

БАЗА ДАНИХ ПРО ҐРУНТИ ТА КЛІМАТ УКРАЇНИ: ОНЛАЙН ДОДАТОК ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА ДИНАМІЧНОЇ ОЦІНКИ АГРОНОМІЧНО ЗНАЧУЩИХ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ

Лиховид П., доктор сільськогосподарських наук,

e-mail: pavel.likhovid@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0314-7644>

Вожегова Р., доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН,

e-mail: icsanaas@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

Грановська Л., доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НААН,

e-mail: g_ludmila15@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-7021-3093>

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

Ушкаренко В., доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

e-mail: ushkarenkov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7499-0938>

Національна академія аграрних наук України

Анотація

Стаття висвітлює основні можливості та переваги використання інтерактивної бази даних про ґрунти та клімат України, розробленої за результатами узагальнення даних агрометеорологічних спостережень і дистанційного зондування Землі.

Мета досліджень – розробити інтерактивну базу даних про ґрунти та клімат України та обґрунтувати доцільність її використання для поліпшення науково-аналітичної роботи та прогнозування в сфері агроекологічного моніторингу.

Методи. База даних про ґрунти та клімат України створена із залученням відкритих агрометеорологічних даних щодо температури повітря, опадів, швидкості вітру, відносної вологості повітря, наданих Українським гідрометеорологічним інститутом. Дані щодо температури поверхні ґрунту отримано шляхом відповідних JavaScript запитів у Google Earth Engine за даними аерокосмічного моніторингу MODIS/061/MOD11A2, а дані щодо потенційної евапотранспірації – за даними IDAHO_EPSCOR/TERRACLIMATE (роздільна здатність 1 км). Метеорологічні індекси SPEI (стандартизований індекс евапотранспірації і опадів), PDSI (індекс суворості посух Палмера) розраховувалися згідно з міжнародно визнаною методикою. Дані про ґрунти України отримано шляхом відповідних JavaScript запитів у Google Earth Engine із баз OpenLandMap (дані про тип ґрунту, вміст органічної речовини, реакцію ґрунтового розчину, щільність складення) та HiHydroSoil v2.0 (дані про водно-фізичні властивості ґрунтів). Для виокремлення даних за регіональним принципом використано маску адміністративних кордонів FAO/GAUL/2015/level1. База даних побудована з використанням бібліотеки JavaScript React та розміщена у вільному доступі.

Результати. Розроблена база даних є зручним гнучким інструментом для одержання первинних ґрунтово-кліматичних даних та їхнього аналізу в агрономічних дослідженнях. Перевагою бази даних є доступність і масштабованість для різних пристроїв, що працюють на базі різних операційних систем і мають дисплеї неоднакової роздільної здатності. У додатку є можливість обрати необхідні дані за параметрами часового періоду та регіональним принципом для подальшого завантаження у форматі pdf без спотворень і скорочення первинного масиву даних, що дає змогу надалі використовувати ґрунтово-кліматичну інформацію в агрономічних і агроекологічних дослідженнях навіть за відсутності інтернет з'єднання у будь-якому зручному для дослідника сторонньому офісному та статистичному пакеті.

Висновки. База даних про ґрунти та клімат України є унікальним інноваційним інформаційно-аналітичним продуктом, що не має аналогів в Україні. Залучення представленої бази даних

дасть змогу істотно скоротити витрати часу та ручної праці на збір, обробку й аналіз основних агрометеорологічних показників і параметрів ґрунтів України, що є ключовими для формування оптимальних ресурсозберігаючих адаптивних агротехнологій.

Ключові слова: автоматизація, агрометеорологічні показники, властивості ґрунтів, дані дистанційного зондування, інформаційні технології.

Вступ. Комплексна база даних про ґрунти та кліматичні умови є надзвичайно цінною і все частіше розглядається як структура, необхідна для вчених і фахівців у галузі сільського господарства. Такі бази даних поліпшують якість наукових досліджень, сприяють ухваленню обґрунтованих управлінських рішень і трансферу технологій, надаючи стандартизовану, доступну й інтегровану інформацію про ключові екологічні чинники, що впливають на сільське господарство. Такі бази даних впливають на агротехнологічні рішення на основі реальних даних для забезпечення управління земельними, водними ресурсами та врожаєм на принципах сталого розвитку, допомагаючи вченим, агровиробникам і політикам адаптуватися до мінливих кліматичних та екологічних умов. Таким чином, релевантність і науково-практична цінність комплексних баз даних ґрунтово-кліматичних умов підтверджується перспективністю їхнього залучення в інтегровані системи точного землеробства, програми кліматичної адаптації агроєкосистем в умовах глобального потепління, а також раціонального використання природних ресурсів і формування правильної імпоротно-експортної продовольчої політики [Rosenzweig et al., 2014; Paustian et al., 2016].

Комплексні бази даних об'єднують різноманітні джерела даних, стандартизують параметри та гармонізують методи, що дає змогу проводити послідовні оцінки в різних регіонах і країнах. Незважаючи на те, що комплексні бази даних про ґрунти та клімат мають багато переваг як для наукової спільноти, так і для практиків, слід наголосити, що існують певні виклики, пов'язані з їхнім створенням. По-перше, відмінності в методах збору та аналізу даних потребують гармонізації для ефектив-

ного використання. По-друге, розробка та підтримка високоякісних комплексних баз даних вимагає експертизи та фінансових інвестицій, які не завжди повністю покриваються бюджетним фінансуванням дослідницьких установ, тому є потреба у вмотивованих ентузіастах для виконання цього завдання. Таким чином, комплексні бази даних про ґрунти та клімат є важливими інструментами для сучасної аграрної науки. Вони створюють основи якісного наукового дослідження, обґрунтованого прийняття управлінських рішень та ефективного трансферу сучасних технологій, що в кінцевому підсумку сприяє створенню більш стійких і резистентних аграрних систем у ситуації нестійкої агрокліматичної ситуації та порушення природного біорозмаїття та регулювання екосистем [Haddaway et al., 2015; Mthembu et al., 2024].

Постановка завдань. В Україні існує декілька національних баз даних, які можуть бути використані в агроєкологічних дослідженнях і містять інформацію про ґрунти та клімат. Однією з них є база даних «Agroecological Zoning of the Steppe Zone of Ukraine», яка містить інформацію про агроєкологічне районування орних земель Степу України для вирощування основних сільськогосподарських культур [Lykhovyd et al., 2024]. Іншим прикладом може слугувати база даних екологічних властивостей ґрунтів України [Сараненко, 2018]. Однак дотепер не існує універсальної інтерактивної бази даних ґрунтів і клімату України, яка охоплювала б тривалий період агрокліматичних спостережень, надавала вільний доступ до ряду агрокліматичних і агрометеорологічних показників, властивостей ґрунтів, уможлилювала виконувати науково-пошукову та аналітико-синтетичну роботу, незважа-

ючи на той факт, що українські науковці визнають факт необхідності систематизації ґрунтових, кліматичних, екологічних, геологічних та інших параметрів у спеціалізовані бази даних [Давибіда, 2024].

Мета цієї роботи — розроблення інтерактивної бази даних про ґрунти та клімат України та обґрунтування доцільності її використання для поліпшення науково-аналітичної роботи та прогнозування у сфері агроекологічного моніторингу.

Методи і матеріали. База даних про ґрунти та клімат України створена із залученням відкритих агрометеорологічних даних щодо температури повітря, опадів, швидкості вітру, відносної вологості повітря, наданих Українським гідрометеорологічним інститутом. Дані узагальнено за період 1946-2024 рр. за регіональним принципом, помісячно та доповнено даними Центральної геофізичної обсерваторії України [Osadchyi et al., 2022]. Дані щодо температури поверхні ґрунту отримано шляхом відповідних JavaScript запитів у Google Earth Engine за даними аерокосмічного моніторингу MODIS/061/MOD11A2, а дані щодо потенційної евапотранспірації за даними IDAHO_EPSCOR/TERRACLIMATE (роздільна здатність 1 км). Метеорологічні індекси SPEI (стандартизований індекс евапотранспірації і опадів), PDSI (індекс суворості посух Палмера) розраховували згідно з міжнародно визнаною методикою, а трактування величини індексів наведено відповідно до сучасних інтерпретацій, запропонованих для виконання агрокліматичних градацій екосистем [Mika et al., 2005; Beguerma et al., 2014]. Дані про ґрунти України було отримано шляхом відповідних JavaScript запитів у Google Earth Engine із баз OpenLandMap (дані про тип ґрунту, вміст органічної речовини, реакцію ґрунтового розчину, щільність складення, роздільна здатність 250 м) та HiHydroSoil v2.0 (дані про водно-фізичні властивості ґрунтів) [Gupta et al., 2022; Fan et al., 2024]. Для виокремлення даних за регіональним принципом використано маску адміністративних кордонів FAO/

GAUL/2015/level1, накладену на файл, що містить інформацію про просторові особливості території України, у форматі geojson. Дані про ґрунти України як відносно стабільні та статичні за роками наведено без урахування часової динаміки. База даних побудована з використанням бібліотеки JavaScript React, яка відповідає за доступ до вмісту бази даних, графічний інтерфейс, аналітичні інструменти, та розміщена у вільному доступі (<https://ukr-soil-clim-database.web.app/>).

Результати. Розроблена база даних є зручним гнучким інструментом для одержання первинних ґрунтово-кліматичних даних та їхнього аналізу в агрономічних дослідженнях.

При переході на сторінку онлайн додатку користувач бачить стартову сторінку з інформацією про назву бази даних, її розробника, випадаюче меню для обрання мови (наразі доступні лише українська та англійська мови), а також табличний матеріал із даними щодо властивостей ґрунтів України за регіонами з можливістю виокремити необхідний регіон зі списку та завантажити табличку (рис. 1). Є кнопки для обрання типу даних, потрібних користувачеві (за замовчуванням — дані про ґрунти). При переході до кліматичних даних відкривається вікно, яке додатково містить такі елементи, як діапазон років і місяців для аналізу даних, графік кліматичних трендів. Як графік, так і табличні дані можна завантажити для подальшого використання офлайн (рис. 2).

Перевагою бази даних є доступність і масштабованість для різних пристроїв, що працюють на базі різних операційних систем і мають дисплеї неоднакової роздільної здатності. Графік є інтерактивним (при наведенні курсору на відповідне місце графічної моделі відображаються деталі числових значень та атрибутивна інформація). У додатку є можливість обрати необхідні дані за параметрами часового періоду та регіональним принципом для подальшого завантаження у форматі pdf (графіки завантажуються у форматі png) без спотворень і скорочення первинного

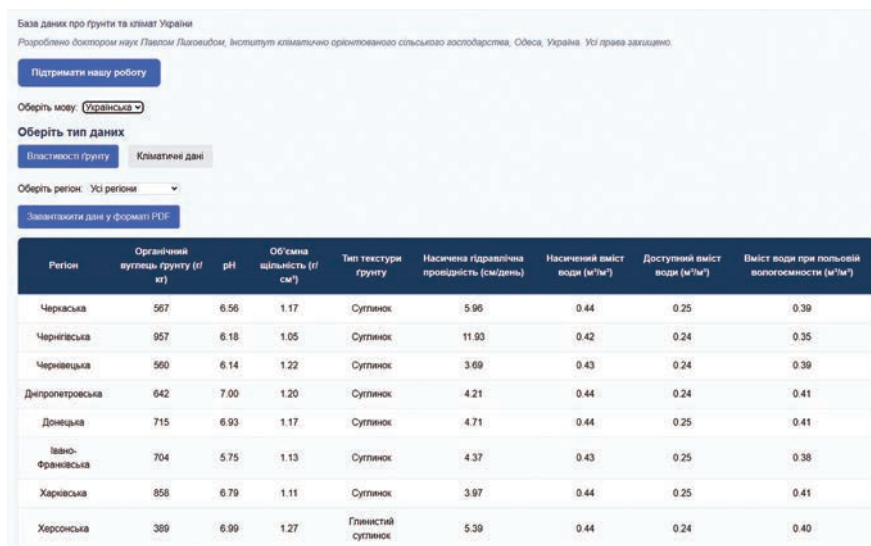


Рисунок 1 – Стартова сторінка бази даних про ґрунти та клімат України (інформація про ґрунти)

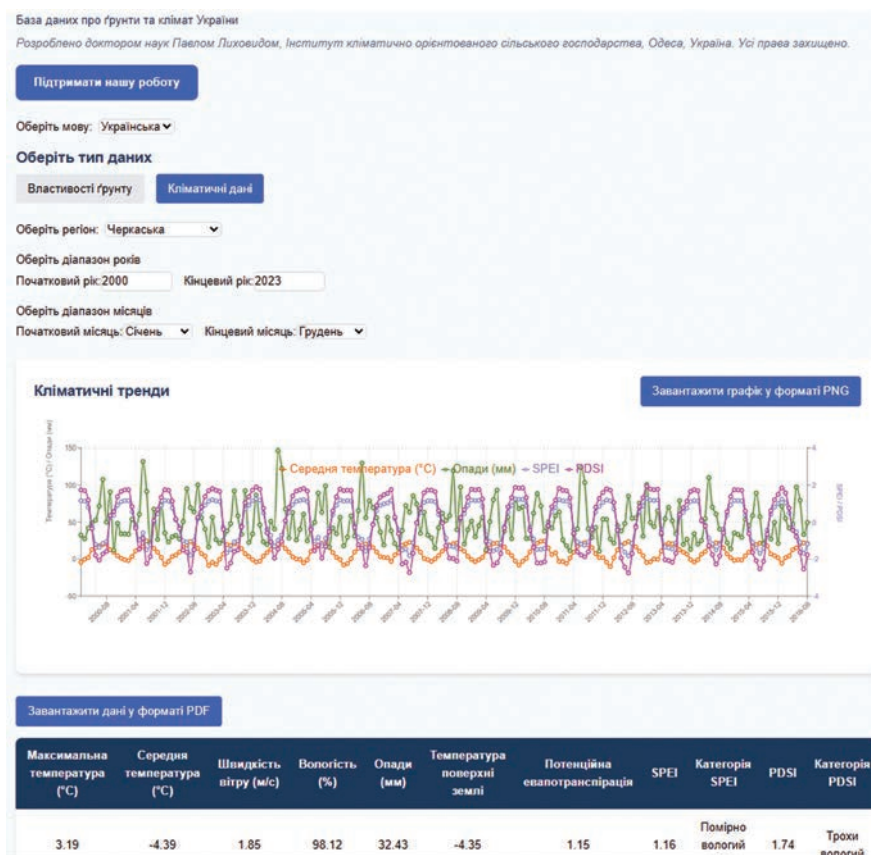


Рисунок 2 – Сторінка бази даних про ґрунти та клімат України з інформацією про кліматичні умови

масиву даних, що дає змогу надалі використовувати ґрунтово-кліматичної інформації в агрономічних і агроєкологічних дослідженнях навіть за відсутності інтернет з'єднання у будь-якому зручному для дослідника сторонньому офісному та ста-

тистичному пакеті.

Обговорення. Наразі на глобальному, регіональному та національному рівнях є декілька потужних, мультипараметричних баз даних, що інтегрують дані про ґрунти та клімат для виконання наукових досліджень та управління в сільському господарстві. Наведемо декілька найбільш відомих і вживаних у науково-практичній діяльності прикладів.

«SoilHealthDB» – глобальна база даних, що інтегрує відомості про стан ґрунту з 354 ділянок у 42 країнах світу, охоплюючи 42 параметри ґрунту та 46 фонових факторів (включаючи кліматичні умови). Вона підтримує мета-аналізи та спільні дослідження з управління сільськогосподарськими угіддями та природоохоронних практик [Jian et al., 2020].

«Global Soil Spectral Library» – найбільша та найрізноманітніша глобальна база даних, що містить інформацію про параметри ґрунтів, отримані за рахунок аналізу на спектрографах у видимому та ближньому інфрачервоному діапазонах, що дає змогу встановити такі ключові властивості, як вміст вуглецю, текстуру, рН, ємність поглинання катіонів тощо та пов'язувати відповідні властивості ґрунту зі змінами клімату [Rossel

виробництва сільськогосподарських культур і дослідження впливу змін клімату на ґрунтовий покрив [Batjes, 2014].

«Senegal Soil-Climate Characterization» — велика база даних про ґрунти та клімат Сенегалу, що використовує просторовий аналіз для визначення однорідних зон для стратегічного планування землекористування та виробництва сільськогосподарських культур у країні [Hernández et al., 2021].

Порівнюючи розроблену авторами базу даних з існуючими глобальними, наприклад, «SoilHealthDB, «Global Soil Spectral Library» чи «ISRIC-WISE», а також із раніше створеними національними українськими ресурсами, представлена розробка вирізняється своєю інтерактивністю та універсальністю для умов України. Вона є першим в Україні онлайн-інструментом, що охоплює тривалий період агрокліматичних спостережень (1946-2024 рр.) та надає вільний доступ до широкого спектра показників із аналітичними можливостями. Це ефективно вирішує проблему відсутності універсальної інтерактивної бази даних для України, яка б уможливила комплексний аналіз ґрунтово-кліматичних умов і властивостей ґрунтів.

Висновки. Вперше для умов України розроблено та розгорнуто онлайн базу даних про ґрунти та клімат. Представлена база даних є унікальним інноваційним інформаційно-аналітичним продуктом, що не має аналогів в Україні за своїми функціональними можливостями. Залучення представленої бази даних дасть змогу істотно скоротити витрати часу та ручної праці на збір, обробку й аналіз основних агрометеорологічних показників і параметрів ґрунтів України, що є ключовими для формування оптимальних ресурсозберігаючих адаптивних агротехнологій. У подальшому база даних буде розширюватися новими показниками ґрунтово-кліматичних умов, а також додаванням актуальних даних за нові часові періоди.

Перелік літератури

Давибіда, Л. (2024). Використання платформи Google Earth Engine для систематизації даних геоекологічних досліджень на прикладі території Карпатського регіону. Екологічні науки. №4(55). С. 79-83. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.4-55.12>

Сараненко, І. І. (2018). Створення бази даних екологічного стану ґрунтів у Microsoft Access. Екологічні науки. Вип. 2(21). С. 74-80.

Batjes, N. (2014). Batjes, N. H. 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, 47, 151-163. Reflections by N.H. Batjes. *European Journal of Soil Science*. Vol. 65. <https://doi.org/10.1111/ejss.12115>

Beguería, S., Vicente-Serrano, S.M., Reig, F., Latorre, B. (2014). Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring. *International Journal of Climatology*. Vol. 34(10). P. 3001-3023. <https://doi.org/10.1002/joc.3887>

Fan, H.Y., Li, Z.S., Jin, Y., Jia, Y., Jin, S.G. (2024). Reconstruction of spatially seamless soil moisture data from SMAP product using deep learning. 2024 *Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS)*. IEEE, P. 1-7. <https://doi.org/10.1109/PIERS62282.2024.10618486>

Gupta, S., Papritz, A., Lehmann, P., Hengl, T., Bonetti, S., Or, D. (2022). Global mapping of soil water characteristics parameters — Fusing curated data with machine learning and environmental covariates. *Remote Sensing*. Vol. 14(8). P. 1947. <https://doi.org/10.3390/rs14081947>

Haddaway, N., Hedlund, K., Jackson, L., Kätterer, T., Lugato, E., Thomsen, I., Jørgensen, H., Söderström, B. (2015). What are the effects of agricultural management on soil organic carbon in boreo-temperate systems? *Environmental Evidence*. Vol. 4. P. 1-29. <https://doi.org/10.1186/s13750-015-0049-0>

Hernández, C. M., Faye, A., Ly, M. O., Stewart, Z. P., Vara Prasad, P. V.,

Bastos, L. M., ... & Ciampitti, I. A. (2021). Soil and climate characterization to define environments for summer crops in Senegal. *Sustainability*, 13(21), 11739. <https://doi.org/10.3390/su132111739>

Jian, J., Du, X., Stewart, R. (2020). A database for global soil health assessment. *Scientific Data*. Vol. 7(1). P. 16. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0356-3>

Lykhovyd, P., Vozhehova, R., Hranovska, L., Bidnyna, I., Shablia, O., Kokoiko, V., Koblai, S., Solomonov, R., Kulidzhanov, E., Hnylytskyi, Y. (2024). Implementation of agroecological zoning index to map the suitability of agricultural lands of the Steppe zone of Ukraine for the cultivation of major crops. *Modern Phytomorphology*. Vol. 18(2). P. 41-46.

Mika, J., Horvath, S. Z., Makra, L., & Dunkel, Z. (2005). The Palmer Drought Severity Index (PDSI) as an indicator of soil moisture. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 30(1-3), 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2004.08.036>

Mthembu, T. L., Kunz, R., Gokool, S., & Mabhaudhi, T. (2024). The Use of Agricultural Databases for Crop Modeling: A Scoping Review. *Sustainability* (2071-1050), 16(15). P. 6554. <https://doi.org/10.3390/su16156554>

Osadchyi, V., Skrynyk, O., Palamarchuk, L., Skrynyk, O., Osypov, V., Oshurok, D., & Sidenko, V. (2022). Dataset of gridded time series of monthly air temperature (min, max, mean) and atmospheric precipitation for Ukraine covering the period of 1946-2020. *Data in Brief*, 44, 108553. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108553>

Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G. P., & Smith, P. (2016). Climate-smart soils. *Nature*, 532(7597), 49-57. <https://doi.org/10.1038/nature17174>

Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A. C., Möller, C., Arneth, A., ... & Jones, J. W. (2014). Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proceedings of the national academy of sciences*, 111(9), 3268-3273. <https://doi.org/10.1073/pnas.1222463110>

Rossel, R. V., Behrens, T., Ben-Dor, E., Brown, D. J., Demattk, J. A. M., Shepherd,

K. D., ... & Ji, W. (2016). A global spectral library to characterize the world's soil. *Earth-Science Reviews*, 155, 198-230. <https://doi.org/10.1016/J.EARSCIREV.2016.01.012>

References

Batjes, N. (2014). Batjes, N. H. 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, 47, 151-163. Reflections by N.H. Batjes. *European Journal of Soil Science*. Vol. 65. <https://doi.org/10.1111/ejss.12115>

Beguería, S., Vicente-Serrano, S.M., Reig, F., Latorre, B. (2014). Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring. *International Journal of Climatology*. Vol. 34(10). P. 3001-3023. <https://doi.org/10.1002/joc.3887>

Davybida, L. (2024). Using the Google Earth Engine for the systematization of geoecological research data: the case of the Carpathian region. *Ecological Sciences*, 4(55), 79-83. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.4-55.12>

Fan, H.Y., Li, Z.S., Jin, Y., Jia, Y., Jin, S.G. (2024). Reconstruction of spatially seamless soil moisture data from SMAP product using deep learning. *2024 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS)*. IEEE, P. 1-7. <https://doi.org/10.1109/PIERS62282.2024.10618486>

Gupta, S., Papritz, A., Lehmann, P., Hengl, T., Bonetti, S., Or, D. (2022). Global mapping of soil water characteristics parameters – Fusing curated data with machine learning and environmental covariates. *Remote Sensing*. Vol. 14(8). P. 1947. <https://doi.org/10.3390/rs14081947>

Haddaway, N., Hedlund, K., Jackson, L., Kätterer, T., Lugato, E., Thomsen, I., Jørgensen, H., Söderström, B. (2015). What are the effects of agricultural management on soil organic carbon in boreo-temperate systems? *Environmental Evidence*. Vol. 4. P. 1-29. <https://doi.org/10.1186/s13750-015-0049-0>

Hernández, C. M., Faye, A., Ly, M. O., Stewart, Z. P., Vara Prasad, P. V.,

- Bastos, L. M., ... & Ciampitti, I. A. (2021). Soil and climate characterization to define environments for summer crops in Senegal. *Sustainability*, 13(21), 11739. <https://doi.org/10.3390/su132111739>
- Jian, J., Du, X., Stewart, R. (2020). A database for global soil health assessment. *Scientific Data*. Vol. 7(1). P. 16. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0356-3>
- Lykhovyd, P., Vozhehova, R., Hranovska, L., Bidnyna, I., Shablia, O., Kokoiko, V., Koblai, S., Solomonov, R., Kulidzhanov, E., Hnylytskyi, Y. (2024). Implementation of agroecological zoning index to map the suitability of agricultural lands of the Steppe zone of Ukraine for the cultivation of major crops. *Modern Phytomorphology*. Vol. 18(2). P. 41-46.
- Mika, J., Horvath, S. Z., Makra, L., & Dunkel, Z. (2005). The Palmer Drought Severity Index (PDSI) as an indicator of soil moisture. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 30(1-3), 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2004.08.036>
- Mthembu, T. L., Kunz, R., Gokool, S., & Mabhaudhi, T. (2024). The Use of Agricultural Databases for Crop Modeling: A Scoping Review. *Sustainability* (2071-1050), 16(15). P. 6554. <https://doi.org/10.3390/su16156554>
- Osadchyi, V., Skrynyk, O., Palamarchuk, L., Skrynyk, O., Osypov, V., Oshurok, D., & Sidenko, V. (2022). Dataset of gridded time series of monthly air temperature (min, max, mean) and atmospheric precipitation for Ukraine covering the period of 1946-2020. *Data in Brief*, 44, 108553. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108553>
- Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G. P., & Smith, P. (2016). Climate-smart soils. *Nature*, 532(7597), 49-57. <https://doi.org/10.1038/nature17174>
- Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A. C., Müller, C., Arneth, A., ... & Jones, J. W. (2014). Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proceedings of the national academy of sciences*, 111(9), 3268-3273. <https://doi.org/10.1073/pnas.1222463110>
- Rossel, R. V., Behrens, T., Ben-Dor, E., Brown, D. J., Demattk, J. A. M., Shepherd, K. D., ... & Ji, W. (2016). A global spectral library to characterize the world's soil. *Earth-Science Reviews*, 155, 198-230. <https://doi.org/10.1016/J.EARSCIREV.2016.01.012>
- Saranenko, I. I. (2018). Creation of a database of ecological condition of soils in Microsoft Access. *Ecological Sciences*, 2(21), 74-80.

UDC 631.4: 551.5: 004.65

UKRAINE SOIL AND CLIMATE DATABASE: ONLINE APPLICATION FOR ANALYSIS AND DYNAMIC EVALUATION OF AGRONOMICALLY VALUABLE PARAMETERS OF SOIL AND CLIMATE

Lykhovyd P., Doctor of Agricultural Sciences,

e-mail: pavel.likhovid@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0314-7644>

Vozhehova R., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of NAAS,

e-mail: icsanaas@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

Hranovska L., Doctor of Economic Sciences, Professor, Corresponding Member of NAAS,

e-mail: g_ludmila15@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-7021-3093>

Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS

Ushkarenko V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of NAAS,

e-mail: ushkarenkov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7499-0938>

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Summary

The article elucidates the primary functionalities and benefits of employing an interactive Ukraine soil and climate database, which was developed through the integration of data derived from agrometeorological observations and remote sensing of the Earth.

The purpose of this study is to construct an interactive database on soils and climate in Ukraine and to validate its applicability for advancing scientific and analytical endeavors, as well as forecasting within the realm of agroecological monitoring.

Methods. The Ukraine soil and climate database was developed using open agrometeorological data such as air temperature, precipitation, wind speed, and relative air humidity, provided by the Ukrainian Hydrometeorological Institute. Data regarding land surface temperature were retrieved through targeted JavaScript queries in Google Earth Engine, utilizing information from the MODIS/061/MOD11A2 aerospace monitoring system; data on potential evapotranspiration were retrieved from IDAHO_EP-SCOR/TERRACLIMATE; the imagery has a spatial resolution of 1 km. Meteorological indices, namely the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) and the Palmer Drought Severity Index (PDSI), were computed in accordance with internationally accepted methodologies. Soil-related data for Ukraine were acquired via JavaScript queries in Google Earth Engine from the OpenLandMap databases, which provide information on soil type, soil organic carbon content, soil solution reaction, and bulk density, as well as from HiHydroSoil v2.0, which supplies data on soil hydrophysical properties. Regional data extraction was facilitated by applying a mask of administrative boundaries from FAO/GAUL/2015/level1. The database was developed using the JavaScript React library and is openly accessible.

Results. The resulting database constitutes a user-friendly and adaptable tool for accessing primary soil and climate data and performing analyses pertinent to agronomic research. A notable advantage of the database is its accessibility and scalability across a diverse range of devices, operating systems, and display resolutions. The application offers the capability to select specific data based on temporal and regional parameters, enabling subsequent downloads in PDF format without compromising or truncating the original dataset. This feature supports the continued utilization of soil and climate information in agronomic and agroecological research, even offline, within any third-party office or statistical software preferred by the researcher.

Conclusions. The Ukraine soil and climate database represents a pioneering and innovative information-analytical tool, unparalleled within the country. Its adoption is poised to substantially diminish the time and labor expended on the collection, processing, and analysis of critical agrometeorological indicators and soil parameters in Ukraine, which are essential for devising optimal, resource-conserving, and adaptive agrotechnologies.

Keywords: automation, agrometeorological indicators, soil properties, remote sensing data, information technologies.