

УДК 631.6:551.58:631.4:551

DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-1-16>

Ласло О. О.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри землеробства і агрохімії ім. В. І. Сазанова,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна

E-mail: oksana.laslo@pdaa.edu.ua

ORCID: 0000-0002-0101-4442

Панченко К. С.

доктор філософії, галузь «Аграрні науки та продовольство»,
старший викладач кафедри землеробства і агрохімії ім. В. І. Сазанова,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна

E-mail: kateryna.panchenko@pdaa.edu.ua

ORCID: 0000-0002-2545-2439

Марініч Л. Г.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна

E-mail: liubov.marinich@pdau.edu.ua

ORCID: 0000-0002-0073-9433

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНИХ АНОМАЛІЙ НА ПОТРЕБУ У ЗРОШЕННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Анотація

У статті висвітлено питання прогнозу потенційної евапотранспірації (ET_0) і температурних змін літнього періоду (червень–серпень) 2023–2030 рр., враховуючи водоспоживання сільськогосподарських культур та індекс посухи SPEI. Підвищення температури повітря, особливо в літній період, суттєво впливає на водний баланс агроєкосистем, зумовлюючи зростання випаровування з поверхні ґрунту та транспірації рослин. Встановлено, що підвищення середньої літньої температури на 0,3–0,5°C щороку призводитиме до збільшення ET_0 з 18,74 мм у 2026 році до 23,41 мм у 2030 році, що відображає посилення випаровуваності та дефіцит ґрунтової вологи. Дослідженнями встановлено, що коефіцієнти водоспоживання культур (K_c) зростатимуть: кукурудза з 0,81 до 0,85, соя з 0,71 до 0,75, овочі з 1,01 до 1,05, що у сукупності з підвищенням ET_0 збільшуватиме потребу у зрошенні: кукурудза – 15,18–19,9 мм, соя – 13,31–17,56 мм, овочі – 18,93–24,58 мм. Дослідженнями також встановлено, що зменшення значень індексу SPEI від –0,5 до –2,5 посилюватиме водний стрес та збільшуватиме потенційну евапотранспірацію на 5–25 %, що вказує на зростання ризику літніх посух у регіоні. Результати досліджень дають підставу рекомендувати застосування адаптивних та водозберігаючих технологій поливу, інтеграцію агрометеорологічного прогнозування з управлінням водними ресурсами та пріоритетне забезпечення овочевих культур у критичні фази розвитку. Встановлено, що зрошення стає необхідним агротехнічним заходом уже з 2027–2028 рр., а до 2029–2030 рр. формуються кліматично напружені літні умови, близькі до південних степових. Перспективними є подальші дослідження щодо оцінки ефективності різних систем поливу, впровадження краплинного та мікрозрошення, розвитку кліматично орієнтованих моделей водокористування та інтеграції агрометеорологічного прогнозування з управлінням меліоративними системами для підвищення стійкості агроєкосистем Полтавської області до зростаючих температурних аномалій і посух.

Ключові слова: евапотранспірація, посухи, температурні аномалії, індекс SPEI, водоспоживання культур, водний баланс агроєкосистем.

Вступ. Упродовж останніх десятиліть спостерігається зростання частоти та інтенсивності температурних аномалій, що є ключовим проявом глобальних кліматичних змін. Підвищення середньорічної температури супроводжується зміною режиму опадів, зростанням випаровуваності та порушенням водного балансу агроландшафтів, що безпосередньо впливає на формування агрометеорологічних посух [7]. Зарубіжні дослідники [9] відзначають, що сучасні посухи дедалі частіше мають комбінований характер, поєднуючи дефіцит опадів із підвищеною температурою, що зумовлено посиленням евапотранспірації. Підвищення температури повітря на 1–2 °C здатне значно зменшити продуктивне вологозабезпечення ґрунтів навіть за норми опадів, спричиняючи розвиток «гарячих» посух.

В Україні, за даними С. Г. Бойченка, простежується зростання тривалих періодів високих температур у вегетаційний період, особливо влітку. Найуразливішими є зони Степу та Лісостепу, де агрометеорологічні посухи часто збігаються з критичними фазами розвитку сільськогосподарських культур, що призводить до зниження врожайності та деградації ґрунтів [2].

Меліорація залишається ключовим інструментом адаптації агросфери до зростаючої аридизації. Сучасні підходи поєднують класичні системи зрошення з вологозберігаючими технологіями, враховуючи підвищену мінливість температурного режиму. Зарубіжні дослідження [8] показують, що впровадження краплинного зрошення, автоматизованих систем управління водними ресурсами та адаптивного планування поливів суттєво знижує негативний вплив температурних аномалій. Особлива увага приділяється використанню агрометеорологічних індексів (SPI, SPEI, ET_0) для оптимізації меліоративних заходів.

Українські науковці [1] підкреслюють необхідність модернізації меліоративних систем з урахуванням кліматичних тенденцій. Поєднання зрошення з ґрунтозахисними технологіями, агролісомеліорацією та раціональною структурою посівів підвищує стійкість агроєкосистем до посух [3; 4].

Аналіз літератури свідчить, що температурні аномалії визначають інтенсивність агрометеорологічних посух, а меліоративні заходи є ефективним засобом їх зменшення. Розробка глобальних і регіональних сценаріїв на основі агрокліматичних даних дозволяє удосконалити моніторинг і прогнозування посух [6–10]. У сучасних умовах пріоритет слід надавати вологозберігаючим системам поливу (краплинному та мікрозрошенню), які зменшують втрати води та підвищують ефективність зрошення [5; 9].

Перспективними напрямками є інтеграція агрометеорологічного прогнозування з управлінням меліоративними системами, розвиток кліматично орієнтованих моделей водокористування та оцінка ефективності меліорації в умовах зростаючої температурної мінливості в зоні Лісостепу.

Мета роботи – визначити динаміку потреби у зрошенні сільськогосподарських культур на основі прогнозу потенційної евапотранспірації (ET_0) та температурних змін літнього періоду, враховуючи водоспоживання культур і індекс SPEI.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розрахунок динаміки потреби у зрошенні проводили на основі температурних показників літнього періоду (червень–серпень) по Полтавській області 2023–2025 рр. Температура повітря є одним із визначальних факторів формування евапотранспірації та водоспоживання сільськогосподарських культур. Потенційну евапотранспірацію (ET_0) визначали за модифікованою формулою Блані-Кріддла, рекомендованою FAO:

$$ET_0 = p \cdot (0,46 \cdot T + 8),$$

де ET_0 – потенційна евапотранспірація, мм/міс; T – середньомісячна температура повітря, °C; p – коефіцієнт, що характеризує частку світлового дня в загальній річній сумі (для літніх місяців Полтавської області – 0,975).

Розрахунок потреби у зрошенні проведено для таких культур, як: кукурудза, соя, овочі (томати, огірки, перець). Коефіцієнти водоспоживання K_v : кукурудза – 0,8; соя – 0,7; овочі – 1,0.

$$P_z = ET_0 \text{ прогноз} \cdot K_v,$$

де: ET_0 прогноз – потенційна евапотранспірація, мм; K_v – коефіцієнт водоспоживання.

Відповідно до розрахунків прогнозу відзначається зростання температури повітря щороку у літні місяці на +0,3...0,5 °C, і, як наслідок, потенційна евапотранспірація зростатиме (модифікована шкала SPEI впливу SPEI на ET_0), що відображатиме дефіцит або надлишок вологи, де від’ємні значення вказують на посуху. У таблиці 1 представлено характеристику впливу SPEI на ET_0 (множник росту для Полтавської області).

Таблиця 1. Шкала характеристик впливу SPEI на ET_0 (множник росту для Полтавської області)

SPEI (літо)	Характеристика	Множник ET_0
–0,5	помірна посуха	1,05
–1,0	підвищений ризик	1,10
–1,5	сильна посуха	1,15
–2,0	критична	1,20
–2,5	екстремальна	1,25

Джерело: авторська розробка

За базовий показник прийнято температуру літніх місяців у 2025 році. Прогноз середньої температури за літні місяці у 2025 році становить 21,9 °C. Підвищення температури впливає на зростання транспірації, що своєю чергою впливає на збільшення K_s на 0,02 кожні +1 °C.

Підвищення температури повітря, особливо в літній період, суттєво впливає на водний баланс агроєкосистем, зумовлюючи зростання випаровування з поверхні ґрунту й транспірації рослин. Показники середньомісячної температури повітря у літній період у розрізі років представлено на рис. 1.

Середньомісячна температура повітря у літні місяці (Полтавська область)

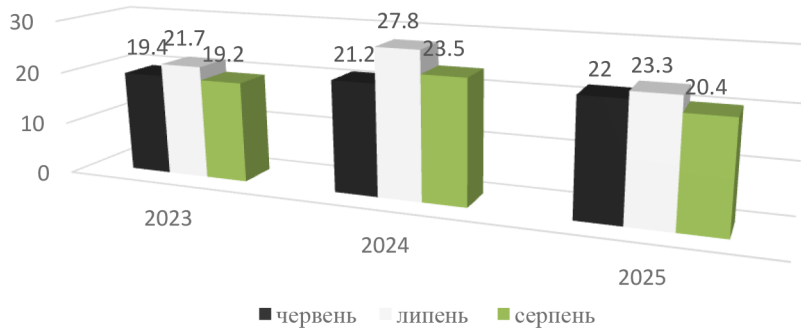


Рис. 1. Динаміка температури повітря у літній період, °C

Аналіз середньомісячних температур повітря в літні місяці (червень–серпень) у Полтавській області за 2023–2025 рр. свідчить про тенденцію до потепління та зростання температурної мінливості. Особливо високі температури зафіксовано у 2024 році, що вказує на підвищення ризику літніх посух. Зростання температури підвищує потенційну евапотранспірацію, що збільшує потребу у зрошенні. Найбільш чутливими до дефіциту вологи є овочеві культури та соя, дещо меншою – кукурудза, проте для всіх культур зрошення стає важливим чинником стабільної врожайності в умовах Полтавської області. Прогноз температури на період з 2026 по 2030 рр. представлено на рис. 2.

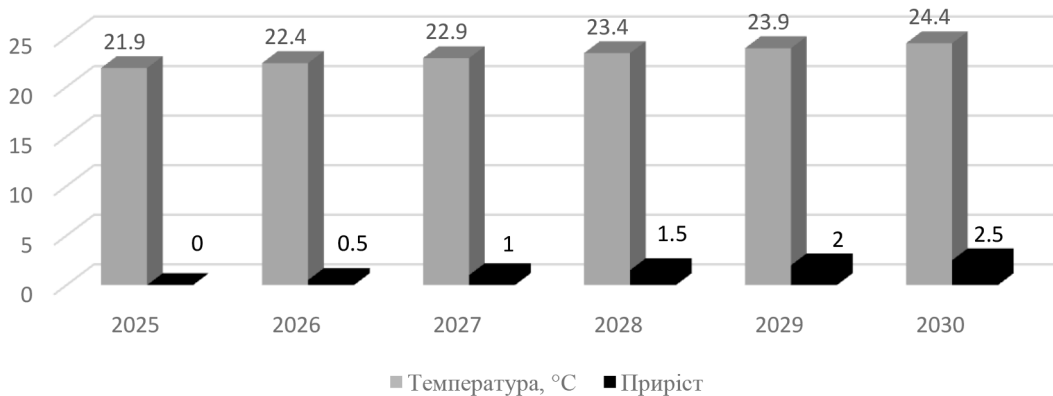


Рис. 2. Прогнозовані показники температури повітря влітку та тенденція до їх зростання, °C

Згідно з прогнозом, середня літня температура повітря в Полтавській області має стійку тенденцію до зростання – від 21,9 °C у 2025 році до 24,4 °C у 2030 році, тобто на 2,5 °C за шість років. Зростання температури є лінійним і стабільним, приблизно +0,5 °C щороку. Уже з 2027–2028 рр. середня літня температура перевищує 23 °C, що відповідає умовам підвищеного теплового навантаження на агроєкосистеми. До 2029–2030 рр. формується кліматично напружений літній режим, близький до південних степових умов. Зрошення переходить у категорію необхідного агротехнічного заходу. Потенційна евапотранспірація за літній період наведена на рис. 3.

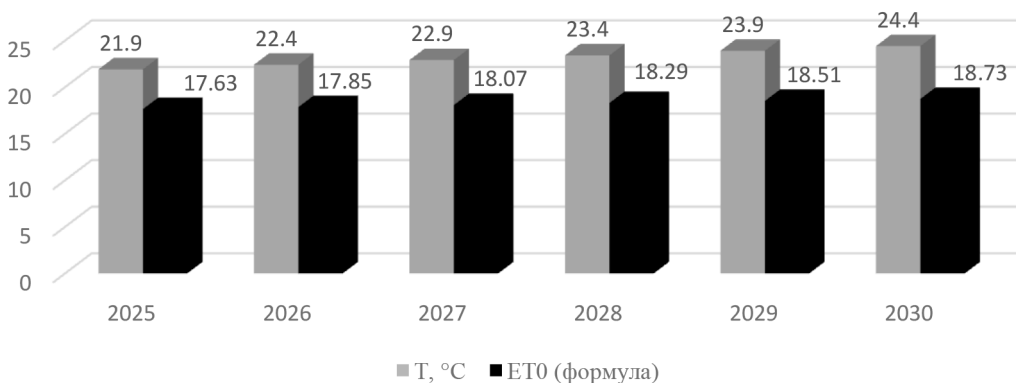


Рис. 3. Прогноз динаміки зростання евапотранспірації у літній період, мм/літній період

Показники потенційної евапотранспірації (ET_0) за літній період у Полтавській області у 2025–2030 рр. демонструють чітку тенденцію до зростання. За підвищення середньої температури з 21,9 до 24,4 °C ET_0 збільшується з 17,63 до 18,73 мм, тобто на 1,10 мм (6%). Щорічний приріст становить близько 0,22 мм і є наслідком посилення випаровування. Це свідчить про наростання водного дефіциту в ґрунті та зростання потреби у зрошенні, особливо в другій половині літа та у критичні фази розвитку сільськогосподарських культур.

Аналіз множника росту ET_0 за індексом SPEI для Полтавської області в літні місяці у 2026–2030 рр. свідчить про посилення посушливих умов. Зі зменшенням значень SPEI від -0,5 до -2,5 (перехід від слабкої до сильної посухи) множник корекції ET_0 зростає з 1,05 до 1,25. Це означає, що потенційна евапотранспірація збільшується

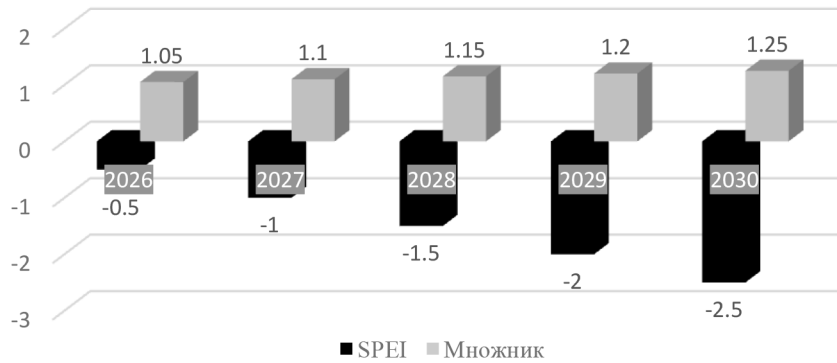


Рис. 4. Характеристика прогнозованого множника росту ET_0 за індексом SPEI для Полтавської області в літні місяці

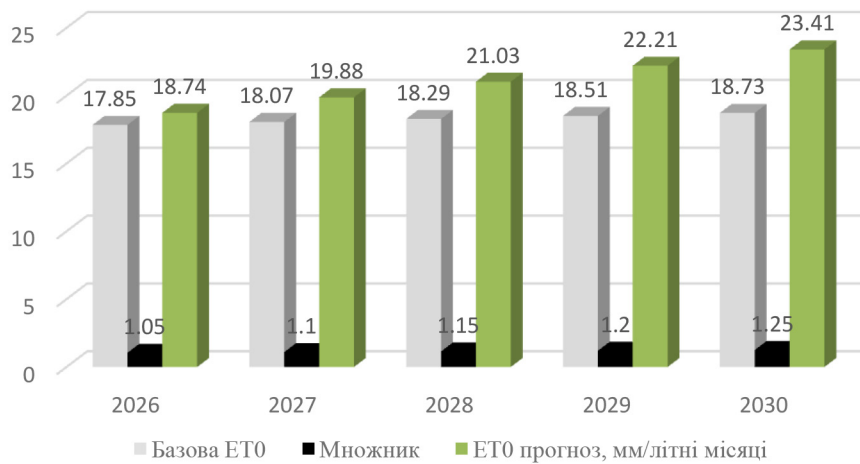


Рис. 5. Прогноз потенційної евапотранспірації (ET_0) для Полтавської області з урахуванням індексу SPEI на 2026–2030 рр.



Рис. 6. Прогноз коефіцієнтів водоспоживання (K_c) для основних культур у зоні Лісостепу на 2025–2030 рр.

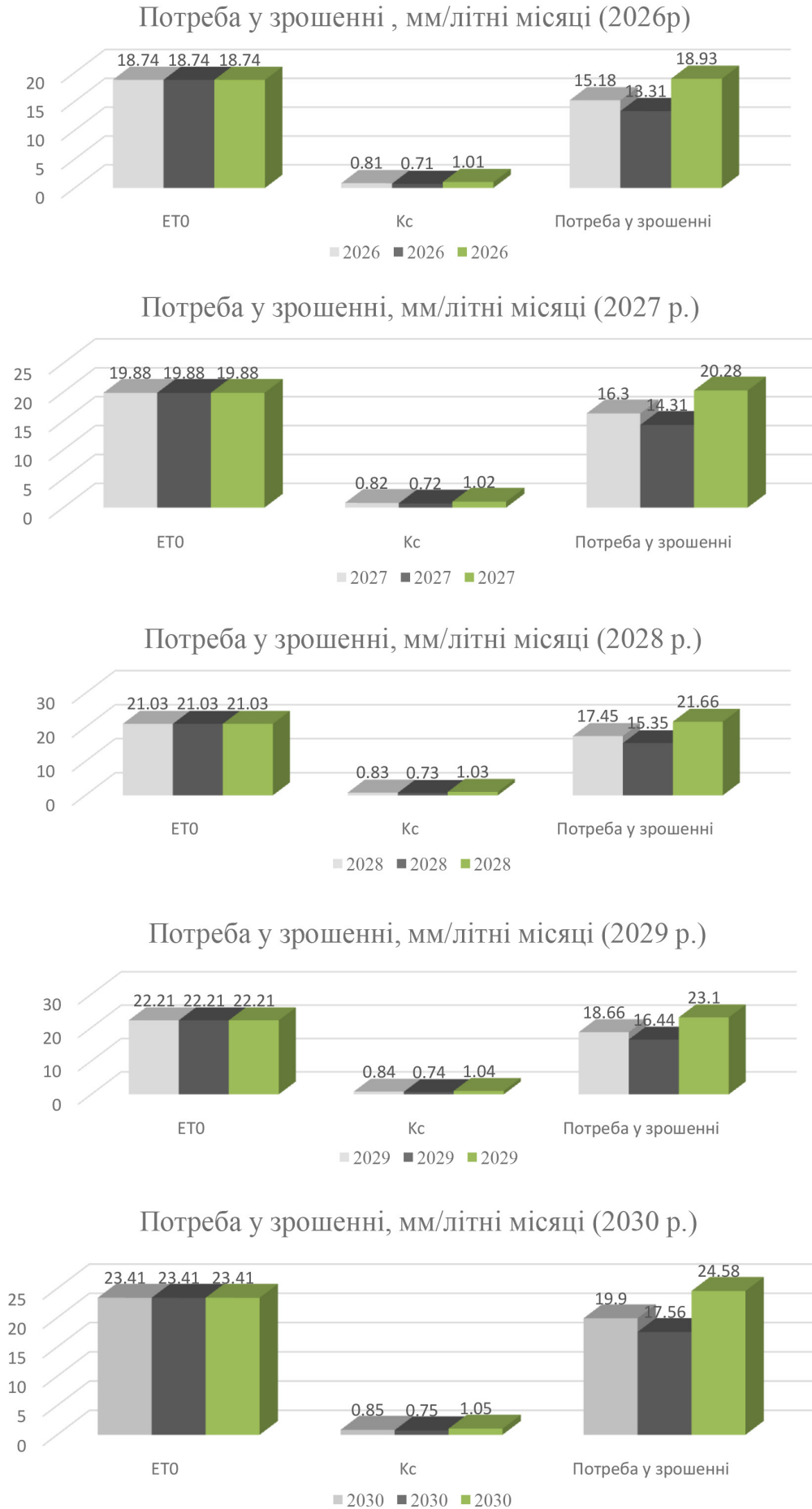


Рис. 7. Потенційна потреба у зрошенні сільськогосподарських культур у літні місці (2026–2030 рр.)

на 5–25 % порівняно з базовими умовами. Така динаміка відображає посилення випаровування та транспірації в умовах дефіциту вологи й високих температур. У результаті формується значний водний стрес для агроценозів, зростає дефіцит ґрунтової вологи та різко підвищується потреба у зрошенні, особливо для вологолюбних культур у критичні фази розвитку. Прогноз потенційної евапотранспірації (ET_0) для Полтавської області з урахуванням індексу SPEI на 2026–2030 рр. наведено на рис. 5.

Прогноз потенційної евапотранспірації (ET_0) для Полтавської області з урахуванням індексу SPEI на 2026–2030 рр. показує суттєве збільшення втрат вологи. Базова ET_0 зростає від 17,85 мм у 2026 р. до 18,73 мм у 2030 р., а корекційний множник, що враховує посушливість (SPEI), підвищується з 1,05 до 1,25. У результаті прогнозована ET_0 зростає від 18,74 до 23,41 мм, тобто на 25 % порівняно з базовими значеннями. Така динаміка свідчить про посилення водного дефіциту, зростання випаровування та транспірації, підвищений ризик посухи та наголошує на необхідності активного застосування зрошення для підтримки стабільної продуктивності культур у літні місяці. Прогноз коефіцієнтів водоспоживання (K_c) для основних культур у зоні Лісостепу на 2025–2030 рр. представлено на рис. 6.

Прогноз коефіцієнтів водоспоживання (K_c) для основних культур у зоні Лісостепу на 2025–2030 рр. демонструє поступове збільшення потреби рослин у воді. Для кукурудзи K_c зростає з 0,80 до 0,85, для сої – з 0,70 до 0,75, для овочевих культур – з 1,00 до 1,05. Це зумовлено підвищенням температур і зростанням потенційної евапотранспірації, що збільшує випаровування та транспірацію. Зростання K_c свідчить про більшу водозалежність культур і необхідність точного планування зрошення, особливо в критичні фази росту та розвитку, щоб підтримати врожайність і запобігти водному стресу.

Прогноз на 2026–2030 роки демонструє чітку тенденцію до зростання потреби у зрошенні для всіх трьох культур – кукурудзи, сої та овочів. Основними факторами є збільшення евапотранспірації (ET_0) та поступове зростання коефіцієнтів (K_c). ET_0 підвищується з 18,74 мм у 2026 році до 23,41 мм у 2030 році, що відображає тенденцію до зростання температур та зниження вологості, яка характерна для зміни клімату в регіоні досліджень. K_c показує помірне збільшення: для кукурудзи з 0,81 до 0,85, сої з 0,71 до 0,75, овочів з 1,01 до 1,05. Це пов'язано з ростом листового апарату та підвищенням водоспоживання культур у критичні фази розвитку. Поступове збільшення потреби у зрошенні на фоні підвищення евапотранспірації та росту K_c свідчить про підвищення ризику водного стресу культур.

Висновки. Дослідження показали можливе зростання потенційної евапотранспірації (ET_0) в літні місяці 2026–2030 рр. у Полтавській області з 18,74 до 23,41 мм, що призведе до збільшення потреби у зрошенні: для кукурудзи – 15,18...19,9 мм, сої – 13,31...17,56 мм, овочів – 18,93...24,58 мм. Найвищу потребу у вологозабезпеченні матимуть овочеві культури, найнижчу – соя, що визначає пріоритетність, оскільки динаміка SPEI свідчить про посилення літніх посух і наростання водного стресу.

Перспективами подальших досліджень є інтеграція агрометеорологічного прогнозування з управлінням зрошенням, застосуванням адаптивних і вологозберігаючих технологій та оцінці ефективності різних систем зрошення для підвищення стійкості агроєкосистем Лісостепу.

Список використаних джерел

1. Балюк С. А., Медведєв В. В. Ґрунтові ресурси України та їх стійкість до посух. Харків : Стильна типографія, 2015. 150 с.
2. Бойченко С. Г. Кліматичні зміни та їх вплив на агросферу України. Київ : Наукова думка, 2019. 220 с.
3. Ласло О. О., Панченко К. С. Агрокліматичні та ґрунтові ризики в органічному землеробстві. *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С. 149–153. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.32.21>
4. Маренич М. М., Ласло О. О., Драч В. С. Адаптивні властивості гібридів кукурудзи до несприятливих кліматичних умов. *Зрошуване землеробство*. 2024. № 82. С. 43–47. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2024.82.7>
5. Geli H. M. E., Omar I., Elshinawy M. Y., DuBios D. W., Prehodko L., Smith K. H., Badawy A.-H. A. Prediction and forecast of short-term drought impacts using machine learning to support mitigation and adaptation efforts: preprint 2025. 29 с. URL: <https://arxiv.org/abs/2512.18522>
6. Ghobadi M., Badehian Z. Assessment of agricultural drought severity using multi-temporal remote sensing data in Lorestan region. *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15. Art. 18528. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03087-4>
7. Kulkarni S., Sawada Y. Near-global Agro-climatological Drought Monitoring Dataset. *Scientific Data*. 2025. Vol. 12. Art. 2038. <https://doi.org/10.1038/s41597-025-06316-7>
8. Pereira L., Fereres E. Irrigation scheduling under water scarcity. *Agricultural Water Management*. 2017. Vol. 179. P. 262–274.
9. Sreeparvathy V., Debudut S., Mishra A.K. A review of advances in flash drought research: challenges and future directions. *Earth's Future*. 2025. Vol. 13. No. 8. Art. e2025EF006603. <https://doi.org/10.1029/2025EF006603>
10. Wang L., Ren W. Drought in agriculture and climate-smart mitigation strategies. *Cell Reports Sustainability*. 2025. Vol. 2. Issue 6. Article 100386. <https://doi.org/10.1016/j.crsus.2025.100386>

Laslo O. O.

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Agriculture and Agrochemistry named after V. I. Sazanov,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine
E-mail: oksana.laslo@pdaa.edu.ua
ORCID: 0000-0002-0101-4442*

Panchenko K. S.

*PhD, Senior Lecturer at the Department of Agriculture and Agrochemistry named after V. I. Sazanov,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine
E-mail: kateryna.panchenko@pdaa.edu.ua
ORCID: 0000-0002-2545-2439*

Marinich L. G.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Plant Production,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine
E-mail: liubov.marinich@pdau.edu.ua
ORCID: 0000-0002-0073-9433*

IMPACT OF TEMPERATURE ANOMALIES ON THE IRRIGATION NEED OF AGRICULTURAL CROPS

Abstract

The article highlights the issue of forecasting potential evapotranspiration (ET_0) and temperature changes in the summer period (June–August) 2023–2030, taking into account water consumption by agricultural crops and the SPEI drought index. Increasing air temperature, especially in the summer, significantly affects the water balance of agroecosystems, causing increased evaporation from the soil surface and plant transpiration. It is found that an increase in average summer temperature by 0.3–0.5 °C each year will lead to an increase in ET_0 from 18.74 mm in 2026 to 23.41 mm in 2030, reflecting increased evaporation and soil moisture deficit. Studies have shown that crop water consumption coefficients (K_c) will increase: corn from 0.81 to 0.85, soybeans from 0.71 to 0.75, vegetables from 1.01 to 1.05, which, together with the increase in ET_0 , will increase the need for irrigation: corn – 15.18–19.9 mm, soybeans – 13.31–17.56 mm, vegetables – 18.93–24.58 mm. Studies have also found that decreasing SPEI values – from –0.5 to –2.5 will increase water stress and increase potential evapotranspiration by 5–25 %, indicating an increased risk of summer droughts in the region. The research results provide grounds to recommend the use of adaptive and water-saving irrigation technologies, the integration of agrometeorological forecasting with water resources management, and the priority provision of vegetable crops during critical phases of development. It has been established that irrigation becomes a necessary agrotechnical measure as early as 2027–2028, and by 2029–2030, climatically intense summer conditions close to southern steppe conditions will form. Further research is promising to assess the effectiveness of various irrigation systems, the introduction of drip and micro-irrigation, development of climate-oriented water use models and integration of agrometeorological forecasting with the management of land reclamation systems to increase the resilience of agroecosystems of the Poltava region to increasing temperature anomalies and droughts.

Key words: *evapotranspiration, droughts, temperature anomalies, SPEI index, crop water consumption, water balance of agroecosystems.*

References

1. Baliuk, S. A., Medvediev, V. V. (2015). Gruntovi resursy Ukrainy ta yikh stiiikist' do posukh [Soil resources of Ukraine and their resistance to droughts]. Kharkiv : Styl'na typohrafiia, 150 [in Ukrainian].
2. Boichenko, S. H. (2019). Klimatychni zminy ta yikh vplyv na ahrosferu Ukrainy [Climatic changes and their impact on the agricultural sphere of Ukraine]. Kyiv : Naukova dumka, 220 [in Ukrainian].
3. Laslo, O. O., Panchenko, K. S. (2025). Ahroklimatychni ta gruntovi ryzyky v orhanichnomu zemlerobstvi [Agroclimatic and soil risks in organic farming]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, 32, 149–153. <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2025.32.21> [in Ukrainian].
4. Marenych, M. M., Laslo, O. O., Drach, V. S. (2024). Adaptivni vlastyvoli hibrivid kukurudzy do nespriyatlyvykh klimatychnykh umov [Adaptive properties of corn hybrids to adverse climatic conditions]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*. 82, 43–47. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2024.82.7> [in Ukrainian].
5. Geli, H. M. E., Omar, I., Elshinawy, M. Y., DuBios, D. W., Prehodko, L., Smith, K. H., Badawy, A.-H. (2025). Prediction and forecast of short-term drought impacts using machine learning to support mitigation and adaptation efforts: preprint. 29. Retrieved from: <https://arxiv.org/abs/2512.18522> [in English].
6. Ghobadi, M., Badehian, Z. (2025). Assessment of agricultural drought severity using multi-temporal remote sensing data in Lorestan region. *Scientific Reports*. 15, 18528. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03087-4> [in English].

7. Kulkarni, S., Sawada, Y. (2025). Near-global Agro-climatological Drought Monitoring Dataset. *Scientific Data*. 12, 2038. <https://doi.org/10.1038/s41597-025-06316-7> [in English].
8. Pereira, L. S., Fereres, E. (2017). Irrigation scheduling under water scarcity. *Agricultural Water Management*. 179. 262–274 [in English].
9. Sreeparvathy, V., Debdut, S., Mishra, A.K. (2025). A review of advances in flash drought research: challenges and future directions. *Earth's Future*. 13, 8. <https://doi.org/10.1029/2025EF006603> [in English].
10. Wang, L., Ren, W. (2025). Drought in agriculture and climate-smart mitigation strategies. *Cell Reports Sustainability*. 2, 6. <https://doi.org/10.1016/j.crsus.2025.100386> [in English].



Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу
CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 16.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 27.04.2026