

АНАЛІЗ ЛОКАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА МЕТЕОРОЛОГІЧНІЙ СТАНЦІЇ БОРИСПІЛЬ

Клок Сергій Володимирович,

кандидат географічних наук, доцент кафедри гуманітарних та прикладних наук
Бориспільського Інституту муніципального менеджменту
при Міжрегіональній академії управління персоналом
ORCID ID: 0000-0001-8195-5199
Web of Science Researcher ID: CYQ-8963-2022

Корнус Анатолій Олександрович,

кандидат географічних наук, доцент,
доцент кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0002-5924-7812
Scopus Author ID: 57198508125
Web of Science Researcher ID: O-6053-2015

Бобир Ольга Олегівна,

Київське обласне територіальне відділення МАН України
ORCID ID: 0000-0002-5640-5723

Корнус Олеся Григорівна,

кандидат географічних наук, доцент,
завідувач кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0001-7469-7291
Scopus Author ID: 57198491514
Web of Science Researcher ID: AAB-6700-2021

Данильченко Олена Сергіївна,

кандидат географічних наук, доцент,
доцент кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0003-2881-843X
Scopus Author ID: 58090023000
Web of Science Researcher ID: ABS-0308-2022

Дослідження фокусується на аналізі даних метеорологічної станції в Борисполі (Україна) за період з 1976 по 2019 роки, які були статистично оброблені у часові ряди та графіки, що ілюструють багаторічні тренди температури повітря та атмосферних опадів. У дослідженні розглядаються тенденції зміни температури повітря та опадів з акцентом на локальні прояви, як наслідки глобального потепління. Як глобальні, так і локальні тренди температури повітря демонструють постійне зростання, з деяким уповільненням темпів зростання у останні роки. Сезонний аналіз показує більш швидке зростання температури навесні та влітку. Розподіл мінімальної температури демонструє стабілізацію після 2000 року, хоча й зі збільшенням значень мінімальної температури у січні, березні, серпні, вересні та грудні. Аналіз максимальної температури повітря показує тенденцію до її зниження протягом останнього десятиліття, з вираженим підвищенням у липні, серпні та вересні, що контрастує зі стабільними рівнями з січня по березень. Середньорічна кількість опадів у Борисполі 566,2 мм, місячна норма – близько 47,2 мм, а кількість днів з опадами становить 194 на рік. Розподіл опадів залишається стабільним протягом спостережуваного періоду, незважаючи на періодичні екстремуми. Вплив глобального потепління проявляється на місцевому рівні через зміну теплового режиму та структури опадів, що впливає на сільське господарство та інші сектори економіки. Стратегії адаптації повинні враховувати ці зміни для ефективного пом'якшення їхніх негативних наслідків. Дослідження підкреслює гостру потребу в постійних кліматичних дослідженнях для ефективного моніторингу та реагування на зміни клімату. Розуміння локальних проявів глобальних кліматичних тенденцій полегшує проактивні заходи з адаптації до змін клімату.

Ключові слова: температура повітря, атмосферні опади, метеорологічні спостереження, клімат, погода.

Klok Serhii, Kornus Anatolii, Bobyr Olha, Kornus Olesia, Danylchenko Olena. Analysis of local manifestations of climate change based on observations at the Boryspil meteorological station

The study focuses on the analysis of data from the meteorological station in Boryspil, Ukraine, for the period from 1976 to 2019, statistically processed into time series and graphs illustrating monthly and annual trends in air temperature and precipitation. The study examines trends in air temperature and precipitation with a focus on localized manifestations as a consequence of global warming. Both global and local air temperature trends show a steady increase, with a slight slowdown in recent years. Seasonal analysis shows faster temperature growth in spring and summer. The distribution of the minimum temperature shows stabilization after 2000, although with an increase in the minimum temperature in January, March, August, September, and December. Analysis of the maximum air temperature shows a downward trend over the last decade, with pronounced increases in July, August, and September, which contrasts with stable levels from January to March. The average annual precipitation in Boryspil is 566.2 mm, the monthly rate is about 47.2 mm, and the number of days with precipitation is 194 per year. The distribution of precipitation has remained stable over the observed period, despite periodic extremes. The impacts of global warming are manifested at the local level through changes in thermal regimes and precipitation patterns, which affect agricultural practices and economic sectors. Adaptation strategies need to take these changes into account to effectively mitigate their negative effects. The study emphasizes the urgent need for ongoing climate research to effectively monitor and respond to climate change. Understanding the local manifestations of global climate trends facilitates proactive measures to adapt to climate change.

Key words: air temperature, precipitation, meteorological observations, climate, weather.

Вступ. Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю оцінки змін клімату, які відбуваються вже зараз. Сучасний стан кліматичної системи характеризується продовженням фази глобального потепління, яке відбувається на тлі посилення сонячної активності, підвищеної активності Ель-Ніньо, перебудови атмосферної циркуляції [4–5]. Важливо розуміти, що глобальне потепління проявляється не тільки багаторічною зміною приземної температури повітря (ПТП) планети та окремих її регіонів. Зростає не тільки екстремальність ПТП, а й інтенсивність і повторюваність несприятливих явищ погоди, які завдають суттєвих збитків. Згідно зі звітами Міжурядової комісії зі зміни клімату [11], у 1991–2010 рр. кількість природних аномалій щодо попередніх десятиліть збільшилась у 2,6 рази, що призвело до зростання економічної шкоди в розвинених країнах у 7,3 рази.

На початку серпня 2021 МГЕЗК оприлюднила черговий – шостий звіт про кліматичні зміни, що містить детальні прогнози динаміки ПТП, кількості опадів та ґрунтової вологи для різних регіонів Землі. На рис. 1 показано сценарії зміни ПТП, пов'язані з рівнями глобального потепління (РГП).

Рис. 1а ілюструє реакцію глобальної ПТП на антропогенні викиди для двох сценаріїв (SSP1-2.6 і SSP3-7.0). Час, коли дана симуляція досягає РГП, наприклад, +2°C, відносно 1850–1900 рр., береться як час, коли центральний рік 20-річного середнього значення вперше досягає такого рівня потепління (точки на лінії +2°C) (варто відзначити, що не всі симуляції досягають всіх рівнів потепління). Рис. 1б демонструє зміну ПТП, опадів (виражені у відсотках) і вологості ґрунту (виражена у стандартних відхиленнях міжрічної мінливості) для трьох РГП (число у верхньому

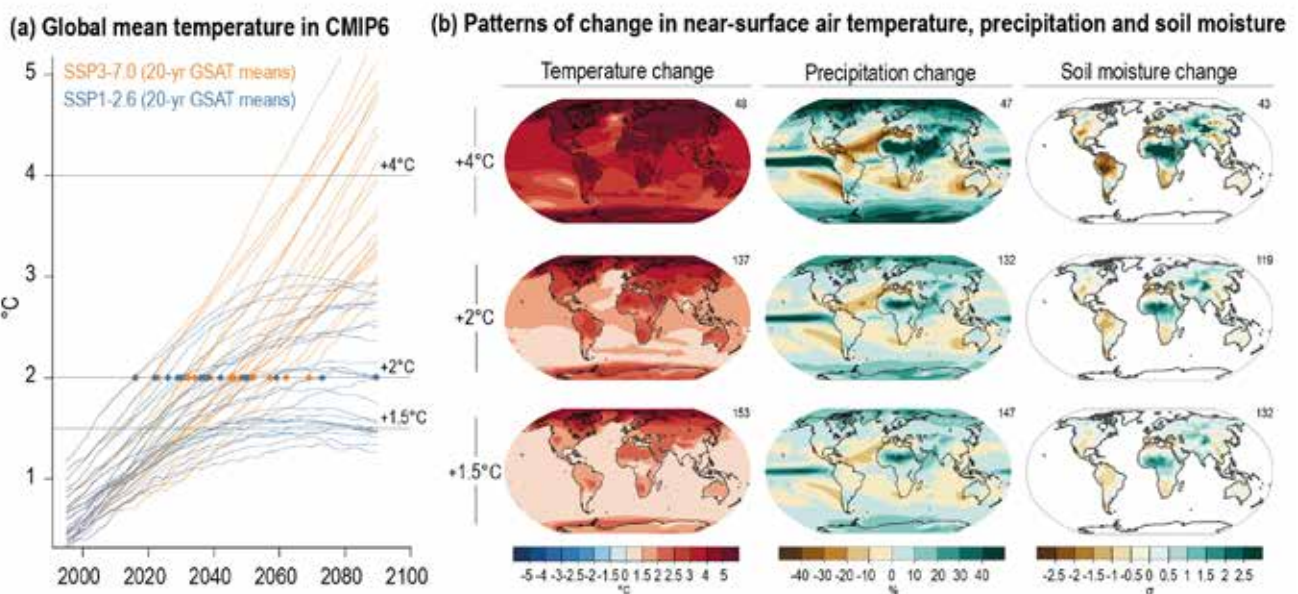


Рис. 1. Зміни глобальної температури, обчислені у рамках шостого етапу проекту порівняння сполучених моделей (СМІР6) та просторові зміни ПТП, атмосферних опадів і вологості ґрунту при різних сценаріях потепління (+1,5, +2 та +4°C) [11, 12]

правому куті панелей показує кількість модельних симуляцій, усереднену по всіх моделях, які досягають відповідного РГП.

Важливим, з огляду на причини глобального потепління, є той факт, що плавне зростання ПТП спостерігалось з початку ХХ століття, тоді як стрімке її підвищення – у його другій половині минулого століття (рис. 2). На рис. 2а показані зміни глобальної температури поверхні, реконструйовані за допомогою палеокліматичних методів (суцільна сіра лінія, роки 1–2000) і за результатами прямих спостережень (суцільна чорна лінія, 1850–2020), як відносно 1850–1900 рр, так і усереднених за десятиріччя. Вертикальна смуга ліворуч показує розрахункову температуру протягом найтеплішого періоду (приблизно 6500 років тому) за останні 100 000 років, який стався під час поточного міжльодовикового періоду (голоцен). Цей та минулі теплі періоди були спричинені повільними (багатотисячолітніми) змінами орбітальних характеристик Землі.

Зміни глобальної температури поверхні за останні 170 років (чорна лінія) відносно 1850–1900 рр. і температурна реакція як на антропогенні, так і на природні чинники (одночасно) і лише на природні фактори (сонячна й вулканічна активність) показані на рис. 2б. Оприлюднені результати доводять провідну роль антропогенного чинника у стрімкому потеплінні, що спостерігається останніми десятиліттями.

Матеріал та методи. Дослідження виконане на основі даних, отриманих за результатами спостережень на метеорологічній станції Бориспіль (50°21'09"N, 30°57'18"E) протягом 1976–2019 рр. Ці результати були статистично оброблені та сформовані в часові ряди

й графіки, що унаочнюють динаміку місячної й річної ПТП та кількість опадів на зазначеній станції.

Викладення основного матеріалу. Глобальне потепління не носить сталого характеру, – результатом його є перерозподіл атмосферних характеристик і явищ погоди – як у часі, так і по території [3–10]. Оцінки кліматичних змін ґрунтуються на результатах спостережень, отриманих на метеорологічних станціях. Ці дані та їх опрацювання дозволяють встановити й оцінити конкретні прояви глобального потепління. Це відкриває шлях до розробки територіальними громадами заходів з адаптації до кліматичних змін.

Середня температура повітря. Відомо, що термічний режим атмосфери є найважливішим механізмом формування погодних умов та кліматичного режиму окремих територій. Наслідки сучасних змін ПТП (глобального потепління) ми відчуваємо вже сьогодні, а тому вкрай актуальною і важливою є задача проведення досліджень механізмів цих змін з метою їх попередження або ж пом'якшення наслідків.

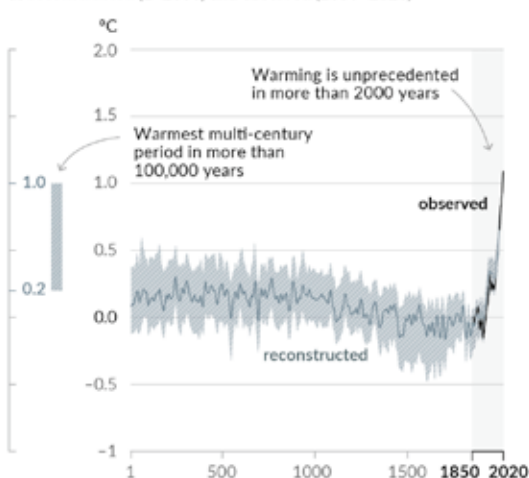
Крива розподілу середньої річної ПТП на метеостанції Бориспіль (рис. 3а), демонструє чітку тенденцію до зростання, аналогічно глобальній температурі повітря, про яку говорилося раніше. Відзначимо певне уповільнення темпів зростання ПТП у останні два десятиліття та зменшення її амплітуди.

Порівняльний розподіл багаторічної середньомісячної ПТП за різні періоди спостережень на названій станції відображено на рис. 3б. Взаємне розташування кривих річного ходу температур чітко показує, що інтенсивніше зростання термічного режиму спостерігається у весняно-літній період. З огляду на це, цікаво було би провести порівняль-

Human influence has warmed the climate at a rate that is unprecedented in at least the last 2000 years

Changes in global surface temperature relative to 1850–1900

(a) Change in global surface temperature (decadal average) as reconstructed (1–2000) and observed (1850–2020)



(b) Change in global surface temperature (annual average) as observed and simulated using human & natural and only natural factors (both 1850–2020)

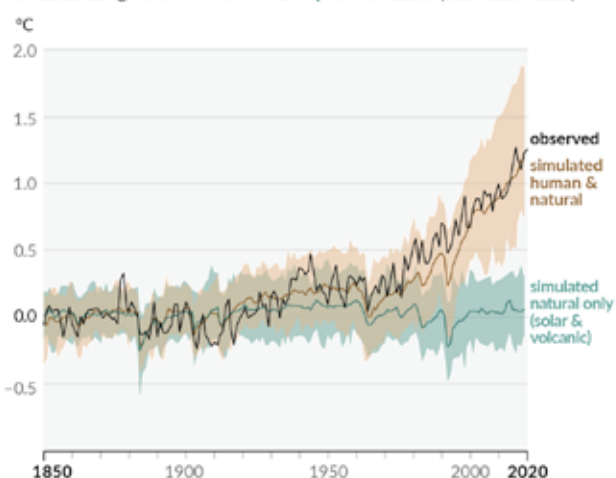


Рис. 2. Динаміка глобальної ПТП [11]

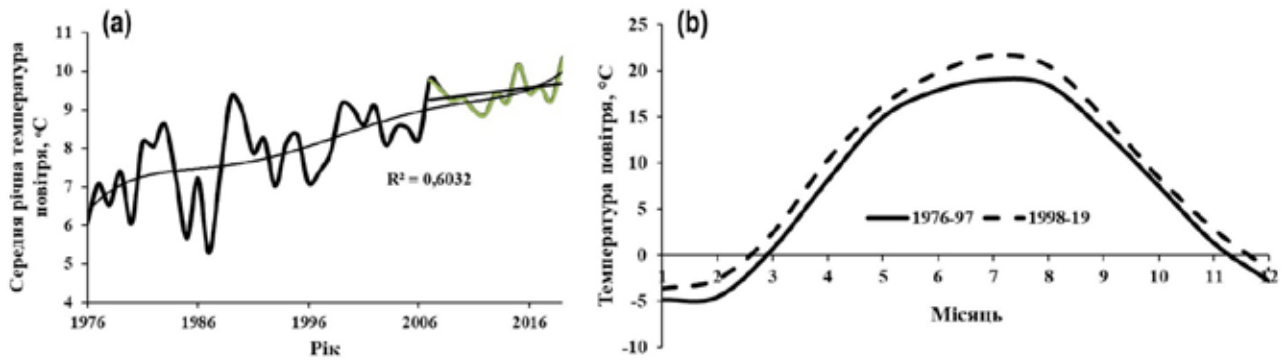


Рис. 3. Динаміка середньої річної та місячної ПТП за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

ний аналіз розподілу температур за її окремими градаціями.

Слід зазначити, що середнє значення температури є розрахунковим показником, тому для проведення об'єктивнішого аналізу багато авторів, наприклад, [4, 5 та ін.], пропонують використовувати екстремальні її значення – абсолютні мінімуми та максимуми.

Мінімальна температура повітря. Як відомо, мінімальна температура повітря (T_{\min}) – найнижча температура повітря, що спостерігалася в даному місці протягом деякого часу: доби, місяця, року тощо. Графік розподілу мінімальної температури по метеостанції Бориспіль відображено на рис. 4а; при цьому, починаючи з 2000-х років, спостерігається певна стабілізація цієї характеристики погоди. Зростання T_{\min} відбувалося не в усі місяці року, як це видно з рис. 4б, а лише в січні, березні, серпні, вересні та грудні.

Цікавим є розподіл T_{\min} за її градаціями (інтервалами: $-25,0...-20,1^{\circ}\text{C}$, $-20,0...-15,1^{\circ}\text{C}$, $-15,0...-10,1^{\circ}\text{C}$ і т.д.) за два 22-річні періоди спостережень, представлений на рис. 5. Лише градації 0°C (від $0,0$ до $4,9^{\circ}\text{C}$), 20°C (від $20,0$ до $24,9^{\circ}\text{C}$) та 25°C (від $25,0$ до $29,9^{\circ}\text{C}$) демонструють збільшення повторюваності відповідних температур у другому періоді спостережень (1998–2019 рр.), порівняно із 1976–1997 рр.

Зростання повторюваності градації 0°C потребує більш детального вивчення, оскільки, якщо воно відбувається у квітні чи вересні, то це може призводити до виникнення пізніх весняних чи ранніх осінніх заморозків – несприятливого агрометеорологічного явища погоди.

Максимальна температура повітря. Найвища температура повітря, зафіксована впродовж певного року спостережень на метеостанції Бориспіль, демонструє негативний її тренд протягом останнього десятиліття (рис. 6а).

Порівняльний аналіз річного розподілу T_{\max} за два 22-річні періоди спостережень наведено на рис. 6б. Зростання максимальних місячних температур відбулося теплого сезону року (найбільше потеплили липень, серпень та вересень), тоді як для холодного сезону (жовтень-березень) рівень T_{\max} залишався сталим, або ж навіть зменшувався (січень-березень).

Аналіз розподілу випадків добової T_{\max} за її градаціями відображено на рис. 7.

Слід звернути увагу на суттєве збільшення екстремально високих значень ($>25^{\circ}\text{C}$) максимальної добової ПТП, що може бути вкрай небезпечно як для сільського господарства, так і для інших галузей господарювання, особливо в поєднанні з тривалими бездошовими періодами (посуха). Результати досліджень вітчизняних вчених свідчать про те, що

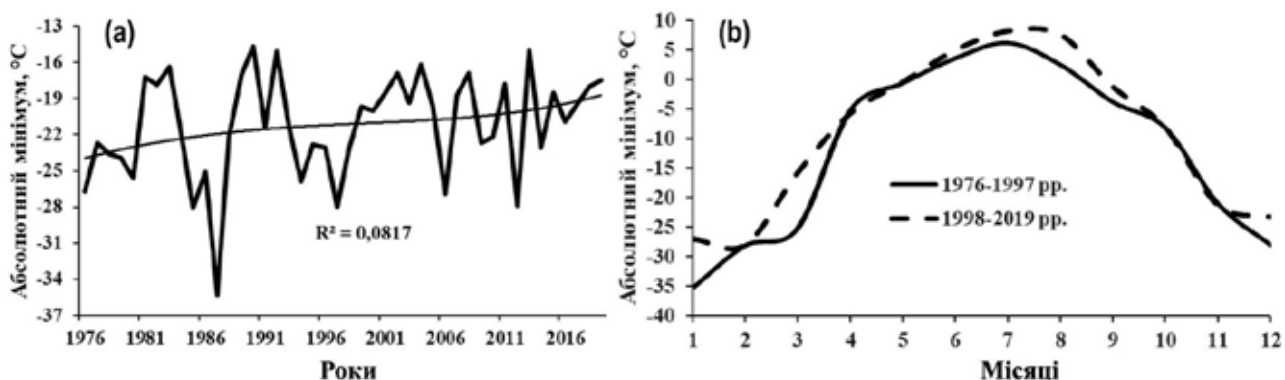


Рис. 4. Розподіл річних місячних абсолютних мінімумів ПТП за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (період 1976–2019 рр.)

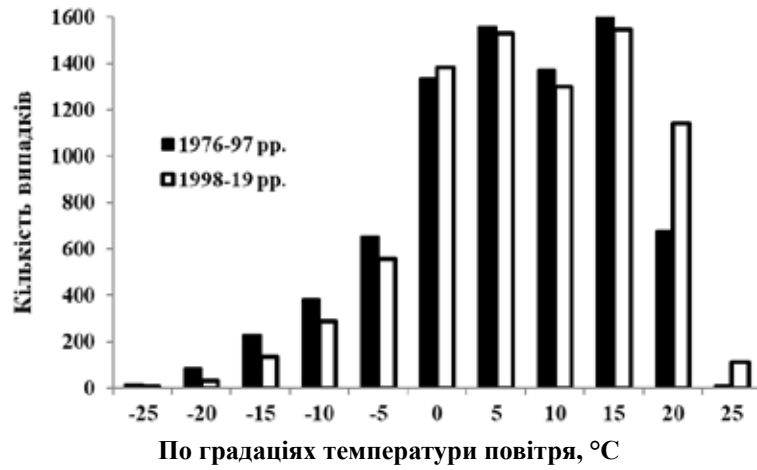


Рис. 5. Розподіл випадків мінімальної ПТП по градаціях за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

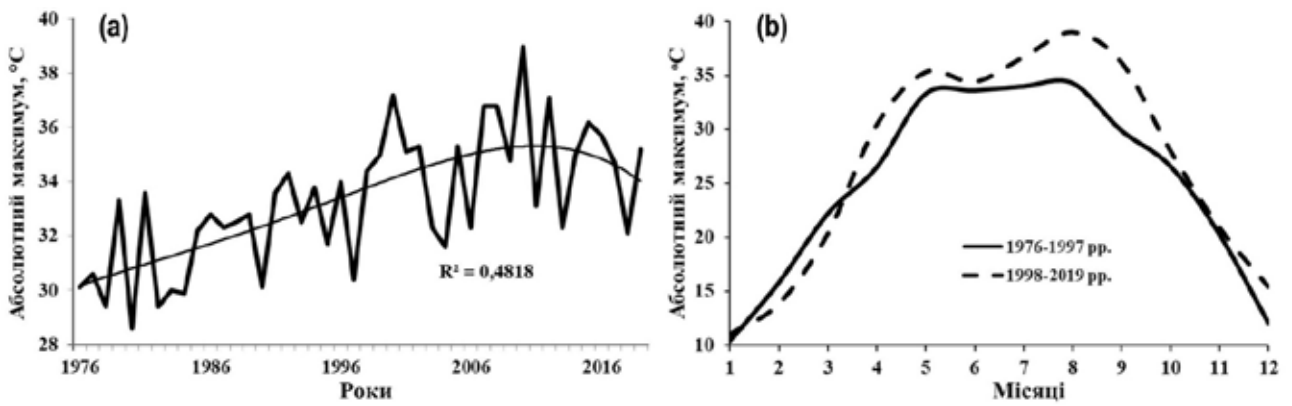


Рис. 6. Динаміка максимумів річних та місячних температур повітря за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

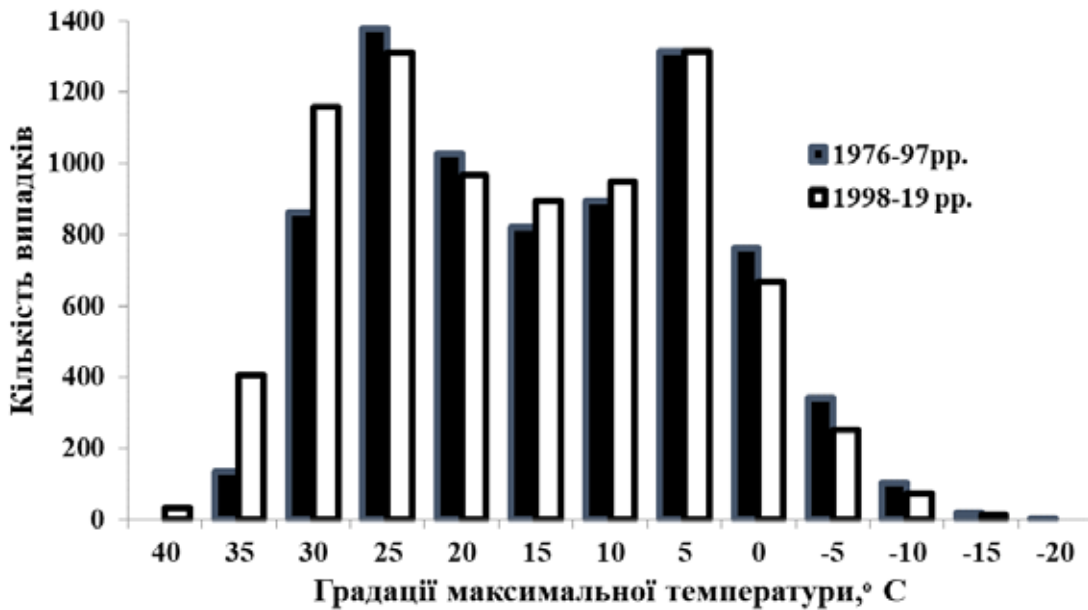


Рис. 7. Розподіл випадків максимальної добової ПТП по градаціям за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

в Україні впродовж останніх десятиліть спостерігається стійка тенденція до збільшення тривалості та повторюваності посух і не лише у південній, а й у центральній та північній частинах України [1–3, 9].

Атмосферні опади. Середня багаторічна кількість опадів на метеостанції Бориспіль за 1976–2019 рр. становить 566,2 мм, що близько до середніх базових показ-

ників по Україні [1]. Місячна їх норма складає 47,2 мм, а середньорічна кількість днів з опадами становить 194. Основні характеристики атмосферних опадів наведено в табл. 1. Цікаво відмітити, максимуми кількості опадів (добові, місячні та річні) спостерігалися досить давно.

Річні суми опадів упродовж усього періоду спостережень, який аналізується, розподілені досить стабільно – тенденційні зміни цієї характеристики відсутні,

Таблиця 1

Характеристики атмосферних опадів по метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

Період спостережень		Середньорічна кількість днів з опадами	Середнє значення		Максимальна кількість, мм			Стандартне відхилення, мм
Початок, дата	Кінець, дата		мм/місяць	мм/рік	доба	місяць	рік	
01.01.1976	31.11.2019	194	47,2	566,2	$\frac{99,7}{1.05.2002}$	$\frac{180,2}{5.2002}$	$\frac{829,0}{2002}$	32,6

що демонструє рис. 8. Проте, в окремі роки атмосферних опадів спостерігається вкрай мало, або ж навпаки – дуже багато, річна їх амплітуда складає близько 400 мм (рис. 8).

Разом з тим, на метеостанції Бориспіль спостерігається стійка тенденція до зменшення кількості днів з атмосферними опадами, що відображає наступний

рис. 9. Той факт, що зменшення кількості днів з атмосферними опадами відбувається на тлі стійкої річної їх кількості, свідчить про збільшення інтенсивності опадів і, відповідно, зменшення ефективності.

Наступний рис. 10 демонструє розподіл модальної складової місячних сум атмосферних опадів, під якою ми розуміємо, як це прийнято в математичній ста-

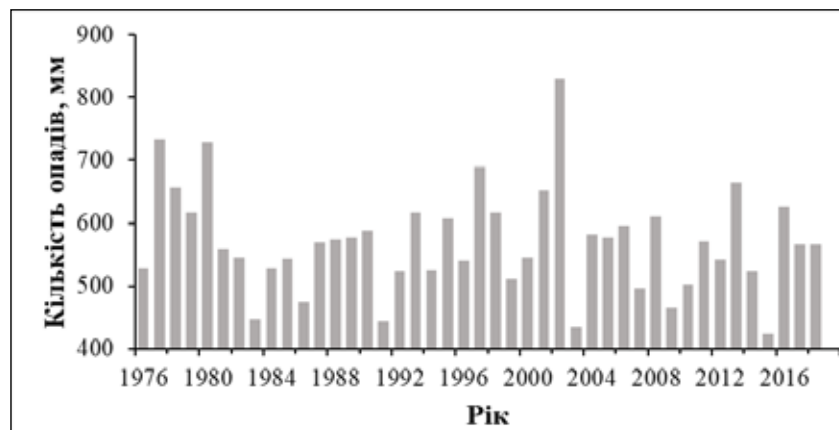


Рис. 8. Розподіл сумарних річних сум опадів за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

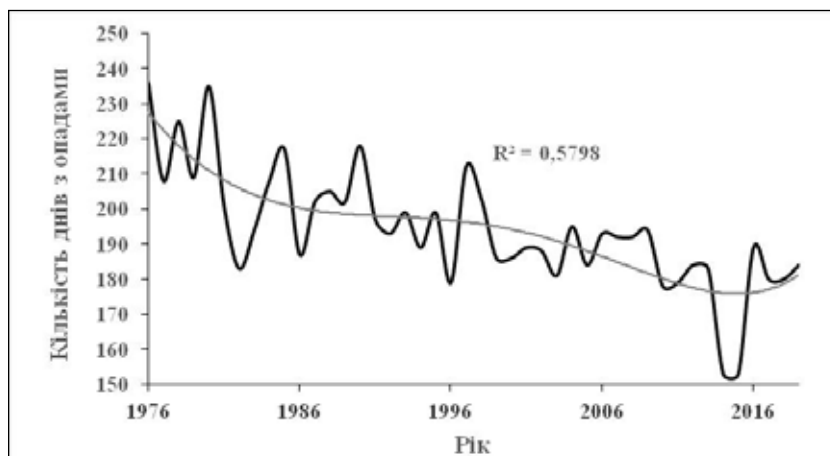


Рис. 9. Динаміка річної кількості днів з атмосферними опадами за даними метеостанції Бориспіль за період спостережень 1976–2019 рр.

тистиці, будь-яку точку локального максимуму щільності розподілу. Якщо до 2000 р. вона спостерігалася виключно теплої пори року, то на сьогодні маємо її зміщення на зимові місяці. Враховуючи мінливий характер сучасних зим з частими відлигами, що не сприяє процесу сталого снігонакопичення, можна зробити висновок про певне зменшення ефективності опадів в останні роки.

Цікавим в прогностичному плані може бути аналіз нормованої річної кількості опадів, розподіл якої можна побачити на рис. 11. В даному випадку під нормою розуміється середнє багаторічне значення.

Слід звернути увагу на те, що роки впродовж останніх десятиліть, в окремі річна кількість опадів є суттєво меншою за багаторічну норму – така тенденція зберігається й протягом останніх років. Взагалі від’ємна амплітуда опадів домінує над позитивною.

Висновки. Проведений аналіз підтверджує наявність кліматичних змін, що фіксується результатами спостережень метеорологічної станції Бориспіль. Підвищення ПТП, яке фіксується за результатами спостережень 1976–2019 рр., відбувається як за рахунок фонові складової, так і в результаті збільшення екстремумів, хоча останніми десятиліттями максимальні температури демонструють від’ємний тренд. Порівняльний аналіз результатів різних періодів спостереження показав ефективніше підвищення температури у весняно-літній період і не по всьому температурному ряду.

Річна сума атмосферних опадів залишається сталою за весь період, що аналізувався, проте має місце їх перерозподіл упродовж року – кількість опадів збільшується в холодні місяці, що знижує їх ефективність в цілому. Зменшення кількості днів з опадами на фоні стійкої

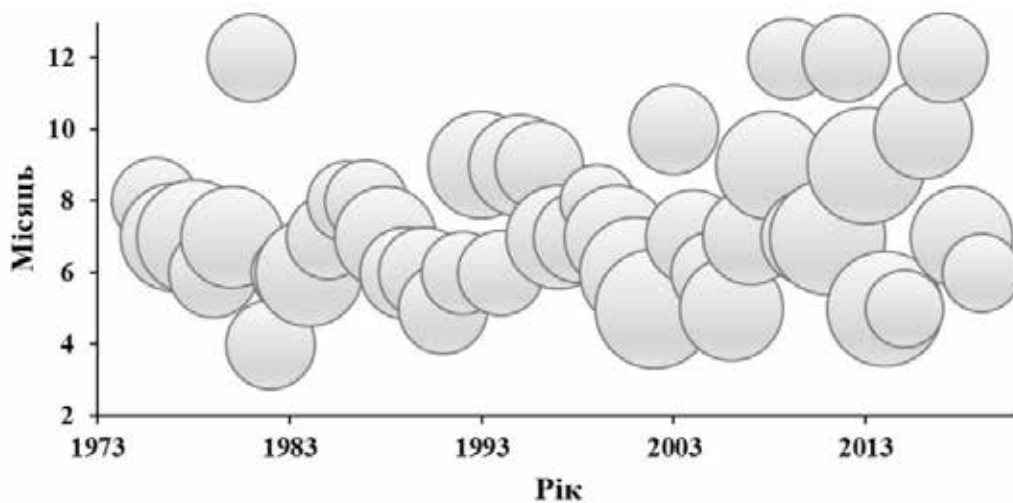


Рис. 10. Розподіл модальної складової сумарних місячних опадів за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

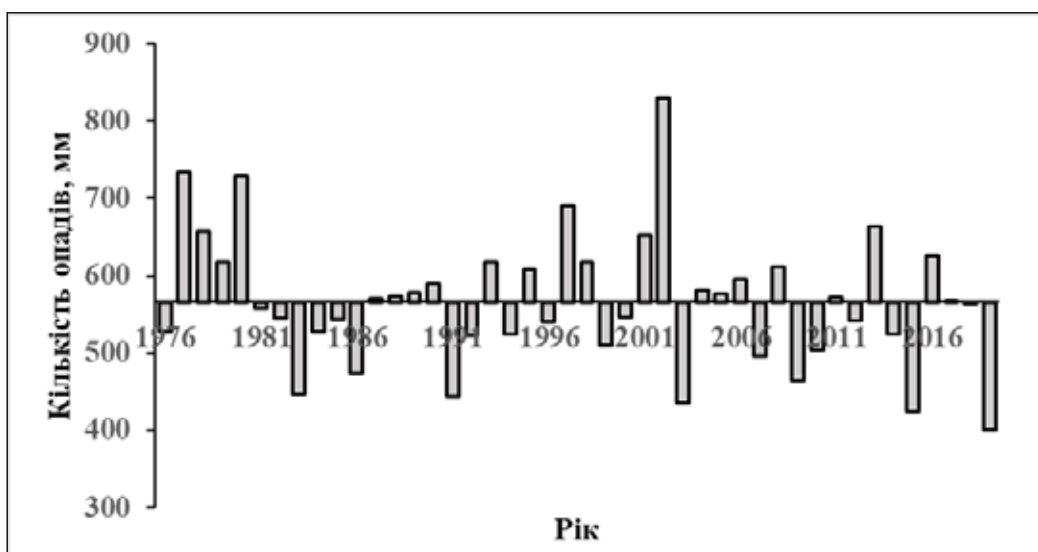


Рис. 11. Розподіл сумарних річних опадів відносно багаторічної норми за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

їх кількості, свідчить про збільшення екстремальності атмосферних опадів, що узгоджується з відомими тенденціями глобальних змін клімату.

Назване вище дозволяє рекомендувати вивчити можливість культивування на території дослідження більш

теплолюбних культур, у зв'язку з підвищенням фонові складової ПТП. З огляду на перерозподіл атмосферних опадів варто переглянути дати посіву; по-можливості, створювати максимальні умови для ефективного використання зимових опадів.

Література:

1. Адаменко Т.І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Біла Церква: Бліц, 2014. 16 с.
2. Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур. К.: Ніка-Центр, 2010. С. 234.
3. Ліпінський В.М., Дячук В.А., Бабіченко В.М. Клімат України. Київ: УкрНДГМІ, 2003. 343 с.
4. Клок С. В., Корнус А. О., Корнус О. Г., Данильченко О. С. Аналіз сучасних тенденційних змін мінімальної добової температури повітря на території України на фоні глобального потепління. Подолання екологічних ризиків і загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022 : Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції 26–27 травня 2022 року. Полтава : НУПП, 2022. С. 295–298.
5. Клок С.В., Корнус А.О. Окремі кліматичні характеристики території Шацьких озер: сьогодення, тренди та перспективи. Шацьке поозер'я в контексті змін клімату: збірник матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження професора Петліна В. М. (1–3 жовтня 2021 р.) / за заг. ред. В. О. Фесюка. Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки, 2021. С. 22–31.
6. Корнус А.О. Сучасні термічні показники мезоклімату Північно-східного регіону України. Рельєф і клімат : Матеріали II Міжнародної конференції (26-28 вересня, 2018 р.). Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2018. С. 21–22.
7. Корнус А.О., Линок Д.В. Гідротермічні особливості мезоклімату Північно-Східного регіону України за результатами спостережень 2005–2016 років. *Наукові записки СумДПУ імені А.С. Макаренка. Географічні науки.* 2017. Вип. 8. С. 14–18.
8. Тимофеев В.Є., Клок С.В., Корнус А.О., Корнус О.Г. Оцінка сучасного стану регіональної кліматичної системи України та східної Європи з можливостями сезонного прогнозування [Електронний ресурс]. Восьмі Сумські наукові географічні читання: збірник матеріалів Всеукраїнської наукової конференції (Суми, 13–14 жовтня 2023 р.) / СумДПУ імені А. С. Макаренка, Сумський відділ Українського географічного товариства; [упорядник Корнус А. О.]. Елект. текст. дані. Суми. 2023. С. 163–176.
9. Тимофеев В. Є., Клок С. В., Корнус А. О., Корнус О. Г., Данильченко О.С. Українське Полісся як індикатор сучасних кліматичних змін. Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. (Ніжин, 10-11 лютого 2022 р.) Ніжин: НДУ ім. Гоголя. 2022. С. 102–105.
10. Шербань М.І. Клімат і врожаї на Україні. Київ: Знання, 1991. 32 с.
11. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Pïan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi: <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.
12. Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store, (2021): CMIP6 climate projections. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: <https://doi.org/10.24381/cds.c866074c>

References:

1. Adamenko, T.I. (2014). Ahroklimatychnе zonuвання terytorii Ukrainy z vrakhuvanniam zminy klimatu [Agro-climatic zoning of the territory of Ukraine with regard to climate change]. Bila Tserkva: Blits, 16 p. [in Ukrainian].
2. Dmytrenko, V.P. (2010). Pohoda, klimat i urozhai pol'ovykh kultur [Weather, climate and crop yields]. Kyiv: Nika-Tsentr, 620 p. [in Ukrainian].
3. Lipinskyi, V.M., Diachuk, V.A., Babichenko, V.M. (2003). Klimat Ukrainy [Climate of Ukraine]. Kyiv: UkrNDHMI, 343 p. [in Ukrainian].
4. Klok, S.V., Kornus, A.O., Kornus, O.H., Danylchenko, O.S. (2022). Analiz suchasnykh tendentsiinykh zmin minimalnoi dobovoi temperatury povitria na terytorii Ukrainy na foni hlobalnoho poteplinnia [Analysis of current trend changes in the minimum daily air temperature in Ukraine against the background of global warming]. Podolannya ekolohichnykh ryzykiv i zahroz dlia dovkillia v umovakh nadzvychnaynykh sytuatsii – 2022 – Overcoming environmental risks and threats to the environment in emergency situations – 2022. Proceedings of the First International Scientific and Practical Conference (May 26–27, 2022). Poltava: NUPP, pp. 295–298. [in Ukrainian].
5. Klok, S.V., Kornus, A.O. (2021). Okremi klimatychni kharakterystyky terytorii Shatskykh ozer: s'ohodennia, trendy ta perspektyvy [Selected climatic characteristics of the Shatsk Lakes area: present, trends and prospects]. Shatske poozeria v konteksti zmin klimatu – Shatsk Lakeland in the context of climate change: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference dedicated to the 70th anniversary of Professor V.M. Petlin (October 1–3, 2021) / Ed. by V. Fesiuk. Lutsk: Lesya Ukrainka National University, pp. 22–31. [in Ukrainian].
6. Kornus, A.O. (2018). Suchasni termichni pokaznyky mezoklimatu Pivnichno-skhidnoho rehionu Ukrainy [Current thermal indicators of the mesoclimate of the North-Eastern region of Ukraine]. Relief i klimat: Materialy II Mizhnarodnoi konferentsii – Relief and climate: Proceedings of the II International Conference (September 26-28, 2018). Chernivtsi: Chernivtsi National University, pp. 21–22. [in Ukrainian].

7. Kornus, A.O., Lynok, D.V. (2017). Hidrotermični osoblyvosti mezoklimatu Pivnično-Skhidnoho rehionu Ukraïny za rezul'tatamy sposterežen' 2005–2016 rokiv [Hydrothermal features of the mesoclimate of the North-Eastern region of Ukraine based on the results of observations in 2005–2016]. *Naukovi zapysky SumDPU imeni A.S. Makarenka. Heohrafični nauky – Scientific Notes of Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko. Geographical sciences*, Iss. 8, pp. 14–18. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6428530> [in Ukrainian].
8. Tymofieiev, V.Ye., Klok, S.V., Kornus, A.O., Kornus, O.H. (2023). Otsinka suchasnoho stanu rehionalnoi klimatychnoi systemy Ukraïny ta skhidnoi Yevropy z mozhlyvostiamy sezonnoho prohnozuvannia [Evaluation of the current state of the regional climate system of Ukraine and Eastern Europe with seasonal forecasting capabilities]. *Vosmi Sumski naukovi heohrafični chytannia: zbirnyk materialiv Vseukrainskoi naukovoï konferentsii – Proceedings of the All-Ukrainian Scientific Conference “Eighth Sumy Scientific Geographical Readings”* (Sumy, October 13–14, 2023). Sumy: Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko. *Geographical sciences*, pp. 163–176. [in Ukrainian].
9. Tymofieiev, V. Ye., Klok, S. V., Kornus, A. O., Kornus, O. H. (2022). Danylchenko O.S. Ukrainske Polissia yak indyktor suchasnykh klimatychnykh zmin [Ukrainian Polissya as an indicator of current climate change]. *Ukrainske Polissia: problemy ta trendy suchasnoho rozvytku: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii – Ukrainian Polissya: problems and trends of modern development: Proceedings of the All-Ukrainian scientific and practical conference* (Nizhyn, February 10–11, 2022). Nizhyn: Gogol National University, pp. 102–105. [in Ukrainian].
10. Scherban, M.I. (1991). *Klimat i vrozhai na Ukraïni* [Climate and harvests in Ukraine]. Kyiv: Znannia, 32 p. [in Ukrainian].
11. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Pïan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi: <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
12. Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store. (2021). CMIP6 climate projections. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: <https://doi.org/10.24381/cds.c866074c>