

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-1-4

**Оригінальна наукова стаття**

УДК 633.16:632.26

**ФЛУКТУАЦІЇ КЛІМАТУ ТА ПОГОДНІ УМОВИ РІЛЬНИЦТВА  
НА ЗАХОДІ УКРАЇНИ****П. С. Гнатів, О. Й. Качмар**

Інститут сільського господарства  
Карпатського регіону НААН  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,  
Львівський р-н, Львівська обл.,  
81115

**Про авторів:**

Петро ГНАТІВ,  
доктор біологічних наук  
ORCID: 0000-0003-2519-3235

Оксана КАЧМАР,  
кандидат сільськогосподарських  
наук  
ORCID: 0000-0002-0382-6030

**Для листування:**

Петро ГНАТІВ  
e-mail: pshnativ@ukr.net

**Інформація про фінансування:**

Національна академія аграрних  
наук України

Отримано:

24 лютого 2025 р.

Погоджено до друку:

21 березня 2025 р.

У Західному Лісостепу сталися зміни мезоклімату упродовж останніх чотирьох десятиків років. Збільшення ресурсу тепла і коливання опадів сприяло росту врожайності теплолюбних культур: сої, соняшнику та, особливо, кукурудзи. Метою нашої роботи було з'ясувати тенденції зміни параметрів мезоклімату західного регіону і порівняти їх зі змінами клімату України на основі математичних та графічних моделей. Нами були використані дані спостережень метеостанцій Львова, Рівного. Теплозабезпеченість агрокосистем істотно покращилася. Середньорічна температура повітря постійно зростала особливо за період 1980–2023 рр. В середньому по Україні від 1980 р. тренд росту температури стартує від 7,9 °С і до 2010 р. досягає 9,8 °С. В останні роки у західному регіоні температура перевищувала регіональну норму майже на 2,9 °С. Сума активних температур за період вегетації зростала пропорційно до підвищення середньої температури повітря. Сума активних температур на Рівненщині за період вегетації закономірно зростала пропорційно до підвищення середньої температури повітря теплих місяців року. У Дублянах у першому 19-річному періоді спостережень від 1961 р. кількість вологи демонструвала тенденцію до зростання. Другий 45-річний період від 1980 р. характеризується великою строкатістю рівнів опадів. Експотенціальна модель регресії опадів із позитивним коефіцієнтом дозволила отримати лінію тренду, що відображає поступовий стабільний підйом ресурсів вологи у Західному Лісостепу. У перший період спостережень лінія тренду ГТК не піднімалася вище від рівня 1,5, тоді як у другому, тривалішому бачимо стійкий перехід тренду ГТК до зростання. В умовах виразних кліматичних змін необхідне впровадження удосконалених технологій (сорти й гібриди, обсяги та форми внесення добрив, строки й норми сівби, інтегрований захист рослин) для вже традиційних та адаптованих нових для західного регіону культур).

**Ключові слова:** мезоклімат, температура, опади, гідротермічний коефіцієнт, регресійна модель.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Гнатів П. С., Качмар О. Й., 2025

## Climate fluctuations and weather conditions for crop farming in western Ukraine

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS  
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

### About authors:

Petro HNATIV  
ORCID: 0000-0003-2519-3235

Oksana KACHMAR  
ORCID: 0000-0002-0382-6030

### For corresponding:

Petro HNATIV  
e-mail: pshnativ@ukr.net

### Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

### Received:

February 24, 2025

### Accepted:

March 21, 2025

In the Western Forest-Steppe, mesoclimate changes have occurred over the past four decades. The increase in heat resource and precipitation fluctuations have contributed to the growth in the yield of heat-loving crops such as soybeans, sunflowers, and especially corn. The aim of our work was to identify the trends in the changes of mesoclimate parameters in the western region and compare them with climate changes in Ukraine using mathematical and graphical models. We used observational data from the meteorological stations of Lviv and Rivne. The heat supply of agroecosystems has significantly improved. The average annual air temperature has been steadily increasing, especially during the period from 1980 to 2023. On average, throughout Ukraine, the temperature growth trend started at 7.9 °C in 1980 and reached 9.8 °C by 2010. In recent years, the temperature in the western region exceeded the regional norm by almost 2.9 °C. The sum of active temperatures during the growing season increased proportionally to the rise in the average air temperature. In the Rivne region, the sum of active temperatures during the growing season consistently grew in proportion to the increase in the average air temperature of the warm months of the year. In Dubliany, during the first 19-year observation period since 1961, the amount of moisture showed a growth trend. The second 45-year period, starting from 1980, was characterized by significant variability in precipitation levels. The exponential regression model of precipitation with a positive coefficient allowed us to obtain a trend line that reflects a gradual and steady increase in moisture resources in the Western Forest-Steppe. During the first observation period, the trend line of the Hydrothermal Coefficient (HTC) did not rise above the level of 1.5, whereas in the second, longer period, we see a stable transition of the HTC trend towards growth. In the context of significant climate changes, it is necessary to implement improved technologies (varieties and hybrids, the volume and forms of fertilizer application, sowing dates and rates, integrated plant protection) for both traditional and newly adapted crops for the western region.

**Keywords:** mesoclimate, temperature, precipitation, hydrothermal coefficient, regression model.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

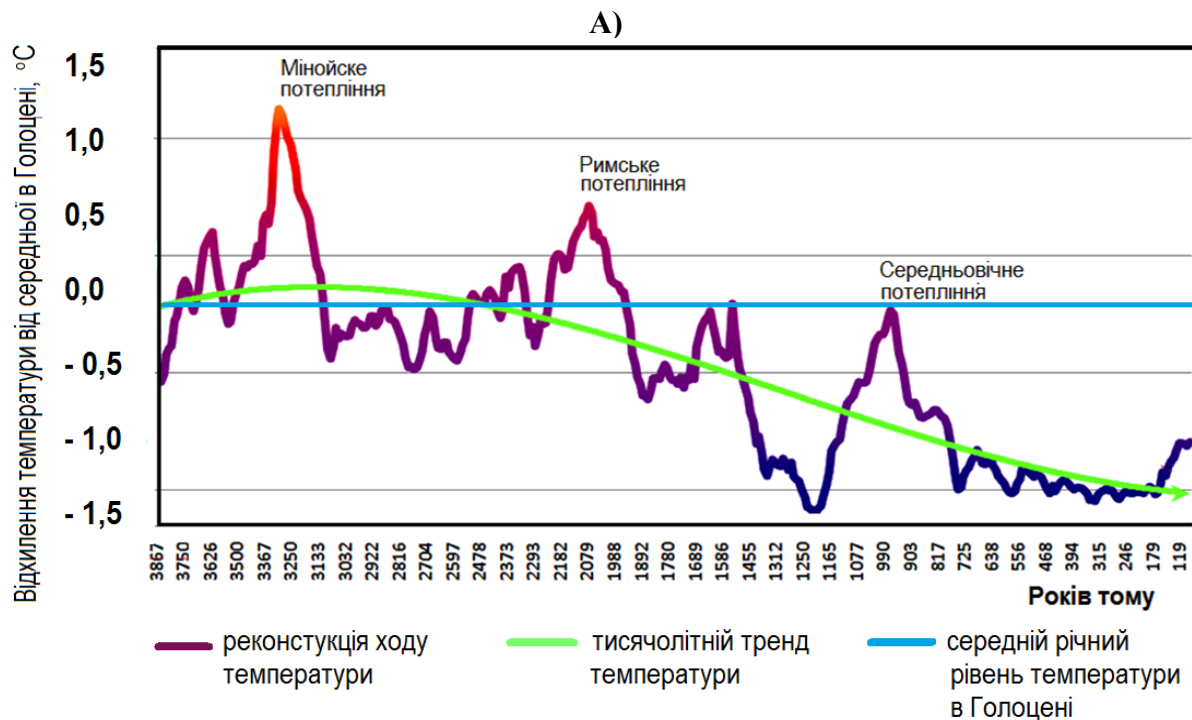
**Вступ.** Зміни клімату Землі стрімко прогресують [22, 27]. Вірогідно зумовлені глобальними геоматичними та астрофізичними процесами [7, 12, 14, 16, 19], вони сьогодні є чи не однією з найменше вивчених причин динаміки й еволюції біомних і ландшафтних екосистем [27], перспективи розвитку агропромислового комплексу [8, 15, 17], напрямів перетворень в економіці та розвитку людського соціуму загалом [2, 22].

Фундаментальні палеокліматичні дослідження [6, 21] і розроблені графічні моделі підтверджують, що впродовж Голоцену були як стрімкі підвищення температури приземної атмосфери, так і катастрофічні її зниження (рис. 1). Те потепління, яке ми спостерігаємо сьогодні, це лише короткотривала тенденція, порівняно з Мінойським, Римським та Середньовічним екстремально теплими періодами.

Про серйозність нинішніх кліматичних тенденцій за чисельності

населення планети на понад 8 млрд можна судити з розроблених прогнозних моделей – як глобальних [17], так і біомних [15] кліматичних сценаріїв. Навіть на найближчі 50–100 років вони не є

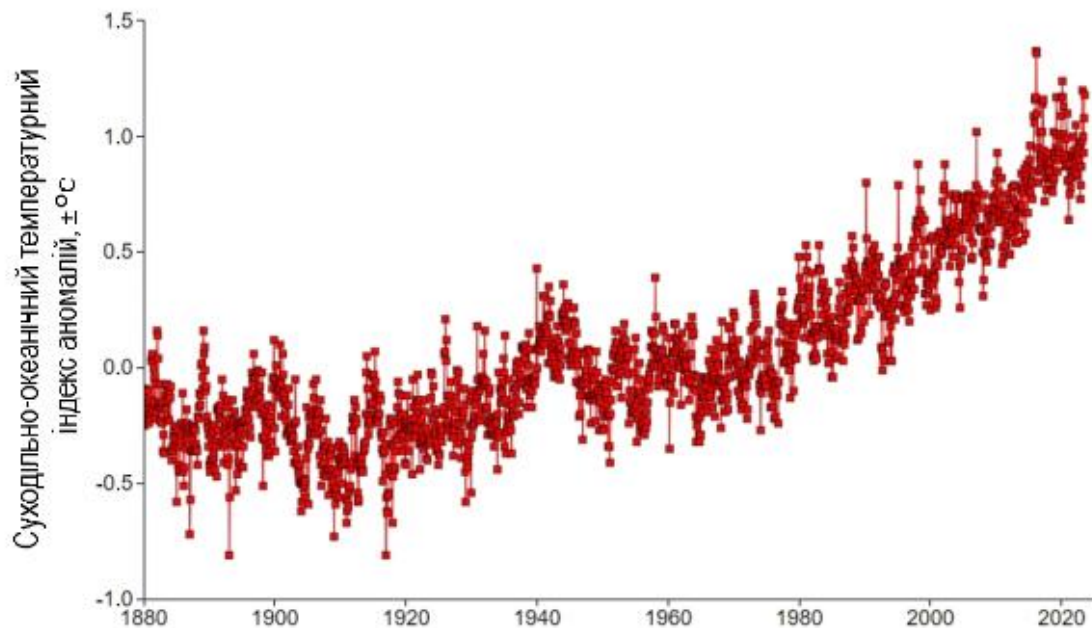
однозначними чи оптимістичними. Водночас тенденція зростання частоти та критичності температурних аномалій (рис. 2) загрожує біомам Землі, особливо аграрному поясу планети.



**Рис. 1.** Реконструкція динаміки коливань температури повітря у Євразії упродовж другої половини Голоцену (А – зворотний відлік років) та глобальної (Б) від початку метеоспостережень (1860 р. до 2023 р.) з виділенням трендів,  $\pm T$  °C [6]

Зокрема, в Україні [18, 20] агросектор вважають галуззю, найбільше залежною від кліматичних умов. Верховною радою України утворена [4] міжвідомча робоча група, метою діяльності якої є "... забезпечення узгоджених дій органів виконавчої влади щодо визначення механізмів реалізації державної політики з імплементації цілей сталого розвитку України... під час реалізації ініціативи

Європейської Комісії "Європейський зелений курс", збереження біорізноманіття, захисту здоров'я, добробуту громадян від ризиків та наслідків зміни клімату". Для обґрунтування стратегій сталого розвитку агровиробництва фундаментального значення набуває системне дослідження особливостей і тенденцій зміни всіх складників агрокліматичних ресурсів [23].



**Рис. 2. Температурні аномалії на поверхні планети упродовж 1880-2020 років,  $\pm^{\circ}\text{C}$  [6]**

Низка дослідників [18, 20], які визнають глобальне потепління доведеним фактом, вважають, що від швидкості адаптації до змін кліматичних умов залежить можливість раціонального використання ресурсів тепла у рільництві. Проте розроблення практичних заходів з адаптації агросектору в регіонах стримується несформованими науковими засадами аналізу цієї проблеми та обмеженістю результатів моніторингових досліджень процесів, що відбуваються в агро та природних екосистемах під дією потепління місцевого клімату.

Метою нашої роботи є з'ясування тенденцій зміни параметрів мезоклімату західних регіонів і порівняти зі змінами клімату України на основі математичних та графічних моделей.

**Матеріали і методи.** В аналізі флуктуацій клімату використовуємо методи палеокліматології та палеоекології для реконструювання кліматичних змін у вербальних і графічних моделях [11, 13, 21, 24]. Використано дані спостережень за погодою Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського [9], державної метеостанції Львова і Рівного, метеопостів Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (ІСГКР НААН), Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН (ІСГЗП НААН), Львівського національного університету природокористування (ЛНУП), дані про структуру посівних площ і врожайність культур Головного управління статистики України у Львівській та Рівненській областях [10].

Методологічно опираємося на диференціацію дефініції «клімат» на меклімат, мезоклімат і мікроклімат [5]. Меклімат, або просто клімат Землі – це клімат величезних територій: суходолу, океану, частин півкулі. Основні особливості меклімату визначаються астрофізичними та глобальними процесами. Мезоклімат (регіональний клімат – за Мартонном), є наслідком географічного й орографічного місця розташування та впливу глобального клімату. Можна говорити про мезоклімат Західного Лісостепу або Передкарпаття, Полісся чи Карпат. Меклімат теж зазнає впливу деяких компонентів, які визначаються мезокліматом. В умовах мезоклімату у лісових, лучних та аграрних фітоценозах в атмосферній товщі досяжного впливу рослинності формуються еоклімат, або мікроклімат. Мікроклімат (за Уваровим) – це клімат на рівні середовища життя організмів. Його вивчення на протигагу меклімату має виявляти параметри середовища оптимального існування організму чи угруповань організмів – у рільництві, садівництві чи луківництві фітоценозів. Ці параметри можуть бути з'ясовані лише спеціальними інструментами.

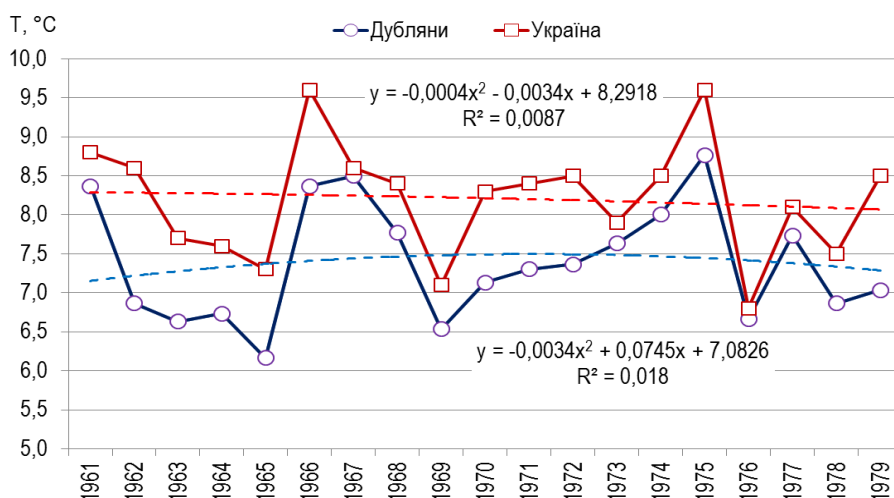
Статистичний аналіз даних і графічне моделювання проведені з використанням Microsoft Excel і Statistics-12.

## Результати та обговорення.

Екопотенціал ландшафтних агросистем формується відповідно до кліматичних умов (співвідношення тепла і вологи). Сучасні технології в агросекторі послабили залежність продукційної здатності агрофітоценозів, проте ефективність добрив, пестицидів, стимуляторів росту й розвитку рослин, мікробіологічних препаратів сильно коливається залежно від актуальних гідротермічних умов. Важливо знати тенденції змін клімату, щоб передбачати можливі ризики та планувати превентивні агротехнічні заходи.

Для аналізу флуктуації клімату ми поділили 63-річний період спостереження за погодою в Україні на дві частини. Для порівняння взяті середньорічні дані по усій Україні та опрацьовані дані метеопоста Львівського національного університету природокористування (Дубляни). На початку зазначимо, що кореляція між цими даними за перший період (1961–1979 рр.) становив  $r = 0,82$  ( $N = 19$ ), за другий (1980–2010 рр.) –  $r = 0,89$  ( $N = 31$ ). Тобто зв'язок показників достатньо тісний, щоб їх можна було порівнювати.

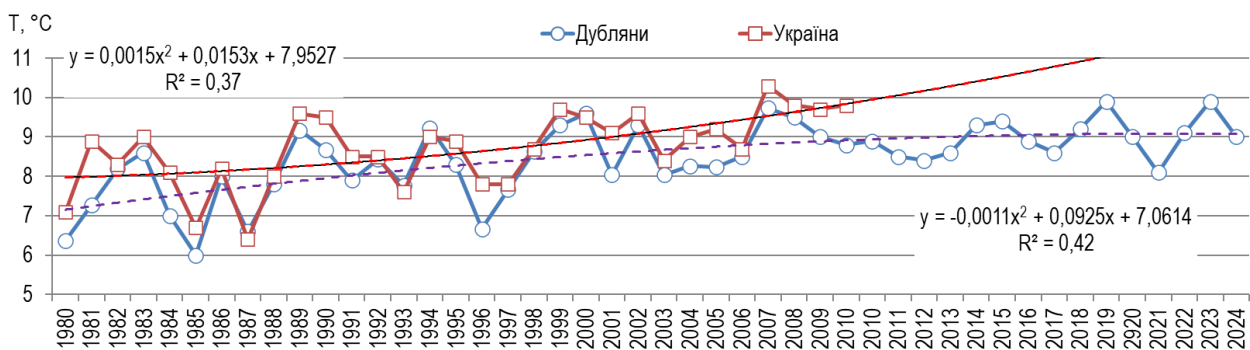
Графічне моделювання першого періоду спостереження вказує певну тенденцію до зниження температури повітря в середньому по Україні від 1961 до 1979 р. (рис. 3).



**Рис. 3. Тенденція зміни середньорічної температури повітря в Україні та в Дублянах за період 1961–1979 рр., T °C**

Поліноміальна модель регресії температури має відносно малі коефіцієнти, але вони від'ємні. Крива тренду температури в Дублянах має форму параболи, а коефіцієнти дають різні напрями регресії. Синергія їхньої взаємодії у підсумку дає ледь помітний позитивний тренд. Відомою географічною особливістю Заходу України є прохолодніший клімат. Лише в 1976 р. температура повітря в середньому по Україні опустилася до рівня західного регіону.

Другий період спостережень є виразнішим щодо кліматичних тенденцій. Від 1980 р. спостерігаємо стабільний, хоч і перерваний тренд підвищення температури в Україні й, зокрема, в Дублянах (рис. 4). Графічна модель зміни клімату вказує на стабільний тренд її підвищення. Регресійна модель динаміки температури по Україні характеризується додатними та вагомими коефіцієнтами. Високий індекс апроксимації –  $R^2 = 0,37$ , вказує на достатню репрезентативність лінії тренду.



**Рис. 4. Тенденція зростання середньорічної температури повітря за період 1980–2010 рр. в Україні та до 2024 р. в Дублянах, T °C**

Доступність метеоданих у Дублянах дозволила продовжити діапазон аналізу температури до 2024 р. Це дало змогу отримати ще більше вірогідну модель її зміни з індексом апроксимації  $R^2 = 0,42$  лінії тренду до реальної кривої. Як і в першому періоді другий період 1980–2024 рр. має параболічну тенденцію зі сповільненням росту температури в Дублянах.

Стартуючи з точки 7,1 °C (кліматична норма 7,9 °C) підвищення температури у 2007 р. сягає рівня 9,7 °C, а у 2019 і 2023 р. досягає регіонального рекорду – 9,9 °C. В середньому по Україні з 1980 р. тренд стартує із 7,9 °C і до 2007 р. досягає 10,3 °C, у 2020 р. – 10,6 °C. За період 2003–2024 рр. на Заході України середньорічна температура повітря постійно підвищувалася і вже в останні роки вона перевищувала кліматичну норму найбільше на 2,0 °C. Підвищення середньорічної температури передусім

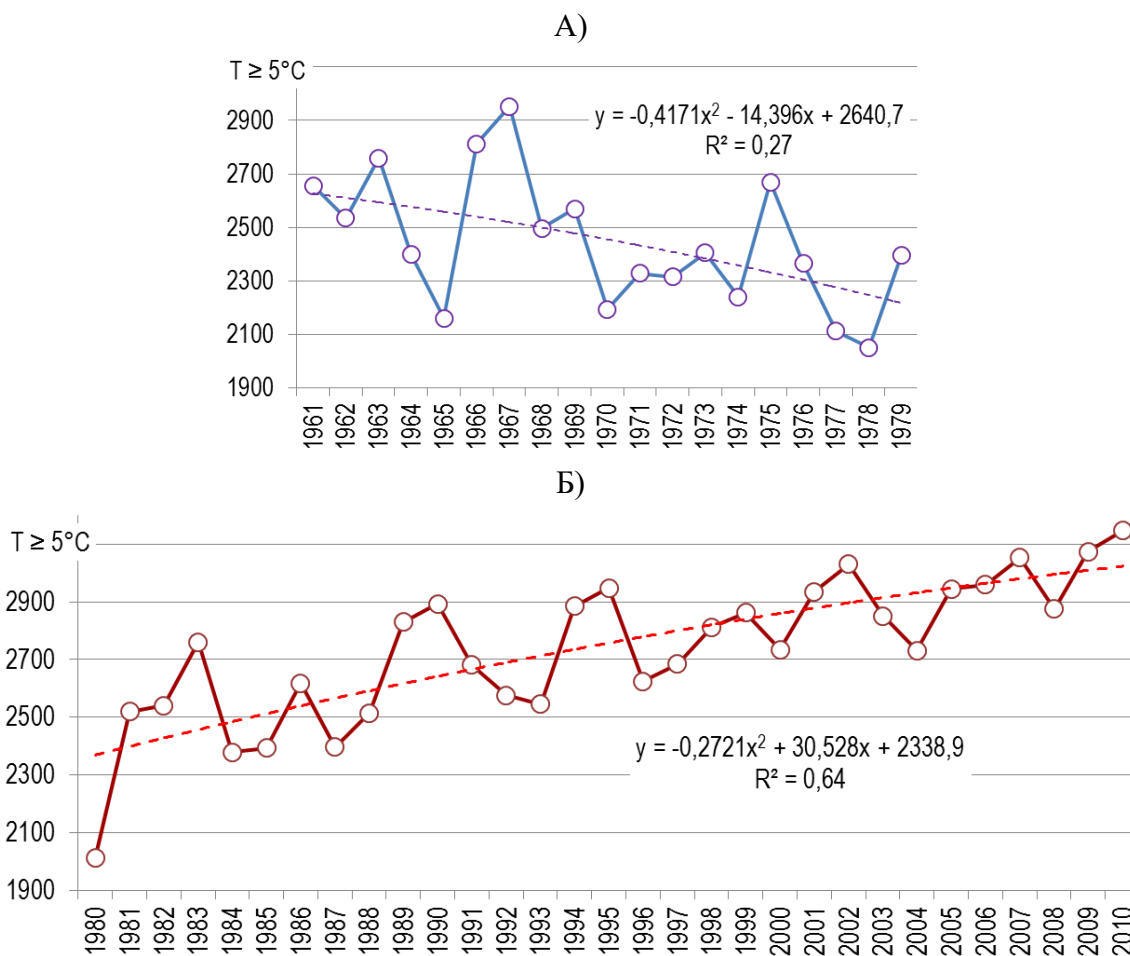
зумовлене потеплінням літніх місяців, хоч зимові також були теплішими.

Аналіз зібраних доступних даних по Україні та на Заході країни (Дубляни) завдяки математичному і графічному моделюванню дозволяє констатувати, що від 1961 до 1979 р. середня температура року по країні знижувалася, а у західному регіоні ледь помітно зростала. Натомість від 1980 до 2010 року в середньому по країні вона значно помітніше підвищувалася – на 1,9 °C. У західному регіоні за триваліший період 1980–2024 рр. підвищення середньої температури року становило таку ж величину.

Обчислення суми активних температур за даними метеопосту Дубляни дозволило моделювати тренд ресурсів тепла. У перший період спостереження 1961–1979 рр. отримана чітка крива зменшення суми активних температур (рис. 5), які від рівня 2641 °C опустилася до 2220 °C. Другий період спостережень показав протилежну тенденцію – стрімкий

ріст теплових ресурсів від 2339 °С до понад 3000 °С. Це дуже серйозний стрибок, який

показує, що теплові ресурси вегетаційного періоду вагомо зросли.

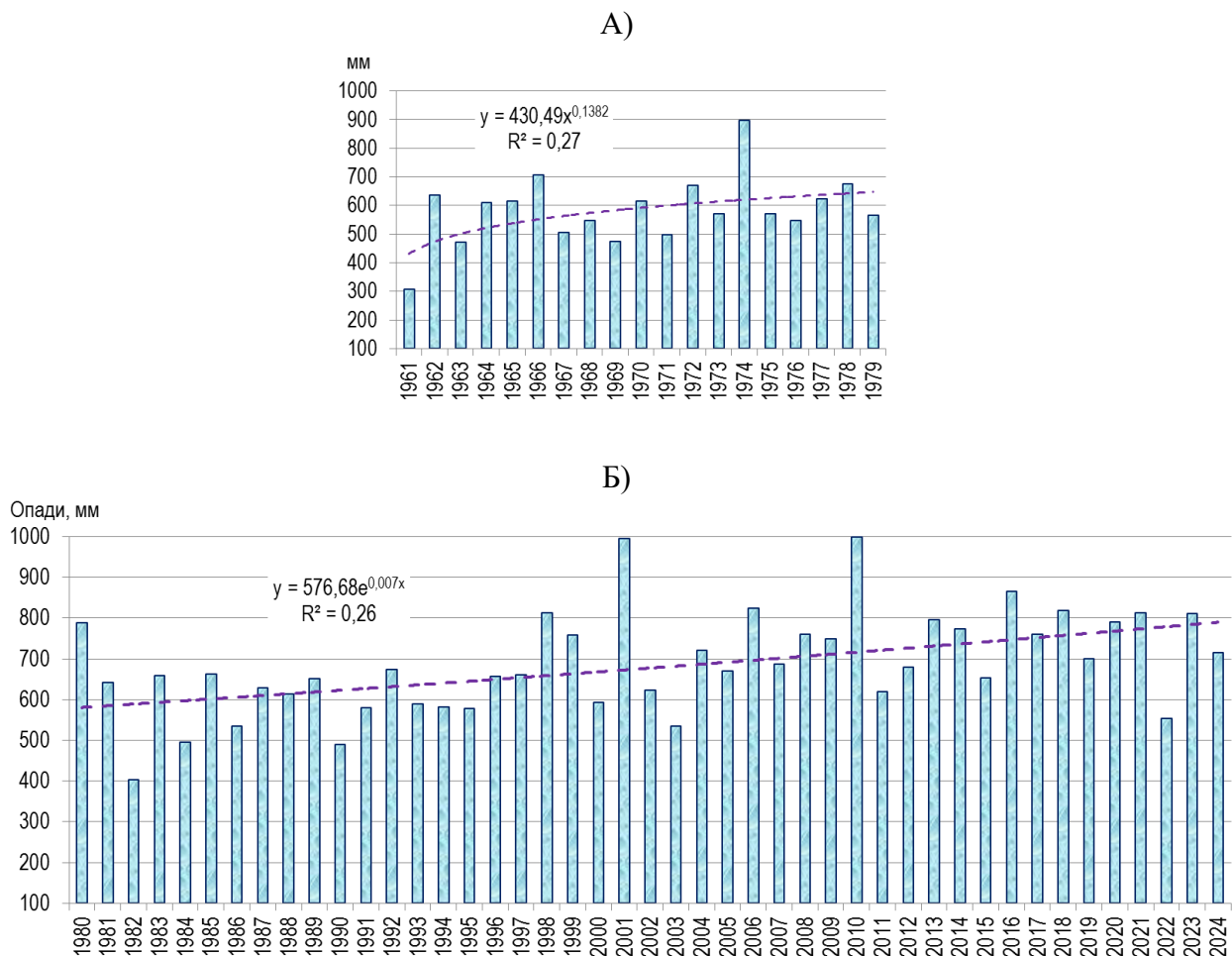


**Рис. 5.** Суми активних температур в Дублянах за періоди 1961–1979 рр. (А) та 1980–2010 рр. (Б),  $T \geq 5^\circ\text{C}$

Проте, поліпшення теплового режиму мезоклімату західного регіону без нормального вологісного режиму на полях не створює кращих умов для рільництва. Зібрані нами дані річних опадів у Дублянах свідчать, що у першому 19-річному періоді кількість вологи демонструвала тенденцію до зростання (рис. 6-А). Це підтверджує експоненціальна математична модель регресії з високим позитивним коефіцієнтом та лінія тренду, яка починається з 430 мм, закінчується на показнику 650 мм, що на 102 мм менше від кліматичної норми для району Пасового Побужжя. Тут бачимо лише один аномально посушливий 1961 рік. Другий 45-річний період (рис. 6-Б)

характеризується великою строкатістю рівнів опадів, що опосередковано може свідчити про почастішання років аномальної погоди за виразного зростання температур. Експоненціальна модель регресії кількості опадів із позитивним коефіцієнтом дозволила отримати лінію тренду, що відображає поступовий стабільний підйом ресурсів вологи у Західному Лісостепу.

Опади за кількістю, істотно меншою від кліматичної норми 748 мм, спостерігали 1982, 1990, 2003 і 2022 років. Натомість вперше за весь 64-річний період спостерігали аномально великі опади майже 1000 мм у 2001 та 2010 рр.



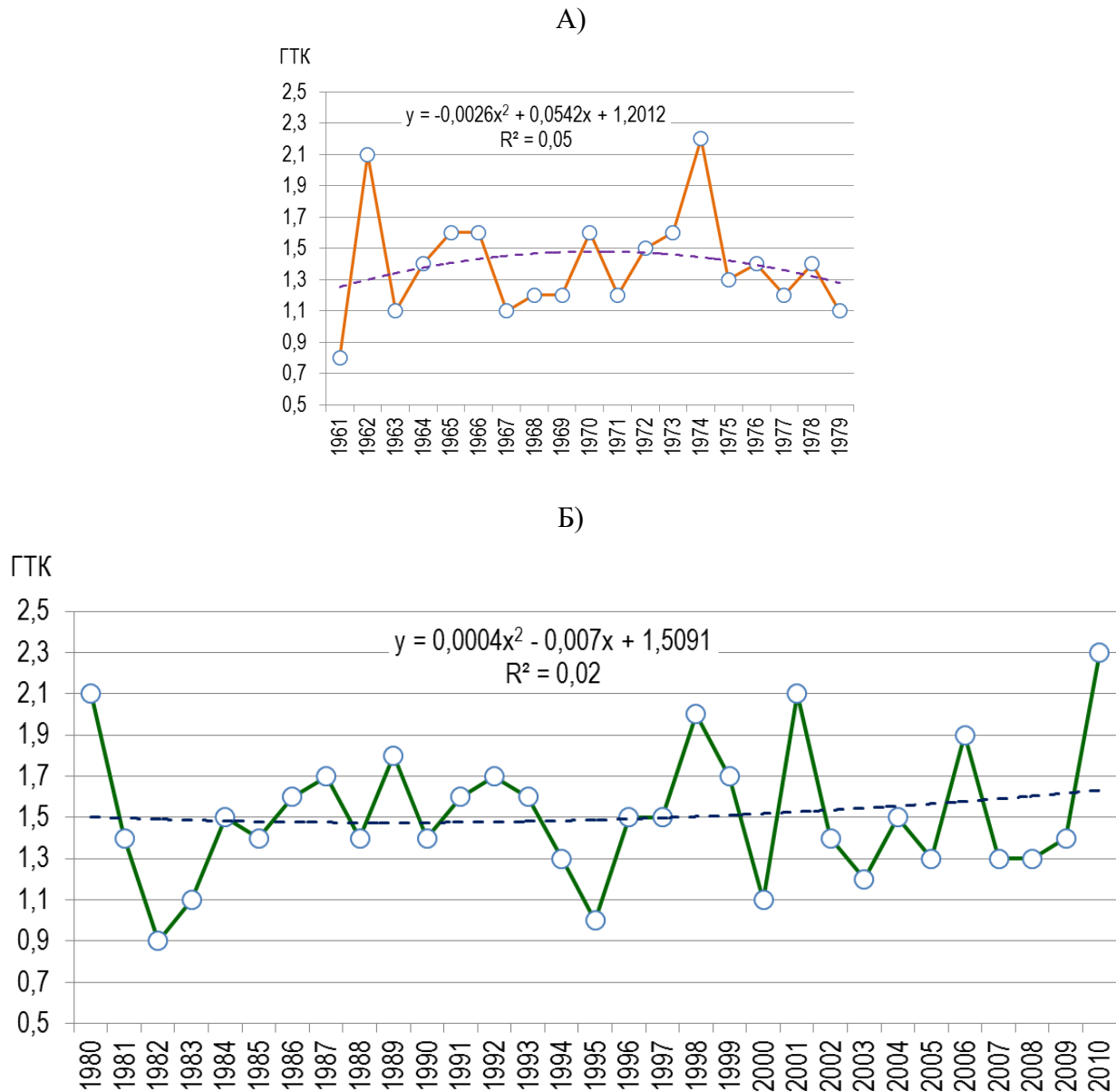
**Рис. 6. Тенденція наростання кількості річних опадів у Дублянах за періоди 1961–1979 (А) та 1980–2024 рр. (Б), мм**

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК), як сума опадів за період, коли середньодобова температура повітря вище  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , поділена на суму активних температур за той же період, показує збалансованість погодних факторів для успішного рільництва. Західний регіон України, за виключенням Закарпаття та Буковини, знаходиться у поясі достатнього та надмірного (Карпати) зволоження.

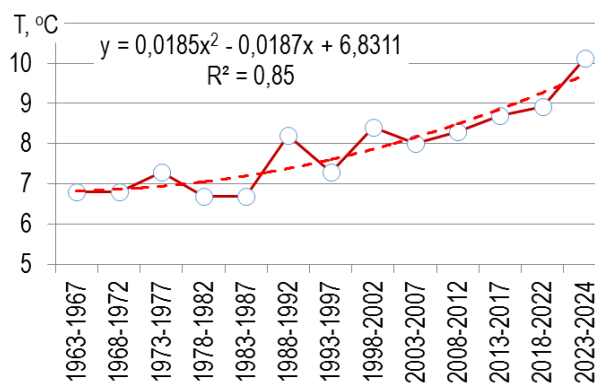
ГТК тут має середньобагаторічний природний діапазон 1,3–1,6. У перший період спостережень (рис. 7-А) лінія тренду ГТК не підіймалася вище від рівня 1,5, тоді як у другому тривалішому бачимо стійкий перехід тренду ГТК до зростання (рис. 7-Б). 12 із 17 років від 1961 до 1979 року були посушливими. Лише 9 років із 31 у період від 1980 до 2010 р. потрапляють у категорію недостатньо зволених, які властиві Закарпаттю.

Західні регіони України, за нашими попередніми висновками [20], належали до території з найактивнішою тенденцією росту теплозабезпеченості. Перевищення норми середньорічної температури повітря, яка раніше визнана на рівні  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , у Північно-Західному Лісостепу (метеостанція Рівне) відбулося у 1987–1992 рр. (рис. 8).

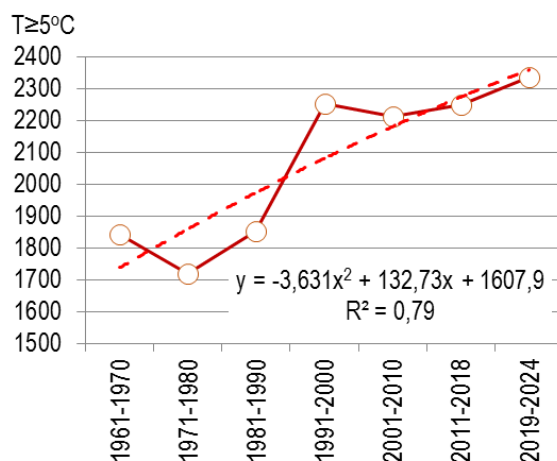
Сума активних температур на Рівненщині за період вегетації закономірно зростала пропорційно до підвищення середньої температури повітря теплих місяців року (рис. 9). До початку стрімкого потепління така сума активних температур  $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  була властива мезокліматові Південного (теплого) Поділля (Вінницька обл.).



**Рис. 7. Тенденція зміни гідротермічного коефіцієнта в Дублянах за період 1961–1979 рр., (А) та за період 1980–2010 рр. (Б)**



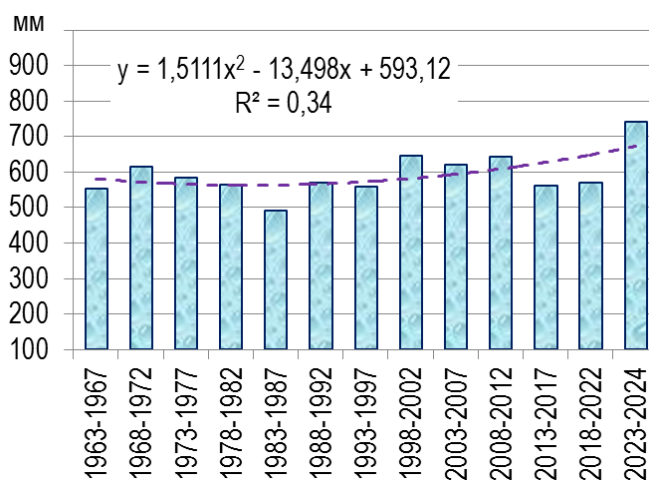
**Рис. 8. Регресійна модель динаміки і достовірність апроксимації тренду середньої річної температури повітря за період 1963–2024 рр. за даними метеостанції м. Рівне, T °C**



**Рис. 9.** Регресійна модель тренду багаторічної динаміки суми активних температур (>5 °C) у 1961–2024 рр. за даними метеостанції м. Рівне, °C

Вплив погодних умов на ріст і розвиток рослин насамперед проявляється через запаси доступної вологи в ґрунті, а відповідно вологозабезпеченість культур [12, 14]. Існує тісна залежність між вологозапасами ґрунту, річною кількістю опадів та їх помісячною динамікою. За останні 20 років у Рівненській області спостерігаємо тенденцію збільшення річної

кількості опадів (рис. 10). Набагато більше за місцеву норму 569 мм випало опадів у 2023–2024 рр. Проте, теплі періоди та аномально високі температури були в Україні ще до першої світової війни. Так рекордно спекотними були 1923 р. (середня температура року становила 9,8 °C) та 1925 р. – 9,1 °C.



**Рис. 10.** Регресійна модель динаміки середньої річної кількості опадів у 1963–2024 рр. за даними метеостанції м. Рівне, мм.

Погодна ситуація з підвищенням температури спостерігалася у 1934 р. і, особливо у 1936 р. Тоді вони підвищувалися від 9,0 до 9,4 °C. Цей теплий період на Заході України добре описаний у спогадах свідків подій.

Агроном І. Романюк, що мешкав у м.

Мельниця-Подільська на півдні Поділля так описує ситуацію у сільському господарстві регіону в книзі «Історично-мемуарний збірник Чортківської округи» [26]: «... Більше як половини селянських ґрунтів в Мельниччині була під культивуванням кукурудзи. Врожайність

кукурудзи була значно вищою, ніж жита чи пшениці, і ціни на зерно кукурудзи були вищі.».

Поміж рядків кукурудзи селянство ущільнювало квасолею і коноплями, гарбузами та буряками. Другою важливою культурою була картопля. Вирощували різноманітну городину. Поширене було вирощування всіх видів плодкових дерев, зокрема абрикоса, горіха і сливи Ренклод. Поряд з плодовими садами селяни сіяли невеликі ділянки кукурудзи та соняшнику. «...Перед другою світовою війною Повітовий Союз Кооперативів був дуже фінансово міцним і мав запасний фонд півмільйона золотих, а його торгові обороти сягали кільканадцять мільйонів золотих. Тільки збіжжя Союз експортував у Європу до середини 1939 р. приблизно 1000 вагонів, а разом із кукурудзою, зерном олійних, овочів, помідорів приблизно 1400 вагонів. Щорічно було експортовано пересічно 58 вагонів».

Далі агроном І. Романюк описує [26], як «... На передодні війни землевласники розпродавали фільварки для варшавської владної верхівки та польського офіцерства. Заможні поляки влаштували вакаційні колонії з віллами та фруктовими (переважно абрикосовими садами), винницями, плантаціями помідорів та кавунів і високоякісних сортів тютюну». Доречно згадати, що місто Заліщики у цей період було південним курортним центром довоєнної Польщі.

Отже, за потепління клімату в умовах достатнього зволоження в аграрній культурі західноукраїнських селян з'явилися малопоширені у регіоні теплолюбні культури: соняшник, помідори, кавуни, виноград, персики, тютюн, а кукурудзу вирощували, як другий хліб.

Розширення асортименту культур вагомо сприяло відродженню економічної

потужності аграрного сектору та добробуту найбідніших верств населення Поділля. Якщо пом'якшення клімату спрогнозувати та використати максимально корисно, то можна досягти вагомого позитивного результату у сталому розвитку і суспільному прогресі.

**Висновки.** Внаслідок зумовлених глобальними процесами тенденцій упродовж останніх кількох десятиліть у Західному Лісостепу сталися регіональні зміни мезоклімату із закріпленням тенденцій до подальшого зростання теплових та вологісних ресурсів.

Теплозабезпеченість ландшафтних агроecosystem істотно покращилася, що пояснює закріплення в структурі посівних площ аграрних підприємств таких теплолюбних культур, як зернова кукурудза, соя і соняшник.

Річні обсяги опадів в останні 25 років підтримували тренд до підвищення, але кількість аномально вологих та аномально сухих років зросла. Потребує вивчення питання вологозабезпеченості польових культур, оскільки раптові зливові дощі, як і тривале бездощів'я не сприяють стабільному накопиченню продуктивної вологи в ґрунті через латеральні стоки та підвищений темп випаровування в умовах зростання позитивних температур і регіоні. Квітень і травень дедалі частіше бувають теплішими та посушливими, серпень часто стає спекотнішим, ніж липень, а перші заморозки з'являються значно пізніше звичних.

В умовах виразних кліматичних змін необхідне впровадження удосконалених технологій (сортів й гібридів, обсягів та форм внесення добрив, строків й норм сівби, інтегрований і, за можливості, біологічний захист рослин) для вже традиційних та адаптованих нових для західного регіону культур.

#### Список використаної літератури

1. Адаменко Т. Аграріям варто звикати до сухої осені та не затягувати з весняною посівною. *AgroPortal*. 2025. URL: <https://agroportal.ua/tags/tetyana-adamenko> (дата звернення 24.02.2025).

#### References

1. Adamenko T. Farmers should get used to a dry autumn and not delay spring sowing. 2025. URL: <https://agroportal.ua/tags/tetyana-adamenko> (date of access 02.24.2025).

2. Гнатів П. С., Снітинський В. В. Екосистеми і системний аналіз : наукова монографія. Львів, 2017. 416 с.

3. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Шаблій О. В. Вплив змін клімату на агрокліматичні ресурси України. *Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату* : монографія / Одеський державний екологічний університет ; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса : ТЕС, 2018. С. 259–300.

4. Про утворення міжвідомчої робочої групи з питань координації подолання наслідків зміни клімату в рамках ініціативи Європейської Комісії “Європейський зелений курс” : постанова Кабінету міністрів України від 02.09.2020 № 786. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/33-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення 24.02.2025).

5. Шпиг, В. М. Мезоклімат. *Енциклопедія Сучасної України* [Електронний ресурс]. НАН України, НТШ. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2018. Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-66138>.

6. Cartier K. M. S. “Exceptional” Global Warming Spike Continued in 2024. *Eos*. 2025. URL: <https://eos.org/articles/exceptional-global-warming-spike-continued-in-2024> (last accessed: 20.02.2025).

7. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica / J. Petit et al. *Nature*. 1999. 399: 429–436. <https://www.nature.com/articles/20859>.

8. Climate Change and Land. An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems : summary for Policymakers. 2020. *Intergovernmental Panel on Climate Change*. 36 p. URL: <https://climatechange.insightconferences.com/> (last accessed: 04.02.2018).

9. Climatic data for Ukraine. Maps of average monthly air temperature and precipitation for Ukraine. 2024. *Central Geophysical Observatory named after Borys Sreznevsky*. URL: <http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/uk/diialnist/klimatolohichna/klimatychni-danni-po-ukraini> (last accessed: 10.02.2025).

10. Crop areas by farm categories. *Main Department of Statistics of Ukraine in Lviv and Rivne regions*. 2024. URL: <https://www.lv.ukrstat.gov.ua; www.rv.ukrstat.gov.ua>. (last accessed: 10.02.2018).

11. Evaluation of climate models using palaeoclimatic data / P. Braconnot et al. 2012. *Nature Clim. Change* 2 (6): 417–424. DOI: 10.1038/NCLIMATE1456.

12. Evaluating the Hydrological Cycle over Land Using the Newly-Corrected Precipitation Climatology from the Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) / U. Schneider et al. 2017. *Atmosphere*. 8 (3): 52. <https://doi.org/10.3390/atmos8030052>.

13. Fagan B. The Great Warming: Climate Change and the Rise and Fall of Civilizations. *New York: Bloomsbury Press*. 2008. 304 p.

2. Hnativ P. S., Snitynskyi V. V. Ecosystems and systems analysis: scientific monograph. Lviv, 2017. 416 p.

3. Poliovyi A. M., Bozhko L. Yu., Shablii O. V. The impact of climate change on the agroclimatic resources of Ukraine. *Climatic risks of the functioning of sectors of the economy of Ukraine in conditions of climate change: monograph / Odeskyi derzhavnyi ekolohichnyi universytet ; za red. S. M. Stepanenka, A. M. Poliovoho*. Odesa : TES, 2018. P. 259–300.

4. On the establishment of an interdepartmental workgroup on coordination of overcoming the consequences of climate change within the framework of the European Commission's initiative "European Green Deal": Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 02.09.2020 No. 786. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/33-2020-%D0%BF#Text> (date of access 24.02.2025).

5. Shpyh, V. M. Mesoclimate. *Entsyklopediia Suchasnoi Ukrainy* [Elektronnyi resurs]. NAN Ukrainy, NTSh. Kyiv : Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen NAN Ukrainy, 2018. Access mode: <https://esu.com.ua/article-66138>.

6. Cartier K. M. S. “Exceptional” Global Warming Spike Continued in 2024. *Eos*. 2025. URL: <https://eos.org/articles/exceptional-global-warming-spike-continued-in-2024> (last accessed: 20.02.2025).

7. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica / J. Petit et al. *Nature*. 1999. 399: 429–436. <https://www.nature.com/articles/20859>.

8. Climate Change and Land. An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems : summary for Policymakers. 2020. *Intergovernmental Panel on Climate Change*. 36 p. URL: <https://climatechange.insightconferences.com/> (last accessed: 04.02.2018).

9. Climatic data for Ukraine. Maps of average monthly air temperature and precipitation for Ukraine. 2024. *Central Geophysical Observatory named after Borys Sreznevsky*. URL: <http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/uk/diialnist/klimatolohichna/klimatychni-danni-po-ukraini> (last accessed: 10.02.2025).

10. Crop areas by farm categories. *Main Department of Statistics of Ukraine in Lviv and Rivne regions*. 2024. URL: <https://www.lv.ukrstat.gov.ua; www.rv.ukrstat.gov.ua>. (last accessed: 10.02.2018).

11. Evaluation of climate models using palaeoclimatic data / P. Braconnot et al. 2012. *Nature Clim. Change* 2 (6): 417–424. DOI: 10.1038/NCLIMATE1456.

12. Evaluating the Hydrological Cycle over Land Using the Newly-Corrected Precipitation Climatology from the Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) / U. Schneider et al. 2017. *Atmosphere*. 8 (3): 52. <https://doi.org/10.3390/atmos8030052>.

13. Fagan B. The Great Warming: Climate Change and the Rise and Fall of Civilizations. *New York:*

[https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/usys/ites/ecosystem-management-dam/documents/EducationDOC/Readings\\_DOC/The%20Great%20Warming.pdf](https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/usys/ites/ecosystem-management-dam/documents/EducationDOC/Readings_DOC/The%20Great%20Warming.pdf) (last accessed: 21.02.2018).

14. GPCP Full Data Daily Version.2018 at 1.0°: Daily land-surface precipitation from rain gauges built on GTS-based and historical data / M. Ziese et al. *Global Precipitation Climatology Centre at Deutscher Wetterdienst*. 2018. DOI: 10.5676/DWD\_GPCC/FD\_D\_V2018\_100.

15. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change / J. E. Olesen et al. *European Journal of Agronomy*. 2011. Vol. 34, Issue 2. P. 96–112. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.11.003>.

16. Interpreting last glacial to Holocene dust changes at Talos Dome (East Antarctica): implications for atmospheric variations from regional to hemispheric scales / S. Albani et al. 2018. *Clim. Past*, 8: 741–750. DOI: 10.5194/cp-8-741-2012, 2012.

17. Methodologies for simulating impacts of climate change on crop production / J. W. White et al. *Field Crops Research*. 2011. Vol. 124, Issue 3. P. 357–368. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.07.001>.

18. Osadchyj V. & Babichenko V. Dynamics of adverse meteorological phenomena in Ukraine. *Ukrainian Geographical Journal*. 2012. 4: 8–14. URL: <https://ukrgeojournal.org.ua/en/node/345> (last accessed: 26.02.2025).

19. Petit J. R. & Delmonte B. A model for large glacial-interglacial climate-induced changes in dust and sea salt concentrations in deep ice cores (central Antarctica): palaeoclimatic implications and prospects for refining ice core chronologies. *Chemical and Physical Meteorology*. 2009. Vol. 61. Issue 5. P. 768–790. DOI: 10.1111/j.1600-0889.2009.00437.x.

20. Petrychenko V. F., Baliuk S. A., Nosko B. S. Increasing the sustainability of agriculture in the context of global warming. *Bulletin of Agricultural Science*. 2013. 5: 5–12.

21. Rapp D. Ice Core Data. In: *Ice Ages and Interglacials*. Springer. *Cham. First Online*. 2019. P. 83–118. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-10466-5\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-10466-5_4).

22. Right to development. Transforming our world: the 2030. *Agenda for Sustainable Development. UN General Assembly*. 2015, 35 p. URL: <https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html> (last accessed: 23.02.2025).

23. Romashchenko, M. I., & Tatariko, Yu. O. Memorized agroecosystems. Estimation and rational use of agrosresource potential of Ukraine (irrigation and drainage zones). Kyiv, 2017. Nizhyn : PE Lysenko M. M. 696 p.

24. Schönwiese C.-D. *Klimatologie*. Ulmer (UTB), 2008. 3. Aufl., Stuttgart, 472 p. URL: <https://beckassets.blob.core.windows.net/product/readi>

*Bloomsbury Press*. 2008. 304 p. [https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/usys/ites/ecosystem-management-dam/documents/EducationDOC/Readings\\_DOC/The%20Great%20Warming.pdf](https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/usys/ites/ecosystem-management-dam/documents/EducationDOC/Readings_DOC/The%20Great%20Warming.pdf) (last accessed: 21.02.2018).

14. GPCP Full Data Daily Version.2018 at 1.0°: Daily land-surface precipitation from rain gauges built on GTS-based and historical data / M. Ziese et al. *Global Precipitation Climatology Centre at Deutscher Wetterdienst*. 2018. DOI: 10.5676/DWD\_GPCC/FD\_D\_V2018\_100.

15. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change / J. E. Olesen et al. *European Journal of Agronomy*. 2011. Vol. 34, Issue 2. P. 96–112. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.11.003>.

16. Interpreting last glacial to Holocene dust changes at Talos Dome (East Antarctica): implications for atmospheric variations from regional to hemispheric scales / S. Albani et al. 2018. *Clim. Past*, 8: 741–750. DOI: 10.5194/cp-8-741-2012, 2012.

17. Methodologies for simulating impacts of climate change on crop production / J. W. White et al. *Field Crops Research*. 2011. Vol. 124, Issue 3. P. 357–368. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.07.001>.

18. Osadchyj V. & Babichenko V. Dynamics of adverse meteorological phenomena in Ukraine. *Ukrainian Geographical Journal*. 2012. 4: 8–14. URL: <https://ukrgeojournal.org.ua/en/node/345> (last accessed: 26.02.2025).

19. Petit J. R. & Delmonte B. A model for large glacial-interglacial climate-induced changes in dust and sea salt concentrations in deep ice cores (central Antarctica): palaeoclimatic implications and prospects for refining ice core chronologies. *Chemical and Physical Meteorology*. 2009. Vol. 61. Issue 5. P. 768–790. DOI: 10.1111/j.1600-0889.2009.00437.x.

20. Petrychenko V. F., Baliuk S. A., Nosko B. S. Increasing the sustainability of agriculture in the context of global warming. *Bulletin of Agricultural Science*. 2013. 5: 5–12.

21. Rapp D. Ice Core Data. In: *Ice Ages and Interglacials*. Springer. *Cham. First Online*. 2019. P. 83–118. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-10466-5\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-10466-5_4).

22. Right to development. Transforming our world: the 2030. *Agenda for Sustainable Development. UN General Assembly*. 2015, 35 p. URL: <https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html> (last accessed: 23.02.2025).

23. Romashchenko, M. I., & Tatariko, Yu. O. Memorized agroecosystems. Estimation and rational use of agrosresource potential of Ukraine (irrigation and drainage zones). Kyiv, 2017. Nizhyn : PE Lysenko M. M. 696 p.

24. Schönwiese C.-D. *Klimatologie*. Ulmer (UTB), 2008. 3. Aufl., Stuttgart, 472 p. URL: <https://beckassets.blob.core.windows.net/product/readi>

ngsample/587879/9783825217938\_excerpt\_001.pdf  
(last accessed: 20.01.2025).

25. The influence of climate changes on crop yields in Western Ukraine / V. Polovyi et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021.11 (1), 384–390. DOI: 10.15421/2021\_56.

26. The Tchorokiv District. A Collection of Memoirs and Historical Data. Counties: Tchorokiv, Kopychyntti, Borthchlv, Zallshchyky / Editorial staff: Olha Sonevytska, Bohdan Stefanovych Roman Drazhnyovsky. *Publisher: Executive Committee of the Tchorokiv District Countrymen Book cover designed by Yakiv Hnizdovsky*. New York-Paris-Sidney-Toronto. 1974. P. 469–862.

27. Williams J. W., Jackson S. T. Novel climates, no-analog communities, and ecological surprises. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2007. Vol. 5. Issue 9. P. 475–482. <https://doi.org/10.1890/070037>.

ngsample/587879/9783825217938\_excerpt\_001.pdf  
(last accessed: 20.01.2025).

25. The influence of climate changes on crop yields in Western Ukraine / V. Polovyi et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021.11 (1), 384–390. DOI: 10.15421/2021\_56.

26. The Tchorokiv District. A Collection of Memoirs and Historical Data. Counties: Tchorokiv, Kopychyntti, Borthchlv, Zallshchyky / Editorial staff: Olha Sonevytska, Bohdan Stefanovych Roman Drazhnyovsky. *Publisher: Executive Committee of the Tchorokiv District Countrymen Book cover designed by Yakiv Hnizdovsky*. New York-Paris-Sidney-Toronto. 1974. P. 469–862.

27. Williams J. W., Jackson S. T. Novel climates, no-analog communities, and ecological surprises. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2007. Vol. 5. Issue 9. P. 475–482. <https://doi.org/10.1890/070037>.