskiy, H. V. (1952). Ryby Novhorod-siverskoj piznochetvertynnoi fauny [Fish of the Late Quaternary Novhorod-Siversky fauna]. *Scientific works collection of the Zoological Museum of the Ukrainian SSR Academy of Sciences*, 25. [Никольский, Г. В. (1952). Рыбы новгород-сіверської пізньочетвертинної фауни. Збірник праць Зоологічного музею Академії наук УРСР, 25].
- Nogin, Ye. V. (2016). *Neolit pivnichno-skhidnoi Ukrainy* [Neolithic of North-East Ukraine]. [Ногін, Є. В. (2016). Неоліт північно-східної України].
- Novenko, E. Yu. (2000) *Rekonstruksiya usloviy obitaniya pozdnepaleoliticheskogo cheloveka v basseynah Sredney Desny i Oki (po palinologicheskim dannym)* [Living conditions reconstruction of the Late Paleolithic man in the Middle Desna and Oka basins(according to palynological data)]. [Новенко, Е. Ю. (2000). Реконструкция условий обитания позднепалеолитического человека в бассейнах Средней Десны и Оки (по палинологическим данным)].
- Nuzhnyi, D. Yu., Shydlovskiy, P. S., Lyzun O. M. (2017). Semenivski verkhnopaleolitychni stoianky v konteksti

- Epihravetu serednoho Podniprov'ya [Upper Palaeolithic sites of Semenivka in the context of Epigravettian of the Middle Dnieper area]. *Stone Age of Ukraine*, 17-18, 16-47. [Нужний, Д. Ю., Шидловський, П. С., Лизун, О. М. (2017). Семенівські верхньопалеолітичні стоянки в контексті Епігравету середнього Подніпров'я. Кам'яна доба України, 17-18, 16-47].
- Olenkovskiy, N. P. (2008). *Epigravet Vostochnoy Evropyi. Kulturno-istoricheskii aspekt* [The Epigravettian cultures of Eastern Europe. Cultural and historical aspect]. [Оленковський, Н. П. (2008). Эпигравет Восточной Европы. Культурно-исторический аспект].
- Pashkevych, G. O. (1990). Rezultaty sporovo-pylitsevogo issledovaniya otlozheniy stoyanki Pogorelovka (Vyirchische) [Spore-pollen analysis results of the Pogorelovka (Vyirchische) site]. *Scientific archive of the NASU Institute of Archaeology*, 1990/270, 1-11. [Пашкевич, Г. О. (1990). Результаты спорово-пыльцевого исследования отложений стоянки Погореловка (Вырчище). Науковий архів Інституту археології НАН України, 1990/270, 1-11].
- Pashkevych, G. A., Dubniak, V. A. (1978). Paleogeograficheskaya charakteristika razreza s Dobranichevka [Palaeogeographic characteristics of the Dobranichevka section]. *Natural science methods in archeology*, 69-85. [Пашкевич, Г. А., Дубняк, В. А. (1978). Палеогеографическая характеристика разреза с. Добраничевка. Использование методов естественных наук в археологии, 69-85].
- Pidoplichko, I. G. (1940). Paleoliticheskaya stoyanka Chulatovo I (po materialam 1935 goda) [Palaeolithic site Chulatov I (based on materials from 1935)]. *Soviet archaeology*, 5. [Підопличко, І. Г. (1940). Палеолітична стоянка Чулатово I (по матеріалам 1935 года). Советская археология, 5].
- Pidoplichko, I. G. (1947). Piznopaleolitychna stoyanka Novhorod-Siversk. [Late Palaeolithic site Novhorod-Siverskyi]. *Palaeolithic and Neolithic of Ukraine*, 1, 65-107. [Підопличко, І. Г. (1947). Пізньопалеолітична стоянка Новгород-Сіверськ. Палеоліт і неоліт України, 1, 65-107].
- Pidoplichko, I. G. (1969). *Pozdnepaleoliticheskie zhilisha iz kostey mamonta na Ukraine* [The mammoth bone dwellings of Upper palaeolithic of Ukraine]. Institute of Zoology of the USSR Academy of Science. [Підопличко, І. Г. (1969). Позднепалеолитические жилища из костей мамонта Украины. АН УССР, Ин-т зоологи].
- Rassamakin, Yu. Ya (2017). Mohylnyky Ihren (Ohrin) 8 ta Oleksandriia doby eneolitu: problemy datuvannya ta kulturnoi prynalezhnosti [Ihren (Ohrin) 8 and Oleksandriia burial grounds of Chalcolithic period: problems of dating and cultural inhering]. *Archeology*, 4, 26-48. [Рассамакин Ю. Я. (2017). Могильники Ігрень (Огрінь) 8 та Олександрія доби енеоліту: проблеми датування та культурної приналежності. Археологія, 4, 26-48].
- Sablin, M. V. (1997). Ostatki mlekopitayuschih iz pozdnepaleoliticheskogo poseleniya Pushkari I [Mammals remnants from the Pushkari I Upper Palaeolithic settlement]. *Pushkari compendium*, 1, 31-34. [Саблин, М. В. (1997). Остатки млекопитающих из позднепалеолитического поселения Пушкари I. Пушкаревский сборник, 1, 35-43].
- Sablin, M. V. (2002). Fauna krupnykh mlekopitayuschih tsentra Russkoy ravniny v pozdnem pleystotsene, srednem golotsene [Large mammals fauna of the center of the Russian Plain in the Late Pleistocene, Middle Holocene]. *Kostenki in the context of the Paleolithic of Eurasia. Research*, 1, 213-217. [Саблин, М. В. (2002). Фауна крупных млекопитающих центра Русской равнины в позднем плейстоцене, среднем голоцене. Костенки в контексте палеолита Евразии. Исследования, 1, 213-217].
- Sablin, M. V. (2014). Paleontologiya stoyanki Yudinovo: novyye fakty, analiz, interpretatsiya [Palaeontology of the Yudinovo site: the new facts, analysis, interpretation]. *Archaeological almanac. The Epigravettian sights of the Middle Dnieper*, 31, 133-149. [Саблин, М. В. (2014). Палеонтология стоянки Юдиново: новые факты, анализ, интерпретация. Археологічний альманах. Епіграветські пам'ятки Середнього Подніпров'я, 31, 133-149].
- Sapelko, T. V. (2014). Palinologiya pozdnepaleoliticheskikh pamyatnikov Desny [Palynology of Upper Palaeolithic's archeological sites in the Desna river region]. *Archaeological almanac. The Epigravettian sights of the Middle Dnieper*, 31, 117-132. [Сапелко, Т. В. (2014). Палинология позднепалеолитических памятников Десны. Археологічний альманах. Епіграветські пам'ятки Середнього Подніпров'я, 31, 117-132].
- Shovkoplyas, I. G. (1955). Dobranichevskaya paleoliticheskaya stoyanka [Dobranichevka Paleolithic site]. *Brief reports of the Material Culture History Institute of the USSR Academy of Sciences*, 59, 32-45. [Шовкопляс, И. Г. (1955). Добраничевская палеолитическая стоянка. Краткие сообщения Института истории материальной культуры АН СССР, 59, 32-45].
- Shovkoplyas, I. G. (1965). *Mezinskaya stoyanka* [Mezine site]. (In Russian). [Шовкопляс, И. Г. (1965). Мезинская стоянка].
- Shovkoplyas, I. G., Pashkevych, G. O. (2011). Dobranichivska stoyanka [Dobranichivka site]. *Stone Age of Ukraine*, 14, 15-19. [Шовкопляс, И. Г., Пашкевич, Г. О. (2011). Добранічівська стоянка. Кам'яна доба України, 14, 15-19].
- Sinityn, A. A., Praslov, N.D., Svezhentsev, Yu. S., Sulerzhitskiy, L. D. (1997). *Radiouglerodnaya hronologiya verhnego paleolita Vostochnoy Evropyi* [Radiocarbon chronology of the Upper Palaeolithic of Eastern Europe]. *Radiocarbon chronology of the Paleolithic of Eastern Europe and North Asia. Problems and prospects*, 21-66. [Синицын, А. А., Праслов, Н. Д., Свеженцев, Ю. С., Сулерзитский, Л. Д. (1997). Радиоуглеродная хронология верхнего палеолита Восточной Европы. Радиоуглеродная хронология палеолита Восточной Европы и Северной Азии. Проблемы и перспективы, 21-66].
- Stupak, D. V. (2008). Novi doslidzhennia verkhnopaleolitychnoi stoyanky Kliusy [New studies of the Kliusy Upper Palaeolithic archeological site]. *Prehistoric archeology studies in Ukraine (to the 50th anniversary of the Radomyshl site discovering)*, 71-85. [Ступак, Д. В. (2008). Нові дослідження верхньопалеолітичної стоянки Ключі. Дослідження первісної археології в Україні (до 50-річчя відкриття палеолітичної стоянки Радомишль), 71-85].
- Stupak, D. V., Khlopachev, G. A., Hrybchenko, Yu. M., Komar, M. S. (2014). Nova verkhnopaleolitychna stoyanka Obolonnia [The New Upper Palaeolithic site Obolonna]. *Archaeological almanac. The Epigravettian sights of the Middle Dnieper*, 31, 9-30. [Ступак, Д. В., Хлопачев, Г. А., Грибченко, Ю. М., Комар, М. С. (2014). Нова верхньопалеолітична стоянка Оболоння. Археологічний альманах. Епіграветські пам'ятки Середнього Подніпров'я, 31, 9-30].
- Tkachenko, V. I. (2002). Pro deiaki kulturno-istorychni osoblyvosti piznopaleolitychnoi pamiatky Kliusy [About

- some cultural and historical features of the Kliusy Upper Palaeolithic archeological site]. *Archeology*, 2, 84-90. [Ткаченко, В. І. (2002). Про деякі культурно-історичні особливості пізньопалеолітичної пам'ятки Ключі. *Археологія*, 2, 84-90].
- Veiber, A. V., Gorobets, L. V. (2018). Analiz arkeozoolohichnoho materialu mezolitychnoi pamiatky Ohrin 8 za materialamy piatoho ta vosmoho zhytel [Analysis of archaeozoological material from dwellings fifth and eight by Ohrin (Ihren) 8 mesolithic settlement]. *Magisterium*, 70, 34-40. [Вейбер, А. В., Горобец, Л. В. (2018). Аналіз археозоологічного матеріалу мезолітичної пам'ятки Огринь 8 за матеріалами п'ятого та восьмого жител. *Магістеріум*, 70, 34-40].
- Velichko, A. A. (1973). *Prirodnyiy protsess v pleystotsene* [Natural process in the Pleistocene]. [Величко, А. А. (1973). *Природный процесс в плейстоцене*].
- Velichko, A. A., Gribchenko, Yu. N., Kurenkova, E.I. (1997). Stratigraficheskoe polozhenie stoyanok Pushkarevskoy gruppy [Stratigraphic position of the Pushkari group sites]. *Pushkari compendium*, 1, 19-30. [Величко, А. А., Грибченко, Ю. Н., Куренкова, Е. И. (1997). Стратиграфическое положение стоянок Пушкаревской группы. *Пушкаревский сборник*, 1, 19-30].
- Velichko, A. A., Gribchenko, Yu. N., Kurenkova, E.I. (2003). Pozdnepaleoliticheskiy chelovek zaselyaet Russkuyu ravninu [Late Paleolithic man is occupying the East European Plain]. *Priroda*, 3. [Величко, А. А., Грибченко, Ю. Н., Куренкова, Е. И. (2003). Позднепалеолитический человек заселяет Русскую равнину. *Природа*, 3].
- Velichko, A.A, Morozova, T.D. (1982). Pochvennyiy pokrov mikulinskogo mezhljedniovya i bryanskogo intervala [Soil cover of the Mikulino interglacial and Bryansk interval]. *Paleogeography of Europe over the last hundred thousand years*. (In Russian). [Величко, А. А., Морозова, Т. Д. (1982). Почвенный покров микулинского межледниковья и брянского интервала. *Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет*].
- Zalizniak, L. L. (2012). *Starodavnia istoriia Ukrainy* [Ancient history of Ukraine]. [Залізняк, Л. Л. (2012). *Стародавня історія України*].
- Zalizniak, L. L., Motsia, O. P., Zubar, V. M., et al. (2005). *Arkheolohiia Ukrainy* [Archeology of Ukraine]. [Залізняк, Л. Л., Моця, О. П., Зубар, В. М. та ін. (2005). *Археологія України*].
- Zubareva, V. I. (1950). Vykopni ptakhy z chetvertynnykh vidkladiv URSR [Fossil birds from Quaternary sediments of the Ukrainian SSRS]. *Papers of the Institute of Zoology of the Ukrainian SSR Academy of Science*, vol. 4. [Зубарева, В. І. (1950). Википні птахи з четвертинних відкладів УРСР. *Труди Інституту зоології АН УРСР*, т. IV].

**Фізична географія та геоморфологія, Вип. 3-4 (101-102), 2020. Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Науковий журнал. Заснований у 1970 р. Виходить шість разів на рік.
Головний редактор: Н. П. Герасименко.**

**Physical Geography and Geomorphology, 3-4 (101-102), 2020. Taras Shevchenko National University of Kyiv.
Scientific journal. Established in 1970. Published bi-monthly. Editor-in-Chief: N. P. 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 і дизайн обкладинки – Є. Рогозін

Формат 60x84/8. Ум.-друк. арк. 9,8. Обл.-вид. арк. 10,3. Тираж 100 прим.
Віддруковано ТОВ "ГАЛЛАПРІНТ" Виписка з ЄДР №1067102000023159 від 20.11.2015 р.
м. Київ, просп. Соборності, 7А, оф. 722