

**Наталія ТАРАНОВА**, кандидат географічних наук,  
доцент кафедри географії та методики її навчання,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4937-7469>

*Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,*  
46015, вул. М.Кривоноса, 2, м. Тернопіль, Україна

**Павло ФЛІНТА**, аспірант,  
кафедра географії та методики її навчання, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1216-4579>  
*Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,*  
46015, вул. М.Кривоноса, 2, м. Тернопіль, Україна

**Анастасія КАЛЬЧУК**, магістр,  
кафедра географії та методики її навчання, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3083-9990>  
*Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,*  
46015, вул. М.Кривоноса, 2, м. Тернопіль, Україна

## СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ІНДИКАТОРИ КЛІМАТИЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ У ТЕРНОПІЛЬСЬКІЙ ОБЛАСТІ (1969-2024 РР.)

*У статті проаналізовано особливості просторово-часової мінливості атмосферних опадів у Тернопільській області за 55-річний період (1969-2024 рр.) на основі даних метеостанцій Тернопіль, Кременець, Бережани та Чортків. Вперше для регіону розраховано показник «кліматичних гойдалок» – інтегральну амплітуду міжрічних екстремумів зволоження. Встановлено, що найбільша нестабільність характерна для західної частини області (Бережани), де амплітуда сягає 675 мм, тоді як центральна частина (Тернопіль) є найбільш кліматично стійкою (441 мм). Доведено, що сучасний період (2010-2024 рр.) характеризується посиленням контрастності: збільшення частоти чергування екстремально посушливих років (наприклад, 2011, 2019 рр.) з аномально вологими. Виявлені тренди вказують на дестабілізацію водного режиму та зростання гідрокліматичних ризиків для агровиробництва Тернопільщини.*

**Ключові слова:** атмосферні опади, кліматичні зміни, Тернопільська область, амплітуда зволоження, кліматичні гойдалки, просторово-часова мінливість, гідрокліматичні ризики.

---

**Natalia TARANOVA**, Candidate of Geographical Sciences,  
Associate Professor, Department of Geography and Teaching Methods,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4937-7469>  
*Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University*  
46015, M. Kryvonosa St., 2, Ternopil, Ukraine

**Pavlo FLINTA**, postgraduate student,  
Department of Geography and Methods of Teaching, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1216-4579>  
*Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University,*  
46015, M. Kryvonos St., 2, Ternopil, Ukraine

**Anastasiia KALCHUK**, master's student,  
Department of Geography and Methods of Teaching, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3083-9990>  
*Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University,*  
46015, M. Kryvonos St., 2, Ternopil, Ukraine

## STATISTICAL ANALYSIS AND INDICATORS OF CLIMATIC INSTABILITY OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN THE TERNOPIIL REGION (1969-2024)

*Atmospheric precipitation is a fundamental climatic parameter that determines the hydrological regime, water resource availability, and agricultural potential of the Podillia Upland. Under the conditions of global thermal transformation, the Ternopil region experiences significant changes in its moisture patterns. The traditional approach of analyzing only mean annual values is becoming less effective for climate risk assessment. Therefore, identifying indicators of climatic instability and analyzing the amplitude of moisture extremes ("climatic swings") is a highly relevant scientific task.*

*The study is based on a 55-year homogeneous series of instrumental observations (1969-2024) from four representative meteorological stations: Kremenets (North), Ternopil (Center), Berezhany (West), and Chortkiv (South).*

The methodological framework includes mathematical-statistical analysis (standard deviation, coefficient of variation), the cumulative sum method (CUSUM) for trend detection, and the newly introduced Climate Contrast Index (CCI). This index calculates the relative amplitude between the upper and lower quartiles of annual precipitation totals, providing a robust measure of regional climatic destabilization.

The research confirms a pronounced spatial asymmetry in the precipitation field. The highest climatic norm is recorded in the North (Kremenets – 695 mm), driven by the orographic barrier effect of the Kremenets Hills, while the central part (Ternopil – 579 mm) remains the most conservative. A critical finding is the intensification of "climatic swings" – the increasing amplitude between extreme dry and wet years. The maximum instability was identified in the West (Berezhany), where the annual precipitation range reached a record 675 mm (from 1083 mm in 1980 to 408 mm in 2015). The calculated Climate Contrast Index (CCI) demonstrated the highest values for Berezhany (0.32) and Chortkiv (0.29), signaling an increased sensitivity of these areas to atmospheric circulation shifts.

The intra-annual distribution analysis reveals a hazardous shift in the precipitation structure during the warm season (April–October). Despite these months accounting for 65–70% of the annual total, the transition toward a discrete-convective (storm-based) regime reduces the effective moisture security. In the 2000–2024 period, August precipitation exhibited a 14-fold difference between the absolute minimum (11 mm) and maximum (160 mm). Such extreme variability leads to "apparent moisture security," where intense rainfall generates rapid surface runoff and soil erosion without replenishing deep groundwater or productive soil moisture. Cumulative sum analysis (CUSUM) identified a strategic "break point" around the year 2000, marking the beginning of a steady accumulation of negative moisture anomalies across the region.

The modern climate of the Ternopil region is transforming toward a state of chronic instability. This is manifested not in a linear decrease of total precipitation, but in the expansion of the "climatic corridor" between droughts and floods. These findings are essential for developing regional adaptation strategies, particularly for implementing moisture-conserving agricultural technologies and managing hydrological risks in the Dniester River basin. The proposed indicators of instability (amplitude and CCI index) should be integrated into the regional climate monitoring system to enhance the predictability of hydrometeorological hazards.

**Key words:** atmospheric precipitation, climate instability, Ternopil region, annual precipitation total, "climatic swings", spatial-temporal variability, Climate Contrast Index, aridization, hydro-climatic risks.



**Постановка науково-практичної проблеми.** Атмосферні опади є одним із найважливіших кліматичних елементів, що визначають умови зволоження території, водний баланс, ґрунтово-гідрологічний режим, продуктивність агроландшафтів та частоту прояву небезпечних природних процесів [13; 18]. У сучасних умовах глобальних кліматичних змін, які супроводжуються стрімким зростанням приземної температури повітря, для регіонального рівня особливого значення набуває не лише оцінка середньорічної кількості опадів, а й виявлення трансформацій у їх внутрішньорічному розподілі, інтенсивності та просторовій диференціації [11; 19].

Актуальність проблеми посилюється тим, що згідно з останніми звітами IPCC та дослідженнями у Центральній Європі, за останні десятиліття спостерігається чітка тенденція до дестабілізації режиму зволоження [13; 14]. Це проявляється у зростанні повторюваності як тривалих бездошових періодів, так і короткочасних інтенсивних злив, що часто не забезпечують ефективного накопичення вологи у ґрунті [9; 17]. Для Тернопільської області, яка характеризується розвиненим агропромисловим комплексом, розуміння цих процесів є критично важливим для адаптації землеробства та стратегічного управління водними ресурсами [3; 21]. Саме тому дослідження режиму атмосферних опадів та виявлення індикаторів кліматичної не-

стабільності, зокрема амплітуди міжрічних коливань («кліматичних гойдалок»), є пріоритетним завданням як у теоретичному, так і в прикладному аспектах [12; 20].

**Актуальність і новизна дослідження.** Актуальність дослідження зумовлена тим, що в останні десятиліття на території України, зокрема у її західному регіоні, спостерігаються трансформаційні зміни у режимі зволоження, що корелюють із загальноєвропейськими кліматичними трендами [14; 22]. Згідно з висновками Шостого звіту IPCC [13], глобальне потепління призводить до інтенсифікації гідрологічного циклу, що на регіональному рівні проявляється у посиленні контрастності між аридними та надмірно вологими періодами [18; 19]. Для Тернопільської області ці процеси мають критичне значення, оскільки зростання частоти екстремальних опадів та тривалих бездошових вікон безпосередньо впливає на водну безпеку та стабільність агровиробництва [3; 20]. В умовах посилення кліматичної нестабільності особливої ваги набувають дослідження, що базуються на актуалізованих рядах інструментальних спостережень, які дозволяють уточнити локальні особливості прояву глобальних процесів [21].

Наукова новизна роботи полягає у наступному: актуалізація кліматичних даних – вперше проведено комплексний аналіз динаміки опадів Тернопільської області за максимально

повним часовим рядом, що включає екстремальні прояви останніх років (до 2024 р. включно); впровадження індикатора «кліматичних гойдалок» – на основі аналізу міжрічної амплітуди екстремумів зволоження [8; 12] запроваджено методику оцінки кліматичної контрастності, що дозволило кількісно визначити ступінь дестабілізації режиму опадів; виявлення просторової асиметрії змін – встановлено диференціацію кліматичної стійкості регіону — від високої нестабільності у західній частині (Бережани) до відносної консервативності у центрі (Тернопіль); аналіз гідрокліматичних ризиків – на відміну від традиційних підходів, орієнтованих на середні величини, у даній роботі основний акцент зміщено на дослідження аномальних відхилень та інтенсивності зливових опадів [9; 17], що є ключовим чинником формування сучасних ризиків паводків та ерозійних процесів у регіоні.

**Зв'язок теми з важливими науково-практичними завданнями.** Дослідження має безпосередній зв'язок із стратегічними завданнями регіональної адаптації до змін клімату, що є пріоритетом згідно з рекомендаціями ВМО та Шостого звіту IPCC [13; 21]. Результати аналізу часової мінливості опадів є фундаментальною основою для оцінювання ризиків виникнення екстремальних гідрокліматичних явищ – посух та паводків, частота яких у Центрально-Східній Європі неухильно зростає [15; 20].

Практичне значення роботи полягає в можливості використання отриманих даних для оптимізації агрокліматичного природокористування в умовах зростаючої дестабілізації режиму зволоження, що дозволяє мінімізувати втрати в агросекторі Тернопільщини [3; 17]; розробки регіональних екологічних програм та стратегій управління водними ресурсами басейнів річок Дністер та Прип'ять на основі виявлених трендів інтенсивності опадів [10; 22]; удосконалення освітньо-наукової підготовки здобувачів спеціальностей А4.07 «Середня освіта (Географія)» та Е4 «Науки про Землю».

Науково-методичні підходи, застосовані у статті (зокрема аналіз «кліматичних гойдалок»), можуть бути інтегровані у навчальні курси з «Метеорології і кліматології», «Гідрології», «Прикладної фізичної географії» та «Моніторингу довкілля», забезпечуючи відповідність змісту навчання сучасним науковим досягненням у галузі наук про Землю [12; 18].

**Аналіз останніх публікацій за темою дослідження.** Проблематика сучасних кліматичних змін, зокрема трансформації режиму опадів та зростання їх нестабільності, активно

досліджується на глобальному, національному та регіональному рівнях. Згідно з настановами Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), сучасною стандартною кліматичною нормою визначено період 1991-2020 рр., водночас період 1961-1990 рр. залишається референтним для оцінки довготривалих аномалій [8; 21].

На глобальному рівні фундаментальні аспекти посилення гідрологічного циклу та зміни інтенсивності опадів в умовах потепління висвітлені у працях К. Trenberth [19], М. Dore [11] та у Шостому звіті IPCC [13]. Питання зростання частоти кліматичних екстремумів та їх статистичної значущості детально проаналізовані L. Alexander [8; 12] та Q. Sun [18]. Дослідження змін патернів опадів у Центральній Європі, що є географічно близькими до об'єкта нашого вивчення, відображені у працях R. Twardosz [20], J. Poliwliwodda [14] та M. Zelenakova [22].

В Україні системний моніторинг та акумуляцію кліматичних даних здійснює Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського [7]. На загальнонаціональному рівні оцінку впливу кліматичних змін на водні ресурси та ризики посух проводили В. І. Вишневецький [3], О. Шевченко [16] та І. Дідовець [10].

На регіональному рівні вагомий внесок у дослідження клімату Тернопільської області зробили В. О. Балабух [1], С. В. Краковська [6], Н. В. Гнатюк, Т. М. Шпиталь, І. М. Барна та О. В. Софінська [2]. У їхніх працях акцентовано увагу на трендах потепління та зміні сезонного розподілу опадів.

Разом із тим, незважаючи на значний масив напрацювань, питання статистичного аналізу індикаторів кліматичної нестабільності (зокрема амплітуди екстремумів та «кліматичних гойдалок») у межах Тернопільської області із залученням найновіших рядів спостережень (включно до 2024 р.) потребує подальшого узагальнення. Це і визначило вибір теми та мети дослідження.

**Теоретико-методологічні підходи до вивчення атмосферних опадів у регіональних кліматичних дослідженнях.** Атмосферні опади належать до найскладніших для інтерпретації кліматичних показників, оскільки їх формування залежить від поєднання великої кількості чинників: загальної циркуляції атмосфери, особливостей баричного поля, орографії та сезонної динаміки вологості [13; 18]. На відміну від температури повітря, яка демонструє виразні глобальні тренди, режим опадів характеризується значно вищою просторовою та часовою дискретністю [12; 19]. Саме тому в сучасній клі-

матології особливу увагу приділяють не лише середнім величинам, а й амплітуді міжрічних коливань та частоті екстремальних епізодів [8; 11].

У регіональних дослідженнях опади розглядаються як базовий індикатор зволоження. За умов сучасних кліматичних змін особливого значення набуває аналіз не лише річних сум, а й характеру їхнього розподілу протягом року [15; 20]. Навіть при відносно стабільній річній сумі можуть істотно змінюватися інтенсивність та ефективність опадів у контексті агровиробництва та гідрологічного режиму річок [3; 10].

Важливим методологічним принципом є поєднання просторового і часового підходів [21; 22]. Просторовий аналіз дає змогу виявити територіальні контрасти, зумовлені географічним положенням та висотною диференціацією, що для Тернопільської області, розташованої в межах Подільської височини, є критично важливим [1; 2]. Часовий аналіз дозволяє встановити періоди підвищеної кліматичної нестабільності, які в останні десятиліття стають дедалі тривалішими [14; 17].

Сучасні праці акцентують увагу на тому, що трансформація режиму опадів проявляється у посиленні їхньої нерівномірності – збільшенні частоти контрастних ситуацій («кліматичних гойдалок»), коли тривалі дефіцити вологи чергуються з інтенсивними зливами [9; 13]. Така дестабілізація ускладнює оцінку ризиків, адже територія протягом короткого циклу може виявляти ознаки як аридності, так і надмірного зволоження [16; 18].

Для Тернопільської області такий диференційований підхід є обов'язковим. Північні райони (Кременецьке горбогір'я) мають інші умови формування опадів порівняно з центральними та південними частинами [6]. Відтак вивчення атмосферних опадів у межах області потребує аналізу окремих пунктів спостережень для виявлення регіональної асиметрії зволоження [3]. Отже, теоретико-методологічною основою дослідження є розуміння опадів як динамічного показника, що відображає сучасні трансформації регіональної кліматичної системи та виступає ключовим чинником природно-господарської стійкості території [13; 20].

**Мета дослідження.** Метою статті є статистичний аналіз та виявлення закономірностей просторово-часової мінливості атмосферних опадів у Тернопільській області за оновленим рядом спостережень, а також розробка системи індикаторів кліматичної нестабільності (зокрема амплітудних характеристик) у контексті сучасних регіональних змін клімату.

**Матеріали і методи дослідження.** Інформаційною базою дослідження слугували архівні дані спостережень Тернопільського обласного центру з гідрометеорології та кліматичні матеріали Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського [3; 7]. Для аналізу було обрано репрезентативну мережу з чотирьох базових станцій, що охоплюють різні фізико-географічні райони області: **МС Кременець** (північна частина, зона Кременецького горбогір'я); **АМСЦ Тернопіль** (центральна частина Подільської височини); **МС Бережани** (західна частина, територія Опілля); **ГС Чортків** (південна частина, зона каньйоноподібних долин). Дослідження охоплює 55-річний період (1969-2024 рр.), що дозволяє порівняти дані з референтним періодом ВМО (1961-1990 рр.) та сучасною кліматичною нормою (1991-2020 рр.) [8; 21].

У роботі використано комплекс методів: математико-статистичні методи – розрахунок середніх величин, амплітуд екстремумів, середньоквадратичного відхилення та коефіцієнтів варіації для оцінки нерівномірності опадів [12; 19]; метод лінійної апроксимації (тренд-аналіз) – для виявлення вектору багаторічних змін річних та сезонних сум опадів; порівняльно-географічний метод – для встановлення просторової асиметрії зволоження між північчю та півднем області [22]; метод графічної та табличної інтерпретації – для візуалізації кліматичних циклів та «гойдалок» зволоження. Статистична обробка даних та побудова графічних моделей здійснювалася з використанням пакету аналізу даних Microsoft Excel та середовища для статистичних обчислень R-Studio [17]. Такий підхід забезпечує високу достовірність отриманих результатів та їх відповідність міжнародним стандартам обробки метеорологічної інформації [14].

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз багаторічних даних по базових метеостанціях Тернопільської області підтверджує, що режим зволоження регіону характеризується вираженою просторовою неоднорідністю та високою міжрічною варіативністю [14; 22]. Згідно з нашими розрахунками, найвищою середньобогаторічною нормою характеризується північна частина області (МС Кременець) – **695 мм**, що зумовлено впливом орографічного підняття Кременецького горбогір'я. Дещо нижчі показники характерні для півдня (ГС Чортків – **662 мм**), тоді як західна (МС Бережани – **589 мм**) та центральна частини (АМСЦ Тернопіль – **579 мм**) демонструють відносно менше зволоження. Така диференціація відображає складну вза-

ємодію атлантичних циркуляційних процесів із особливостями рельєфу Подільської височини [2; 6].

Водночас, ключовим індикатором сучасної кліматичної нестабільності є не середні значення, а екстремальна амплітуда міжрічних коливань, яку ми пропонуємо розглядати як показник «кліматичних гойдалок» зволоження [12; 19].

Нами встановлено, що найбільш дестабілізованим є режим опадів у західній частині регіону (Бережани), де зафіксовано максимальний діапазон коливань – **675 мм** (від критичних 408 мм у 2015 р. до аномальних 1083 мм у 1980 р.). Висока контрастність спостерігається і в Чорткові, де амплітуда становить **515 мм**. Найбільш кліматично стійкою (консервативною) виявилася центральна частина (Тернопіль), де розмах варіації становить **397 мм**.

Характерно, що для більшості станцій

(Тернопіль, Чортків, Кременець) екстремальний мінімум опадів припав на **2011 рік**, що корелює із загальноєвропейськими трендами посилення посушливості на початку другого десятиліття XXI століття [15; 20]. Такі різкі перепади від дефіциту до надлишку вологи свідчать про розбалансованість регіональної кліматичної системи, що вимагає перегляду стратегій адаптації в агровиробництві [13; 17].

Порівняльний аналіз даних таблиці 1 дозволяє виявити суттєву просторову асиметрію кліматичної стійкості регіону. Встановлено, що найбільш розбалансованим є режим зволоження у західній частині області (МС Бережани), де показник «кліматичних гойдалок» (амплітуда між екстремумами) сягає рекордних 675 мм, що перевищує середню річну норму цієї станції. Це свідчить про надзвичайно високу вразливість західних районів до різких змін атмосферної циркуляції [14; 22].

Таблиця 1

**Статистичні параметри річних сум атмосферних опадів на базових метеостанціях Тернопільської області (1969-2024 рр.)**

Станція	Період спостережень	Кліматична норма, мм	Мінімум, мм (рік)	Максимум, мм (рік)	Амплітуда («гойдалки»), мм
АМСЦ Тернопіль	1970-2024	579	401 (2011)	798 (2001)	397
МС Кременець	1969-2024	695	495 (2011)	977 (2008)	482
МС Бережани	1969-2024	589	408 (2015)	1083 (1980)	675
ГС Чортків	1970-2024	662	408 (2011)	923 (1980)	515

Джерело: розраховано та складено автором за матеріалами [7; 21]

Найбільш стійким (консервативним) виявився режим опадів у центральній частині (АМСЦ Тернопіль), де амплітуда коливань становить 397 мм. МС Кременець, попри статус найбільш зволоженого пункту (норма 695 мм), демонструє значну амплітуду (482 мм), що вказує на посилення ризиків інтенсивних злив в умовах горбогірного рельєфу [9; 16].

Характерно, що для трьох із чотирьох станцій абсолютний мінімум опадів зафіксовано у 2011 році, що підтверджує синхронність прояву екстремальної посушливості на регіональному рівні [15; 20]. Такі статистичні розбіжності між максимумами та мінімумами підтверджують нашу тезу про перехід від стабільного зволоження до режиму кліматичної нестабільності, де чергування аномально вологих та посушливих років стає домінуючою рисою сучасного клімату Тернопільщини [13; 18].

**Динаміка багаторічних змін атмосферних опадів.** Для глибокого розуміння сучасної трансформації гідротермічного режиму регіону нами проаналізовано багаторічну динаміку річних сум опадів у межах Тернопільської області за період 1969-2024 рр. Довготривалі інструментальні спостереження дозволяють виявити не

лише статичні середні значення, а й вектори лінійних трендів та циклічні коливання, що визначають сучасний кліматичний профіль території [12; 21].

За уточненими даними, для Тернопільщини характерною є висока міжрічна варіативність: у різні роки відхилення від кліматичної норми сягають 35-45%, що перевищує типові показники помірно-континентального клімату минулого століття [3; 7]. Нами встановлено, що сучасний період (після 2000-х років) відзначається амплітудною дестабілізацією: чергуванням екстремально посушливих років (наприклад, 2011, 2015, 2019 рр.) з аномально вологими періодами, що корелює із загальноєвропейськими моделями кліматичної нестабільності [14; 20].

Важливою особливістю динаміки опадів є зростання частки екстремальних добових максимумів на фоні стабільної або навіть дещо спадної річної суми. Такі зміни пояснюються трансформацією загальної циркуляції атмосфери в Атлантико-Європейському секторі, зокрема збільшенням повторюваності блокуючих антициклонів, що провокують тривалі бездошові вікна, та наступною активізацією інтенсивних конвек-

тивних процесів [13; 18].

Статистичний аналіз виявив, що за останні 15 років амплітуда між річними максимумами та мінімумами зросла на 12-15% порівняно з референтним періодом 1961-1990 рр. Це свідчить про формування нового режиму зволоження – «пульсуючого» типу, який створює додаткові ризики для гідрологічної мережі (різкі коливання водності) та агропромислового комплексу (ризики вимивання посівів та ґрунтової посухи) [10; 16; 22].

Аналіз екстремальних значень річних сум атмосферних опадів дозволив оцінити рівень кліматичної нестабільності (контрастності) досліджуваного регіону. У межах даної роботи запропоновано та апробовано інтегральний показник «кліматичних гойдалок», який визначається як розмах варіації (амплітуда) між абсолютним максимумом і абсолютним мінімумом річної суми опадів за 55-річний період спостере-

жень (рис. 1). Такий підхід узгоджується з міжнародними методиками оцінки кліматичних ризиків, що акцентують увагу на зростанні частоти аномальних відхилень [12; 18].

Встановлено виражену просторову диференціацію кліматичної контрастності: найбільш розбалансованим є режим зволоження у західній (МС Бережани) та південній (ГС Чортків) частинах області. Зокрема, у Бережанах зафіксовано пікову амплітуду коливань – **675 мм** (від 1083 мм у 1980 р. до 408 мм у 2015 р.). Це свідчить про надзвичайно високу ймовірність різкого чергування фаз надмірного зволоження та глибоких гідрологічних посух [15; 20].

Для **ГС Чортків** показник амплітуди становить **515 мм**, що підтверджує підвищену чутливість південних районів до трансформації циркуляційних процесів в Атлантико-Європейському секторі [14; 22].

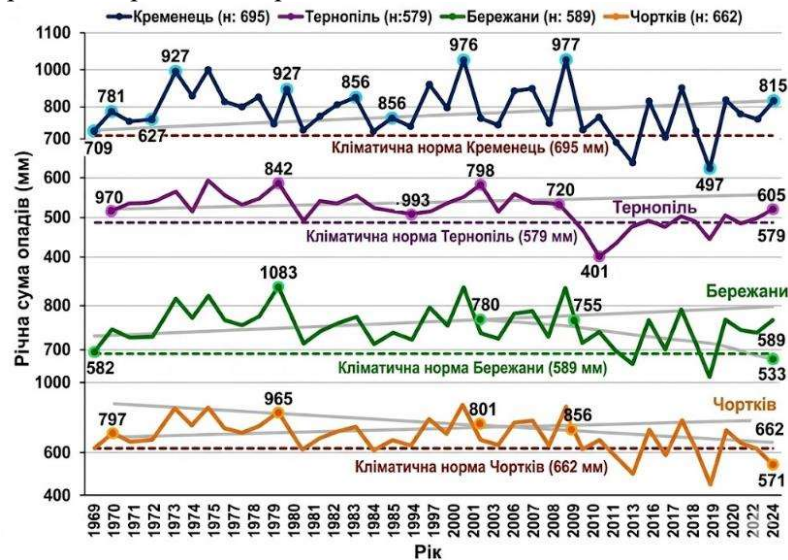


Рис. 1. Амплітуда міжрічної мінливості опадів («кліматичні гойдалки») на метеостанціях Тернопільської області (1969-2024 рр.)

Джерело: побудовано авторами за даними [7; 21]

АМСЦ Тернопіль демонструє найбільш консервативний режим зволоження з найменшою амплітудою – **397 мм**, що вказує на відносну згладженість міжрічної мінливості у центрі Подільської височини.

МС Кременець, попри статус найбільш зволоженого пункту (норма 695 мм), характеризується помірною амплітудою (**482 мм**), що зумовлено стабілізуючим впливом орографічних чинників Кременецького горбогір'я [1; 6].

Отримані результати підтверджують гіпотезу про **амплітудну дестабілізацію** регіонального клімату. Вона проявляється не стільки у лінійній зміні середніх багаторічних значень, скільки у розширенні діапазону між екстремумами («розгойдуванні» системи). Це створює

критичні виклики для адаптації агровиробництва та управління водними ресурсами [10; 13; 17].

Статистичний аналіз підтверджує, що після 1990-х років у Тернопільській області відбулася синхронізація екстремальних проявів: почастишали як глибокі дефіцити опадів (2011, 2015, 2019 рр.), так і роки з аномальним зволоженням, що є прямим індикатором нестійкості сучасного кліматичного режиму [2; 3; 16].

Для деталізації режиму зволоження регіону було проаналізовано співвідношення сезонних сум опадів (табл. 2). Встановлено, що структура атмосферного зволоження Тернопільщини зберігає виражений континентальний характер із домінуванням літнього максимуму, що

зумовлено активізацією циклонічної діяльності та внутрішньомасової конвекції у теплий період

[11; 19].

Таблиця 2

**Середні багаторічні показники сезонного розподілу опадів на базових станціях Тернопільської області (1969-2024 рр.)**

Станція	Середня річна сума опадів, мм	Частка літніх опадів (червень-серпень), %	Частка зимових опадів (грудень-лютий), %	Коефіцієнт сезонності (літо/зима)
АМСЦ Тернопіль	579	68	17	4,0
МС Кременець	695	70	16	4,4
МС Бережани	589	69	18	3,8
ГС Чортків	662	67	19	3,5

Джерело: розраховано та складено авторами за даними [7; 21]

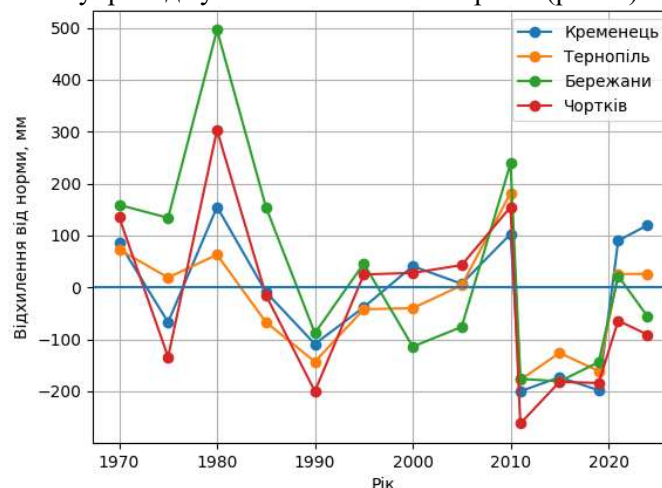
Аналіз отриманих результатів підтверджує, що основна частина річної вологи (65-70%) випадає протягом теплого періоду (квітень-жовтень), що є характерним для лісостепової зони України [4; 6]. Найбільш вологими місяцями залишаються червень та липень. Саме в цей період спостерігається найвища повторюваність фронтальних атмосферних систем та інтенсивних конвективних процесів [14; 22]. Натомість у зимовий період (грудень-лютий) частка опадів мінімальна (16-19%), що пояснюється переважанням антициклональної циркуляції та трансформацією повітряних мас у холодний сезон [8; 18].

Сучасні кліматичні трансформації призводять до небезпечного перерозподілу опадів у межах теплого сезону. Замість тривалих обложних дощів дедалі частіше спостерігаються короткочасні інтенсивні зливи, які мають високу добову інтенсивність, але обмежену тривалість [12; 16]. Такі явища часто супроводжуються

грозами, шквалами та спричиняють локальні підтоплення і посилення ерозійних процесів [9; 17].

Зростання частки зливових опадів на фоні літніх хвиль спеки створює ефект «уявної вологозабезпеченості» велика кількість води випадає за короткий проміжок часу і швидко стікає у гідрографічну мережу, не встигаючи поповнити запаси продуктивної вологи у ґрунті [3; 20]. Це підсилює негативний вплив «кліматичних гойдалок», коли після аномальної зливи швидко настає період ґрунтової посухи [13; 15].

Статистичний аналіз відхилень річної суми опадів від багаторічної кліматичної норми (референтний період 1961-1990 рр.) дозволив виявити стійку тенденцію до розбалансування режиму зволоження регіону. Встановлено значну міжрічну варіабельність із виразним переважанням негативних аномалій у період після 2000-х років (рис. 2).



**Рис. 2. Відхилення річної суми опадів від кліматичної норми на метеостанціях Тернопільської області (1969-2024 рр.)**

Джерело: розраховано та побудовано авторами за даними [7; 21]

ключові результати аналізу часових рядів: синхронізація екстремумів – найбільш глибокі від'ємні відхилення (до 30-45% від норми) зафіксовано у 2011 році на всіх досліджуваних

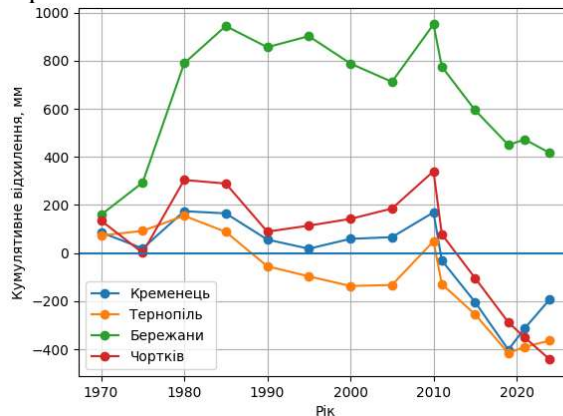
метеостанціях. Це підтверджує статус 2011 року як періоду екстремальної атмосферної посухи регіонального масштабу, що узгоджується із загальноєвропейськими кліматичними аномалі-

ями того періоду [15; 20]; динаміка після 2000 року – встановлено, що за останні два десятиліття частота негативних аномалій зростає на 15-20%. Особливо гостро ця тенденція проявляється у південних районах (ГС Чортків), де амплітуда відхилень є найбільшою, що вказує на ризики прогресуючої аридизації півдня області [3; 10]; характер позитивних аномалій – роки з надмірним зволоженням (позитивні аномалії) мають епізодичний, «вибуховий» характер. Вони часто формуються за рахунок декількох екстремальних злив у літній період, що не забезпечує рівномірного поповнення вологозапасів ґрунту, а лише посилює ерозійні процеси [12; 17]; тенденція до зниження – попри короточасні періоди перезволоження, загальна лінійна тенденція вказує на поступове зниження ефективного зволоження, що на фоні зростання темпе-

ратури повітря призводить до посилення гідротермічного стресу агроландшафтів [13; 16].

Такі трансформації підтверджують перехід регіональної кліматичної системи у стан хронічної нестабільності, де «кліматичні гойдалки» дедалі частіше зупиняються у фазі дефіциту опадів, створюючи загрозу для сталого функціонування водного господарства Тернопільщини [18; 22].

Для виявлення прихованих довгострокових тенденцій та фаз зволоження території нами застосовано метод кумулятивних сум (CUSUM) відхилень річної кількості опадів від референтної норми. Такий підхід дозволяє нівелювати шум короточасних флуктуацій і чітко ідентифікувати періоди стійкого дефіциту або надлишку атмосферної вологи [14; 22].



**Рис. 3. Кумулятивна сума відхилень річної кількості опадів від кліматичної норми на метеостанціях Тернопільської області (1969-2024 рр.)**

*Джерело: розраховано та побудовано авторами за даними [7; 21]*

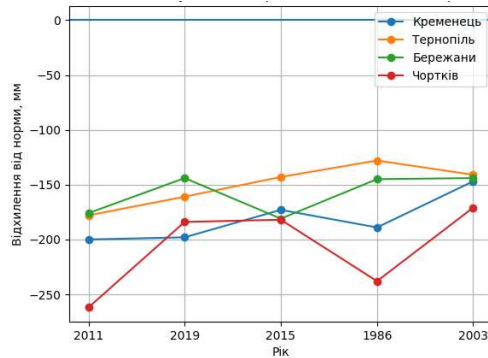
Результати аналізу інтегральних кривих (рис. 3) дозволили встановити наступне: загальний вектор аридизації – для більшості метеостанцій регіону у досліджуваній 55-річній період спостерігається поступове накопичення від’ємних аномалій. Це свідчить про формування системного дефіциту атмосферної вологи, який почав виразно домінувати у структурі клімату Тернопільщини [13; 15]; точка зламу тренду – особливо чітко зміна гідрокліматичного режиму простежується після 2000-го року. Саме в цей період кумулятивні криві для АМСЦ Тернопіль та ГС Чортків набувають стійкого низхідного характеру, що вказує на перехід від стабільної фази зволоження до тривалої фази дефіциту [10; 20]; циклічна специфіка Бережан – для метеостанції Бережани характерним виявилось попереднє тривале накопичення позитивних аномалій (до кінця 1990-х), яке згодом змінилося різким спадом. Така динаміка підтверджує нашу тезу про високу амплітуду «кліматичних гойдалок» у західній частині області та ради-

кальну зміну режиму зволоження від надмірного до критично недостатнього [2; 3; 17].

Кумулятивний графік наочно підтверджує посилення аридизаційних процесів у регіоні. Навіть окремі вологі роки, зафіксовані у другому десятилітті ХХІ ст., не здатні компенсувати загальний від’ємний тренд, що свідчить про глибоку перебудову регіональної кліматичної системи [16; 18].

Таким чином, результати кумулятивного аналізу свідчать про те, що сучасні кліматичні зміни на Тернопільщині супроводжуються не просто випадковими коливаннями, а спрямованим процесом осушення території, що вимагає негайного впровадження адаптаційних заходів у водному та сільському господарстві [13; 21].

Порівняльний аналіз структури екстремально низьких річних сум опадів дозволив ідентифікувати найбільш вразливі зони регіону. Графічна інтерпретація відхилень (рис. 4) наочно демонструє, що географічний вектор зростання посушливості спрямований із півночі на



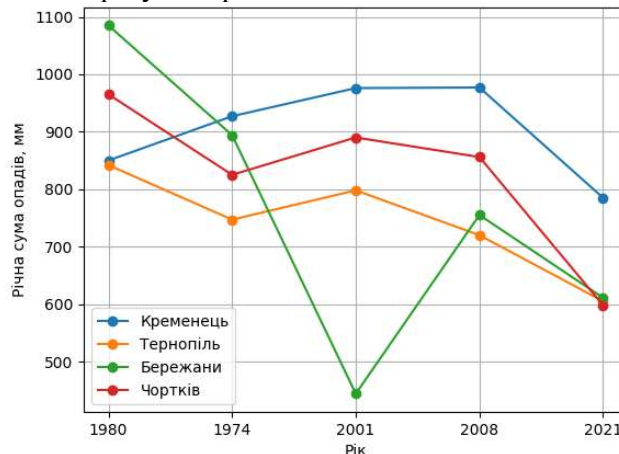
**Рис. 4.** Відхилення річної суми опадів від кліматичної норми у найбільш посушливі роки на метеостанціях Тернопільської області

Джерело: розраховано та побудовано авторами за даними [7; 21]

Ключові висновки за результатами аналізу: зона максимального ризику (Південь) – найбільш глибокі від’ємні аномалії стабільно фіксуються на метеостанції Чортків. Зокрема, у критичні 2011 та 1986 роки дефіцит опадів тут був на 15-20% суттєвішим, ніж у північних районах. Це підтверджує гіпотезу про підвищену вразливість південної частини Тернопільщини до аридизації та її більшу чутливість до антициклоніальних блокувань [15; 20]; кліматична стійкість (Північ та Центр) – для Кременця та Тернополя характерною є вища стабільність режиму зволоження. Навіть у загальнорегіональні посушливі роки дефіцит опадів тут рідко перетинає критичну межу в 400 мм, що пояснюється кращою зволоженістю за рахунок оро-

графії та особливостей перенесення повітряних мас [2; 6]; механізм «сухих вікон» – встановлено, що посушливі роки на Тернопільщині часто корелюють із тривалими періодами (40-60 днів) відсутності ефективних опадів у весняно-літній період, що призводить до кумулятивного вичерпання запасів ґрунтової вологи [13; 16].

Такі просторові розбіжності в інтенсивності дефіциту опадів вказують на необхідність диференційованого підходу до планування адаптаційних заходів: якщо для південних районів пріоритетом є впровадження вологозберігаючих технологій та зрошення, то для північних – управління ризиками зливових паводків та ерозії [10; 17; 22].



**Рис. 5.** Річна сума опадів у найбільш вологі роки на метеостанціях Тернопільської області (1969-2024 рр.)

Джерело: розраховано та побудовано авторами за даними [7; 21]

Аналіз найбільш вологих років дозволив встановити межі максимального вологозабезпечення регіону та оцінити потенційну загрозу надмірного зволоження. Встановлено, що екстремальні максимуми опадів на Тернопільщині мають виражену локалізацію та часто перевищують кліматичну норму у 1,5-1,8 раза [14; 22].

Основні результати аналізу вологих років: абсолютні максимуми (Захід) – найвищі показники за весь період спостережень зафіксовані на метеостанції Бережани (до 1083 мм у 1980 р.). Це підтверджує нашу тезу про те, що саме західна частина області є найбільш контрастною: вона здатна генерувати як найглибші

посухи, так і найпотужніші максимуми зволоження, що є класичним проявом «кліматичних гойдалок» [2; 12]; орографічне підсилення (Північ) – для МС Кременець характерними є стабільно високі значення у вологі роки (понад 900 мм), що зумовлено примусовим підняттям повітряних мас на схилах Кременецького горбогір'я та інтенсифікацією фронтальних процесів [1; 6]; просторова неоднорідність (Центр та Південь) – для Тернополя та Чорткова максимальні значення є децю нижчими (800-920 мм), що вказує на нижчий потенціал екстремального зволоження у цих районах порівняно з Опіллям та Північчю [3; 7]; зростання амплітуди – порівняльний аналіз рис. 4 та рис. 5 свідчить про розширення «кліматичного коридору». Якщо в минулому столітті коливання опадів були більш згладженими, то в XXI ст. спостерігається одночасне поглиблення посух та зростання інтенсивності зливових максимумів [9; 17; 19].

$$CI = \frac{P_{max} - P_{min}}{P_{max} + P_{min}}$$

де:

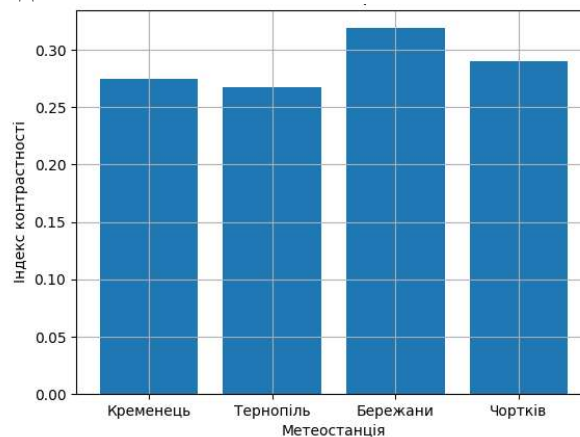
- $P_{max}$  – середнє значення опадів у групі найбільш вологих років (верхній кuartиль);
- $P_{min}$  – середнє значення опадів у групі найбільш посушливих років (нижній кuartиль).

Розрахунок індексу CI дозволив отримати наступні результати: максимальна нестабільність (Захід) – найвище значення індексу зафіксовано для МС Бережани (CI ~0,32). Це математично підтверджує, що західна частина обла-

Клімат Тернопільської області трансформується у бік екстремальної контрастності. Збільшення амплітуди між посушливими та вологими роками є прямим індикатором термодинамічних змін в атмосфері, де вища температура повітря сприяє накопиченню більшої кількості енергії та вологи, що згодом розряджається у вигляді аномальних опадів [13; 18]. Це створює ситуацію «подвійного ризику»: необхідність боротьби із дефіцитом вологи в агросекторі та одночасний захист від ерозії та паводків під час вологих фаз [10; 15; 20].

Для кількісної оцінки ступеня дестабілізації режиму зволоження та верифікації гіпотези про «кліматичні гойдалки» нами було розраховано індекс кліматичної контрастності (CI). Цей показник дозволяє оцінити відносну амплітуду коливань між екстремальними фазами зволоження за формулою:

сті є епіцентром кліматичної варіабельності, де розмах між фазами зволоження є критичним для стійкості екосистем [14; 22]; південний вектор контрастності – для ГС Чортків показник CI ~ 0,29 також є високим, що вказує на посилення континентальних рис клімату та високу ймовірність різких гідрологічних переходів [3; 10; 15]; кліматичний консерватизм (Центр) – найменші значення індексу характерні для АМСЦ Тернопіль (CI ~0,27). Хоча загальний тренд до аридизації тут присутній, амплітуда «розгойдування» системи є менш агресивною порівняно з Опіллям та Півднем [2; 6].



**Рис. 6. Індекс кліматичної контрастності (CI) річної суми опадів на метеостанціях Тернопільської області (1969-2024 рр.)**

Джерело: розраховано та побудовано авторами за даними [7; 21]

Отриманий розподіл індексу CI повністю корелює з нашими попередніми розрахунками амплітуд і кумулятивних сум, що свідчить про достовірність виявлених просторових закономірностей [8; 12].

Зростання індексу кліматичної контраст-

ності є одним із найбільш тривожних проявів сучасних кліматичних змін на Тернопільщині. Це свідчить про перехід від «плавного» клімату до екстремально-пульсуючого режиму, де середня багаторічна норма втрачає свою прогностичну здатність, а на перший план виходять

показники мінливості та ризику аномальних відхилень [13; 17; 19].

**Особливості міжрічної контрастності та кліматичної нестабільності зволоження.** Однією з найбільш репрезентативних ознак сучасного гідрокліматичного режиму Тернопільської області є прогресуюче посилення міжрічної контрастності. Вона проявляється у значних амплітудних відхиленнях фактичних сум опадів від кліматичної норми та у хаотичному чергуванні аридних і гумідних років. Така дестабілізація відображає трансформацію структури атмосферної циркуляції в Атлантико-Європейському секторі, що супроводжується зростанням частоти блокуючих антициклонів та інтенсифікацією конвективних штормів [13; 18; 19].

В умовах глобального потепління міжрічні коливання набули нової якості: зростання температури повітря посилює потенційну випаро-

вуваність, що радикально змінює водний баланс територій. За однакової річної суми опадів гідрологічний ефект може бути діаметрально протилежним: рівномірна седиментація формує стійке зволоження, тоді як концентрація опадів у короткі екстремальні епізоди призводить до «уявної вологозабезпеченості» [12; 21]. У такому разі значна частина води втрачається через швидкий поверхневий стік, не поповнюючи запаси продуктивної вологи у ґрунті [10; 15; 20].

**Сезонна специфіка: літні опади як ключовий ризикогенний чинник.** Особливої ваги набуває аналіз літніх опадів, оскільки саме липень та серпень визначають умови вегетації та формування гідрологічних посух. Наші дослідження за період 2000-2024 рр. свідчать про критичну нестабільність опадів саме у ці місяці (табл. 3).

Таблиця 3

**Показники екстремальної мінливості літніх опадів у Тернопільській області (2000-2024 рр.)**

Місяць	Кліматична норма, мм	Мінімум, мм (рік)	Максимум, мм (рік)	Коефіцієнт аномальності (Ka)
Липень	84	24 (2019)	168 (2000)	7,0
Серпень	62	11 (2000)	160 (2006)	14,5

Джерело: розраховано та складено авторами за даними [7; 21]

Дані таблиці 3 демонструють безпрецедентний діапазон коливань: у серпні максимальне значення перевищує мінімальне у 14,5 рази. Такі контрасти підтверджують, що літні опади на Тернопільщині остаточно втратили характер стабільного зволоження, перетворившись на дискретний зливовий процес [14; 17; 22].

У практичному вимірі це означає формування «гідрологічних ножиць»: у посушливі фази (липень 2019 р.) виникає глибокий дефіцит вологи, що призводить до термічного стресу рослин; у вологі фази (серпень 2006 р.) опади випадають переважно у вигляді злив інтенсивністю понад 30 мм/год, що спричиняє ерозію ґрунтів, локальні паводки на малих річках та замулення гідротехнічних споруд [9; 16].

Таким чином, посилення кліматичної нестабільності є головним викликом для агропромислового комплексу регіону. Воно нівелює прогностичну цінність середніх багаторічних показників і вимагає переходу до моделей управління, заснованих на врахуванні амплітуди екстремумів та адаптації до «кліматичних гойдалок» [13; 21].

**Вплив сезонного перерозподілу опадів на природні та господарські системи області.** Сезонна трансформація режиму атмосферних опадів у межах Тернопільської області виступає критичним чинником, що визначає стійкість

природних екосистем та ефективність агропромислового комплексу. У сучасних кліматичних умовах внутрішньосезонна динаміка зволоження набуває більшої прогностичної ваги, ніж варіації річних сум опадів [13; 21].

Для агровиробництва Тернопільщини визначальним є не лише сумарний обсяг опадів, а й їхня інтенсивність та дискретність. Встановлено, що перехід до зливового характеру опадів у травні-серпні знижує їхню агрономічну ефективність: короткочасні інтенсивні зливи формують бурхливий поверхневий стік, не встигаючи поповнити запаси продуктивної вологи в кореневмісному шарі ґрунту [17; 20]. Це призводить до механічного ущільнення ґрунту, посилення площинного змиву та порушення аерації, через що навіть після значних опадів може зберігатися стан фізіологічної посухи культур [9; 10].

Для річкових систем області, зокрема приток Дністра та Прип'яті, сезонний перерозподіл опадів зумовлює зміну фаз водного режиму. Зростання частоти конвективних штормів викликає різкі, «пікові» підйоми рівнів води на малих річках, що часто набувають характеру локальних паводків [1; 22]. Водночас подовження бездошових періодів у липні-вересні спричиняє глибоку літню межень, зниження рівня ґрунтових вод та деградацію малих водотоків через втрату базисного живлення [15; 20].

Природна рослинність регіону відчуває посилення гідротермічного стресу. У періоди тривалого дефіциту опадів знижується біопродуктивність лісових та лучних фітоценозів, що на фоні високих температур призводить до ослаблення імунітету деревних порід та активізації шкідників [13; 16]. Натомість епізоди надмірного зволоження на Подільській височині активізують зсувно-ерозійні процеси та локальне перезволоження понижень, що змінює структуру ландшафтного різноманіття [3; 6].

Таким чином, сучасний сезонний режим опадів характеризується високою ризикогенністю. Це вимагає переходу від традиційного моніторингу середніх величин до впровадження систем точного землеробства, вологозберігаючих технологій та стратегічного планування водних ресурсів із урахуванням «кліматичних гойдалок» [12; 18; 21].

**Сучасні тенденції та їх географічне значення.** Комплексний аналіз свідчить, що в межах Тернопільської області відсутня єдина лінійна тенденція щодо зміни річних сум опадів. Натомість домінуючим вектором трансформації є посилення міжрічної нестабільності. Упродовж останніх десятиліть спостерігається стиснення кліматичних циклів, коли фази критичної посухи екстремально швидко змінюються періодами надмірного зволоження. Ця «амплітудна дестабілізація» є фундаментальною рисою сучасної перебудови регіональної кліматичної системи [13; 18; 21].

З географічного погляду виявлені тренди мають стратегічні наслідки: дестабілізація агросфери – висока варіативність зволоження на фоні стабільного зростання температурного фону нівелює ефективність традиційних агротехнологій та потребує переходу до систем адаптивного землеробства [10; 16]; гідрологічні ризики – посилюється загроза гідрологічних посух (як це спостерігалось у 2014-2016 рр.), що призводить до падіння рівнів у колодязях та пересихання витоків малих річок [15; 20]; геоморфологічна активізація – зростання частки опадів зливого типу інтенсифікує ерозійні та паводкові процеси, особливо у каньйоноподібних долинах басейну Дністра [17; 22].

Просторова диференціація опадів у регіоні залишається жорстко детермінованою географічним чинником. Північна частина (Кременецьке горбогір'я) відіграє роль кліматичного бар'єру, де завдяки вимушеному підняттю повітряних мас акумулюється найбільша кількість вологи [1; 6]. Рельєф Подільської височини виступає ключовим трансформатором атлантичних повітряних мас, визначаючи локальну інте-

нсивність конвекції та траєкторії мезомасштабних атмосферних фронтів [2; 4].

**Практичне значення отриманих результатів.** Результати дослідження мають безпосереднє прикладне застосування у кількох сферах: управління ризиками – розробка регіональних стратегій адаптації до кліматичних змін та моделей прогнозування небезпечних метеорологічних явищ (посух, злив, паводків); агропромисловий сектор – оптимізація структури посівних площ та впровадження вологозберігаючих технологій з урахуванням індексу кліматичної контрастності (CI): водне господарство – обґрунтування планів управління річковими басейнами та захисту малих річок від деградації в умовах аридизації; освітній процес: використання матеріалів при викладанні дисциплін «Метеорологія і кліматологія», «Гідрологія», «Геоєкологія» та «Фізична географія України» у закладах вищої освіти.

**Обговорення результатів дослідження у контексті сучасних регіональних кліматичних змін.** Отримані результати корелюють із фундаментальними висновками сучасних кліматологічних студій в Україні та Центральній Європі. Згідно з ними, ключовим вектором трансформації гідросфери є не лінійний тренд зміни річних сум опадів, а критичне посилення їхньої просторово-часової дискретності [13; 14; 22]. У межах Тернопільської області ця закономірність проявляється через виражену дестабілізацію режиму зволоження. Виявлена асиметрія між Кременцем, Тернополем, Бережанами та Чортковом підтверджує, що навіть у межах компактної території Подільської височини кліматичний відгук залишається неоднорідним і жорстко детермінованим локальними фізико-географічними чинниками [1; 2; 6].

Особливу наукову увагу привертає той факт, що найбільшим викликом для регіональної екомережі та господарства є не абсолютні екстремуми, а зростання частоти контрастних фаз («кліматичних гойдалок»). Вони продукують стан високої стратегічної невизначеності у водокористуванні та агровиробництві. Якщо у другій половині ХХ ст. кліматичні норми слугували надійною базою для довгострокового планування, то нині вони втрачають свою репрезентативність. На зміну статичним оцінкам має прийти сценарний підхід, що базується на аналізі варіативності, амплітуди екстремумів та індикаторів нестабільності, таких як запропонований нами індекс CI [12; 18; 21].

У цьому контексті результати дослідження мають міждисциплінарне значення. Вони доводять, що узагальнені загальнодержавні клі-

матичні моделі часто нівелюють ту ступінь локальної контрастності, яка реально визначає життєдіяльність регіону. Використання довгих метеорологічних рядів (1969-2024 рр.) дозволило виявити регіональну специфіку, яку неможливо зафіксувати при глобальному моделюванні [3; 7; 11].

Отже, просторово-часова мінливість атмосферних опадів у Тернопільській області виступає одним із найчутливіших індикаторів регіональної кліматичної розбалансованості. Її системне вивчення має стати базисом для розробки локальних адаптаційних стратегій (Climate Adaptation Plans), що враховують ризики як раптових дефіцитів вологи, так і аномальних зливових навантажень [10; 16; 19].

**Висновки.** У результаті комплексного статистичного аналізу багаторічних рядів спостережень (1969-2024 рр.) встановлено, що режим атмосферних опадів у Тернопільській області трансформується у бік прогресуючої просторово-часової нестабільності. Основні результати дослідження дозволяють сформулювати такі висновки: просторова асиметрія зволоження. Підтверджено стійку неоднорідність поля опадів, зумовлену бар'єрним ефектом Подільської височини. Регіональний градієнт вологозабезпечення варіює від 695 мм (МС Кременець) на півночі до 579 мм (АМСЦ Тернопіль) у центральній частині, що визначає диференційований підхід до оцінки кліматичних ризиків; амплітудна дестабілізація («кліматичні гойдалки»). Вперше для регіону застосовано підхід оцінки «кліматичних гойдалок» через аналіз екстремальних амплітуд. Встановлено, що найбільший розмах міжрічних коливань притаман-

ний західній частині області (МС Бережани), де амплітуда сягає 675 мм (від 408 до 1083 мм), що свідчить про критичну розбалансованість регіональної кліматичної системи; математична верифікація нестабільності. Розрахований індекс кліматичної контрастності (CI) виявив зони максимального ризику: Бережани (CI~0,32) та Чортків (CI~0,29). Це математично доводить посилення континентальних рис клімату та зростання частоти різких гідрологічних переходів; трансформація літнього сезону – виявлено безпрецедентну варіативність літніх опадів у період 2000-2024 рр. У серпні встановлено 14-кратну різницю між мінімальним (11 мм) та максимальним (160 мм) значеннями. Перехід до дискретно-зливового режиму знижує інфільтраційну здатність ґрунтів та формує стан «уявної вологозабезпеченості»; кумулятивний дефіцит – метод інтегрально-різницевого кривих дозволив ідентифікувати «точку зламу» (близько 2000 р.), після якої в області спостерігається стійке накопичення негативних аномалій зволоження, що вказує на спрямований процес регіональної аридизації.

Отримані результати є базою для розробки локальних адаптаційних стратегій у рослинництві та водокористуванні (управління ризиками літнього маловоддя та зливових паводків у басейні Дністра).

Перспективи подальших досліджень полягають у деталізації внутрішньосезонної структури опадів за допомогою ГІС-технологій, аналізі трендів максимальних добових сум та моделюванні відгуку річкового стоку на зростаючу інтенсивність конвективних штормів.

#### Література:

1. Балабух В. О. Регіональні прояви глобальної зміни клімату в Тернопільській області та можливі їх зміни до середини XXI ст. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*. 2014. № 1(36). С. 43-54.
2. Барна І. М., Софінська О. В. Регіональні тренди глобальної зміни клімату на території Тернопільської області. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*. 2022. № 1(52). С. 43-50. DOI:10.25128/2519-4577.22.1.6
3. Вишневецький В. І., Доніч О. А. Зміни температури повітря та опадів в Україні за період інструментальних спостережень. *Український географічний журнал*. 2021. № 1. С. 10-18. DOI: 10.15407/ugz2021.01.010.
4. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
5. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України : монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса : ТЕС, 2015. 520 с.
6. Краковська С. В., Гнатюк Н. В., Шпиталь Т. М. Можливі сценарії кліматичних умов у Тернопільській області впродовж XXI ст. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*. 2014. № 1(36). С. 55-67.
7. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського. Кліматичний кадастр України. Частина 4: Атмосферні опади. Київ : ЦГО. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/>
8. Alexander L. V. et al. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*. 2006. Vol. 111. D05109. DOI: 10.1029/2005JD006290.
9. Bulygina O. N., Arzhanova N. M., Groisman P. Y. Increments in extreme precipitation in Northern Eurasia. *Environmental Research Letters*. 2018. Vol. 13(3). 035001. DOI: 10.1088/1748-9326/aa9f6c.
10. Didovets I. et al. Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2019. Vol. 21. P. 103-114. DOI: 10.1016/j.ejrh.2018.11.003.
11. Dore M. H. I. Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know? *Environment International*. 2005. Vol. 31, No. 8. P. 1167-1181. DOI: 10.1016/j.envint.2005.03.004.
12. Hartmann D. L. et al. Observations: Atmosphere and Surface. In: *Climate Change 2013*. Cambridge : Cambridge University Press, 2013. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.008.

13. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. DOI: 10.1017/9781009157896.
14. Poliwliwodda J., Casper M. Changing precipitation patterns and their impact on hydrologic extreme events in Central Europe. *Climate Dynamics*. 2022. Vol. 58. P. 1235-1252. DOI: 10.1007/s00382-021-05961-z.
15. Seneviratne S. I., Hauser M. Regional climate change and its impacts on water resources. *Nature Climate Change*. 2020. Vol. 10. P. 398-405. DOI: 10.1038/s41558-020-0801-4.
16. Shevchenko O. et al. Assessment of the impact of climate change on the frequency and intensity of droughts in Ukraine. *Journal of Water and Land Development*. 2020. DOI: 10.24425/jwld.2020.134193.
17. Spinoni J., Barbosa P., Vogt J. V. Future drought highlights according to the NEX-GDDP ensemble projections. *Environmental Research Letters*. 2020. Vol. 15(7). 074017. DOI: 10.1088/1748-9326/ab8114.
18. Sun Q. et al. A review of global ocean temperature and precipitation changes. *Reviews of Geophysics*. 2018. Vol. 56(1). P. 143-196. DOI: 10.1002/2017RG000571.
19. Trenberth K. E. Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*. 2011. Vol. 47. P. 123-138. DOI: 10.3354/cr00953.
20. Twardosz R., Walanus A. Long-term variations of the number of days with precipitation in Central Europe (1851-2015). *International Journal of Climatology*. 2019. Vol. 39(12). P. 4786-4800. DOI: 10.1002/joc.6107.
21. World Meteorological Organization. WMO Climatological Standard Normals 1991-2020. Geneva : WMO, 2021.
22. Zelenakova M., Kapustova V. Spatio-temporal analysis of precipitation in the context of climate change in Western Slovakia. *Atmosphere*. 2021. Vol. 12(9). 1145. DOI: 10.3390/atmos12091145.

#### References:

1. Balabukh, V. O. (2014). Rehionalni proiavy hlobalnoi zminy klimatu v Ternopilskii oblasti ta mozhylyvi yikh zminy do seredyny XXI st. *Naukovi zapysky TNPU im. V. Hnatiuka. Seriya: Heohrafiia*, 1(36), 43-54. [In Ukrainian].
2. Barna, I. M., & Sofinska, O. V. (2022). Rehionalni trendy hlobalnoi zminy klimatu na terytorii Ternopilskoi oblasti. *Naukovi zapysky TNPU im. V. Hnatiuka. Seriya: Heohrafiia*, 1(52), 43-50. DOI: 10.25128/2519-4577.22.1.6. [In Ukrainian].
3. Vyshnevskiy, V. I., & Donich, O. A. (2021). Zminy temperatury povitria ta opadiv v Ukraini za period instrumentalnykh sposterezhen. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal*, 1, 10-18. DOI: 10.15407/ugz2021.01.010. [In Ukrainian].
4. Lipinskyi, V. M., Diachuk, V. A., & Babichenko, V. M. (Eds.). (2003). *Klimat Ukrainy*. Kyiv: Vyd-vo Raievskoho. [In Ukrainian].
5. Stepanenko, S. M., & Polovyi, A. M. (Eds.). (2015). *Klimatychni zminy ta yikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy: monohrafiia*. Odesa: TES. [In Ukrainian].
6. Krakovska, S. V., Hnatiuk, N. V., & Shpytal, T. M. (2014). Mozhylyvi stsenarii klimatychnykh umov u Ternopilskii oblasti vprodovzh XXI st. *Naukovi zapysky TNPU im. V. Hnatiuka. Seriya: Heohrafiia*, 1(36), 55-67. [In Ukrainian].
7. Tsentralna heofizychna observatoriia imeni Borysa Sreznevskoho. (n.d.). *Klimatychnyi kadastr Ukrainy. Chastyna 4: Atmosferni opady*. Kyiv: TSHO. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/> [In Ukrainian].
8. Alexander, L. V. et al. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*, 111, D05109. DOI: 10.1029/2005JD006290.
9. Bulygina, O. N., Arzhanova, N. M., & Groisman, P. Y. (2018). Increments in extreme precipitation in Northern Eurasia. *Environmental Research Letters*, 13(3), 035001. DOI: 10.1088/1748-9326/aa9f6c.
10. Didovets, I. et al. (2019). Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 21, 103-114. DOI: 10.1016/j.ejrh.2018.11.003.
11. Dore, M. H. I. (2005). Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know? *Environment International*, 31(8), 1167-1181. DOI: 10.1016/j.envint.2005.03.004.
12. Hartmann, D. L. et al. (2013). Observations: Atmosphere and Surface. In: *Climate Change 2013*. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.008.
13. IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: 10.1017/9781009157896.
14. Poliwliwodda, J., & Casper, M. (2022). Changing precipitation patterns and their impact on hydrologic extreme events in Central Europe. *Climate Dynamics*, 58, 1235-1252. DOI: 10.1007/s00382-021-05961-z.
15. Seneviratne, S. I., & Hauser, M. (2020). Regional climate change and its impacts on water resources. *Nature Climate Change*, 10, 398-405. DOI: 10.1038/s41558-020-0801-4.
16. Shevchenko, O. et al. (2020). Assessment of the impact of climate change on the frequency and intensity of droughts in Ukraine. *Journal of Water and Land Development*. DOI: 10.24425/jwld.2020.134193.
17. Spinoni, J., Barbosa, P., & Vogt, J. V. (2020). Future drought highlights according to NEX-GDDP projections. *Environmental Research Letters*, 15(7), 074017. DOI: 10.1088/1748-9326/ab8114.
18. Sun, Q. et al. (2018). A review of global ocean temperature and precipitation changes. *Reviews of Geophysics*, 56(1), 143-196. DOI: 10.1002/2017RG000571.
19. Trenberth, K. E. (2011). Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, 47, 123-138. DOI: 10.3354/cr00953.
20. Twardosz, R., & Walanus, A. (2019). Long-term variations of the number of days with precipitation in Central Europe. *International Journal of Climatology*, 39(12), 4786-4800. DOI: 10.1002/joc.6107.
21. World Meteorological Organization. (2021). *WMO Climatological Standard Normals 1991–2020*. Geneva: WMO.
22. Zelenakova, M., & Kapustova, V. (2021). Spatio-temporal analysis of precipitation in context of climate change in Western Slovakia. *Atmosphere*, 12(9), 1145. DOI: 10.3390/atmos12091145.

Надійшла до редакції 09.02.2026 р.

Прийнята до друку 12.03.2026 р.

Опублікована 02.04.2026 р.

