

КАРТОГРАФУВАННЯ ПРАВОБЕРЕЖНОЇ ЧАСТИНИ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ВОДОСПОЖИВАННЯМ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

В.П. Миколайко

доктор сільськогосподарських наук, професор

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини (м. Умань, Україна)

e-mail: mikolaiko@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5894-240X>

В.П. Кирилук

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини (м. Умань, Україна)

e-mail: hidrotechnik@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2098-0520>

Т.А. Рожі

викладач-стажист

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини (м. Умань, Україна)

e-mail: tomas.rozhi.94@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6794-9662>

У статті розглянутий один із напрямів картографування для адміністративного суб'єкта на прикладі створення картограм середньобагаторічного сумарного водоспоживання кукурудзи на зерно за міжфазними періодами розвитку. Мета статті — створити картограми водоспоживання кукурудзи на зерно за міжфазними періодами для правобережної частини Черкаської області. У цьому дослідженні на основі емпіричної інформації за 30-річний період (1991–2020 рр.) та її аналізу проведено розрахунок середньобагаторічного сумарного водоспоживання кукурудзи на зерно за міжфазними періодами. Сумарне водоспоживання досліджуваної культури за окремі міжфазні періоди визначали методом водного балансу. На основі розрахованих значень водоспоживання складені і генералізовані картограми середньобагаторічного сумарного водоспоживання (мм) кукурудзи на зерно за міжфазними періодами для правобережної частини Черкаської області. Картограми середньобагаторічного сумарного водоспоживання кукурудзи на зерно за міжфазними періодами склалися способом ізоліній, які отримували інтерполяцією по точках опробування. У результаті інформація по окремих метеорологічних станціях апроксимувалася на всю досліджувану територію. Для сільськогосподарських формувань різних форм власності правобережної частини Черкаської області інформація, представлена на картограмах, може бути використана для виявлення факторів, які впливають на водоспоживання кукурудзи на зерно за міжфазними періодами або для проведення відповідних диференційованих агро-технічних і меліоративних заходів, необхідних для досягнення запланованої врожайності.

Ключові слова: картограма, кукурудза на зерно, середньобагаторічне сумарне водоспоживання, спосіб ізоліній.

ВСТУП

Останніми роками зміна погодно-кліматичних умов вимагає постійного коригування технологій вирощування. Кукурудза — одна з найважливіших сільськогосподарських рослин, за особливостями свого біологічного потенціалу в умовах правобережної частини Черкаської області є найбільш врожайною [1].

Найбільше на ріст і розвиток кукурудзи на зерно впливають тепло й волога, саме вони часто стають лімітуючими факторами у вирощуванні культури [2].

Екологічні режими є провідними факторами динаміки й функціонування агроландшафтів. Водоспоживання сільськогосподарських культур — це один з основних екологічних

режимів. Картографічний аналіз території адміністративного суб'єкта за водоспоживанням сільськогосподарських культур є важливим методом обробки даних і створення наочних картографічних моделей із подальшим використанням їх у практичних цілях [3].

Картографічний метод дослідження заснований на аналізі карт як просторово-часових моделей дійсності. Виявлення характерних особливостей карти дає можливість оцінити придатність її використання для вирішення якої-небудь конкретної задачі. Із цією метою карта заздалегідь піддається аналізу і оцінці.

Картограми водоспоживання — різновид тематичних картограм (карт), що показує просторовий розподіл водоспоживання сільськогос-

подарських культур у межах територіальної одиниці.

Дослідження картографування правобережної частини Черкаської області за водоспоживанням кукурудзи на зерно є важливим і актуальним питанням в умовах сучасного нераціонального природокористування. На сучасному етапі розвитку таких досліджень це питання не було вивчене в кількісному аспекті та не було створено відповідного картографічного матеріалу, що давав би змогу виявити загальні закономірності територіальної структури та чинники територіальної диференціації водоспоживання кукурудзи на зерно.

Мета статті — створити картограми водоспоживання кукурудзи на зерно за міжфазними періодами для правобережної частини Черкаської області.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дедалі зростає населення нашої планети не лише потребує збільшення кількості продуктів харчування, а й посилює антропогенний тиск на природу. Відбувається різке скорочення таких основних ресурсів, як орні землі, запаси прісної води, джерела енергії, необхідної для виробництва сільськогосподарської продукції [4].

Вирішення цієї проблемної ситуації можливе за умови більш ефективного управління водними ресурсами і збільшення врожайності на одиницю спожитої води (тобто підвищення ефективності використання води) [5;6].

Ідеї застосування картографічних творів різного типу для вирішення проблем, пов'язаних із моделюванням водоспоживання сільськогосподарських культур, реалізуються в багатьох країнах світу [7–10].

Результати дослідження картування евапотранспірації кукурудзи в польовому масштабі проведені поблизу м. Кьоджа (Італія), на південній околиці Венеціанської лагуни, підтверджують [11], що картографічні моделі є важливим інструментом для розрахунку евапотранспірації в польовому масштабі навіть за дуже неоднорідних умов.

Зростаючий попит на картографічну інформацію, що розкриває різні аспекти водоспоживання сільськогосподарських культур, викликає необхідність розробки концепції картографічного забезпечення. При вирішенні цього завдання слід урахувати досягнення вітчизняних учених-картографів щодо розробки концепцій у та окремих напрямках тематичного картографування — Л.Г. Руденка, Т.І. Козаченко, Д.О. Ляшенко [12], В.А. Пересадько [13], Г.О. Пархоменко [14], С.В. Тітова, Т.В. Дудун [15].

Аналіз наукових робіт свідчить, що на сьогодні сформовано низку підходів до картографування територій, водночас потребують подальшого вивчення особливості картографування території правобережної частини Черкаської області за водоспоживанням кукурудзи на зерно з погляду збалансованого землекористування.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У зв'язку з глобальними змінами клімату, які, у свою чергу, призводять до трансформації регіонального клімату і окремих метеорологічних величин, важливо встановити, які зміни відбулися у водоспоживанні кукурудзи на зерно за останні роки.

В основу дослідження водоспоживання кукурудзи на зерно на території правобережної частини Черкаської області покладено метеорологічну інформацію мережі 7 гідрометеорологічних станцій (Звенигородка, Жашків, Канів, Сміла, Умань, Черкаси, Чигирин) за окремі міжфазні періоди розвитку з 1991 до 2020 рр. [16].

Розрахунок середньобогаторічного водоспоживання кукурудзи на зерно за міжфазними періодами проводили методом водного балансу [17]. Визначити окремо частку випаровування і транспірації при вегетації культури досить складно. На практиці ці дві величини визначають як одне ціле, що набагато спрощує розрахунки. Враховуючи витрату ґрунтової вологи і кількість опадів, що випадають упродовж росту й розвитку кукурудзи на зерно, вдається отримати інформацію про сумарне водоспоживання посівами або евапотранспірацію. Ця величина дає найбільш повну картину стану водного режиму агроценозів кукурудзи на зерно, оскільки є інтегральним показником інтенсивності перебігу двох процесів, що визначають витрату вологи посівами — транспірації рослинами і фізичного випаровування з поверхні ґрунту.

На основі цієї інформації побудовано картограми середньобогаторічного водоспоживання кукурудзи на зерно за окремі міжфазні періоди розвитку (сівба — сходи; сходи — 5-й листок; 5-й листок — 9-й листок; 9-й листок — 15-й листок; 15-й листок — цвітіння качана; цвітіння качана — молочна стиглість; молочна стиглість — воскова стиглість; воскова стиглість — повна стиглість), за допомогою яких виявлено їх просторові і часові зміни за 1991–2020 рр.

Картограма відображає середню інтенсивність явища в межах територіальних одиниць одного рангу, найчастіше адміністративних.

При картографуванні явищ суцільного і площинного поширення (в нашому випадку

водоспоживання кукурудзи на зерно) переважно використовують спосіб ізоліній і спосіб якісного фону. До першого способу вдаються, коли потрібна кількісна характеристика явища, до другого — якісна [18].

Стосовно ізоліній, генералізація виявляється в укрупненні інтервалів між ізолініями (тобто в узагальненні кількісної характеристики) і в узагальненні контурів ізоліній [19].

Класичні ізолінійні карти та ізолінійні карти щільності, відтворюючи безперервний розподіл кількісних ознак різноманітних природних і соціально-економічних явищ, відомі як карти полів. Вони зручні для автоматизованих способів складання і аналізу карт.

Картограма може передавати зміни середньої величини явища за проміжок часу.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для території правобережної частини Черкаської області характерні досить сприятливі для ведення сільського господарства кліматичні умови, що в поєднанні з родючими ґрунтами дають можливість успішно вирощувати значне розмаїття сільськогосподарських культур (озимі та ярі зернові, технічні, овочеві та плодово-ягідні культури). Збільшення продукції рослинництва може бути досягнуте насамперед за рахунок впровадження високопродуктивних сортів та гібридів, підвищення культури землеробства, широкого застосування сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Нарівні з цим, необхідною умовою підвищення урожайності та якості сільськогосподарської продукції є об'єктивна оцінка та раціональне використання кліматичних ресурсів території, врахування інформації про кліматичні та агрокліматичні особливості вирощування культур із метою найбільш повного використання сприятливих агрокліматичних ресурсів та, за можливості, послаблення впливу несприятливих кліматичних та погодних умов.

Наявність інформації про водоспоживання є обов'язковою умовою оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Будучи складним об'єктом дослідження, сумарне водоспоживання характеризується сукупністю діючих у часі процесів використання, нагромадження, розподілу і перетворення ґрунтової вологи, її взаємодії з іншими природними тілами під дією зовнішніх природних і меліоративних факторів.

Складність розробок прогнозування водоспоживання сільськогосподарських культур викликала необхідність вести широкі пошукові дослідження.

В умовах зміни клімату, коли йде різке підвищення температури повітря та змінюється режим опадів на території правобережної частини Черкаської області, виникла необхідність узагальнення сучасних даних із водоспоживання кукурудзи на зерно за міжфазними періодами (сівба — сходи; сходи — 5-й листок; 5-й листок — 9-й листок; 9-й листок — 15-й листок; 15-й листок — цвітіння качана; цвітіння качана — молочна стиглість; молочна стиглість — воскова стиглість; воскова стиглість — повна стиглість). Таке узагальнення за період з 1991 до 2020 року зроблене у вигляді картограм середньобогаторічного сумарного водоспоживання кукурудзи на зерно за міжфазними періодами (рис. 1–8).



Рис. 1. Картограма середньобогаторічного сумарного водоспоживання (мм) кукурудзи на зерно за міжфазними періодами (сівба — сходи)
Джерело: розроблено авторами.



Рис. 2. Картограма середньобогаторічного сумарного водоспоживання (мм) кукурудзи на зерно за міжфазними періодами (сходи — 5-й листок)
Джерело: розроблено авторами.

Картографування правобережної частини Черкаської області за водоспоживанням кукурудзи на зерно



Рис. 3. Картограма середньобагаторічного сумарного водоспоживання (мм) кукурудзи на зерно за міжфазними періодами (5-й листок — 9-й листок)

Джерело: розроблено авторами.



Рис. 4. Картограма середньобагаторічного сумарного водоспоживання (мм) кукурудзи на зерно за міжфазними періодами (9-й листок — 15-й листок)

Джерело: розроблено авторами.



Рис. 5. Картограма середньобагаторічного сумарного водоспоживання (мм) кукурудзи на зерно за міжфазними періодами (15-й листок — цвітіння качана)

Джерело: розроблено авторами.



Рис. 6. Картограма середньобагаторічного сумарного водоспоживання (мм) кукурудзи на зерно за міжфазними періодами (цвітіння качана — молочна стиглість)

Джерело: розроблено авторами.

При користуванні картографами величина сумарного водоспоживання може бути визначена з виразу:

$$E_B = E_{\text{сер.бт.р.}} \cdot \frac{d_B}{d_{\text{сер.бт.р.}}}, \quad (1)$$

де E_B — визначене сумарне водоспоживання за міжфазний період для конкретного вегетаційного періоду, мм; $E_{\text{сер.бт.р.}}$ — середньобагаторічне сумарне водоспоживання за міжфазний період (знімається з картограм), мм; d_B — середньодобовий дефіцит вологості повітря за міжфазний період для конкретного вегетаційного періоду (береться з ближчої метеостанції), мб;

$d_{\text{сер.бт.р.}}$ — середньобагаторічний середньодобовий дефіцит вологості повітря за міжфазний період (береться з ближчої метеостанції), мб.

Підсумовуючи вищесказане, можна відмітити, що дані дослідження демонструють доцільність картографування водоспоживання посівів кукурудзи на зерно за міжфазними періодами для території правобережної частини Черкаської області.

ВИСНОВКИ

Результати досліджень свідчать про інтеграцію картограм водоспоживання з польовими спостереженнями та ґрунтово-рослинними спо-

Картографування правобережної частини Черкаської області за водоспоживанням кукурудзи на зерно



Рис. 7. Картограма середньобагаторічного сумарного водоспоживання (мм) кукурудзи на зерно за міжфазними періодами (молочна стиглість — воскова стиглість)

Джерело: розроблено авторами.



Рис. 8. Картограма середньобагаторічного сумарного водоспоживання (мм) кукурудзи на зерно за міжфазними періодами (воскова стиглість — повна стиглість).

Джерело: розроблено авторами.

стереженнями. Картографування правобережної частини Черкаської області за водоспоживанням кукурудзи на зерно за міжфазними періодами може бути дуже корисним для методів точного землеробства (наприклад, точного зрошення), особливо при дефіциті зрошувальної води.

Для сільськогосподарських формувань різних форм власності правобережної частини

Черкаської області інформація, представлена на картограмах, може бути використана для виявлення факторів, які впливають на водоспоживання кукурудзи на зерно за міжфазними періодами або для проведення відповідних диференційованих агротехнічних і меліоративних заходів, необхідних для досягнення запланованої врожайності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кабанець В.М., Собко М.Г., Музика Л.П., Мурач О.М. Особливості вирощування кукурудзи на зерно в умовах північно-східного Лісостепу України. Сад: Інститут сільського господарства Північного Сходу, 2022. 48 с.
2. Кирилюк В.П. Структура сумарного водоспоживання кукурудзи. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. Вип. № 2. С. 23–27.
3. Миколайко В.П., Кирилюк В.П. Картографування водоспоживання пшениці озимої в правобережній частині Черкаської області. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 3. С. 114–122.
4. Serageldin I. Water, life and the environment in the twenty-first century. *Int. J. Water Resour. Dev.* 1999. Vol. 15. P. 17–28.
5. Yang J., Mei X., Huo Z., Yan C., Ju H., Zhao F., Liu Q. Water consumption in summer maize and winter wheat cropping system based on SEBAL model in Huang-Huai-Hai Plain, China. *J. Integr. Agric.* 2015. Vol. 14. P. 2065–2076.
6. Perry C. Accounting for water use: Terminology and implications for saving water and increasing production. *Agric. Water Manag.* 2011. Vol. 98. P. 1840–1846.
7. Zhang L., Zhang H., Niu Y., Han W. Mapping Maize Water Stress Based on UAV Multispectral Remote Sensing. *Remote Sens.* 2019. Vol. 11. P. 1189–1194.
8. Elnmer A., Khadr M., Kanae S., Tawfik A. Mapping daily and seasonally evapotranspiration using remote sensing techniques over the Nile delta. *Agric. Water Manag.* 2019. Vol. 213. P. 682–692.
9. Cammalleri C., Anderson M.C., Gao, F., Hain C.R., Kustas W.P. Mapping daily evapotranspiration at field scales over rainfed and irrigated agricultural areas using remote sensing data fusion. *Agric. For. Meteorol.* 2014. Vol. 186. P. 1–11.
10. Tang J., Han W., Zhang L. UAV Multispectral Imagery Combined with the FAO-56 Dual Approach for Maize Evapotranspiration Mapping in the North China Plain. *Remote Sens.* 2019. Vol. 11. P. 2511–2519. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11212519>.
11. Grosso C., Manoli G., Martello M., Chemin Y. H., Pons D. H., Teatini P., Piccoli I., Morari F. Mapping Maize Evapotranspiration at Field Scale Using SEBAL: A Comparison with the FAO Method and Soil-Plant Model Simulations. *Remote Sens.* 2018. Vol. 10. P. 1450–1458. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs10091452>.
12. Руденко Л.Г., Козаченко Т.І., Ляшенко Д.О., Геоінформаційне картографування в Україні: концептуальні основи і напрями розвитку. Київ: Наук. думка, 2011. 104 с.

13. Пересадько В.А. Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи: монограф. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2009. 215 с.
14. Пархоменко Г.О. Нова концепція атласного еколого-географічного картографування. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2009. Вип. 10. С. 157–164.
15. Дудун Т. В., Тітова С. В. Географічні карти та картографічний метод дослідження (2 том — Картографічний метод дослідження) / упоряд. С. В. Тітова. Київ, 2017. 150 с.
16. Агрометеорологічний огляд за 1991–2020 рр. по Черкаській області. Черкаси: Черкаський обласний центр з гідрометеорології.
17. Гушля А.В., Мезенцев В.С. Водно-балансовые исследования. К: Вища школа, 1982. 231 с.
18. Багмет А.П., Герасимов С.Г., Пшоняк О.В. Екологічне картографування та основи ГІС-технологій: навч. посіб. Житомир: Вид-во “Житомирський національний агроекологічний університет”, 2010. 256 с.
19. Лебедева Н.І. Картографічні методи в екології: навчальний посібник Запоріжжя: ЗНУ, 2011. 117 с.

MAPPING OF THE RIGHT-BANK PART OF CHERKASY REGION WATER CONSUMPTION BY CORN FOR GRAIN

Mykolaiko V.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University (Uman, Ukraine)
e-mail: mikolaiko@i.ua;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3701-804>

Kyryliuk V.

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University (Uman, Ukraine)
e-mail: hidrotechnik@ukr.net;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2098-0520>

Rozhi T.

Trainee Teacher
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University (Uman, Ukraine)
e-mail: tomas.rozhi.94@gmail.com;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6794-9662>

The article examines one of the directions of mapping for an administrative entity using the example of creating cartograms of the average multi-year total water consumption of corn per grain by interphase periods of development. The purpose of the article is to create cartograms of corn water consumption per grain by interphase periods for the right-bank part of the Cherkasy region. In this study, based on empirical information for a 30-year period (1991–2020) and its analysis, the calculation of the average multi-year total water consumption of corn per grain by interphase periods was carried out. The total water consumption of the studied culture for separate interphase periods was determined by the water balance method. On the basis of the calculated values of water consumption, cartograms of the average multi-year total water consumption (mm) of corn per grain by interphase periods for the right-bank part of the Cherkasy region were compiled and generalized. Cartograms of the average multi-year total water consumption of corn per grain by interphase periods were compiled by the method of isolines, which were obtained by interpolation at the sampling points. As a result, information on individual meteorological stations was approximated for the entire studied territory. For agricultural formations of various forms of ownership of the right-bank part of the Cherkasy region, the information presented on the cartograms can be used to identify factors that affect the water consumption of corn for grain in interphase periods or to carry out appropriate differentiated agrotechnical and meliorational measures necessary to achieve the planned yield.

Keywords: cartogram, corn for grain, average multi-year total water consumption, method of isolines.

REFERENCES

1. Kabanets, V.M., Sobko, M.H., Muzyka, L.P., Murach, O.M. (2022). *Osoblyvosti vyroshchuvannya kukurudzy na zerno v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu [Peculiarities of growing corn for grain in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine]*. Sad: Institute of Agriculture of the Northeast [in Ukrainian].
2. Kyryliuk, V.P. (2019). *Struktura sumarnoho vodospozhyvannya kukurudzy [Structure of total water consumption by corn]*. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva — Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, 2, 23–27 [in Ukrainian].
3. Mykolaiko, V.P., Kyryliuk, V.P. (2021). *Kartohrafuvannya vodospozhyvannya pshenytsi ozymoi v pravoberezhnii chastyni Cherkaskoi oblasti [Mapping of consumptive water use by winter wheat in the right-bank part of Cherkasy region]*. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya — Balanced nature using*, 3, 114–122 [in Ukrainian].

4. Serageldin, I. (1999). Water, life and the environment in the twenty-first century. *Int. J. Water Resour.*, 15, 17–28 [in English].
5. Yang, J., Mei, X., Huo, Z., Yan, C., Ju, H., Zhao, F., Liu, Q. (2015). Water consumption in summer maize and winter wheat cropping system based on SEBAL model in Huang-Huai-Hai Plain, China. *J. Integr. Agric.*, 14, 2065–2076 [in English].
6. Perry, C. (2011). Accounting for water use: Terminology and implications for saving water and increasing production. *Agric. Water Manag.*, 98, 1840–1846 [in English].
7. Zhang, L., Zhang, H., Niu, Y., Han, W. (2019). Mapping Maize Water Stress Based on UAV Multispectral Remote Sensing. *Remote Sens.*, 11, 1189–1194 [in English].
8. Elnmer, A., Khadr, M., Kanae, S., Tawfik, A. (2019). Mapping daily and seasonally evapotranspiration using remote sensing techniques over the Nile delta. *Agric. Water Manag.*, 213, 682–692 [in English].
9. Cammalleri, C., Anderson, M.C., Gao, F., Hain, C.R., Kustas, W.P. (2014). Mapping daily evapotranspiration at field scales over rainfed and irrigated agricultural areas using remote sensing data fusion. *Agric. For. Meteorol.*, 186, 1–11 [in English].
10. Tang, J., Han, W., Zhang, L. (2019). UAV Multispectral Imagery Combined with the FAO-56 Dual Approach for Maize Evapotranspiration Mapping in the North China Plain. *Remote Sens.*, 11, 2511–2519. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11212519> [in English].
11. Grosso, C., Manoli, G., Martello, M., Chemin, Y. H., Pons, D. H., Teatini, P., Piccoli, I., Morari, F. (2018). Mapping Maize Evapotranspiration at Field Scale Using SEBAL: A Comparison with the FAO Method and Soil-Plant Model Simulations. *Remote Sens.*, 10, 1450–1458. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs10091452> [in English].
12. Rudenko, L.H., Kozachenko, T.I., Liashenko, D.O. (2011). *Heoinformatsiine kartohrafuvannia v Ukraini: kontseptualni osnovy i napriamy rozvytku [Geoinformation mapping in Ukraine: conceptual foundations and directions of development]*. Kyiv: Nauk. dumka [in Ukrainian].
13. Peresadko, V.A. (2009). *Kartohrafichne zabezpechennia ekolohichnykh doslidzhen i okhorony pryrody: monohrafiia [Cartographic support for ecological research and nature protection: monograph]*. Kharkiv: KhNU im. V.N. Karazina [in Ukrainian].
14. Parkhomenko, H.O. (2009). Nova kontseptsia atlasnoho ekoloho-heohrafichnoho kartohrafuvannia [A new concept of atlas ecological and geographical mapping]. *Problemy bezpererвної heohrafichnoi osvity i kartohrafii — Problems of continuous geographical education and cartography*, 10, 157–164 [in Ukrainian].
15. Dudun, T.V., Titova, S.V. (2017). *Heohrafichni karty ta kartohrafichni metody doslidzhennia (2 tom — Kartohrafichni metody doslidzhennia) [Geographical maps and cartographic method of research (Vol. 2 — Cartographic method of research)]*. Kyiv [in Ukrainian].
16. *Ahrometeorolohichni ohliad za 1991–2020 rr. po Cherkaskii oblasti [Agrometeorological survey for 1991–2020 in Cherkasy region]*. Cherkasy: Cherkaskyi oblasnyi tsentr z hidrometeorolohii [in Ukrainian].
17. Gushlya, A.V., Mezentsev, V.S. (1982). *Vodno-balansovye issledovaniya [Water balance research]*. K: Vyscha shkola [in Russian].
18. Bahmet, A.P., Herasymov, S.H., Pshoniak, O.V. (2010). *Ekolohichne kartohrafuvannia ta osnovy HSTekhnolohii [Ecological mapping and basics of GIS technologies]*. Zhytomyr: Zhytomyrskyi natsionalnyi ah-roekolohichniy universytet [in Ukrainian].
19. Lebedieva, N.I. (2011). *Kartohrafichni metody v ekolohii: navchalnyi posibnyk [Cartographic methods in ecology: tutorial]*. Zaporizhzhia: ZNU [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Миколайко Валерій Павлович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини (вул. Садова, 2, м. Умань, Україна, 20300; e-mail: mikolaiko@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3701-804>)

Кирилюк Володимир Петрович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини (вул. Садова, 2, м. Умань, Україна, 20300; e-mail: hidrotechnik@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2098-0520>)

Рожі Томас Адальбертович, викладач-стажист, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини (вул. Садова, 2, м. Умань, Україна, 20300; e-mail: tomas.rozhi.94@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6794-9662>)