

УДК 338.26

<https://doi.org/10.31713/ve4202541>

JEL: 013

**Скрипчук П. М.** [1; ORCID ID: 0000-0002-2835-4711],

д.е.н., професор,

**Шпак Г. М.** [1; ORCID ID: 0000-0002-8588-441X],

к.е.н., доцент,

**Логвин С. Ю.** [1; ORCID ID: 0009-0009-6639-6347],

здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня

<sup>1</sup>Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

## ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ВОДИ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

У статті розкрито актуальність гармонізації процесів використання віртуальної води у системі зрошення і фертигації у контексті адаптації сільського господарства до змін клімату та забезпечення продовольчої безпеки. Розглянуто показники економічної ефективності використання води для зрошення. Обґрунтовано необхідність дотримання балансу між економічними та екологічними потребами суспільства щодо питань водокористування. Запропоновано способи підвищення ефективності використання води при зрошенні.

**Ключові слова:** віртуальна вода; водокористування; ефективність використання води; ефективність аграрного бізнесу.

**Вступ.** Виснаження ґрунтів через інтенсифікацією сільського господарства в Україні багато років вважається чи не головною проблемою. Проте, зі стрімкими змінами клімату, структури посівних площ, культур та технологій їх вирощування, не менш гостро постає питання раціонального водокористування в сільському господарстві.

Глобальне потепління спричиняє незворотні зміни клімату. Колись аномальні та нетипові погодні умови стають буденністю. Вітчизняні науковці серед потенційних кліматичних загроз для аграрного сектору України називають зростання кількості днів з аномально високими температурами; збільшення повторюваності посушливих явищ; зменшення частоти випадання та збільшення інтенсивності опадів в окремих територіях, що перешкоджає накопиченню ґрунтової вологи; зростання нерівномірності випадання атмосферних опадів за окремі періоди року [1, С. 9].

В умовах прискорення та примноження кліматичних загроз вода дедалі частіше стає обмежувальним фактором для очікуваної врожайності сільськогосподарських культур. Все частіше виникає необхідність використання зрошення при вирощуванні сільськогосподарських культур, навіть в тих регіонах, де воно здійснювалося виключно природним шляхом. Саме тому, агропромисловий комплекс є найбільшим водокористувачем в Україні. Так, для виробництва сільськогосподарської продукції у 2019 році було витрачено 4,4 куб. км води (близько 42% всієї прісної води, вилученої із прісних водних об'єктів України). У 2018 році було вилучено ще більше – 4,7 куб. км [2]. І ця тенденція в майбутньому тільки зростатиме. За оцінками фахівців Інституту водних проблем і меліорації НААНУ [3] за відсутності поливів половина нинішніх орних земель України стане непридатною для землеробства до 2050 р. та дві третини – до 2100 р., що призведе до щорічних втрат урожаю на рівні 24,5 млн т зернових, технічних, овочевих культур та фруктів (за сучасних показників врожайності). У світі 70% усіх прісних вод йде на зрошення сільськогосподарських угідь.

Найменший «водний слід» мають жителі таких країн, як Латвія, Грузія, Угорщина, Китай, Афганістан, Перу, Конго, Ангола та ін. (600–1000 м<sup>3</sup> води в рік на душу населення). Найбільший «водний слід» мають жителі таких країн, як США, Греція, Малайзія, Італія, Таїланд та ін. (2300–2900 м<sup>3</sup> води в рік на душу населення). Чимало держав із цього списку змушені імпортувати воду, щоб зберегти водоспоживання на колишньому рівні. Так, високий рівень «водного сліду» на душу населення забезпечується за рахунок імпорту води в США на 19%, Греції на 35%, Малайзії на 28%, Італії на 51%, Таїланді на 8%. До найбільш залежних від імпорту води країн можна віднести Кувейт і Мальту (імпорт води становить 87%), Нідерланди (82%), Бахрейн та Бельгію (80%). Найбагатші на відновлювані водні ресурси такі країни, як Бразилія (яка при цьому витрачає 8 233 км<sup>3</sup> води на рік), США (3 069 км<sup>3</sup>/рік), Китай (2 896 км<sup>3</sup>/рік) та Індонезія (2 838 км<sup>3</sup>/рік). В Україні середній показник «водного сліду» складає 1575 м<sup>3</sup>/люд/рік [4].

Тому на цьому етапі розвитку аграрного виробництва, питанню відновлення та розвитку системи зрошення в Україні, приділяється особлива увага. Актуальність використання зрошення різних видів та фертигації, як способів адаптації сільського господарства до змін клімату, прослідковується в низці документів стратегічного

планування. Зокрема, одним із завдань для реалізації Водної стратегії України на період до 2050 року [5] зазначено необхідність підвищення ефективності зрошуваних меліорацій як один із способів відновлення та оздоровлення водних екосистем і досягнення стійкого водозабору; в Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року [6], одним із стратегічних напрямків державної політики щодо зрошення та дренажу визначено – забезпечення сталого екологічно збалансованого розвитку землеробства в Україні, шляхом відновлення та збільшення площ зрошуваних земель і дренажних систем. Крім того, Уряд України розробив та узгодив «Довгостроковий план розвитку іригаційного комплексу України до 2050 року» [7] основна мета якого через відновлення та розвиток зрошувальних систем забезпечити високоефективне, стале та екологічнобезпечне ведення землеробства в умовах змін клімату для утримання та підсилення позицій України як одного із світових лідерів у виробництві та експорті продовольства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемам розвитку зрошуваного землеробства України та ефективного водокористування та водоспоживання в сільському господарстві присвячені роботи таких вітчизняних науковців, як Яцюк М. В., Ромащенко М. І., Кичко І., Яроцька О., Нечипоренко О. М., Грановська Л. М., Шатковський А. П., Сайдак Р. В., Матяш Т. В., Тараріко Ю. О. та багатьох інших [8–15]. Аналіз наукових праць показав, що їх переважна більшість присвячена режимам зрошення, техніко-економічним засадам функціонування водогосподарсько-меліоративних систем, екологічним наслідкам сільськогосподарських меліорацій, організаційно-управлінським проблемам використання меліорованих земель, дослідженню впливу сільськогосподарської діяльності на водоспоживання та водокористування в Україні тощо.

Необхідно значно поглибити дослідження щодо підвищення еколого-економічної ефективності використання води для зрошення в сільському господарстві в умовах змін клімату та післявоєнного відновлення економіки України. При цьому необхідно застосовувати комплексний підхід до вивчення питання, що включає інноваційні технології, ефективне управління, світовий досвід та міжнародну співпрацю з метою забезпечення економічного зростання нашої держави, соціальної справедливості та раціонального природокористування.

**Постановка завдання.** Основним завданням написання публікації є дослідити показники та шляхи підвищення ефективності використання води для фертигації і зрошення в сільському господарстві з метою подальшого покращення управління віртуальною водою, що використовується для виробництва сільськогосподарської продукції.

**Викладення основного матеріалу.** Значна частина сільськогосподарських угідь України не підлягає обробітці через активні воєнні дії, замінування або окупацію територій, посилення процесів деградації ґрунтів. Суттєвих втрат земельним ресурсам та аграрному сектору завдало руйнування Каховської ГЕС, яке спричинило зміну місцевих природно-кліматичних умов і зруйнувало системи, що забезпечували зрошення 550 тис. га. Тож, на думку міністра аграрної політики та продовольства України, виходом є інтенсифікація виробництва, в тому числі за рахунок ширшого використання зрошуваних систем. Згідно з першим етапом Плану [7] до 2030 р. очікується збільшення зрошуваних площ до 235 тис. га (або +98 тис. га від рівня 2024 р.), а до 2050 р. розширити площі іригації до 700–750 тис. га з подальшою тенденцією до розширення.

Еколого-економічне обґрунтування використання води для зрошення в сільському господарстві є актуальним при запровадженні, відновленні або вдосконаленні зрошувальних систем та ефективного управління ними на рівні полів, ферм, проєктів та басейнів. Це дозволяє визначити найбільш ефективні та екологічно доцільні шляхи використання водних ресурсів, мінімізуючи негативний вплив на довкілля та максимізуючи економічну вигоду від сільськогосподарського виробництва, забезпечуючи його сталий розвиток та сприяти переходу до «зеленого» зростання.

На думку [16], у зрошуваному землеробстві можна досягти трьох різних цілей:

- 1) максимізації врожайності сільськогосподарських культур;
- 2) максимізації ефективності використання води сільськогосподарськими культурами (водопродуктивності);
- 3) максимізації економічної віддачі фермера.

Найбільш поширеними показниками економічної ефективності використання води у зрошуваних системах в сільському господарстві є продуктивність води (Water productivity, WP) (кг/м<sup>3</sup>) та економічна продуктивність води (EWP) (\$ США /м<sup>3</sup>).

Продуктивність води (WP) – це показник, що вимірює кількість отриманої продукції, врожайності (у кілограмах) на одиницю використаної води (у кубічних метрах). Вона розраховується за формулою:

$$WP = \frac{Y}{V}, \quad (1)$$

Y – врожайність культури, кг/га;

V – об'єм води (м<sup>3</sup>).

Основна мета концепції продуктивності води полягає у отриманні «більшого врожаю з краплі води» («more crop per drop»). Продуктивність води сільськогосподарських культур є важливим показником для оцінки водозбереження та цінності використаної кожної краплі води [17–20]. Підвищення продуктивності води допомагає долати проблему дефіциту водних ресурсів, підвищувати продовольчу безпеку та забезпечувати стійке ведення сільського господарства.

Економічна продуктивність води (EWP) – це показник, який вимірює, наскільки ефективно використовуються водні ресурси для створення економічної цінності. Розраховується як прибуток на одиницю об'єму витраченої води.

$$EWP = \frac{D}{V}, \quad (2)$$

де D – дохід (прибуток) від реалізації врожаю культури, дол. США/га;

V – об'єм води, м<sup>3</sup>.

Приміром, в Україні ефективність водокористування в різних галузях економічної діяльності, становить 8 доларів США на кубометр води, водночас у Польщі цей показник досягає 52 долари США на кубометр [21, С. 79].

Оцінка ефективності використання води в сільському господарстві для зрошення лише за економічними показниками стане стимулом для аграріїв вирощувати на зрошуваних землях переважно культури з вищою рентабельністю (кукурудзу, сою), однак і з вищим рівнем водоспоживання, ризиком розвитку ерозії ґрунтів та погіршення їх агрохімічного стану. Тоді як, еколого-економічна ефективність використання води для зрошення сільськогосподарських земель передбачає наявність балансу між економічним зростанням (збільшення врожайності, прибутку) та екологічними наслідками (зміну рівня ґрунтових вод, засолення, ерозію) та продовольчими потребами.

О. Яроцька [22, С. 152] запропонувала систему показників оцінки ефективності водокористування в цілому, що охоплює соціальну, економічну, екологічну, інвестиційну, технологічну та інституціональну сфери, що мають як прямий, так й опосередкований вплив на процес водокористування.

На думку науковця, в процесі оцінки економічної ефективності водокористування обов'язковим є визначення рівня водозабезпеченості населення і галузей економіки, а також інтенсивності експлуатації водних ресурсів. Оцінка соціальної ефективності водокористування характеризує забезпечення населення водою для потреб необхідної якості та в потрібних об'ємах, доступ до цього життєво важливого ресурсу. Показником якості споживаної води є також здоров'я населення. Екологічна оцінка ефективності водокористування відображає його зворотний бік, що призводить до негативних екологічних наслідків, зокрема виснаження водних ресурсів та їх забруднення.

З одного боку, модернізація іригаційної інфраструктури забезпечить збільшення сільськогосподарських угідь, повернення до використання тих площ зрошуваних земель, які довгий час простоювали, збільшення врожайності культур тим самим збільшуючи економічний ефект. З іншого боку, збільшує екологічні та соціальні ризики. Так, завдяки зрошенню та зміні гідротермічних умов в зоні Полісся вирощують лісостепові культури, однак без належного удобрення це призводить до виснаження ґрунтів. Тому необхідно аналізувати і контролювати показники, що характеризують якісний стан не лише водних, а і земельних ресурсів.

Для досягнення балансу між економічними та екологічними потребами, при плануванні і використанні технологій зрошення, пріоритетним має бути отримання не максимального, а оптимального рівня врожайності з мінімальними питомими витратами та собівартістю продукції, за умов адаптації сільськогосподарського виробництва до зміни клімату і забезпечення продовольчої та екологічної безпеки.

Основними способами підвищення ефективності використання води є використання сучасних систем зрошення, збільшення корисного використання, уникнення втрат води, впровадження водозберігаючих технологій в землеробстві, модернізація іригаційних систем, збільшення врожайності культур, зменшення ризику втрати або недоотримання запланованого врожаю, збільшення доходів

завдяки довгостроковим контрактам поставок продукції за більш вигідними цінами, розробка нових організаційно-економічних моделей агробізнесу з утворенням кластерів, використання для зрошення очищених зворотних (стічних) вод; забезпечення поширення практики використання належно очищених стічних вод у системах зрошення сільськогосподарських угідь розробка ефективних фінансових механізмів державної підтримки сільськогосподарських підприємств, що використовують системи зрошення.

Ще одним пріоритетним напрямом вітчизняної аграрної політики має стати розвиток водостійкого землеробства, в тому числі органічного. Як показує практичний досвід, кукурудза, вирощена на органічних полях, має на 30% більший урожай, ніж звичайні поля в роки посухи. На додаток до того, що токсичні пестициди не потраплятимуть у підземні горизонти, органічне вирощування допомагає утримувати вологість ґрунту. Здоровий ґрунт, багатий на органічні речовини та мікроорганізми, служить губкою, яка постачає рослинам вологу. Органічні поля можуть заповнювати запаси підземних вод до 20% [23].

З метою підвищення економічної ефективності модернізації та використання меліоративних систем державної власності, до управління залучають водокористувачів, які безпосередньо їх експлуатують: аграрії, власники або користувачі земельних ділянок, представники місцевого самоврядування та промисловості. Вони об'єднуються в організацію водокористувачів, що є неприбутковою юридичною особою з метою надання послуг щодо гідротехнічної меліорації.

Такі організації водокористувачів отримують у власність об'єкти інженерної інфраструктури меліоративних систем; мають можливість оформити на земельні ділянки, на яких розміщені такі об'єкти, безоплатний та безстроковий земельний сервітут; самі формують ефективну тарифну політику; мають можливість залучати інвестиційні або кредитні кошти; запровадити заходи енергозбереження; здійснюють довгострокове планування діяльності та забезпечують подальший розвиток меліоративних систем.

Фактично, держава перекладає відповідальність і витрати на відновлення занедбаної системи зрошення в країні на плечі вітчизняного бізнесу [24]. І як не дивно, така співпраця на засадах державно-приватного партнерства є успішною. В Україні вже

створено 50 організацій водокористувачів, що об'єднують понад 130 агровиробників у 13 областях та мають більше 230 тис. га у зоні обслуговування.

Прикладом успішної співпраці організації водокористувачів та грантодавцями є залучення інвестиційних коштів в межах програми USAID АГРО, що тільки за 2024 рік співфінансувала 18 проєктів з модернізації меліоративної інфраструктури, для відновлення зрошення на площі 6,8 тис. га [25]. Завдяки цьому вони зможуть замінити різноманітне застаріле обладнання та встановити нове, що допоможе врегулювати та налагодити спільне зрошення. Тоді як реалізація аналогічних проєктів державними компаніями за кошти бюджету є неефективна та корумпована.

Перспективним механізмом торгівлі віртуальною водою може бути новий інструмент екологічної політики – механізм прикордонного коригування водокористування, а в подальшому й всьому Європейському Союзі. Він буде застосоватися у ЄС після прийняття концепції водного сліду (або віртуальної води) до сільськогосподарської та промислової продукції, комунального сектора великих населених пунктів, експортованих продуктів (з певної території). Механізм буде подібний до інновацій ЄС щодо викидів вуглецю прикордонних територій з ЄС, які б понесли установки, що працюють у Європейському Союзі.

Щоб зібрати необхідну інформацію для впровадження такого механізму необхідно за плановим підходом впровадження інновацій прийняти візію, концепцію, стратегії й програми щодо віртуальної води у ЄС. Наступним кроком планового наукового забезпечення буде розробка низки директив із впровадження такого високо технологічного й соціально відповідального водокористування. Бізнес і водокористувачі, населення через комунальний сектор отримають обмеження використання кількості води. На перших етапах впровадження таких новацій буде супротив змінам, але природно-кліматичні фактори, запаси поверхневих і підземних вод спонукатимуть до визнання такого механізму через соціо-еколого-економічний інструментарій (рисунок).

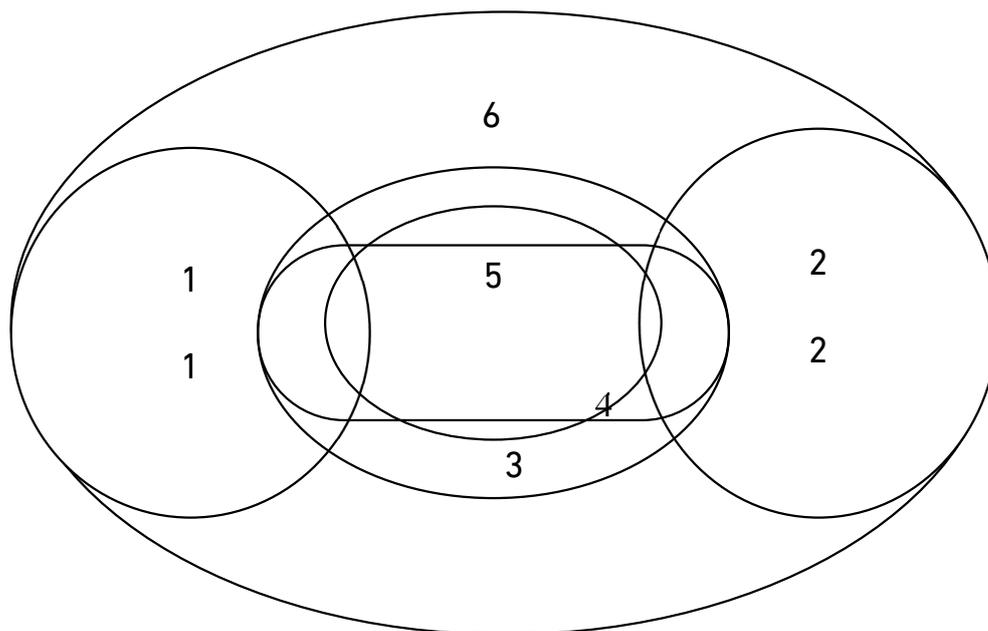


Рисунок. Системне бачення інформаційного простору щодо віртуальної води (водного сліду) у сфері природокористування:

1 – соціально-економічні процеси; 2 – фізичні, біологічні процеси взаємодії природи і суспільства; 3 – природокористування і природоохоронна діяльність; 4 – процеси еколого-економічного, соціального регулювання життєдіяльності; 5 – концепція віртуальної води; 6 – біосферні процеси

До кінця перехідного періоду, Європейська Комісія проведе повний огляд впровадження СВМ, зокрема для розширення переліку товарів, що підлягають СВМ.

**Висновок.** Результати дослідження свідчать про важливість еколого-економічної оцінки ефективності використання зрошення в сільському господарстві в умовах змін клімату та післявоєнного відновлення економіки України. Збільшення площі зрошуваних угідь сьогодні розглядають як спосіб адаптації сільського господарства до змін клімату та забезпечення продовольчої безпеки в країні. На нашу думку, при використанні технологій зрошення, орієнтуватися треба на отримання не максимального, а оптимального рівня врожайності культур з мінімальними питомими витратами і забезпечення екологічної безпеки. Через низьку ефективність водокористування в Україні, актуальним залишається запровадження сучасних водозберігаючих технологій, оптимізація агротехнічних заходів та ефективне управління водними ресурсами. Для гарантування

екологічної безпеки необхідно аналізувати показники, що характеризують якісний стан не лише водних, а і земельних ресурсів.

1. Перспективи розвитку аграрного сектора України в умовах кліматичних змін : аналіт. доп. / В. М. Русан, Л. А. Жураковська, Я. А. Жаліло та ін. ; за наук. ред. Я. А. Жаліла. Київ : НІСД, 2024. 47 с. <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.09> (дата звернення: 25.09.2025).
2. Сучасне водокористування України. Державне агентство водних ресурсів України. URL: <https://www.davr.gov.ua/news/suchasnevodokoristuvannya-ukraini> (дата звернення: 26.09.2025).
3. Prospects for restoration of Ukraine's irrigation system / Romashchenko M., Faybishenko B., Onoprienko D., Napich H., Novitskyi R., Dent D., Saidak R., Usatyi S., Roubik H. *Water International Taylor & Francis Journals*. 2025. Vol. 50(2). P. 104–120. DOI: 10.1080/02508060.2025.2472718.
4. Про затвердження довгострокового плану розвитку іригаційного комплексу України до 2050 року : Розпорядження від 25 березня 2025 р. № 280-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280-2025-%D1%80#Text> (дата звернення: 28.09.2025).
5. Гуторов А. О., Біднина І. О. Економіка розвитку зрошуваного землеробства України. *Збалансов. природокористування*. 2023. № 2. С. 45–56.
6. Кичко І. Рациональне водокористування та водоспоживання у процесі інтенсифікації сільськогосподарської діяльності: еколого-економічні аспекти. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2023. Вип. 2(30). С. 54–63. [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2022-2\(30\)-54-63](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2022-2(30)-54-63).
7. Бояркіна Л. В., Боровик В. О., Шабля О. С., Шарій В. О., Біднина І. О. Сучасний стан зрошуваних сільськогосподарських земель в Україні. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 16. С. 5–10. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.1>.
8. Нечипоренко О. М. Методологічні засади оцінювання результативності іригаційного землеробства. *Економіка АПК*. 2018. № 12. С. 76–85. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201812076>.
9. Грановська Л., Морозов О., Іванов В. Оцінка якості зрошувальної води та їх вплив на показники родючості ґрунтів за краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2021. Вип. 75. С. 16–24.
10. Шатковський А. П., Журавльов О. В. Наукові основи технологій краплинного зрошення сільськогосподарських культур : монографія. Одеса : Гельветика, 2021. 439 с.
11. Тараріко Ю. О., Яцюк М. В., Сайдак Р. В., Книш В. В. Меліоровані агроєкосистеми у Західному Поліссі. *Аграрні інновації*. 2022. С. 111–120.
12. Формування біоенергетичних зрошуваних агроєкосистем у Лісостепу : монографія / за ред. акад. НААН Ю. О. Тараріка. Київ : Аграрна наука, 2023. 128 с. DOI: <https://doi.org/10.31073/978-966-540-575-7>
13. S. De Pascale et al. Increasing water use efficiency in vegetable crop production: from plant to irrigation systems efficiency. *Horttechnology*. 2011. Vol. 21 (3). Pp. 301–308. DOI: 10.21273/HORTTECH.21.3.301
14. Kang Y., Khan S., Maa X. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security. *Progress in Natural Science*. 2009. Vol. 19 (2). Pp. 1665–1674. DOI:10.1016/j.pnsc.2009.08.001.
15. Kijne J. W., Barker R., Molden D. Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. *Agricultural Systems*. 2006. Vol. 91(1–2). Pp. 154–155. DOI:10.1016/j.agsy.2005.12.004
16. Oner Cetin, Nese Uzen Raising water productivity levels and ensuring sustainability of irrigation for high water using crops. 2nd World Irrigation Forum, 2016/11. URL: [https://www.researchgate.net/profile/OnerCetin/publication/310462996\\_RAISING\\_WATER\\_PRODUCTIVITY\\_LEVELS\\_AND\\_E](https://www.researchgate.net/profile/OnerCetin/publication/310462996_RAISING_WATER_PRODUCTIVITY_LEVELS_AND_E) (дата звернення: 01.10.2025).
17. Oner Cetin,

Abdurrahman Kara Assessment of water productivity using different drip irrigation systems for cotton. *Agricultural Water Management*. 2019. Vol. 223. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105693>. **18.** Сахарнацький В. В. Еколого-економічна оцінка використання водних ресурсів України в контексті сталого розвитку. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 3. С. 76–83. **19.** Яроцька О. В. Система критеріїв та показників оцінки ефективності водокористування. *Економіка природокористування і охорони довкілля* : зб. наук. пр. К. : ДУ ІЕПСР НАН України, 2015. С. 146–155. URL: <https://nasplib.isofts.kiev.ua/handle/123456789/163494>. (дата звернення: 25.09.2025). **20.** 10 Ways Farmers Are Saving Water. URL: <https://foodwise.org/articles/10-ways-farmers-are-saving-water> (дата звернення: 01.10.2025). **21.** Григор'єва Х. А. Зрошення та продовольча безпека в контексті дефіциту води: правові проблеми та перспективи. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Сер. ПРАВО*. 2024. Вип. 83. Ч. 2. С. 84–94. <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2024.83.2.12>.

## REFERENCES:

**1.** Perspektyvy rozvytku ahrarnoho sektora Ukrainy v umovakh klimatychnykh zmin : analit. dop. / V. M. Rusan, L. A. Zhurakovska, Ya. A. Zhalilo ta in. ; za nauk. red. Ya. A. Zhalila. Kyiv : NISD, 2024. 47 s. URL: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.09> (data zvernennia: 25.09.2025). **2.** Suchasne vodokorystuvannia Ukrainy. Derzhavne ahentstvo vodnykh resursiv Ukrainy. URL: <https://www.davr.gov.ua/news/suchasnevodokorystuvannya-ukraini> (data zvernennia: 26.09.2025). **3.** Prospects for restoration of Ukraines irrigation system / Romashchenko M., Faybishenko B., Onopriienko D., Hapich H., Novitskyi R., Dent D., Saidak R., Usatyi S., Roubik H. *Water International Taylor & Francis Journals*. 2025. Vol. 50(2). P. 104–120. DOI: 10.1080/02508060.2025.2472718. **4.** Pro zatverdzhennia dovhostrokovoho planu rozvytku iryhatsiinoho kompleksu Ukrainy do 2050 roku : Rozporiadzhennia vid 25 bereznia 2025 r. № 280-r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280-2025-%D1%80#Text> (data zvernennia: 28.09.2025). **5.** Hutorov A. O., Bidnyna I. O. Ekonomika rozvytku zroshuvanoho zemlerobstva Ukrainy. *Zbalansov. pryrodokorystuvannia*. 2023. № 2. S. 45–56. **6.** Kychko I. Ratsionalne vodokorystuvannia ta vodospozhyvannia u protsesi intensyfikatsii silskohospodarskoi diialnosti: ekolohe-ekonomichni aspekty. *Problemy i perspektyvy ekonomiky ta upravlinnia*. 2023. Vyp. 2(30). S. 54–63. [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2022-2\(30\)-54-63](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2022-2(30)-54-63). **7.** Boiarkina L. V., Borovyk V. O., Shablia O. S., Sharii V. O., Bidnyna I. O. Suchasnyi stan zroshuvanykh silskohospodarskykh zemel v Ukraini. *Ahrarni innovatsii*. 2022. Vyp. 16. S. 5–10. <https://doi.org/10.32848/agr.ar.innov.2022.16.1>. **8.** Nechyporenko O. M. Metodolohichni zasady otsiniuvannia rezultatyvnosti iryhatsiinoho zemlerobstva. *Ekonomika APK*. 2018. № 12. S. 76–85. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201812076>. **9.** Hranovska L., Morozov O., Ivanov V. Otsinka yakosti zroshuvalnoi vody ta yikh vplyv na pokaznyky rodiuchosti gruntiv za kraplynnoho zroshennia. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2021. Vyp. 75. S. 16–24. **10.** Shatkovskiy A. P., Zhuravlov O. V. Naukovi osnovy tekhnolohii kraplynnoho zroshennia silskohospodarskykh kultur : monohrafiia. Odesa : Helvetyka, 2021. 439 s. **11.** Tarariko Yu. O., Yatsiuk M. V., Saidak R. V., Knysh V. V. Meliorovani ahroekosystemy u Zakhidnomu Polissii. *Ahrarni innovatsii*. 2022. S. 111–120. **12.** Formuvannia

bioenerhetychnykh zroshuvanykh ahroekosystem u Lisostepu : monohrafiia / za red. akad. NAAN Yu. O. Tararika. Kyiv : Ahrarna nauka, 2023. 128 s. DOI: <https://doi.org/10.31073/978-966-540-575-7> **13.** S. De Pascale et al. Increasing water use efficiency in vegetable crop production: from plant to irrigation systems efficiency. *Hortechology*. 2011. Vol. 21 (3). Pp. 301–308. DOI: 10.21273/HORTTECH.21.3.301 **14.** Kang Y., Khan S., Maa X. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security. *Progress in Natural Science*. 2009. Vol. 19 (2). Pp. 1665–1674. DOI:10.1016/j.pnsc.2009.08.001. **15.** Kijne J. W., Barker R., Molden D. Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. *Agricultural Systems*. 2006. Vol. 91(1–2). Pp. 154–155. DOI:10.1016/j.agry.2005.12.004 **16.** Oner Cetin, Nese Uzen Raising water productivity levels and ensuring sustainability of irrigation for high water using crops. 2nd World Irrigation Forum, 2016/11. URL: [https://www.researchgate.net/profile/OnerCetin/publication/310462996\\_RAISING\\_WATER\\_PRODUCTIVITY\\_LEVELS\\_AND\\_E](https://www.researchgate.net/profile/OnerCetin/publication/310462996_RAISING_WATER_PRODUCTIVITY_LEVELS_AND_E) (data zvernennia: 01.10.2025). **17.** Oner Çetin, Abdurrahman Kara Assesment of water productivity using different drip irrigation systems for cotton. *Agricultural Water Management*. 2019. Vol. 223. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105693>. **18.** Sakharnatskyi V. V. Ekoloho-ekonomichna otsinka vykorystannia vodnykh resursiv Ukrainy v konteksti staloho rozvytku. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2023. № 3. С. 76–83. **19.** Yarotska O. V. Systema kryteriiv ta pokaznykiv otsinky efektyvnosti vodokorystuvannia. *Ekonomika pryrodokorystuvannia i okhorony dovkillia* : zb. nauk. pr. K. : DU IEPSR NAN Ukrainy, 2015. S. 146–155. URL: <https://nasplib.isoftware.kiev.ua/handle/123456789/163494>. (data zvernennia: 25.09.2025). **20.** 10 Ways Farmers Are Saving Water. URL: <https://foodwise.org/articles/10-ways-farmers-are-saving-water> (data zvernennia: 01.10.2025). **21.** Hryhorieva Kh. A. Zroshennia ta prodovolcha bezpeka v konteksti defitsytu vody: pravovi problemy ta perspektyvy. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Ser. PRAVO*. 2024. Vyp. 83. Ch. 2. С. 84–94. <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2024.83.2.12>.

---

**Skrypchuk P. M.** [1; ORCID ID: 0000-0002-2835-4711],

Doctor of Economics, Professor,

**Shpak H. M.** [1; ORCID ID: 0000-0002-8588-441X],

Candidate of Economics (Ph.D.), Associate Professor,

**Lohvyn S. Yu.** [1; ORCID ID: 0009-0009-6639-6347],

Post-graduate Student

<sup>1</sup>National University of Water and Environmental Engineering, Rivne

## **ECOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF VIRTUAL WATER USE IN AGRICULTURE**

**The article reveals the relevance of determining the most effective and environmentally sound ways of using water resources in irrigation and**

**fertigation systems. At the same time, it is necessary to minimise the negative impact on the environment and maximise the economic benefits of agricultural production, promote the adaptation of agriculture to climate change and ensure food security. The indicators of economic efficiency of water use for irrigation, namely water productivity and economic water productivity, are considered. The need to maintain a balance between the economic and environmental needs of society in terms of water use is justified. Thus, when planning and using irrigation technologies, the priority should be to achieve not the maximum, but the optimal level of yield with minimum specific costs and production costs. To ensure environmental safety, it is necessary to analyse indicators that characterise the quality of not only water but also land resources. Ways to improve the efficiency of water use in irrigation have been proposed. In particular, the use of modern irrigation systems, increased utilisation, avoidance of water losses, introduction of water-saving technologies in agriculture, modernisation of irrigation systems, increased crop productivity, reduced risk of loss or underperformance of planned harvests, increasing income through long-term contracts for the supply of products at more favourable prices, developing new organisational and economic models for agribusiness with the creation of clusters, using treated water for irrigation; providing financial state support to agricultural enterprises that use irrigation systems. A promising mechanism for trading virtual water could be a new environmental policy tool – a border water use adjustment mechanism.**

**Keywords:** virtual water; water use; water use efficiency; agricultural business efficiency.

Отримано: 06 листопада 2025 року  
Прорецензовано: 11 листопада 2025 року  
Прийнято до друку: 18 грудня 2025 року