



Національна академія аграрних наук України
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Збірник матеріалів

Міжнародній науково-практичній конференції

ВОДНА ТА ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА: СВІТОВІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ, присвяченої Всесвітньому дню водних ресурсів

19 березня 2026 року
м.Одеса



**Національна академія аграрних наук України
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН**

Збірник матеріалів

Міжнародної науково-практичної конференції

**ВОДНА ТА ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА:
СВІТОВІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ**

присвяченої Всесвітньому дню водних ресурсів

**19 березня 2026 року
Одеса**

Слава Україні!



**National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS**

**Collection of materials of the
International scientific and practical conference**

**WATER AND FOOD SECURITY:
GLOBAL AND REGIONAL TRENDS**

Dedicated to World Water Day

**March 19, 2026
Odesa**

Рекомендовано до друку Вченою радою
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
(протокол № 6 від 30 березня 2026 року)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Віктор КАМІНСЬКИЙ – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, академік-секретар Відділення землеробства, меліорації та механізації Національної академії аграрних наук України, м. Київ, Україна

Олексій ДАНЧУК – доктор ветеринарних наук, професор, т.в.о. директора Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, м. Одеса, Україна

Раїса ВОЖЕГОВА – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, в.о. директора Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення, м. Одеса, Україна

Заур Рауф огли МІКАІЛОВ – Державне агентство водних ресурсів Азербайджану, м. Баку, Азербайджан (**Zaur Rauf oğlu MIKAYILOV** – Azərbaycan Dövlət Su Ehtiyatları Agentliyi, Bakı, Azərbaycan)

Андрій ДОРОНІН – кандидат економічних наук, старший науковий співробітник, начальник відділу землеробства, меліорації та механізації Національної академії аграрних наук України, м. Київ, Україна

Людмила ГРАНОВСЬКА – доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НААН, завідувач відділу зрошуваного землеробства та декарбонізації агроєкосистем Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, м. Одеса, Україна

Сергій ЗАЄЦЬ – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач відділу кліматично орієнтованих агротехнологій Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, м. Одеса, Україна

Павло ЛИХОВИД – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник відділу зрошуваного землеробства та декарбонізації агроєкосистем Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, м. Одеса, Україна

Анатолій ТОМНИЦЬКИЙ – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, заступник директора з науково-виробничої роботи Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, м. Одеса, Україна

Олена ПЛЯРСЬКА – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, завідувач відділу маркетингу та міжнародної діяльності Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, м. Одеса, Україна

Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Водна та продовольча безпека: світові та регіональні тенденції», присвяченої Всесвітньому дню водних ресурсів, м. Одеса, 19 березня 2026 року. Одеса: ІКОСГ НААН, 2026. 124 с.

Стан водних ресурсів, водних, річкових та водно-болотних екосистем України	
The state of water resources and aquatic, river, and wetland ecosystems of Ukraine	
<hr/>	
САНІТАРНО-МІКРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДИ ТА АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНІСТЬ МІКРООРГАНІЗМІВ У СИСТЕМАХ АКВАКУЛЬТУРИ	9
Гадзевич О.В., Палій А.П., Келеберда М.І., Гадзевич Д.В.	
СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ВОДНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ У СВІТІ: ГЛОБАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	14
Дребот О.І., Височанська М.Я.	
ЗМІНА УМОВ ЗВОЛОЖЕННЯ НА ТОРФОБОЛОТНИХ МАСИВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ ЗА БАГАТОРІЧНИЙ ПЕРІОД	17
Зосимчук М.Д., Зосимчук О.А., Поліщук О.С.	
ВОДНІ РЕСУРСИ ПРИЧОРНОМОР'Я ТА НИЖНЬОГО ДУНАЮ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ	21
Кічук І.Д.	
ІДЕНТИФІКАЦІЯ СОЦІО-ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ РЕЗИЛІЄНТНОСТІ ЯКОСТІ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ В КОНТЕСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОСЛУГ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ	26
Левковська Л.В., Колмакова В.М.	
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМ РЕЖИМОМ ОСУШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ЗІ СКЛАДНИМ РЕЛЬЄФОМ	30
Турченко В.О., Волк П.П., Войцехович Н.В.	
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ	34
Шумигай І.В., Душко П.М.	
<hr/>	
Природоорієнтовані рішення щодо екологічно безпечного водокористування, відтворення та охорони водних ресурсів з урахуванням їх транскордонного значення	
Nature-based solutions for environmentally safe water use, restoration, and protection of water resources, considering their transboundary significance	
<hr/>	
СОЯ В ПІСЛЯЖНИВНИХ ПОСІВАХ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ	40
Засць С.О., Рудік О.Л., Онуфран Л.І.	
ВОДНИЙ ФАКТОР У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ: СТРАТЕГІЧНІ ОРІЄНТИРИ РОЗВИТКУ	46
Зіновчук Н.В., Мішенін Є.В.	

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ТА ШЛЯХИ ЗАПОБІГАННЯ ДЕГРАДАЦІЇ МЕЛІОРОВАНИХ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ПОСИЛЕННЯ ПОСУШЛИВОСТІ КЛІМАТУ	49
Рокочинський А.М., Волк П.П., Турченко В.О., Приходько Н.В., Волк Л.Р.	
НЕОБХІДНІСТЬ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ НА ДОВГОТЕРМІНОВІЙ ОСНОВІ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ У ЗМІННИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ	55
Сташук В.А., Рокочинський А.М., Волк П.П., Приходько Н.В.	
ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ВОДНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ	60
Хвесик М.А., Левковська Л.В., Чередніченко Ю.Г.	
ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІСНОВОДНИМИ РЕСУРСАМИ В ПРОЦЕСІ РЕІНТЕГРАЦІЇ ТИМЧАСОВОГО-ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ПІВДЕННИХ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ ТА АР КРИМ	64
Хлобистов Є.В., Кльова К.О.	

Інтегроване управління водними ресурсами в районах річкових басейнів
Integrated water resources management within river basin districts

ОБМЕЖЕННЯ ТРАДИЦІЙНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗРОШУВАЛЬНИХ МЕЛІОРАЦІЙ В УМОВАХ ДЕФІЦИТУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ	69
Козішкурт С.М., Літвінчук О.В.	

Напрями підвищення ефективності зрошувальних меліорацій та зрошеного землеробства
Directions for improving the efficiency of irrigation melioration and irrigated agriculture

УДОСКОНАЛЕННЯ АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ ДО ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ МОДУЛІВ ДРЕНАЖНОГО СТОКУ	74
Волк Л.Р., Ромащенко Є.В., Волк П.П., Рокочинський А.М.	
УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ В ОРГАНІЧНІЙ СІВОЗМІНІ	80
Гож О.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю.	
РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТІВ СУХОСТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ ЗАЛЕЖНО ВІД МЕЛІОРАТИВНИХ УМОВ	83
Грановська Л.М., Томницький А.В., Козирєв В.В., Біднина І.О., Угрін О.М.	
ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА У КОНТЕКСТІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ ТА РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ	86
Доронін А.В.	
НЕОБХІДНІСТЬ ЗАХИСТУ РОСЛИН І «ПЕСТИЦИДНА НЕБЕЗПЕКА»	89
Трандафір І.В.	

Слава Україні!

ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ
ДИСТАНЦІЙНИХ ЗАСОБІВ 93

Усатий С.В., Поліщук В.В., Усата Л.Г., Сардак А.С., Коваленко І.О.

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ПРИРОДНОРЕСУРСНИМИ
ПРОЄКТАМИ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ 97

Фроленкова Н.А., Рокочинський А.М.

**Використання очищених стічних вод та регульованого видобутку
підземних вод для зрошення**

**The use of treated wastewater and regulated groundwater
extraction for irrigation**

ВИКОРИСТАННЯ ФІЛЬТРАТИВ ПІСЛЯ БІОКОНВЕРСІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ
У СИСТЕМАХ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ 103

Ковальов М.М.

ТЕОРЕТИКО-ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ВІРТУАЛЬНОЇ ВОДИ В АГРОБІЗНЕСІ 106

Логвин С.Ю.

**Удосконалення системи моніторингу кількості і якості
поверхневих і підземних вод**

**Improvement of monitoring systems for the quantity and quality of surface
and groundwater**

ГІДРОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗАТОПЛЕННЯ ЗАПЛАВНИХ
ЗЕМЕЛЬ НА ДІЛЯНЦІ РІЧКИ ДЕСНА 112

Доценко В.І., Ткачук А.В., Коваленко В.В.

**Використання штучного інтелекту для управління водними ресурсами та
оптимізації роботи зрошувальних систем**

**Application of artificial intelligence for water resource management and
optimization of irrigation systems**

WATERQ AI: AUTOMATING IRRIGATION WATER QUALITY ASSESSMENT
THROUGH A RULE-BASED AI FRAMEWORK 118

Lykhovyd P.V.

РОЗРОБКА ТА НАВЧАННЯ АІ АГЕНТА НА БАЗІ MISTRAL7 ДЛЯ
ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕФІЦИТУ ҐРУНТОВОЇ ВОЛОГИ У ЗОНІ ЛІСОСТЕПУ 120

Тараріко Ю.О., Сайдак Р.В., Книш В.В., Степанова М.М.

***Стан водних ресурсів, водних, річкових
та водно-болотних екосистем України***

***The state of water resources and aquatic, river,
and wetland ecosystems of Ukraine***

САНІТАРНО-МІКРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДИ ТА АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНІСТЬ МІКРООРГАНІЗМІВ У СИСТЕМАХ АКВАКУЛЬТУРИ

Гадзевич О. В.,

кандидат ветеринарних наук,
в.о. завідувач лабораторії ветеринарної санітарії, паразитології та вивчення
хвороб бджіл,
olgagadzevych@gmail.com

Палій А. П.,

доктор ветеринарних наук, професор,
директор ННЦ «ІЕКВМ»,
paliy.dok@gmail.com

Келеберда М. І.,

кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник лабораторії ветеринарної санітарії,
паразитології та вивчення хвороб бджіл,
keleber.nikolay@gmail.com

Гадзевич Д. В.,

кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник лабораторії вивчення туберкульозу,
5195681@gmail.com

Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної
ветеринарної медицини»,
м. Харків, Україна

Анотація

Метою роботи було оцінити санітарно-мікробіологічний стан води різних типів гідроекосистем рибницьких господарств Харківської області та визначити рівень антибіотикорезистентності санітарно-показових мікроорганізмів. Досліджено 300 проб води, відібраних із установок замкнутого водопостачання (УЗВ) (n=78) та ставкових водойм (n=222). Визначали загальну кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФМ), видовий склад санітарно-показової мікробіоти та її чутливість до антибактеріальних препаратів диско-дифузійним методом. Встановлено, що рівень бактеріального забруднення у ставках суттєво перевищував показники установок замкнутого водопостачання ($p < 0,05$) і характеризувався більшою різноманітністю мікробіоти. У воді домінували представники родини *Enterobacteriaceae*, а також бактерії родів *Aeromonas* і *Pseudomonas*. Ізольовані культури характеризувалися високим рівнем резистентності до пеніцилінів, сульфаніламідів і нітрофуранів, тоді як найнижчу стійкість встановлено до фторхінолонів і цефалоспоринів III покоління. Отримані результати підтверджують формування у водних екосистемах аквакультури резервуарів полірезистентної мікробіоти та вказують на потенційні ризики для здоров'я

гідробіонтів, тварин і людини. Необхідність регулярного мікробіологічного моніторингу якості води та обґрунтованого використання антимікробних препаратів є ключовою умовою забезпечення біобезпеки в аквакультури в контексті концепції One Health.

Ключові слова: аквакультура, якість води, санітарно-показові мікроорганізми, антибіотикорезистентність, установки замкнутого водопостачання, ставкові водойми, One Health.

Стан водного середовища є одним із визначальних факторів стабільності екосистем та безпеки біологічних ресурсів. Якість води впливає на фізіологічний стан гідробіонтів, ефективність функціонування рибницьких господарств, а також на здоров'я тварин і людини. Водні об'єкти можуть виступати резервуаром і фактором передачі умовно-патогенних та патогенних мікроорганізмів і джерелом їх поширення у природних і антропогенних біоценозах [2, 3].

В умовах інтенсифікації аквакультури та зростання антропогенного навантаження водні екосистеми зазнають значного мікробіологічного впливу. Однією з найбільш актуальних проблем є формування антибіотикорезистентних популяцій бактерій у водному середовищі [4–7]. Використання антимікробних препаратів у медицині, ветеринарії та рибництві сприяє селекції стійких мікроорганізмів, які здатні тривалий час зберігатися у воді, накопичуватися в донних відкладеннях і передавати гени резистентності іншим бактеріям [8, 9]. Унаслідок цього вода може виступати важливим екологічним резервуаром поширення антибіотикорезистентності та фактором ризику для громадського здоров'я [2, 3, 5, 6].

Особливістю аквакультури є висока щільність утримання гідробіонтів і обмежені можливості лікування, що зумовлює необхідність профілактики захворювань та постійного контролю якості води. Погіршення її санітарно-мікробіологічного стану сприяє зниженню природної резистентності риби та циркуляції умовно-патогенних бактерій [3].

Незважаючи на значну кількість досліджень щодо поширення антибіотикорезистентності у водних екосистемах, дані про її формування в умовах різних типів гідросистем аквакультури в Україні залишаються обмеженими. Порівняльна оцінка санітарно-мікробіологічного стану води установок замкнутого водопостачання та ставкових водойм із визначенням профілів антибіотикорезистентності санітарно-показових мікроорганізмів дозволяє більш об'єктивно оцінити екологічні та епідеміологічні ризики в системах аквакультури.

Метою дослідження було визначити рівень мікробного забруднення води різних гідроекосистем рибницьких підприємств Харківської області, встановити видовий склад санітарно-показових мікроорганізмів та оцінити їх антибіотикорезистентність як фактор екологічного та епідеміологічного ризику.

Дослідження проводили упродовж 5 років. Об'єктом дослідження були 300 проб води, відібраних з установок замкнутого водопостачання (УЗВ, n=78) та

ставкових водойм ($n=222$), зокрема тих, що використовуються для вирощування товарної риби.

Відбір проб здійснювали у весняний, літній та осінній періоди з дотриманням санітарних вимог. Бактеріологічні дослідження включали:

- визначення загальної кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ);
- виділення та ідентифікацію санітарно-показових бактерій за культуральними, морфологічними та біохімічними ознаками [10];
- оцінку чутливості ізолюваних культур до антибактеріальних препаратів диско-дифузійним методом. Інтерпретацію результатів проводили відповідно до рекомендацій EUCAST [11].

Рівень загального бактеріального забруднення води в УЗВ становив від 1×10^3 до 3×10^5 КУО/см³. Середні значення в літній період склали $(48,4 \pm 8,4) \times 10^3$ КУО/см³, у весняно-осінній — $(21,3 \pm 4,5) \times 10^3$ КУО/см³. У ставкових водоймах показники МАФАМ варіювали в ширших межах — від 1×10^2 до 8×10^6 КУО/см³, а середній рівень у теплий період становив $(214,8 \pm 178,9) \times 10^3$ КУО/см³, що достовірно перевищувало показники УЗВ ($p < 0,05$). Це свідчить про більш виражене мікробіологічне навантаження у відкритих водоймах та значний вплив зовнішніх екологічних факторів. Видовий склад мікроорганізмів у ставках був більш різноманітним порівняно з УЗВ. У 100% проб виявляли представників родини *Enterobacteriaceae*. Також часто ізолювали *Aeromonas* (64,4%), *Pseudomonas* (55,8%), ентерококи (45,0%), коагулазопозитивні стафілококи (39,6%) та сульфїтредукуючі клостридії (44,6%).

Серед ентеробактерій домінували *Citrobacter* (40%), *Enterobacter* (32%), *Proteus* (29%) та *Escherichia coli* (36%). Крім того, виявляли *Klebsiella*, *Providencia*, *Edwardsiella*, *Hafnia*, а також *Salmonella pullorum* (1,8%), що узгоджується з наявністю органічного та/або фекального забруднення водного середовища.

У воді УЗВ санітарно-показові мікроорганізми виявляли значно рідше: *Aeromonas* — у 41% проб, *Pseudomonas* — 16,6%, *Shewanella putrefaciens* — 12,8%, представники *Enterobacteriaceae* — 14,1%, ентерококи — 3,8%, клостридії — 5,1%. Серед ентеробактерій переважали *Citrobacter*, рідше — *Serratia*, *Enterobacter*, *Proteus*. Отримані результати загалом підтверджують більш сприятливий санітарний стан води УЗВ порівняно зі ставками.

Аналіз антибіотикорезистентності засвідчив формування полірезистентних популяцій мікроорганізмів у водному середовищі обох типів гідроекосистем. У ставкових водоймах рівень резистентності становив: до пеніцилінів — 90,0%; до сульфаніламідів — 96,0%; до нітрофуранів — 67,0%. Найнижчу стійкість відмічено до фторхінолонів (3,7–20,3%) та цефалоспоринів (11,1–29,6%) ($p < 0,001$).

У системах УЗВ ($n=27$) найвищу резистентність встановлено до пеніцилінів (до 81,5%) та сульфаніламідів (62,9–74,1%). Значна частка ізолятів була стійкою до фосфоміцину (59,2%), фуразолідону (55,5%), аміноглікозидів

(33,3–51,8%), тетрациклінів та хлорамфеніколу (по 48,1%). Найнижчі показники резистентності також зареєстровано до фторхінолонів (7,4–29,6%) і цефалоспоринів (11,1–14,8%).

Встановлено, що рівень антибіотикорезистентності залежав від таксономічної належності ізолятів. У системах УЗВ найвищу стійкість проявляли *Aeromonas*, *Pseudomonas* та *Shewanella putrefaciens*, які ізолювали як із води, так і від хворої риби; *S. putrefaciens* характеризувалася вираженими патогенними властивостями у лабораторних тварин.

Представники роду *Citrobacter* в умовах УЗВ демонстрували помірний рівень резистентності, тоді як інші санітарно-показові мікроорганізми (*Enterobacter*, *Proteus*, *Enterococcus* та ін.) загалом зберігали відносно вищу чутливість до більшості досліджених препаратів.

У ставкових водоймах найвищий рівень резистентності відмічено у коагулазопозитивних стафілококів, *Escherichia coli*, *Citrobacter* та *Pseudomonas*, тоді як інші санітарно-показові мікроорганізми характеризувалися відносно нижчою стійкістю. Отримані результати підтверджують нерівномірність формування антибіотикорезистентності серед різних таксонів та провідну роль водних опортуністичних бактерій (*Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Shewanella*) у підтриманні резистентних популяцій у системах аквакультури.

Висновки:

1. Рівень бактеріального забруднення у ставкових водоймах достовірно перевищував показники УЗВ ($p < 0,05$) та характеризувався більшою варіабельністю і сезонною залежністю, що відображає вплив зовнішніх екологічних факторів.

2. Санітарно-показова мікробіота ставків була більш різноманітною й включала широкий спектр *Enterobacteriaceae* (*Citrobacter*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Escherichia coli*), а також *Aeromonas*, *Pseudomonas*, коагулазопозитивні стафілококи, ентерококи, кластридії та *Salmonella spp.*, що вказує на органічне та фекальне забруднення водного середовища. В УЗВ частота виявлення санітарно-показових мікроорганізмів була істотно нижчою, що характеризує ці системи як більш санітарно благополучні.

3. У водному середовищі обох типів гідроекосистем сформовані популяції мікроорганізмів із множинною антибіотикорезистентністю. Найвищу стійкість встановлено до пеніцилінів (до 81,5–90,0%), сульфаніламідів (62,9–96,0%) та нітрофуранів (до 67,0%), тоді як найменшу — до фторхінолонів (3,7–29,6%) і цефалоспоринів III покоління (11,1–29,6%).

4. Рівень антибіотикорезистентності залежав від таксономічної належності ізолятів. В УЗВ найбільш стійкими були *Aeromonas*, *Pseudomonas* та *Shewanella putrefaciens*, тоді як *Citrobacter* мав помірний рівень резистентності, а інші санітарно-показові бактерії зберігали відносно високу чутливість. У ставках найвищу стійкість виявлено у коагулазопозитивних стафілококів, *Escherichia coli* та *Pseudomonas*.

5. Водні екосистеми аквакультури можуть виступати резервуаром циркуляції полірезистентної мікробіоти та потенційним джерелом поширення

генів антибіотикорезистентності, що створює ризики для здоров'я гідробіонтів, тварин і людини в контексті One Health.

6. Біобезпека в аквакультурі потребує регулярного санітарно-мікробіологічного моніторингу якості води, контролю антибіотикорезистентності та раціонального використання антимікробних препаратів.

Список літератури:

1. Collignon P. J., McEwen S. A. One Health and antimicrobial resistance. *Tropical Medicine and Infectious Disease*. 2019. Т. 4. С. 22. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed4010022>.

2. Cabral J. P. S. Water microbiology: bacterial pathogens and water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2010. Т. 7. С. 3657–3703. <https://doi.org/10.3390/ijerph7103657>.

3. Hadzevych O. V., Paliy A. P., Stegnyy B. T. та ін. Antibiotic resistance of microbiotas of fishery enterprises hydroecosystems. *Microbiological Journal*. 2022. Т. 84, № 4. С. 77–87. <https://doi.org/10.15407/microbiolj84.04.077>.

4. Palma E., Tilocca B., Roncada P. Antimicrobial resistance in veterinary medicine: an overview. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. Т. 21, № 6. С. 1914. <https://doi.org/10.3390/ijms21061914>.

5. Vidovic N., Vidovic S. Antimicrobial resistance and food animals: influence of livestock environment on the emergence and dissemination of antimicrobial resistance. *Antibiotics*. 2020. Т. 9, № 2. С. 52. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9020052>.

6. Hanna N., Purohit M., Diwan V. та ін. Monitoring of water quality, antibiotic residues, and antibiotic-resistant *Escherichia coli* in the Kshipra River over a three-year period. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Т. 17, № 21. С. 7706. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217706>.

7. Hayward C., Ross K. E., Brown M. H., Whiley H. Water as a source of antimicrobial resistance and healthcare-associated infections. *Pathogens*. 2020. Т. 9, № 8. С. 667. <https://doi.org/10.3390/pathogens9080667>.

8. Sánchez-Baena A. M., Caicedo-Bejarano L. D., Chávez-Vivas M. Structure of bacterial community with resistance to antibiotics in aquatic environments: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Т. 18, № 5. С. 2348. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052348>.

9. Su S., Li C., Yang J. та ін. Distribution of antibiotic resistance genes in three different natural water bodies: a lake, river and sea. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Т. 17, № 2. С. 552. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020552>.

10. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* / ed. by W. Whitman. New York: Springer, 2012.

11. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 13.0. 2023. URL: <https://www.eucast.org> (дата звернення: 15.01.2025).

СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ВОДНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ У СВІТІ: ГЛОБАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Дребот О.І.,

доктор економічних наук, професор, академік НААН, директор

Височанська М.Я.,

доктор економічних наук, старший дослідник,
заступник директора з наукової роботи та інноваційного розвитку

mariya_vysochanska@ukr.net

Інститут агроекології і природокористування НААН
м. Київ, Україна

Анотація

Проаналізовано сучасні виклики водної та продовольчої безпеки в умовах глобальних змін клімату, зростання населення та обмеженості природних ресурсів. Оцінено вплив економічних та політичних ризиків, зокрема пандемії COVID-19 та глобальної нестабільності, на доступ до водних ресурсів і забезпечення продовольчої безпеки. Запропоновано комплексний підхід до вирішення цих проблем через впровадження сталих технологій, ефективне управління водними ресурсами та міжнародну співпрацю.

Ключові слова: водні ресурси, продовольча безпека, світовий банк, економічна ефективність.

У сучасних умовах глобальних змін клімату, зростання чисельності населення та обмеженості природних ресурсів проблема забезпечення водної та продовольчої безпеки набуває особливої актуальності. Вода є одним із ключових ресурсів для виробництва продовольства, оскільки значна частина сільськогосподарської продукції залежить від ефективного використання водних ресурсів. Нерівномірний розподіл води у світі, виснаження водних джерел, забруднення навколишнього середовища та погіршення стану екосистем створюють серйозні ризики для стабільного виробництва продовольства. У цих умовах питання раціонального використання водних ресурсів і забезпечення населення якісними продуктами харчування стає одним із ключових напрямів глобального розвитку.

Основними викликами у сфері водної та продовольчої безпеки є зростання попиту на продовольство, зміни кліматичних умов, деградація ґрунтів, а також неефективне управління природними ресурсами. Вирішення цих проблем потребує комплексного підходу, який включає впровадження сучасних водозберігаючих технологій у сільському господарстві, розвиток сталих методів виробництва продовольства, удосконалення систем управління водними ресурсами та посилення міжнародної співпраці у сфері продовольчої безпеки. Важливим напрямом також є формування ефективної державної політики, спрямованої на забезпечення раціонального використання природних ресурсів і підвищення стійкості аграрного виробництва до сучасних глобальних викликів.

Основні дослідження глобальних ризиків здійснюються провідними міжнародними організаціями. Зокрема, Світовий економічний форум — міжнародна неурядова організація, яка щороку проводить зустрічі представників бізнесу, політичних лідерів та експертів у Давосі (Швейцарія). Форум формує рейтинг глобальних ризиків на основі опитування експертів із понад 100 країн світу. Його підхід передбачає поєднання якісного та кількісного аналізу найбільш значущих загроз для світової економіки, враховуючи процеси глобальної соціальної, економічної та геополітичної динаміки, а також тенденції, що можуть становити небезпеку для розвитку людства.

Важливу роль у дослідженні ризиків відіграє також Світовий банк, який проводить десятки різних оцінок ризиків та рівня стійкості економік. Результати цих досліджень використовуються під час підготовки системних аналітичних оглядів і діагностичних досліджень окремих країн. Крім того, **Міжнародний валютний фонд** зосереджується на визначенні факторів, що формують економічні, макрофінансові та суверенні ризики, які можуть впливати на стабільність національних економік та світової фінансової системи.

За результатами опитування близько тисячі експертів Світового економічного форуму, серед яких державні службовці, представники бізнесу, науковці та громадські діячі з різних країн, сучасна світова економіка та система економічної безпеки стикаються з рядом суттєвих загроз. Найбільш значущими з них визначено економічне суперництво між провідними державами, що відзначили близько 91 % респондентів, послаблення багатосторонніх торговельних правил і міжнародних угод (88 %), а також зростання політичної напруженості між ключовими країнами світу (85 %). Серед інших важливих ризиків експерти також називають завищену вартість активів, зокрема на ринках сировини, нерухомості та цінних паперів у великих економіках та окремих регіонах [1]. Отже, зростання глобальних економічних і політичних ризиків може безпосередньо впливати на рівень водної безпеки держав, оскільки нестабільність світової економіки ускладнює фінансування водогосподарської інфраструктури та екологічних програм. Послаблення міжнародної співпраці та торговельних правил також може знижувати ефективність спільного управління транскордонними водними ресурсами. Водночас економічне суперництво та політична напруженість між країнами здатні загострювати конкуренцію за стратегічні природні ресурси, зокрема воду. Тому забезпечення водної безпеки потребує не лише ефективної національної політики, а й стабільної міжнародної економічної та політичної взаємодії.

На початку 2022 року COVID-19 та його економічні та соціальні наслідки продовжують становити критичну загрозу для світу. Нерівність щодо вакцин і, як наслідок, нерівномірне економічне відновлення ризикують посилити соціальні розриви та геополітичну напруженість. У найбільш вразливих 52 країнах світу, де проживає 20% людей у світі, лише 6% населення були вакциновані на початок 2022 року. До 2024 року економіка країн, що розвиваються (за винятком Китаю), може впасти мінімум на 5,5% нижче свого очікуваного зростання валового внутрішнього продукту до пандемії. Протилежна динаміка спостерігатиметься у

Слава Україні!

розвинених економіках — перевищать його не менше ніж на 0,9%, що збільшить глобальний розрив у доходах між країнами світу [2]. Пандемія COVID-19 та пов'язані з нею економічні дисбаланси поглиблюють глобальну нерівність, що може негативно впливати на забезпечення водної безпеки, особливо в найбільш вразливих країнах. Обмежені економічні ресурси та повільніше відновлення у країнах, що розвиваються, ускладнюють інвестиції у водну інфраструктуру, доступ до чистої води та ефективне управління водними ресурсами.

Список літератури:

1. Global economic prospects. June 2021. World Bank Group. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects> (дата звернення: 14.02.2026).
2. The Global Risks Report 2022, 17th Edition, is published by the World Economic Forum. 2022. 117 p.

ЗМІНА УМОВ ЗВОЛОЖЕННЯ НА ТОРФОБОЛОТНИХ МАСИВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ ЗА БАГАТОРІЧНИЙ ПЕРІОД

Зосимчук М.Д.,

кандидат сільськогосподарських наук
заступник директора з наукової роботи
zosimchykm@gmail.com

Зосимчук О.А.,

кандидат сільськогосподарських наук
завідувач лабораторії меліорації
та використання меліорованих земель
oksana.zosimchuk@gmail.com

Сарненська дослідна станція ІВПіМ НААН
м. Сарни, Рівненської області, Україна

Поліщук О.С.,

здобувач ступеня доктора філософії
зі спеціальності 201 «Агрономія»
oleksii.polishchuk.mail@gmail.com

Інститут водних проблем і меліорації НААН
м. Київ, Україна

Анотація

У матеріалах висвітлені зміни гідротермічних умов зволоження на прикладі торфоболотних масиву Сарненської дослідної станції ІВПіМ НААН за багаторічний період. За результатами багаторічних досліджень встановлено, що в останні десятиріччя спостерігається зміна умов зволоження території в бік аридизації.

Ключові слова: кліматичні зміни, гідротермічні умови, температурний режим, атмосферні опади.

Аграрне виробництво значною мірою залежить від умов навколишнього природного середовища, що створюється такими природними факторами, як повітря, сонячна енергія (тепло і світло) та волога. Навіть при застосуванні новітніх технологій у рослинництві в результаті коливання природних умов у просторі й часі урожайність сільськогосподарських культур може різко змінюватися [1].

В цілому за даними провідних вчених-кліматологів внаслідок суттєвого потепління клімату межа кліматичних зон в Україні змістилася, як мінімум на 200 кілометрів, а деякі науковці озвучують цифру у 400 кілометрів. Тому питання водної безпеки в Україні набуває особливої актуальності [2].

Забезпечення вологою й теплом є вирішальним фактором розвитку сільськогосподарських культур і формування урожаю. Роль опадів у забезпеченні рослин вологою залежить не тільки від їх кількості, але і від витрат на випаровування. Тому для оцінки умов зволоження території досліджень

використовують гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Селянінова, тобто відношення кількості опадів за період активної вегетації (період між датами сталого переходу температури через 10°C) до суми температур вище 10°C за цей же період, помноженої на 0,1, що в даному випадку характеризує випаровуваність [3, 4].

Західні регіони України традиційно вважаються зоною достатнього зволоження, однак кліматичні зміни протягом останніх десятиліть змінюють ситуацію із зволоженістю даної території кардинально. Зокрема кліматичні зміни в північних регіонах України полягають у істотному підвищенні середньодобових температур протягом усього року. Взимку такі зміни призводять до того, що опади випадають у вигляді дощу і не акумулюються зимові запаси вологи. У весняно-літній період, внаслідок підвищенні середньодобових температур йде інтенсивне висихання ґрунту, що має особливо негативні наслідки в зоні Полісся, де більшість ґрунтового покриву становлять ґрунти легкого механічного складу з низькою водо утримуючою здатністю.

Проведена оцінка умов зволоження періоду активної вегетації по гідротермічному коефіцієнту (ГТК), на прикладі торфоболотного масиву Сарненської дослідної станції ІВПіМ НААН показали істотні зміни в режимі зволоженості території (рис.).

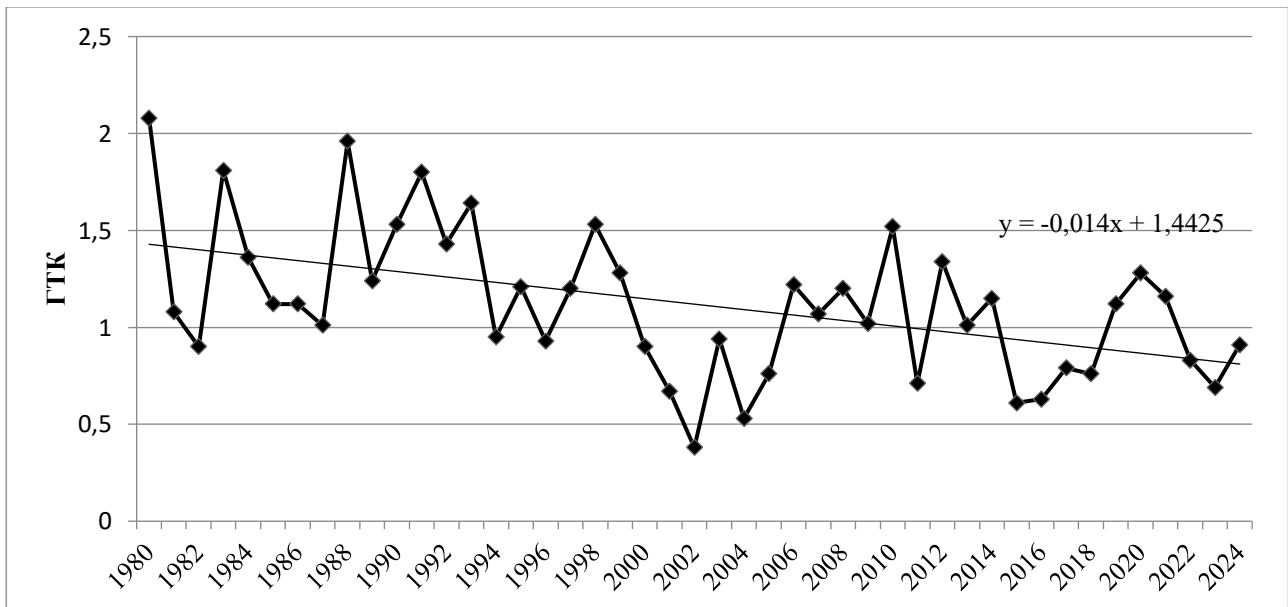


Рис. Оцінка умов зволоження періоду активної вегетації по гідротермічному коефіцієнту за 1980-2024 рр., торфоболотний масив Сарненської дослідної станції, Рівненська область

Згідно отриманих даних (рис. 1), застосувавши прийнятну градацію оцінки умов зволоження по ГТК встановлено, що починаючи з 1980 року по даний час відмічено чітку тенденцію до зниження показників зволоженості території. Про надійність лінії тренду вказує те, що понад 50% точок на графіку знаходяться близько до лінії тренду. Найбільш істотне зниження показника ГТК відмічено після 2000 року. В цілому за останні 10 років умови зволоження вегетаційних

періодів 2015-2018 рр., та 2022-2023 року були середньо посушливими, 2021-2022 рр., та 2024 були недостатньо вологими, і лише 2020 рік – вологим і відповідав зоні Полісся, яка традиційно відноситься до зони достатнього зволоження.

У 2015 році взагалі спостерігалась мінімальна кількість опадів протягом вегетаційного періоду за 70 річний цикл спостережень по метеопосту станції – 201 мм. Таким чином в останні десятиріччя спостерігається зміна умов зволоження території Західного Полісся в бік аридизації. Приведені вище показники зволоженості характерні більше для зони Лісостепу ніж Полісся. Подібна тенденція у зміні зволоженості встановлена науковцями Поліського національного університету разом з науковцями Інституту сільського господарства Полісся НААН в умовах півночі Житомирської області [5, 6].

Для більш чіткого уявлення про зміни в режимі зволоженості території нами було згруповано роки по умовах вегетаційного періоду в такі групи – надмірно-вологі, вологі, недостатньо вологі, посушливі і дуже посушливі (табл.).

Таблиця.

Розподіл різних груп градацій ГТК по торфоболотному масиві Сарненської дослідної станції

ГТК квітня-вересня	Умови зволоження	Роки			
		1980-2001		2002-2024	
		кількість років	%	кількість років	%
>1,60	Надмірно вологі	5	23	0	0
1,21-1,60	Вологі	7	32	4	18
0,91-1,20	Недостатньо вологі	7	32	9	38
0,61-0,90	Посушливі	3	14	8	35
< 0,60	Дуже посушливі	0	0	2	9

Якщо порівняти між собою період 1980-2001 рр. з 2002-2024 рр., то взагалі зникли надмірно вологі роки та зменшилась кількість вологих років. Натомість збільшилась кількість років з недостатньо вологими та посушливими умовами вегетації. Також з'явилися роки з дуже посушливими періодами вегетації, чого взагалі не відмічалось в період 1980-2000 рр.

Вцілому аналіз динаміки зміни ГТК за багаторічний період підтверджує висновки фахівців Інституту водних проблем і меліорації НААН (зона достатнього зволоження і помірних температур), зазнає впливу потепління клімату швидше, ніж південь України.

Згідно з дослідженнями фахівців Інституту водних проблем і меліорації НААН, порівняння кліматичний водного балансу в якості показника за 1991 і 2024 роки показує, що площі сухої і дуже сухої зони в Україні зросли на 7%, площа вологої і перезволоженої зони скоротилась на 10%. На Поліссі зникли умови перезволоження земель, а залишилися вони лише у Карпатському

регіоні. Це в свою чергу, вимагає коригування, як набору вирощуваних сільськогосподарських культур, так і адаптації технологій їх вирощування до нових умов зволоження.

Сучасні кліматичні зміни в зоні Західного Полісся є також однією з передумов необхідності часткової ренатуралізації осушених торфоболотних масивів з метою відновлення водно-болотних угідь в зоні Західного Полісся України.

Список літератури:

1. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослиництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., доповн. Львів: НВФ: Українські технології, 2020. 806 с.
2. Ромащенко М.І., Балюк С.А., Вергунов В.А. та ін. Сталий розвиток меліорації земель в Україні в умовах змін клімату. *Аграрні інновації*. 2020. №3. С. 59 – 64. DOI:10.32848/agrar.innov.2020.3.10.
3. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Шебанін В.С., Бабенко Д.В., Дробітько А.В., Федорчук М.І. Агрометеорологія: навчальний посібник. Миколаїв, 2019. 436 с.
4. Примак І.Д. Агрометеорологія. К.: Нілан, 2016. 576 с.
5. Савчук О.І., Приймачук Т.Ю., Штанько Т.А., Меша К.В., Дребот О.В., Кудрик А.П., Цуман Н.В. Агроекологічний стан ґрунтового покриву Житомирської області в умовах змін кліматичних чинників. *Вісник аграрної науки*. 2025. №4. С. 66-74.
6. Рижук С.М., Мельничук А.О., Савчук О.І. Кліматичні зміни в агроценозах Центральної частини Правобережного Полісся. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: зб. тез IV Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ, 2021. С. 142-147.

ВОДНІ РЕСУРСИ ПРИЧОРНОМОР'Я ТА НИЖНЬОГО ДУНАЮ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ

Кічук І.Д.

заступник начальника
Басейнового управління водних ресурсів річок
Причорномор'я та нижнього Дунаю,
м. Одеса, Україна

Анотація

У роботі розглянуто сучасний стан водних ресурсів Причорноморського регіону та Нижнього Дунаю, проаналізовано основні тенденції їх використання та відтворення в умовах кліматичних змін і зростаючого антропогенного навантаження. Визначено ключові проблеми, зокрема погіршення якості води, дефіцит прісних водних ресурсів, трансграничний характер управління водами, а також вплив аграрного виробництва та промисловості. Окреслено напрями підвищення ефективності водокористування, впровадження інноваційних підходів до управління водними ресурсами та необхідність міжнародної співпраці для забезпечення екологічної безпеки регіону.

Ключові слова: водні ресурси, Причорномор'я, Нижній Дунай, якість води, водокористування, кліматичні зміни, екологічна безпека, трансграничне управління, антропогенний вплив.

«Вода! Ти не маєш ні смаку, ні запаху, тебе не опишеш, тобою насолоджуються, не розуміючи, що ти таке. Ти не просто необхідна для життя, ти і є життя».
Антуан де Сент-Екзюпері

Водні ресурси є одним із ключових чинників сталого соціально-економічного розвитку та екологічної безпеки регіонів. Особливого значення набуває їх раціональне використання у Причорномор'ї та басейні Нижнього Дунаю — територіях із високим рівнем господарського освоєння, значним аграрним потенціалом і водночас підвищеною вразливістю до кліматичних змін. У сучасних умовах спостерігається зростання антропогенного навантаження на водні екосистеми, що проявляється у погіршенні якості води, зниженні водності річок, деградації водно-болотних угідь та порушенні природного гідрологічного режиму.

Важливою особливістю регіону є транскордонний характер водних ресурсів, що обумовлює необхідність узгодженого управління між країнами басейну, впровадження інтегрованих підходів до водокористування та гармонізації екологічної політики. У цьому контексті зростає роль наукових досліджень, спрямованих на оцінку сучасного стану водних ресурсів, виявлення ключових проблем та обґрунтування ефективних механізмів їх вирішення.

Одеська область розташована в межах 4 річкових басейнів:

- басейн річок Причорномор'я;
- басейн річки Дунай, (суббасейн нижнього Дунаю);
- басейн річки Південний Буг;
- басейн річки Дністер.

У зазначених басейнах протікає три великих річки (Дунай, Дністер, Південний Буг), 6 середніх річок (В. Ялпуг, Когильник, Кучурган, Кодима, Тилігул, Чичиклія) та 169 малих річок довжиною більше 10 км, а також велика кількість річок довжиною менше 10 км і струмків.

Всі середні і малі річки Одеської області маловодні, більшість з них влітку пересихають. Найбільшій об'єм середнього річного стоку у річок Тилігул та Когильник (понад 40 млн. м³); у В. Куяльника – менше 30 млн. м³; у М. Куяльника – менше 20 млн. м³. У всіх інших малих річках об'єм середнього річного стоку становить менше 10 млн. м³. Більша частина річкового стоку (80-90 %) проходить у весняний період.

Забезпечення водної і продовольчої безпеки є достатньо актуальним питанням як для світу, так і для нашої країни. За даними ЮНЕСКО в сучасних умовах більш як один мільярд людей відчуває гостру нестачу питної води. Також нестача води спричиняє загибель сільгоспкультур, що у свою чергу може викликати голод для більш як 10 % населення планети.

За останні 2 десятиріччя навіть по Одещині, яку за гідрологічною сіткою можна віднести умовно до забезпечених водою регіонів, фактично вже гостро відчувається нестача прісних водних ресурсів як за кількістю, так і за якісними показниками. На території області нараховується 31 озеро, 53 водосховища, 1208 ставків. Не зважаючи на таку кількість водних об'єктів населення області, фермерські господарства, рибна галузь та комунальні організації щорічно, за різними періодами року, втрачають багато людських та фінансових ресурсів для подолання негативних наслідків від нестачі води або від шкідливої її дії.

Особливо це відчувається на водосховищах Придунайського регіону та на водності малих річок, які зарегульовані гідротехнічними спорудами і які зараз є безгосподарськими та потребують ретельного обстеження і прийняття науково - обґрунтованих рішень щодо подальшого їх існування.

Таких безгосподарських водних об'єктів з гідроспорудами сьогодні на території області нараховується 2047, які у літній період працюють як випаровуючі ємності, а у період опадів або паводків є загрозою для прориву з підтопленням та затопленням території сільських населених пунктів.

В останні роки особливо важливим є виконання відповідних заходів на транскордонних водотоках. Для р. Дунай особливого значення набуває перерозподіл стоку води на прикладі Кілійського рукава. Якщо у 1910 році у Кілійському рукаві обсяг стоку складав 72 %, а у Тульчинському – 28 %, то у 2001-2003 роках у Кілійському рукаві обсяг стоку складав вже 52 %, а у Тульчинському – 48 %. В сучасних умовах зміни клімату ця ситуація на території України продовжує ще більш ускладнюватися, що призводить до зниження рівня

обводненості та зменшення доступних обсягів води для життєдіяльності Одещини.

Важливою проблемою, яка потребує негайного вирішення, це заходи з відновлення впливу малих річок Одеської області та транскордонних річок з Молдови на формування басейну р. Дністер. З цією метою необхідно удосконалити систему моніторингу поверхневих вод – як за їх обсягом, так і за їх якістю. Крім того, необхідно розробити механізми інтеграції з європейськими державами щодо технічної допомоги з питань оснащення річкового басейну сучасними станціями автоматичного моніторингу, терміналами для управління станціями, датчиками та системами контролю якості води.

Державний моніторинг вод здійснюється відповідно до Порядку здійснення державного моніторингу вод та Програми державного моніторингу у басейнах річки Дунай, річки Дністер, річки Південний Буг, річок Причорномор'я. На території Одеської області моніторинг здійснюється в 52 пунктах спостереження, які охоплюють транскордонні водотоки, водні об'єкти питного водопостачання, водосховища та лимани, а також річки з підвищеним антропогенним навантаженням.

Подальший розвиток системи моніторингу передбачає: удосконалення державної мережі моніторингу річкового стоку та якості води; підвищення точності лабораторних досліджень; розвиток інформаційних систем моніторингу; забезпечення стабільного функціонування пунктів спостереження; посилення контролю за якістю води у місцях водокористування.

Одним з деяких важелів щодо покращення стану водних ресурсів у басейнах річок Причорномор'я, нижнього Дунаю, Дністра та Південного Бугу є плани управління річковими басейнами (ПУРБ).

На території Одеської області розроблені Плани управління чотирма річковими басейнами:

1. ПУРБ річок Причорномор'я ;
2. ПУРБ Дунаю (суббасейн нижнього Дунаю);
3. ПУРБ Дністра;
4. ПУРБ Південного Бугу.

Програми заходів в Одеській області (згідно з додатками 11 до ПУРБ) складаються із 175 заходів, в тому числі 111 основних та 64 додаткових заходів.

Зокрема:

- в басейні річок Причорномор'я – 69 заходів (56 основних і 13 додаткових);
- в басейні Дунаю (суббасейн нижнього Дунаю) – 49 заходів (28 основних і 21 додаткових);
- в басейні Дністра – 33 заходи (18 основних і 15 додаткових);
- в басейні Південного Бугу – 24 заходи (9 основних і 15 додаткових).

Із 111 основних заходів:

- 63 – це заходи, які спрямовані на зменшення впливу гідроморфологічних змін (ревіталізація і розчистка водойм, демонтаж дамб тощо);

- 32 – це заходи, які спрямовані на зменшення забруднення поверхневих вод (переважно будівництво і реконструкція очисних споруд);
- 16 – це інші заходи (переважно встановлення водоохоронних знаків і удосконалення водообліку).

За виконання основних заходів переважно відповідають органи місцевого самоврядування (91 міських, селищних і сільських рад).

За 64 додаткових заходів переважно відповідають інші установи і організації – наукові, громадські, центральні і місцеві органи виконавчої влади.

Враховуючи вищезазначене залишаються проблемні наступні питання:

➤ В останні роки спостерігається зменшення водності більшості річок Одеської області, особливо малих. Причинами цього є як кліматичні зміни (підвищення середньорічних значень температури повітря, перерозподіл кількості і інтенсивності опадів, збільшення кількості посушливих явищ в літній період), так і антропогенна діяльність (надмірна розораність водозбору, випрямлення русол тощо).

➤ Проблема Придунайських озер – критичне обміління, замулення та забруднення, спричинені нестабільним рівнем Дунаю, сезонними опадами, змінами клімату та антропогенним впливом, що може призвести до цвітіння води, загибелі риби, проблем із водопостачанням, зрошенням та знищенням біоресурсів. Одним із заходів є примусове поповнення озер з річки Дунай, розчищення каналів та будівництва насосних станцій перекачування.

➤ Проблема малих річок – у зв'язку зі зміною клімату та великою зарегульованістю переважна більшість річок перебувають у критичному стані, деякі уже зникли, деякі на межі повного пересихання та зникнення.

➤ Також однією з найважливіших проблем є питання Куяльницького лиману. Він є одним із найцінніших природних та бальнеологічних об'єктів Одеської області, проте впродовж останніх десятиліть він перебуває у критичному екологічному стані. Основною проблемою є катастрофічне обміління лиману, спричинене зменшенням притоку прісної води з річки Великий Куяльник, зарегулюванням її русла, кліматичними змінами та тривалими посушливими періодами. У результаті рівень води значно знизився, а мінералізація різко зросла, що призводить до деградації водної екосистеми та загибелі біорізноманіття. Не менш гострою є соціально-економічна проблема, адже Куяльницький лиман історично має велике лікувально-оздоровче значення завдяки своїм грязям і рапі. Погіршення екологічного стану ставить під загрозу функціонування курортної зони, втрату лікувальних властивостей природних ресурсів та зменшення туристичної привабливості регіону. За відсутності системних водогосподарських і природоохоронних заходів існує реальна загроза повного висихання лиману, що матиме незворотні екологічні та економічні наслідки для Одеської області.

➤ Упорядкування проблемних питань використання земель водного фонду, які знаходяться на території громад, згідно останніх змін у Водному та Земельному Кодексах щодо визначення земель водного фонду, які відносяться

Слава Україні!

до державної власності та ліквідація стихійних сміттєзвалищ на землях водного фонду.

➤ Безгосподарські гідротехнічні споруди (ГТС) є сучасною проблемою і створюють серйозні ризики для навколишнього середовища, зокрема загрозу виникнення надзвичайних ситуацій техногенно-екологічного характеру. Більшість ГТС не мають визначеного власника або балансоутримувача, який би відповідав за їх належне утримання, проведення ремонтів та забезпечення безпечного пропуску води, льодоходу, повеней і паводків. З часом це може призвести до їх руйнування та, як наслідок, до затоплення територій, знищення інфраструктури та загибелі водної флори і фауни. А також ГТС можуть спричиняти замулення водойм, порушення природної течії річок та негативно впливати на стан екосистеми.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ СОЦІО-ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ РЕЗИЛІЄНТНОСТІ ЯКОСТІ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ В КОНТЕСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОСЛУГ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Левковська Л.В.,

доктор економічних наук, професор,
завідувач відділу природних ресурсів та екологічної безпеки,
levlv@ukr.net,

Колмакова В.М.,

кандидат економічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник відділу природних ресурсів
та екологічної безпеки,
vncolmakova@gmail.com

Інститут демографії та досліджень якості життя
імені Михайла Птухи НАН України,
м. Київ, Україна

Анотація

У статті досліджено сучасні проблеми впливу зовнішніх соціо-екологічних загроз на резилієнтність якості життя населення в сфері послуг водних екосистем. Виявлено ключові детермінанти стійкості водних екосистем, розглянуто передумови та можливості для їх відновлення та розвитку.

Ключові слова: водні екосистеми, ризики, загрози, адаптивне управління, якість життя, резилієнтність.

Запровадження Глобального зеленого нового курсу (GGND), який є дорожньою картою для створення сталої та кліматично нейтральної економіки ЄС до 2050 року, розглядає стимулювання економічного зростання й розвитку з одночасним забезпеченням збереження екосистемних активів і безперебійного надання ними екосистемних послуг для людського добробуту. Концепція зеленого зростання, зокрема в сегменті забезпечення екосистемними послугами та ресурсами водних екосистем, також набула розвитку й в Україні. Проте на сучасному етапі поступ до зеленого зростання, який може бути оцінений через надання населенню якісних екосистемних послуг та вигід із доступу до безпечної питної води й відповідних норм санітарії та водоочищення, потребує врахування впливу ризиків і загроз, найбільше обумовлених глобальними викликами зміни клімату та наслідками російської збройної агресії [1]. Відтак виявлення та дослідження ключових домінант резилієнтності водних екосистем із урахуванням ризиків та загроз для майбутнього повоєнного відновлення набувають особливої актуальності.

Практичні рекомендації та методичні підходи, які ґрунтуються на результатах ідентифікації оцінювання зовнішніх природно-ресурсних та екологічних загроз резилієнтності якості життя населення України, зокрема водних ресурсів, запропоновано в останніх дослідженнях [1, 2, 3]. Однак в

контексті послуг водних екосистем ця проблема потребує поглибленого дослідження.

Нами запропоновано SWOT-аналіз ідентифікації зовнішніх соціо-екологічних загроз резиліентності якості життя населення в сфері послуг водних екосистем в умовах війни в Україні, який дає змогу структурувати ключові детермінанти стійкості екосистемних послуг водних екосистем та виявити майбутні стратегічні точки зростання, що визначають напрями екологічної політики, які сприятимуть підвищенню якості життя населення у період післявоєнної відбудови (табл.).

Таблиця.

SWOT-аналіз ідентифікації зовнішніх соціо-екологічних загроз резиліентності якості життя населення в сфері послуг водних екосистем

S – Сильні сторони	W – Слабкі сторони
<i>1</i>	<i>2</i>
Наявність розгалуженої мережі водних екосистем (річки, озера, водосховища, водно-болотні угіддя), що формують широкий спектр екосистемних послуг (забезпечувальних, підтримувальних та регулювальних, культурних)	Низький рівень природної водозабезпеченості України, що обмежує потенціал формування забезпечувальних екосистемних послуг та опосередковано впливає на формування інших послуг
Визначальна роль водних екосистем для підвищення якості життя населення шляхом надання забезпечувальних життєво важливих екосистемних послуг, зокрема водопостачання, підтримки продовольчої безпеки тощо	Нераціональне водокористування та перевищення екологічно допустимих нормативних навантажень на водні екосистеми (значно перевищує відповідні показники країн Європи), що призводить до деградації та виснаження екосистемних послуг
Надання регулювальних та підтримувальних послуг водних екосистем (очищення води, регулювання стоку, кліматична регуляція тощо), які опосередковано впливають на підтримку здоров'я населення та екологічну безпеку	Негативний вплив зміни клімату (посухи, повені, зміна гідрологічного режиму), що знижує стабільність надання екосистемних послуг
Значний досвід інтеграції до міжнародних підходів управління (зокрема імплементація принципів басейнового та екосистемного підходів (Рамкова водна директива ЄС, програми транскордонного співробітництва тощо).	Зношеність водогосподарської інфраструктури, що знижує ефективність підтримки регулювальних і забезпечувальних послуг
Наявність значного потенціалу культурних та рекреаційних послуг водних екосистем	Фрагментованість управління та недостатня інтеграція екосистемного підходу в політику водокористування
O – Можливості	T – Загрози
Формування інституційного середовища адаптивного управління екосистемними послугами, що ґрунтується на впровадженні екосистемного підходу до управління водними екосистемами та оцінюванні екосистемних послуг	Деградація водних екосистем та руйнування (знищення) гідротехнічних споруд, інфраструктури внаслідок військових дій, що призводить до втрати екосистемних послуг

1	2
Розвиток економічних механізмів адаптивного управління екосистемними послугами (платежі за екосистемні послуги, екосистемні ринки) для підвищення цінності природного капіталу	Забруднення водних екосистем (нафтопродукти, хімічні речовини), що погіршує якість надання всіх категорій екосистемних послуг
Залучення інвестицій та міжнародної допомоги для відновлення водних екосистем та підвищення їх функціональності (використання потенціалу міжнародних програм допомоги, грантів ЄС, ПРООН, Світового банку тощо).	Високий ризик гуманітарних криз через втрату базових екосистемних послуг (доступу до якісної питної води, забезпечення санітарії) у зонах бойових дій та окупації
Інтеграція бізнесу в сферу сталого використання водних ресурсів (зелена економіка, природоорієнтовані рішення)	Недостатня координація у відновленні водних екосистем після війни та ризики неефективного управління
Використання цифрових технологій для моніторингу стану екосистем і оцінки екосистемних послуг	Посилення негативних кліматичних змін, що знижує продуктивність і стійкість водних екосистем (посилення посух, зниження водності річок, деградація земель)

* Джерело: розроблено авторами за [1-5]

Проведений SWOT-аналіз ідентифікації зовнішніх соціо-екологічних загроз у сфері послуг водних екосистем формує підґрунтя для підвищення резилієнтності якості життя населення. За його результатами виявлено, що, з одного боку, Україна залишається водно-дефіцитною та вразливою до наслідків кліматичних змін та військової агресії, з іншого – водні екосистеми України мають значний потенціал формування різноманітних екосистемних послуг, які відіграють ключову роль у підвищенні якості життя населення. Разом із тим відкриваються значні можливості для підвищення ефективності адаптивного управління шляхом упровадження екосистемного підходу, розвитку економічних механізмів, зокрема платежів за екосистемні послуги та залучення міжнародної підтримки. Інноваційним напрямом є також використання цифрових технологій для моніторингу та оцінювання стану екосистем. Однак реалізація цих можливостей ускладнюється значними загрозами, пов'язаними з військовими діями, деградацією водних екосистем, забрудненням та ризиками гуманітарних криз.

Отже, підвищення резилієнтності якості життя населення потребує комплексного підходу, що поєднує відновлення водних екосистем, розвитку механізмів та інструментів адаптивного управління на екосистемних засадах та інтеграції екосистемних послуг у державну політику.

Список літератури:

1. Інституційне забезпечення резильєнтності економіки України : монографія / за ред. Е. М. Лібанової. Харків: ФОП Лібуркіна Л. М., 2025. 424 с.
2. Методичні рекомендації та результати ідентифікації зовнішніх соціально-екологічних загроз для резилієнтності якості життя населення України

Слава Україні!

/ Е. М. Лібанова, М. А. Хвесик, Л. В. Левковська та ін. Київ : Інститут демографії та досліджень якості життя імені Михайла Птухи НАН України, 2025. 48 с.

3. Методичний підхід і результати оцінки резиліентності якості життя населення України в різні часові періоди / Е. М. Лібанова, М. А. Хвесик, Л. В. Левковська та ін. Київ : Інститут демографії та досліджень якості життя імені Михайла Птухи НАН України, 2025. 83 с.

4. Колмакова В.М. Екосистемний вимір оцінювання загроз резиліентності якості життя населення України в контексті адаптації до глобальних викликів. *Зелена економіка та низьковуглецевий розвиток: виклики повоєнного відновлення*: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, (м. Київ, 17 грудня 2025 р.). Львів-Торунь : Liha-Pres, 2025. С. 150–152. <https://doi.org/10.36059/978-966-397-573-3-34>.

5. Левковська Л. В., Колмакова В. М. Оцінка ризиків і загроз стійкості та адаптивності екосистемних послуг природно-ресурсної сфери. *Інвестиції: практика та досвід*. 2025. № 21. С. 20–26. DOI: 10.32702/2306-6814.2025.21.20.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМ РЕЖИМОМ ОСУШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ЗІ СКЛАДНИМ РЕЛЬЄФОМ

Турченко В.О.,

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри водної інженерії та
водних технологій,
v.o.turchenuk@nuwm.edu.ua

Волк П.П.,

доктор технічних наук, професор кафедри водної інженерії та водних
технологій,
p.p.volk@nuwm.edu.ua

Войцехович Н.В.,

здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії,
n.v.vojtsekhovych@nuwm.edu.ua

Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне, Україна

Анотація

У роботі досліджено вплив рельєфу місцевості на ефективність функціонування осушувальних систем та водно-повітряний режим ґрунтів. Встановлено, що у знижених елементах рельєфу (улоговинах, западинах) відбувається накопичення надлишкової вологи, що призводить до застою води, погіршення аерації ґрунтів і розвитку анаеробних процесів. На ділянках зі значним ухилом спостерігається швидке відведення води, зниження вологості ґрунту та підвищений ризик ерозійних процесів. Доведено, що навіть незначні мікронерівності рельєфу формують локальні відмінності у водному режимі території. Обґрунтовано необхідність урахування рельєфних умов під час проектування осушувальних систем. Запропоновано використання адаптивних та багатошарових дренажних конструкцій, регулюючих пристроїв, а також протиерозійних заходів для підвищення ефективності водорегулювання на територіях зі складним рельєфом. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації проектування дренажних систем і забезпечення стабільного водного режиму ґрунтів.

Ключові слова: рельєф місцевості, осушувальні системи, водний режим ґрунтів, дренажні системи

Осушення та водорегулювання сільськогосподарських земель мають важливе значення для забезпечення стабільного агровиробництва та стійкості екосистем. Зміни клімату, зростання частоти та інтенсивності опадів, а також підвищення рівня ґрунтових вод створюють виклики для ефективного управління водними ресурсами на осушуваних землях [1]. Рельєф місцевості виступає одним із ключових факторів, що визначають успішність проведення водорегулюючих заходів. Неправильний облік рельєфу може призвести до

нерівномірного розподілу води, підтоплень або, навпаки, надмірного осушення ґрунту.

На територіях із різноманітним рельєфом водовідведення ускладнюється через нерівномірність поверхні, що може призводити до застою води на низьких ділянках або надмірного осушення на підвищеннях. Це особливо актуально для аграрних районів, де неправильне управління водним режимом може призвести до зниження врожайності, деградації ґрунтів та втрат агровиробничого потенціалу [2].

Сучасні підходи до меліорації потребують адаптації до конкретних природних умов. Визначення впливу рельєфу на ефективність водорегулювання є критично важливим для розробки оптимальних систем осушення, що враховують як локальні особливості, так і загальні тенденції кліматичних змін.

Актуальність теми також підкреслюється необхідністю впровадження сталих підходів до управління водними ресурсами. Це включає мінімізацію негативного впливу на екосистеми, запобігання ерозії ґрунтів, збереження біорізноманіття та оптимізацію використання водних ресурсів. Дослідження в цій сфері можуть допомогти знайти баланс між ефективністю водорегулювання і збереженням природного середовища.

У зв'язку з цим тема дослідження впливу рельєфу на ефективність проведення водорегулювання на осушуваних землях є актуальною як з наукової, так і з практичної точки зору, особливо у контексті сучасних викликів щодо сталого управління агроекосистемами та природними ресурсами.

Метою роботи є визначення впливу рельєфу на ефективність проведення водорегулювання.

Завдання дослідження включають аналіз теоретичних аспектів впливу рельєфу на водорегулювання, проведення польових та аналітичних досліджень, розробку рекомендацій щодо оптимізації водорегулювання залежно від типу рельєфу.

Польові дослідження, які базуються на зборі даних щодо характеристик рельєфу, рівня ґрунтових вод, типу ґрунтів. Використання геодезичних методів для визначення ухилів та водних шляхів. Моделювання та аналіз з використання програмного забезпечення для моделювання водних потоків на осушуваних землях. Аналіз залежностей між рельєфом і ефективністю осушувальних систем. Статистичний аналіз даних для визначення кореляції між характеристиками рельєфу та параметрами водорегулювання.

Як показали результати досліджень тривалої експлуатації осушувальних систем з пересічним рельєфом у знижених частинах рельєфу, таких як улоговини, западини, зазвичай спостерігається надмірне накопичення вологи. Це призводить до затоплення і застою води, що створює умови для переущільнення ґрунтів, зменшення їх аерації та розвитку анаеробних процесів. В таких умовах водопроникність ґрунтів знижується, а ризик заболочення збільшується.

На ділянках із значним ухилом відбувається швидке стікання води. Це призводить до недостатнього насичення ґрунту вологою, що викликає зниження вологості на цих ділянках. Окрім цього, на крутих схилах спостерігається

підвищений ризик ерозії, що впливає на структуру і водопроникність ґрунту. Також підвищені ділянки, зазвичай, мають кращий повітряний режим через більш інтенсивну аерацію. На схилах і в зонах з помірним ухилом часто спостерігається горизонтальний рух води, який призводить до нерівномірного розподілу вологості по території. Це створює умови для формування зон з надмірною або недостатньою кількістю вологи.

Навіть незначні нерівності, такі як горбики, западини, або рівчаки, можуть створювати локальні відмінності у водному режимі. Наприклад, мікрорівнини часто мають сухіший ґрунт і кращу аерацію, тоді як мікрозападини можуть накопичувати вологу і мати проблеми із водовідведенням.

Рельєф визначає ефективність природного і штучного дренажу. На рівнинних територіях і в улоговинах необхідно застосовувати додаткові дренажні системи для відведення надлишкової вологи. На схилах дренажні системи повинні бути спроектовані з урахуванням напрямку руху води і необхідності збереження вологи в ґрунті.

Рельєф також впливає на вентиляцію ґрунтів. В умовах складного рельєфу, зокрема на схилах, відбувається кращий повітрообмін, що сприяє окислювальним процесам. Натомість у низинних зонах через надмірну вологість повітрообмін утруднений, що призводить до анаеробних процесів.

У зимовий період низинні ділянки часто піддаються підтопленню через накопичення талої води. Весною на таких ділянках вологість залишається високою протягом тривалого часу, що може негативно вплинути на сівбу і врожайність.

Рельєф визначає розподіл сезонної вологи та характер її відтоку. Під час весняного танення снігу або сильних літніх опадів вода акумулюється в улоговинах і на низьких ділянках, тоді як на схилах вона швидко відводиться. Це впливає на структуру ґрунту, його водопроникність та аерацію.

При проектуванні осушувальних систем на ділянках зі складним рельєфом можна запропонувати кілька технічних рішень, які допоможуть підвищити ефективність водовідведення та забезпечити стабільну роботу системи. Ось основні з них:

Перед початком проектування важливо провести детальне геодезичне дослідження ділянки для визначення висотних відміток, ухилів та зон зі складним рельєфом (горбисті ділянки, улоговини тощо). На ділянках зі значними перепадами висот необхідно враховувати напрямок природних водних потоків і передбачати системи, які ефективно відводять воду в нижчі точки, не створюючи застою.

Система повинна включати як основний (магістральний) дренаж для збору води, так і додаткові підсистеми, які розташовуються в зонах із критичними ухилами або потенційними проблемними точками.

На ділянках із значним перепадом висот варто використовувати глибинні дренажні системи, які спрямовують воду на нижчі рівні, зменшуючи ризик поверхневого застою та ерозії.

Для забезпечення рівномірного розподілу води на ділянках із нерівним рельєфом доцільно встановлювати регулюючі пристрої (шлюзи, клапани), які дозволяють контролювати потік води і спрямовувати його відповідно до потреб ділянки.

В улоговинах або низинах можна облаштувати штучні резервуари або басейни для тимчасового зберігання надлишкової води з подальшим її відведенням.

На ділянках зі значним ухилом слід передбачити спеціальні протиерозійні заходи, такі як укладання геотекстилю, мульчування або створення террасних схилів. Це допоможе запобігти змиву ґрунту під час сильних опадів.

Використання багатошарових дренажних конструкцій, які включають піщано-гравійні суміші, дозволяє ефективно відводити воду та стабілізувати ґрунти на ділянках із високим ризиком ерозії.

Осушувальні системи на складних рельєфах мають бути гнучкими та легко адаптуватися до зміни умов. Це може включати можливість підключення або відключення окремих дренажних гілок залежно від сезонних змін у водному режимі.

Використання систем, які автоматично регулюють потік води залежно від рівня опадів або вологості ґрунту, є ефективним рішенням для складного рельєфу.

Ефективне проектування осушувальних систем на ділянках зі складним рельєфом вимагає комплексного підходу, що враховує як природні умови (рельєф, ґрунти, водний режим), так і сучасні технічні рішення.

Висновки. Проектування осушувальних систем на ділянках зі складним рельєфом потребує врахування низки конструктивних особливостей для забезпечення ефективного водовідведення і мінімізації ризиків підтоплення або надмірного осушення. Рельєф території є ключовим фактором, який впливає на водно-повітряний режим ґрунтів. Він визначає розподіл вологи, ефективність її відведення, аерацію та загальну родючість ґрунтів. Найбільш ефективно водовідведення спостерігається на рівнинних ділянках, тоді як на горбистих територіях виникають складнощі, пов'язані з нерівномірністю потоку. Пропонується впровадження адаптивних і багатошарових дренажних систем на складних рельєфах. На схилах рекомендується використовувати адаптивні дренажні системи з можливістю регулювання потоку води. На рівнинних територіях ефективними залишаються традиційні методи дренажу.

Список літератури:

1. Вілсон Л., Нью С., Дарон Дж., Голдінг Н. Вплив зміни клімату в Україні. Національна метеорологічна служба Великої Британії, 2021. С. 3-15.
2. Сучасні аспекти наукового забезпечення відновлення дренажних систем гумідної зони України / Ромащенко М.І. та ін. *Меліорація і водне господарство*. 2021. № 1. С. 39-46.
3. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / за ред. П.І. Коваленка. Київ : Аграрна наука, 2001. С. 214.
4. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації) : колективна монографія. Херсон : Грінь Д.С., 2015. 668 с.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ

Шумигай І.В.,

кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник,
старший науковий співробітник відділу охорони ландшафтів, збереження
біорізноманіття і природозаповідання,
e-mail: innashum27@gmail.com,

Душко П.М.,

кандидат сільськогосподарських наук
старший науковий співробітник відділу охорони ландшафтів, збереження
біорізноманіття і природозаповідання,
p_dushko@ukr.net,

Інститут агроекології і природокористування НААН
м. Київ, Україна

Анотація

Подальший розвиток екології неможливий без створення надійної та об'єктивної класифікації екосистем. Класифікація – це операція поділу поняття на елементи та упорядкування їх за класами. Вона розглядається як спосіб вирішення протиріч між отриманням різноманітної інформації про об'єкт і обмеженою можливістю їх засвоєння. Із врахуванням вимог Рамсарської конвенції запропоновані методичні підходи до класифікації водно-болотних угідь.

Ключові слова: водно-болотні угіддя, екологічна система, класифікація.

Для таких емпіричних наук, як екологія та біологія, класифікація має фундаментальне значення, оскільки відображає структуру об'єктів, виступає основним методом пізнання, організації та узагальнення даних. Значення класифікації є багатограним і полягає в тому, що вона за правилами логіки та законами науки упорядковує інформацію про об'єкти, забезпечує визначення понять, шукає форму оцінки та вирішує питання співвідношень між об'єктами, дає спосіб виміру цих відношень, слугує методом отримання нових знань про об'єкт, його властивості, структуру, зв'язки, удосконалює та впорядковує мову певної науки, виконує різні функції моделювання та прогнозування (рис.) [1, с. 7].

Водно-болотні угіддя (далі – ВБУ) – це райони маршів, боліт, драговин, торфовищ або водойм – природних або штучних, постійних або тимчасових, стоячих або проточних, прісних, солонкуватих або солоних, включаючи морські акваторії, глибина яких під час відпливу не перевищує шість метрів, включаючи території, на яких можуть бути розташовані прибережні річкові та морські зони, суміжні з водно-болотними угіддями, і острови. Таким чином, до ВБУ відноситься широке коло водойм, мілководій, а також надмірно зволжених ділянок території, де водяне дзеркало зазвичай знаходиться на

Слава Україні!

поверхні землі. Скрізь у цих місцях вода є основним чинником який визначає умови життя рослин і тварин та контролює стан довкілля.

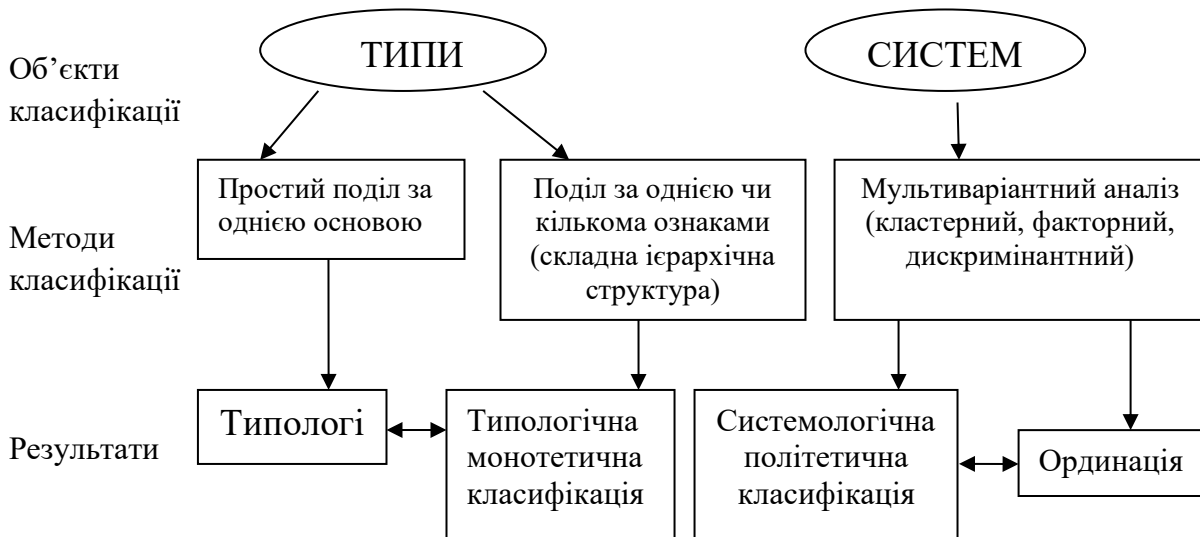


Рис. Схема співвідношення між об'єктами, методами і структурою класифікації

Наразі в світі визначено 2372 ВБУ міжнародного значення, з яких 50 розташовані в Україні площею 789702,2 га [2, с. 5].

Як відомо, виокремлюють п'ять основних типів водно-болотних угідь:

1) *морські* – прибережні лагуни; морські акваторії, глибина яких при відливів не перевищує шістьох метрів, разом із островами, що розташовані на мілководді; прибережні вологі низини, що заливаються морською водою під час великих приливів та нагонів (марші); а також пляжі, скали та інші природні комплекси поблизу морських берегів;

2) *гирлові* – дельти з річковими рукавами, протоками, ділянками суші між ними, плавні, пригирлові мілководдя на морі (авандельти);

3) *озерні* – різноманітні за розмірами, походженням та за іншими особливостями природні водойми, розташовані в поглибленнях суші, постійні та тимчасові, стоячі та проточні, з водою різного ступеню мінералізації, в тому числі солоні, а також – пов'язані з озерами місцевості;

4) *річкові* – ріки, струми, тимчасові водотоки, разом з заплавами та іншими долинними комплексами;

5) *болотні* – болота (надмірно зволожені ділянки території з шаром торфу потужністю не менш 0,3 м) різноманітних типів, в тому числі низинні (фени), перехідні та верховинні, а також ліси, що розташовані навкруги боліт, кущеві зарості та інші місцевості.

Крім цього, існують *штучні водно-болотні угіддя*, такі як ставки, що створюються для різних господарських цілей, водосховища, канали для зрошення та обводнення, поля, що заливаються водою [3, с. 48].

Наразі використовується чимало національних визначень та класифікацій водно-болотних угідь. Вони були розроблені у відповідь на різні національні потреби та враховують основні біофізичні характеристики (переважно рослинність, форму рельєфу та водний режим, іноді також хімічний склад води, наприклад солоність), а також різноманітні види та розміри водно-болотних угідь у зазначеній місцевості або регіоні, які розглядаються.

Рамсарська система класифікації типів водно-болотних угідь, схвалена Рекомендацією 4.7 та доповнена Резолюціями VI.5 та VII.11 Конференції Сторін конвенції пропонує дещо іншу класифікацію. Згідно з положеннями Конвенції та на основі критеріїв [4], Україна сама визначає на своїй території водно-болотні угіддя, придатні для внесення до «Списку водно-болотних угідь міжнародного значення», або Рамсарського списку, готує їх описи і надсилає для розгляду і затвердження до Секретаріату Рамсарської конвенції. За цією системою кожний тип водно-болотних угідь має свій код для ідентифікації водно-болотних угідь на міжнародному рівні (табл.).

Таблиця.

Рамсарська система класифікації типів водно-болотних угідь

Тип	Підтип	Клас	Індекс класу відповідно до Рамсарської конвенції
Природні і водно-болотні угіддя	Водно-болотні угіддя з ритим водним дзеркалом	Річки	М
		Озера	О
	Перезволожені землі та заболочені ділянки	Трав'яно-заболочені ділянки	Т (Ts, Tr)
		Чагарникові заболочені ділянки	W
		Лісові заболочені ділянки	Xf
	Болота та торфовища	Трав'яні і чагарникові болота	U
		Лісові болота	Xp
Штучні водно-болотні угіддя	Стави	Рибні стави	1
		Господарські стави та маленькі водосховища	2
		Водосховища	6
		Затоплені кар'єри	7
	Меліоративні системи	Водні об'єкти спеціального призначення	9
		Затоплювані сільськогосподарські землі	4

Дані категорії, не є вичерпними з наукової точки зору, а призначені лише для того, щоб забезпечити основу для оперативного визначення основних

типів середовища існування, представлених на кожному сайті, з чітким зазначенням «переважаючого типу водно-болотного угіддя».

Тому доцільним, є опис кожного класу водно-болотних угідь, виходячи з наступних трьох блоків:

– гідрологічні характеристики або характеристики водного режиму для перезвожених та затоплювальних угідь (напрямок течії, швидкість водообміну, тривалість підняття рівня ґрунтових вод, періоди затоплення, хімічний склад);

– ґрунтові характеристики (тип ґрунту, наявні процеси, що характерні для перезвожених ґрунтів, кислотність, вологість, вміст гумусу, водно-фізичні характеристики);

– ботанічний склад або рослинний покрив (наявність червонокнижних видів, домінуючі види, деревостій, чагарникова, трав'яниста рослинність і та ін.). [5, с. 138].

Загалом, водно-болотні угіддя відіграють значну роль у підтримці екологічної рівноваги, забезпечуючи середовище існування для багатьох видів флори та фауни, регулюючи гідрологічний баланс та сприяючи очищенню води. Однак, ці екосистеми перебувають під загрозою внаслідок антропогенного впливу та військових дій. Урбанізація, меліорація, промислове та сільськогосподарське використання зумовлюють деградацію угідь, скорочення їх площі та втрати біорізноманіття. Наразі особливу небезпеку становить забруднення ВБУ внаслідок бойових дій, що спричиняє зміну хімічного складу води, руйнування природних поселень і зменшення чисельності видів, залежних від цих екосистем.

Причини негативних змін екологічного характеру водно-болотного угіддя можна розділити на п'ять категорій:

- a. зміни гідрологічного режиму;
- b. забруднення води;
- c. фізична трансформація;
- d. експлуатація біологічних ресурсів;
- e. інтродукція чужорідних видів.

Відносна важливість цих причин варіює залежно від регіону, країни і навіть конкретного угіддя. Більш того, вищевказані причини нерідко взаємопов'язані, так що буває складно розділити наслідки впливу кожної з них. Відповідно до визначення зміни екологічного характеру за Резолюцією VII.10 [6], зміни бувають трьох типів, зокрема *біологічні, хімічні та фізичні*.

Слід зауважити, коли роль природних та антропогенних змін зростає, виникає нагальна необхідність розробки та впровадження чітких заходів направлених на збереження водно-болотних угідь і раціональне їх використання. Тому фундаментом такої політики можуть бути лише сучасні, об'єктивні та системні дані, що базуються на результатах інвентаризації, оцінки та моніторингу.

Згідно Рамсарської конвенції, для підтримання екологічної стабільності водно-болотних комплексів, передбачається:

- визначення місця розташування та екологічних характеристик усіх водно-болотних угідь (базова інвентаризація);
- оцінка стану, тенденцій та загроз для кожного водно-болотного угіддя (оцінка);
- моніторинг стану та тенденцій, включаючи виявлення існуючих загроз і появи нових загроз (моніторинг);
- вжиття заходів для зменшення будь-яких негативних змін, що спричиняють або можуть спричинити шкоду екологічному стану угіддя [7, с. 8].

Отже, опрацювання класифікації екосистем ВБУ є відповіддю на потребу збору і узагальнення інформації про стан ВБУ в усіх його проявах і формах. І класифікація типів екосистем ВБУ має стати основною для розбудови об'єктивної інформаційної бази, банків даних і ГІС про актуальний стан оточуючого середовища і для використання її для збереження біологічного і генетичного різноманіття, для охорони природи та наукових досліджень.

Список літератури:

1. Дідух Я. П. Методологічні підходи до створення класифікації екосистем. *Український ботанічний журнал*. 2004. Т. 61, № 1. С. 7–17.
2. Водно-болотні угіддя України: довідник / за ред. Г. Б. Марушевського, І. С. Жарук. Київ: Чорноморська програма Ветландс Інтернешнл, 2006. 312 с.
3. Бондар О. І., Гаврилов С. О., Коніщук В. В. Водно-болотні угіддя, торфовища України та агроландшафтний підхід їх екологічного менеджменту. *Екологія водно-болотних угідь і торфовищ (збірник наукових статей): матеріали III Міжнар. наук.-практич. круглого столу, (м. Київ, 02 лютого 2014 року)*. Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2014. С. 47–51.
4. Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовище існування водоплавних птахів, 1971. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_031 (дата звернення: 15.02.2026).
5. Клименко М. О., Клименко О. М., Ковальчук С. В. Класифікація водно-болотних угідь Шацького національного природного парку. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 22. С. 135–144. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-3-11.
6. Resolution VII.10. Wetland Risk Assessment Framework. URL: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/key_res_vii.10e.pdf (дата звернення: 12.02.2026).
7. Александров Б., Волох А., Воровка В. та ін. Методичні рекомендації з організації інвентаризації, оцінки, моніторингу водно-болотного угіддя міжнародного значення та складання інформаційного опису / за ред. В. Демченка, О. Петрович. Мелітополь, 2018. 227 с.

***Природоорієнтовані рішення щодо екологічно
безпечного водокористування, відтворення та
охорони водних ресурсів з урахуванням їх
транскордонного значення***

***Nature-based solutions for environmentally safe water
use, restoration, and protection of water resources,
considering their transboundary significance***

СОЯ В ПІСЛЯЖНИВНИХ ПОСІВАХ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

Заєць С.О.,

доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач відділу кліматично орієнтованих агротехнологій,
szaiets58@gmail.com,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

Рудік О.Л.,

доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувача кафедри польових і овочевих культур,
oleksandr.rudik@gmail.com

Одеський державний аграрний університет

Онуфран Л.І.,

кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник,
ludmilaonufraan@gmail.com,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

Анотація

У матеріалах висвітлені результати п'ятирічних досліджень з впливу іннокуляції насіння та системи живлення на продуктивність сої в післяжнивному посіві на зрошуваних землях Південного Степу України.

Ключові слова: соя, післяжнивний посів, зрошувальні землі, система живлення, урожайність

В умовах Південного Степу України ефективність використання орних земель значно залежить від інтенсивності їх експлуатації та застосування проміжних і післяжнивних посівів. Такі посіви дозволяють підвищити коефіцієнт використання ріллі, збільшити виробництво рослинного білка та підвищити економічну ефективність зрошуваного землеробства. Зміни клімату призводять до зростання площ посушливих зон, що робить зрошення ключовим фактором стабільності аграрного виробництва в степовій зоні України [1, с. 66]. У зв'язку з цим використання зрошуваних земель для інтенсивних систем землеробства, включаючи післяжнивні посіви сої, є важливим резервом збільшення виробництва сільськогосподарської продукції [2, с. 3], а застосування мінеральних добрив у поєднанні з іннокуляцією насіння сприяє підвищенню біометричних показників рослин і формуванню високої урожайності сої [3, с. 119].

Метою дослідження було встановити вплив іннокуляції насіння та системи живлення на продуктивність сої в післяжнивному посіві на зрошуваних землях. Дослідження проводились протягом 2021-2025 рр. в умовах півдня України на зрошуваних землях відділу кліматично орієнтованих агротехнологій Інституту

кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, сел. Наддніпрянське, Херсонського району, Херсонської області.

Погодні умови в період з 2021 по 2025 роки характеризувались значною мінливістю та загальною тенденцією до потепління і посух, що посилювалися антропогенними факторами (бойові дії у 2022–2025 рр.). Це створило екстремальні умови, які посилювалися з кожним роком, для вирощування як попередника (пшениці озимої), так і післяжнивних посівів сої. Погодні умови вегетації післяжнивних посівів сої за роками досліджень були контрастними: температура повітря за липень-жовтень в 2021 р. становила 19,2 °С, у 2022 рр., 2023 рр., 2024 рр. і 2025 рр. – 20,3 °С, 20,9, 22,1 і 20,3 °С, що перевищувало кліматичну норму вказаного періоду за 1991–2020 рр. на 0,8, 1,9, 2,5, 3,7 і 1,9 °С відповідно. Разом з тим, окрім опадів вегетаційного періоду 2024 р., в якому нараховувалось на 14 мм більше норми, в усі інші роки спостерігався значний дефіцит вологи, особливо в 2022 р.

Загалом умови післяжнивного вирощування сої сорту Діона призводили до прискорення процесів росту та розвитку на етапах появи сходів та вегетативного розвитку. При цьому входження культури до періоду генеративного розвитку проявився вплив системи живлення. Якщо до фази цвітіння рослини проходили фази росту і розвитку без істотних змін, і відповідно міжфазні періоди сівба–сходи; сходи–гілкування; гілкування–цвітіння потребували відповідно 6; 19 та 10 діб, то на подальших етапах проявилися деякі відмінності між варіантами системи живлення. Варіабельність щодо тривалості фенологічних фаз культури полягала у деякому подовженні тривалості фаз росту та розвитку за умови вищих фонів живлення. У контрольному варіанті тривалість фази «цвітіння–дозрівання» становила 40 діб. Інокуляція насіння препаратом ХіСтік подовжувала тривалість до 41–42 діб, що може бути пов'язано з активізацією азотфіксувальних процесів і кращим забезпеченням рослин азотом. Комбінація інокуляції з мінеральним живленням у межах норм N_{30–45} на фосфорному фоні P₄₀, а також із додаванням органічного добрива Soil algae, сприяла максимальному подовженню цієї фази – до 42 діб. Це вказує на більш інтенсивний ріст і триваліший період формування репродуктивних органів та утворення урожаю зерна.

Тривалість фази «дозрівання – повна стиглість» за всіма варіантами дослідження залишалася стабільною на рівні 24 діб, тоді як у контролі рослини проходили даний етап за 23 доби. Незначне подовження цієї фази в удобрених варіантах може свідчити про кращий фізіолого-біохімічний стан рослин та кращі умови живлення для формування врожаю. При цьому посіви перебували у менш сприятливих погодних умовах осіннього періоду, що є обмежуючим фактором. Загальна тривалість вегетаційного періоду на контролі становила 92 доби. Інокуляція забезпечила його подовження до 94 діб, а інокуляції з мінеральним живленням у межах норм N_{30–45} на фосфорному фоні P₄₀, та органічним добривом сприяло збільшенню тривалості до 95 діб.

Подовження вегетаційного періоду за умов застосування мінерального та органічного підживлення та інокуляцією посівного матеріалу може бути

результатом посилення метаболічної активності, що посилює ростові процеси рослин, сприяє формуванню більшої кількості генеративних органів чим підвищує їх продуктивність. Під впливом таких перетворень відбувалися зміни в структурі формування урожаю насіння (табл. 1).

Таблиця 1.

Елементи структури урожаю післяживної сої залежно від системи живлення (середнє 2021–2025 рр.)

Система живлення	Частка, %		Кількість, шт.	
	бобів на головному пагоні	насіння на головному пагоні	насіння в бобі головного пагону	насіння в бобі бічного пагону
Контроль	69,6	73,8	1,86	1,61
Інокуляція (ХіСтік 1,2 л/т)	68,8	71,1	1,87	1,60
Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	68,1	69,2	1,90	1,64
Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀ + органічне добриво Soil algae 5 л/га	65,6	68,0	1,89	1,65
Інокуляція + N ₄₅ P ₄₀	62,7	66,0	1,88	1,66
Інокуляція + N ₄₅ P ₄₀ + органічне добриво Soil algae 5 л/га	61,3	63,0	1,86	1,65

У контрольному варіанті частка бобів на головному пагоні становила 69,6 %, а частка насіння – 73,8 %, що вище ніж на варіантах представленої системи живлення, та свідчить про домінуючу роль центрального пагона у формуванні врожаю. Кількість насінин у бобі на головному пагоні становила 1,86 шт., тоді як у бічних – 1,61 шт. Застосування інокуляції не призвело до істотної зміни структури врожаю: частка бобів і насіння на головному пагоні залишалася відповідно на 0,8 та 1,7 пункти. Кількість насінин у бобах головного і бічних пагонів практично не змінилася порівняно з контролем. Поєднання інокуляції з мінеральним живленням N₃₀P₄₀ зумовило подальше зниження частки бобів до 68,1 % та насіння 69,2 % на головному пагоні. Водночас кількість насіння в бобах незначно зросла до 1,90 шт. на головному пагоні та до 1,64 шт. на бічних. Це може свідчити про більш інтенсивні продукційні процеси та більш рівномірний розподіл асимілянтів між пагонами. Додавання органічного добрива Soil algae до технологічних елементів «інокуляція + мінеральний фон N₃₀P₄₀» сприяло подальшому перерозподілу генеративних органів: частка бобів і насіння на бокових пагонах за рахунок основного зросла відносно контролю на 4 та 5,8 пунктів відповідно. При цьому кількість насінин у бобах залишалася стабільною або трохи вищою, а бічні пагони характеризувалися зростанням кількості насіння до 1,65 шт. Тобто простежується при посиленні системи живлення зростання продуктивності одночасно основного та бокових пагонів. У варіантах із підвищеною дозою азоту N₄₅P₄₀ відмічено максимальне зменшення частки генеративних органів, сформованих на головному пагоні. Відносно контролю без добрив відсоток головного пагону у загальній кількості бобів та насіння

зменшився на 8,3 та 10,8 пункти. При цьому кількість насіння в бобах головного пагону залишалася на попередньому рівні а кількість насіння в бобах бічних пагонів зростала на 2,5%. Це свідчить, що за інтенсивнішого азотного живлення в даній системі відбувається посилений розвиток бокових пагонів та зростання їх продуктивності.

У результаті проведених досліджень встановлено, що застосування інокуляції насіння та поєднання її з мінеральними й органічними добривами суттєво впливало на врожайність (табл. 2).

Таблиця 2.

**Вплив системи живлення на урожайність сої у післяжнивних посівах
(середнє 2021–2025 рр.)**

Варіант	Урожайність, т/га	Прибавка від			
		заходів	інокуляції	підживлення	азотних добрив
Контроль	1,68	х	х		
Інокуляція (ХіСтік 1,2 л/т)	1,83	0,15	0,15		х
Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	1,99	0,31		х	0,16
Інокуляція+N ₃₀ P ₄₀ + органічне добриво Soil algae 5 л/га	2,12	0,44		0,13	
Інокуляція + N ₄₅ P ₄₀	2,07	0,39		х	0,24
Інокуляція+N ₄₅ P ₄₀ + органічне добриво Soil algae 5 л/га	2,16	0,48		0,09	
НІР ₀₅ , т/га	0,05				

Найнижчі показники щодо урожайності зафіксовано у контрольному варіанті без внесення добрив та застосування інокуляції. За таких умов урожайність становила 1,68 т/га. Такий рівень пов'язаний із виснаженням запасів поживних речовин попередньою культурою. Тому застосування інокуляції препаратом ХіСтік (1,2 л/т), як елемент покращення азотного живлення, забезпечило підвищення урожайності на 0,15 т/га. Поєднання інокуляції з внесенням мінеральних добрив N₃₀P₄₀ підвищило урожайність на 18,5 % до 1,99 т/га. Порівняно із інокуляційним фоном таке збільшення складало 8,7 %. Проведення на попередньому фоні підживлення посівів органічним добривом Soil algae (5 л/га) сприяло підвищенню урожайності на 0,13 т/га, при цьому перевищення контролю складало 26,2 % а інокуляційно-мінерального фону 6,53%. Варіант із інокуляцією та найвищим фоном мінерального живлення N₄₅P₄₀ забезпечував підвищення урожайності на 0,24 т/га відносно контролю та на 0,08 т/га відносно попереднього фону живлення. У порівнянні з інокуляцією, за рахунок мінеральних добрив тут отримано на 0,24 т/га зерна більше, а перевищення відносно аналогічної попередньої градації (інокуляція + N₃₀P₄₀) лише 0,08 т/га. Максимальний рівень урожайності в досліді, 2,16 т/га, встановлено у варіанті інокуляція + N₄₅P₄₀ + підживлення Soil algae. Тут відносно

контролю без добрив отримано найбільше зростання урожайності 0,48 т/га, проте менше від підживлення 0,09 т/га та порівняно із аналогічним попереднім фоном 0,04 т/га. З позиції раціонального використання агроресурсів найбільш ефективним виявився варіант із інокуляцією насіння без додаткового застосування мінеральних добрив, який забезпечив оптимальне співвідношення між урожайністю 1,83 т/га та екологічними перевагами. Урожайність зерна сої на рівні 2,12 т/га отримано на фоні інокуляція посівного матеріалу препаратом ХіСтік + N₃₀P₄₀ + підживлення органічним добривом Soil algae 5 л/га. Подальше підвищення фону не супроводжувалося достовірним підвищенням урожайності культури.

В сучасних умовах важливим критерієм оцінки технології є раціональне використання ресурсів. Одним із таких ресурсів є мінеральні добрива, ефективність використання яких може бути оцінена за окупністю урожаєм культури (рис.).

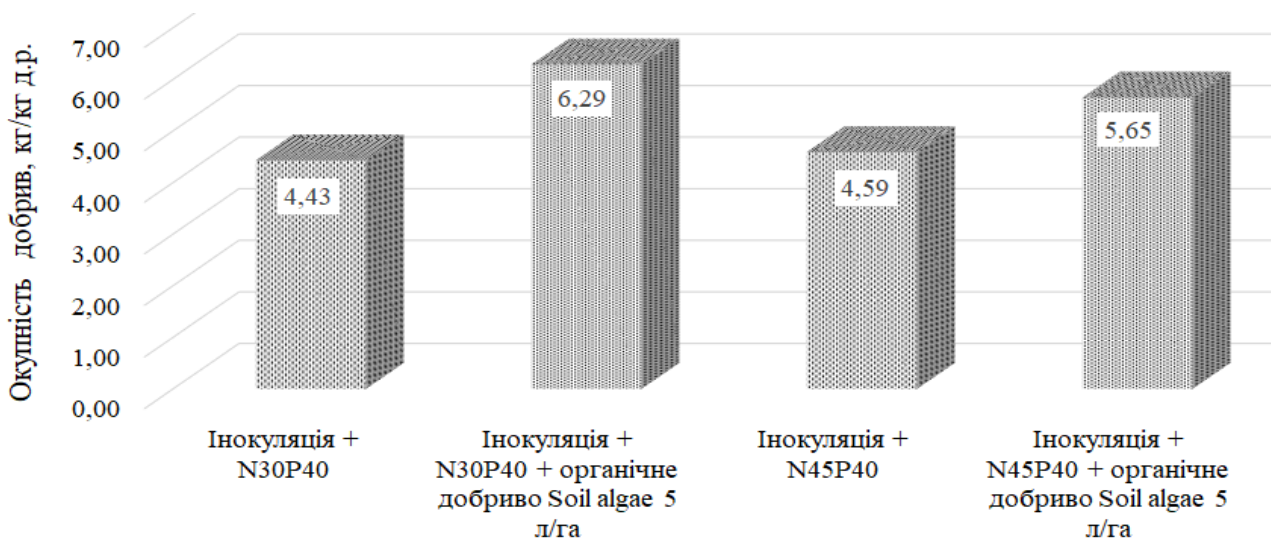


Рис. Окупність добрив урожаєм насіння сої при післяжнивному вирощуванні залежно від системи живлення, кг/кг д.р.

Данні демонструють, що в межах фону мінерального живлення N₃₀P₄₀ та N₄₅P₄₀ окупність мінеральних добрив соєю на фоні інокуляції ХіСтік (1,2 л/т), змінюється у вузькому обсязі – 4,43–4,59 кг/кг д.р. Відмічено також позитивний вплив підживлення органічним добривом Soil algae (5 л/га). За рахунок такого заходу окупність добрив зросла відповідно на 1,9 та 1,0 кг/кг д.р., що відповідає збільшенню на 42,0 та 21,3%. Простежується позитивний вплив підживлення рослин на окупність мінеральних добрив та тенденція до зменшення окупності на підвищених фонах живлення, що підкреслює значення обґрунтування фону живлення культури.

Таким чином, післяжнивні посіви сої є важливим резервом підвищення ефективності використання зрошуваних земель Південного Степу України. Найвищу врожайність зерна 2,12 т/га сорт сої Діона забезпечив на фоні інокуляція посівного матеріалу препаратом ХіСтік + N₃₀P₄₀ + підживлення

Слава Україні!

органічним добривом Soil algae 5 л/га. За рахунок такого заходу окупність добрив зросла до 6,29 кг/кг д.р., в тому числі підживлення органічним добривом Soil algae 5 л/га збільшувало окупність на 42,0 %.

Список літератури:

1. Тараріко Ю., Сорока Ю., Сайдак Р. Зміна клімату та економічна ефективність сільськогосподарського виробництва в степовій зоні. *Меліорація земель та управління водними ресурсами*. 2020. 2. 56-69. DOI:10.31073/mivg202002-256.

2. Вожегова Р. А., Рудік О. Л., Сергеев Л. А. Проміжні посіви в концепціях формування інтенсивних систем землеробства. *Таврійський науковий вісник*. 2020. 116. 3-15. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.116.1.1.

3. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Формування врожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Миронівський вісник*. 2018. 7. 116-122. DOI: 10.31073/mvis201807-11

ВОДНИЙ ФАКТОР У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ: СТРАТЕГІЧНІ ОРІЄНТИРИ РОЗВИТКУ

Зіновчук Н.В.,

доктор економічних наук, професор,
завідувач сектору екологічного менеджменту,

nvzstill37@gmail.com

Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна

Мішенін Є.В.,

доктор економічних наук, професор,
провідний науковий співробітник

відділу економіки природокористування в агросфері,

eugeniy_mishenin@yahoo.com

Інститут агроекології і природокористування НААН,
м. Київ, Україна

Анотація

Дослідження присвячено проблематиці необхідності урахування водного фактору у забезпеченні екологічно збалансованої продовольчої безпеки у контексті сучасних викликів. Визначено основні стратегічні орієнтири сталого водокористування в аграрній сфері у форматі продовольчої та екологічної безпеки.

Ключові слова: водна безпека, продовольча безпека, сільське господарство, водоохоронні заходи, водоемність аграрної продукції.

В умовах сучасних викликів (зокрема, це негативні кліматичні зміни, воєнна агресія РФ, екологічні ризики) особливої актуальності набуває проблематика підвищення ефективності управління водними ресурсами та збереження водних екосистем, які є базовою складовою екологічної безпеки та сталого соціально-економічного розвитку, а також забезпечення життєдіяльності та здоров'я населення. Це позначається і на соціально-еколого-економічних аспектах продовольчої безпеки, оскільки водні екосистеми є важливим фактором її ресурсно-відворювального забезпечення [1]. Водночас сучасний стан їх використання та охорони в аграрному секторі характеризується фрагментарністю управлінських рішень, недостатнім рівнем упровадження інноваційних підходів до екологізації сільськогосподарського водокористування, обмеженим застосуванням інтегрованого басейнового принципу, дефіцитом фінансових ресурсів. Таким чином, визначається необхідність поглиблення теоретико-прикладних підходів до соціально-еколого-економічної оцінки стану водних ресурсів України, визначення пріоритетних напрямів їх збалансованого розвитку та управління у контексті забезпечення продовольчої безпеки.

Контент продовольчої безпеки визначається рівнем ефективності використання води в аграрній сфері та наявністю природної вологи, особливо

за умов еколого-економічних та кліматичних ризиків, на які істотно впливають такі чинники:

- незадовільний технічний стан та зношеність водогосподарської інфраструктури (зокрема, зрошувальних систем);
- порушення технологічних процесів водопостачання і водовідведення, що призводить до зниження їхньої функціональності;
- висока енергоємність транспортування води та значні втрати води в мережах через непродуктивні витоки;
- недотримання стандартів якості води та екологічних вимог, що погіршує стан водних об'єктів для аграрного природокористування;
- застосування неефективних технологій вирощування сільськогосподарських культур, що збільшує потребу у зрошенні;
- скорочення державних видатків на підтримку водогосподарських заходів;
- відсутність дієвих механізмів державної підтримки та недостатні умови для залучення кредитів і інвестицій у розвиток зрошувальних систем.

Ситуація у водному господарстві України ускладнилася внаслідок анексії Криму та триваючого збройного конфлікту на сході країни, що призвело до руйнування водної інфраструктури та погіршення водозабезпечення населення й сільськогосподарських користувачів водних ресурсів. На цьому фоні відзначається зростання ризиків водної безпеки, зокрема у регіонах, які найбільше постраждали від бойових дій. Дефіцит водних ресурсів суттєво впливає на регіональні системи зрошувального землеробства і, таким чином, може визначати особливості розвитку сільських територіальних громад. Для забезпечення продовольчої безпеки людство має перейти до концепції "Більше врожаю на кожную краплю". Основні стратегічні орієнтири реалізації цієї концепції такі:

- точне зрошення: використання крапельного поливу;
- виведення сортів рослин, що потребують менше вологи або витримують засоленість ґрунтів;
- повторне використання: очищення стічних вод для технічних потреб агросектору;
- цифровізація зрошувальних систем.

Впровадження принципів інтегрованого управління водними ресурсами має забезпечити водну, продовольчу та екологічну безпеку країни через формування комплексних організаційно-інституціональних і еколого-економічних механізмів, спрямованих на:

- недопущення подальшого погіршення якості поверхневих, підземних та морських вод і забезпечення їх переходу до «доброго» екологічного стану;
- припинення деградаційних процесів у водних екосистемах та їх поступове відновлення;
- усунення дефіциту води належної якості для населення та забезпечення достатнього водопостачання для аграрного виробництва;

Слава Україні!

- зниження еколого-економічних та кліматичних ризиків продовольчої безпеки, пов'язаних з повеннями та посухами;
- залучення всіх користувачів водних ресурсів та зацікавлених сторін до процесів екологічно спрямованого управління в межах річкового басейну;
- оптимізацію взаємодії та чіткого розподілу повноважень між басейновими структурами та територіальними адміністративними органами на різних рівнях просторового управління.

Список літератури:

1. Заходим М.В. Продовольча безпека та основні фактори її забезпечення. *Стратегічні напрямки розвитку науки: фактори впливу та взаємодії*: матеріали II Міжнародної наукової конференції, (м. Рівне, 7 квітня 2023 року). Вінниця: Європейська наукова платформа, 2023. С. 15-17. URL: <https://archive.mcnd.org.ua/index.php/conferenceproceeding/issue/view/07.04.2023/2> (дата звернення: 15.01.2026)

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ТА ШЛЯХИ ЗАПОБІГАННЯ ДЕГРАДАЦІЇ МЕЛІОРОВАНИХ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ПОСИЛЕННЯ ПОСУШЛИВОСТІ КЛІМАТУ

Рокочинський А.М.,

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри водної інженерії та водних технологій,
a.m.rokochinskiy@nuwm.edu.ua,

Волк П.П.,

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри водної інженерії та водних технологій,
p.p.volk@nuwm.edu.ua,

Турченко В.О.,

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри водної інженерії та водних технологій,
v.o.turchenuk@nuwm.edu.ua,

Приходько Н.В.,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри водної інженерії та водних технологій,
n.v.prihodko@nuwm.edu.ua,

Волк Л.Р.

кандидат технічних наук, доцент,
професор кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки,
l.r.volk@nuwm.edu.ua,

Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна

Анотація

У матеріалах розглянуто обґрунтування необхідності та шляхи запобігання деградації меліорованих ґрунтів України в умовах посилення посушливості через зміну клімату на основі підвищення їх вологозабезпеченості як гаранта продовольчої безпеки країни, особливо у воєнний та повоєнний періоди.

Ключові слова: деградація, меліоровані ґрунти, зростання посушливості, зміни клімату, підвищення вологозабезпеченості.

Деградація ґрунтів, насамперед меліорованих, на сьогодні визнана одним із найбільш серйозних викликів для забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва й країни в цілому, що спричиняє істотні проблеми екологічного і соціально-економічного характеру та ставить під загрозу невід’ємну і стратегічно важливу складову загальнонаціональної безпеки країни – її продовольчу безпеку, особливо у воєнний та повоєнний періоди.

Деградація ґрунтів це проблема світового масштабу, пов’язана з різними видами ерозій, виснаженням ґрунтових вологозапасів й гумусової складової, зокрема через вплив посух внаслідок несприятливих погодно-кліматичних умов.

У аграрній практиці традиційно сільськогосподарські гідротехнічні меліорації розглядаються як ефективний інструмент пом'якшення впливу несприятливих погодно-кліматичних умов, а меліоровані ґрунти з регульованим водним режимом – як стратегічний ресурс агровиробництва та гарант продовольчої безпеки.

Сьогодні близько 25% усієї земної поверхні світу становлять деградовані ґрунти, щорічно через деградацію планета втрачає до 24 млрд тонн родючих ґрунтів. Якщо цей тренд збережеться, то до 2050 року 95% земної поверхні становитимуть деградовані ґрунти. За оцінками FAO, на сучасному етапі понад 33% сільськогосподарських земель України вже зазнали суттєвої деградації, решта земель перебувають під загрозою деградації. Варто відмітити, що це на 13% більше ніж обліковувалося до початку повномасштабної війни. За останні 130 років українські землі вже втратили порядку 30% гумусу, а величина щорічної його втрати у сучасних умовах оцінюється у 65 кг/га.

Для запобігання подальшому розвитку деградації ґрунтів наша держава приєдналася до процесу встановлення та реалізації добровільних національних завдань щодо досягнення нейтрального рівня деградації земель. Така робота проводиться у рамках впровадження Цілей Сталого Розвитку та Конвенції ООН про боротьбу з опустелюванням.

Зокрема, був затверджений Національний план дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням до 2025 року, створена Координаційна рада з питань боротьби з деградацією земель та опустелюванням.

Проблеми запобігання деградації й опустелювання ґрунтів, а також збереження їх родючості розглядаються у багатьох наукових працях [1–4]. Проте питання обґрунтування основних напрямів вирішення даної проблеми в Україні залишаються ще недостатньо дослідженими і потребують обґрунтування в умовах зміни клімату та безпекових питань, зокрема щодо продовольчої безпеки країни у воєнний та повоєнний періоди.

У сучасних умовах суттєвий вплив на розвиток процесів деградації насамперед меліорованих ґрунтів чинить зниження їх вологозабезпеченості, яке вже активно проявляється фактично на всій території України в умовах зростання посушливості через зміну клімату, та веде до фактичного опустелювання ґрунтів. Зниження вологозабезпеченості зрошуваних й осушуваних ґрунтів і критичний брак ґрунтової вологи, зумовлюють їх деградацію та падіння рівня родючості: погіршення водно-фізичних властивостей і агрегатного стану активного кореневмісного шару ґрунту, уповільнення руху поживних речовин, втрату гумусової складової, посилення ерозійних процесів, а зрештою й опустелювання ґрунту.

Тому вирішення проблеми зниження вологозабезпеченості ґрунтів в умовах зміни клімату повинно бути невід'ємною частиною комплексного розвитку земельних ресурсів в інтересах їх сталого розвитку для запобігання та скорочення деградації земель [5–7]. Слід проводити комплексну роботу, що сприятиме зменшенню цих негативних процесів і припиненню масштабування їх наслідків. Отже, питання необхідності протидії зниженню

вологозабезпеченості ґрунтів сільськогосподарських угідь є важливим аспектом досягнення цілей запобігання деградації та опустелювання ґрунтів як в Україні, так і світі в цілому.

На сьогодні існує низка відповідних напрацювань щодо визначення загальних підходів та конкретних заходів, направлених на раціональне використання водних ресурсів та запобігання розвитку деградаційних процесів сільськогосподарських угідь [8–10]. Однак, виходячи зі складності досліджуваного питання, досягнення поставленої мети потребує подальшого вирішення та використання комплексного підходу, який би дав змогу у взаємозв'язку врахувати головні різнорідні аспекти адаптації насамперед меліорованих ґрунтів зони зрошення та осушення до зміни клімату і зростання посушливості, як необхідної умови запобігання їх деградації.

У змінюваних кліматичних умовах адаптивні заходи відіграють визначальну роль у підвищенні ресурсного потенціалу сільськогосподарських угідь країни. Відповідно до програмних міжнародних документів, присвячених цій проблематиці у сфері кліматичної дипломатії в Україні та ЄС в цілому, а також стратегії на основі реальних досліджень за критеріями ІРПС (англ. International Plant Protection Convention) про зміни клімату в Україні до 2100 року і на виконання Указу Президента України «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України» від 14 вересня 2020 року, як і решта держав-учасників, взяла на себе зобов'язання виділяти кошти на адаптацію до змін клімату та підготовку до її реалізації.

Що ж стосується адаптивних заходів для меліорованих сільськогосподарських угідь, то для їх розробки необхідно виконати значно більші, порівняно з мінімально необхідними, комплексні дослідження. Найбільш важливі дослідження повинні бути спрямовані, перш за все, на підвищення ефективності використання наявних водних ресурсів шляхом їх зарегулювання й акумуляцію в ґрунтовому профілі та в межах гідромеліоративних систем, розробку і впровадження нових енерго-, водо- й ресурсозберігаючих способів комплексної меліорації земель, удосконалених технологій водорегулювання та режимів зрошення, удосконалених конструкцій гідромеліоративних систем тощо.

У нашому випадку завдання з розробки адаптивних заходів є надзвичайно складним та комплексним за своїм характером, оскільки повинно враховувати та поєднувати різносторонні й різнорідні потреби і вимоги меліорованих сільськогосподарських угідь зони зрошення та осушення у контексті сучасних глобальних й локальних викликів і загроз.

Згідно із загальними рекомендаціями та результатами власних досліджень і напрацювань [11–15], нами запропоновано комплекс різнорідних адаптивних заходів, направлений на запобігання деградації наявного фонду меліорованих земель в умовах зростання посушливості через зміну клімату на основі підвищення вологозабезпеченості зрошуваних та осушуваних ґрунтів для забезпечення продовольчої безпеки країни у воєнний та повоєнний періоди:

– **організаційно-господарські:** удосконалення наявного механізму управління водогосподарськими об'єктами, впровадження сучасних принципів управління, а також інструментарію сучасного менеджменту; удосконалення організаційних структур управління галуззю на рівні держави, регіонів, окремих господарських одиниць на принципах інтегрованого управління водними ресурсами; створення організаційно-консультаційних центрів для підвищення обізнаності громадськості та користувачів земельних ресурсів; створення та впровадження систем інформаційного забезпечення для прийняття оптимальних рішень.

– **агротехнічні:** зміни в сортах і введення сільськогосподарських культур, стійких до біотичних і абіотичних загроз, пов'язаних зі зміною клімату; вирощування гібридних культур та культур більш пізнього дозрівання; удосконалення способу освоєння сівозміни (схеми розміщення і чергування культур).

– **агромеліоративні:** удосконалення технологій та засобів обробітку меліорованих ґрунтів, спрямованих на поліпшення їх водно-фізичних властивостей і акумулюючої здатності на основі удосконалення технологій і засобів глибокого суцільного розпушення ґрунту, що дасть змогу ефективно регулювати та акумулювати вологу в ґрунтовому профілі в умовах посилення посушливості клімату.

– **гідротехнічні:** обґрунтування комплексу ресурсоекономних заходів і засобів для підвищення ефективності використання водних та енергетичних ресурсів при зрошенні; удосконалена конструкція гідроакумулюючої зрошувальної системи з додатковими ємностями для зарегулювання і акумуляції води в її межах; удосконалена технологія поливу сільськогосподарських культур; оборотне використання дренажно-скидних вод; удосконалена технологія та режими водорегулювання на осушуваних землях, переведення їх на регулярне зволоження; удосконалена конструкція гідроакумулюючої дренажної системи з додатковими ємностями для зарегулювання і акумуляції води в її межах.

– **еколого-економічні:** удосконалення методологічних і методичних аспектів еколого-економічного оцінювання меліоративних проєктів, що дасть змогу підвищити обґрунтованість прийнятих проєктних рішень з урахуванням особливостей створення та функціонування гідромеліоративних систем в зоні зрошення та осушення як складних природно-технічних еколого-економічних систем.

Запропонований комплекс є різностороннім та передбачає реалізацію різнорідних заходів, що забезпечує комплексне й цілісне врахування потреб зрошуваних і осушуваних ґрунтів щодо підвищення їх вологозабезпеченості для запобігання подальшій деградації меліорованих земель в умовах посилення посушливості через зміни клімату.

Таким чином, підвищення вологозабезпеченості зрошуваних та осушуваних ґрунтів є необхідною умовою та невід'ємною складовою комплексного підходу до вирішення проблеми деградації та опустелювання

меліорованих земель нашої країни, особливо у сучасних умовах зростання посушливості через зміни клімату, наявних викликів продовольчої, водної та енергетичної криз. Для досягнення поставлених цілей розроблено та запропоновано комплекс різнорідних адаптивних заходів, направлений на запобігання деградації зрошуваних та осушуваних ґрунтів в умовах зміни клімату на основі підвищення їх вологозабезпеченості, насамперед шляхом ефективного використання наявних водних ресурсів.

Список літератури:

1. Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V., Korniychuk O. V. Substantiation of the causes of soil degradation and desertification in Ukraine. *Feeds and Feed Production*. 2020. № 90. P. 10-20.
2. Stokes S. Soil Degradation and Water Scarcity: The Importance of Soil Organic Matter and Reuse of Non-Traditional Water Sources Within Agricultural Systems (Doctoral dissertation, Colorado State University). 2023.
3. Wuerthner, G. Agriculture and Ecosystem Destruction. Counter Punch. 2024.
4. Тараріко О.Г., Льєнко Т.В., Кучма та ін. Ерозія ґрунтів як чинник опустелювання агроландшафтів України. *Агроекологічний журнал*. 2021. №3. С. 6-16.
5. Alnaimy M.A., Elrys A.S. Drivers of Soil Degradation in Arid Regions: Impacts on Physico-Chemical Properties and Nutrient Availability. *Land Degradation & Development*. 2025.
6. Miniailo D. O. Aridization of the lands of Ukraine. Publishing House «Baltija Publishing». 2025.
7. Вожегова Р.А., Нетіс І.Т., Онуфран Л.І. та ін. Зміна клімату та аридизація Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 7. С. 16-20.
8. Diop M., Chirinda N., Beniaich A., El Gharous M., El Mejahed K. Soil and water conservation in Africa: State of play and potential role in tackling soil degradation and building soil health in agricultural lands. *Sustainability*. 2022. Vol. 14(20). P. 1-29.
9. Zuo Z., Qiao L., Zhang et al. Importance of soil moisture conservation in mitigating climate change. *Science Bulletin*. 2024. Vol. 69(9). P. 1332-1341.
10. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Піщаленко М.А., Мельничук В.В., Євстаф'єва В.О. Агротехнічні заходи по раціональному використанню вологи. *Scientific Progress & Innovations*. 2022. № 3. С. 80-89.
11. Biesbroek R. Policy integration and climate change adaptation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2021. № 52. P. 75-81.
12. Massey E.E. Experience of the European Union in adaptation to climate change and its application to Ukraine. *Bureau of the OSCE Economic and Environmental Coordinator*. 2012. URL: <https://cdn.osce.org/sites/default/files/f/documents/a/9/93311.pdf> (дата звернення: 19.01.2026).
13. Підвищення ресурсного потенціалу Українського Полісся : монографія / за ред. д.т.н., проф., акад. НААН В.А. Сташука, д.с.-г.н., проф. В.С. Мошинського, д.т.н., проф. А.М. Рокочинського та ін. Рівне : НУВГП, 2024. 792 с.

Слава Україні!

14. Науково-практичні засади підвищення енергоефективності закритих зрошувальних систем : монографія / Є.Г. Герасімов, Н.В. Приходько, А.М. Рокочинський; за загальною редакцією академіка НААН України В. А. Сташука. Рівне : НУВГП, 2023. 288 с.

15. Підвищення вологозабезпеченості мінеральних ґрунтів з регульованим водним режимом у змінних кліматичних умовах за удосконаленими технологіями та технічними засобами їх глибокого меліоративного розпушення: науково-методичні рекомендації / за загальною редакцією д.т.н., проф., акад. НААН України В.В. Адамчука, д.т.н., проф., акад. НААН України В.А. Сташука, д.с.-г.н., проф., акад. НААН України С.М. Рижучка. Рівне : НУВГП, 2025. 75 с.

НЕОБХІДНІСТЬ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ НА ДОВГОТЕРМІНОВІЙ ОСНОВІ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ У ЗМІННИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

Сташук В.А.,

доктор технічних наук, професор, академік НААН України,
проректор з наукової роботи,
vstashuk@kaunaas.com,

Київський аграрний університет НААН України,

Рокочинський А.М.,

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри водної інженерії та водних технологій,
a.m.rokochinskiy@nuwm.edu.ua,

Волк П.П.,

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри водної інженерії та водних технологій,
p.p.volk@nuwm.edu.ua,

Приходько Н.В.,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри водної інженерії та водних технологій,
n.v.prihodko@nuwm.edu.ua,

Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна

Анотація

У матеріалах розглянуто обґрунтування необхідності, передумови та загальні положення щодо розробки моделей метеорологічного забезпечення для оцінювання агрометеорологічних режимів у змінних кліматичних умовах на довготерміновій основі.

Ключові слова: метеорологічне забезпечення, агрометеорологічні режими, зміна клімату, довготерміновий прогноз.

Ефективне планування, організація та ведення аграрного виробництва на меліорованих сільськогосподарських угіддях, особливо у сучасних умовах прогресуючих погодно-кліматичних змін, потребує безпосереднього врахування їх мінливості та невизначеності, оскільки саме вони, разом з меліоративними чинниками, справляють визначальний вплив на формування водного і загального природно-меліоративного режиму меліорованих земель, продуктивність вирощуваних культур та відповідний еколого-економічний ефект від природокористування.

Будучи об'єктом впливу атмосферних процесів, аграрне виробництво визначально залежить від метеорологічних умов, що складаються, і повинне своєчасно забезпечуватися інформацією про їх очікувані зміни. Втрати, які несе

аграрне виробництво від дії несприятливих погодно-кліматичних умов чи невідповідного їх врахування, призводять до значного недобору урожаю вирощуваних культур і завдають суттєвих збитків економіці країни.

Тому, фактична і прогностична метеорологічна інформація має надзвичайно важливе значення для аграрного виробництва, особливо в умовах сучасних активних погодно-кліматичних змін. За таких умов, стратегічного змісту набувають агрометеорологічні прогнози, як науково-обґрунтовані прогнози, що висвітлюють ступінь сприяння очікуваних погодно-кліматичних умов зростанню урожаю вирощуваних культур, проведенню сільськогосподарських робіт тощо [1, 2]. Їх точність і справджуваність напряму залежать від ефективності й придатності відповідного метеорологічного забезпечення у структурі оцінювання агрометеорологічних режимів.

Виходячи з наявних видів і структури агрометеорологічних прогнозів стосовно рівнів прийняття проєктних, управлінських, експертних та інших рішень в часі (1 – багаторічні перспективні та проєктні рішення; 2 – технологічна підготовка об'єкта до наступного сезону; 3 – оперативний режим управління), для виконання прогнозно-оптимізаційних розрахунків, насамперед на довготерміновій основі, необхідно виходити з розробки відповідного прогнозу погодно-кліматичних умов, що традиційно відноситься до так званого кліматологічного прогнозу, для якого у якості прогнозованої величини беруться середні багаторічні значення (норми) необхідних метеорологічних величин або їх нормований розподіл за розрахунковий термін часу (багаторічний, річний, вегетаційний період та ін.) [3, 4].

Таким чином, модель прогнозного оцінювання метеорологічних режимів є першою ланкою в ланцюзі реалізації будь-яких прогнозно-імітаційних розрахунків на довготерміновій основі, від точності якої безпосередньо залежать результати усіх подальших обчислень, аж до остаточного прийняття проєктних чи експертних рішень.

Виконаний нами аналіз існуючих методів метеорологічного забезпечення агрометеорологічних прогнозів на довготерміновій основі [5–8 та ін.] показав, що внаслідок надзвичайно складного характеру формування й реалізації природно-кліматичних і метеорологічних процесів та їх впливу на умови вирощування сільськогосподарських культур, особливо у довгостроковій перспективі з урахуванням наявних та прогнозованих кліматичних змін, до цієї пори не існує універсальної методики метеорологічного забезпечення в структурі агрометеорологічних прогнозів, оскільки практично жоден з апробованих на практиці методів не враховує увесь спектр метеофакторів, що впливають на умови вирощування сільськогосподарських культур та не дає змоги отримати розгорнуту узагальнену характеристику метеорологічних режимів при реалізації агрокліматологічного прогнозу у вигляді схематизованого типового розподілу основних метеофакторів за усім необхідним спектром розрахункових періодів вегетації з урахуванням складного й неоднозначного характеру умов їх формування як в багаторічному, так і

внутрішньовегетаційному перерізі, що зумовлює необхідність вирішення даного питання.

Маючи справу зі складним стохастичним процесом, яким є метеорологічний режим, важко сподіватися отримати задовільну детерміновану модель на всі випадки життя. Але з іншого боку, з огляду на рівень задач, що розглядаються, мета метеорологічного забезпечення агрометеорологічних прогнозів має дещо обмежений характер. Вона полягає в отриманні типових схем метеорологічних режимів у вигляді розподілу сукупності основних метеофакторів у багаторічному та внутрішньовегетаційному перерізах.

При цьому вид і рівень складності моделей, їхнє методичне та інформаційне забезпечення повинні задовольняти головні вимоги – бути достатньо ефективними та відносно простими і придатними для їхнього практичного застосування у прогнозних режимних розрахунках. Такі моделі вже апробовані, переважно в гідрологічній практиці, більшість яких ґрунтуються на врахуванні одного або декількох метеофакторів та для оцінювання стохастичного процесу в багаторічному перерізі використовують їхню відповідність тому чи іншому теоретичному закону розподілу, а нормований розподіл необхідних параметрів всередині розрахункового року або періоду вегетації може бути визначений за допомогою рівнянь регресії [3, 4].

Надзвичайно важливим питанням при побудові та реалізації дискретних за часом динамічних моделей, що прийняті за основу моделювання режимних процесів, є вибір такого кроку їхньої дискретизації, який би достатньою мірою відповідав вимогам необхідності та доцільності його використання. Крім того, прийнятий для моделі метеорологічного забезпечення крок дискретизації повинен бути обов'язково узгоджений з іншими моделями, реалізація яких залежить і ґрунтується на використанні отриманих за нею даних, таких як модель водного режиму меліорованих земель та модель розвитку і формування врожаю вирощуваних сільськогосподарських культур у структурі цілісної моделі меліорованого поля [3, 4].

У сучасній практиці при виконанні прогнозних режимних розрахунків на довготерміновій основі найбільш поширеним є використання таких розрахункових термінів часу: на стадії проєкту об'єкта – декада, місяць, період вегетації; на стадії його планової експлуатації – пентада, тиждень, декада, місяць, період вегетації. При цьому доведено, що оцінювання зміни природно-меліоративних умов у декадному перерізі є цілком достатньою для загальної характеристики водного режиму територій в межах періоду вегетації з урахуванням мінливості метеофакторів протягом цього терміну часу. Крім того, прийняття декадного кроку дискретизації моделей дозволить використовувати наявні стандартні дані фондових матеріалів ретроспективних багаторічних спостережень метеорологічних станцій і постів базової мережі Українського гідрометеорологічного центру. При цьому бажано, щоб при розробці моделей, які описують типовий розподіл метеофакторів у внутрішньовегетаційному перерізі, передбачити можливість зміни кроку їхньої дискретизації (наприклад, від декадного до пентадного або тижневого) за потребою користувача.

Отже, виходячи з викладеного, вважаємо за доцільне при реалізації моделей метеорологічного забезпечення агрометеорологічних прогнозів у багаторічному перерізі за загальний розрахунковий термін часу розглядати період вегетації (квітень–жовтень), а типовий розподіл метеофакторів всередині розрахункового періоду вегетації – у декадному перерізі.

Оскільки метеорологічні умови та їх вплив на вирощувані сільськогосподарські культури й умови ведення аграрного виробництва в цілому характеризуються не якимось певним метеофактором, а їх сукупністю, що практично не враховують наявні моделі метеорологічного забезпечення агрометеорологічних прогнозів, що побудовані аналогічно до гідрологічних, то у нашому випадку при розробці метеорологічного забезпечення для опрацювання та схематизації кліматичної інформації за розрахунковими групами років щодо умов тепло- й вологозабезпеченості вегетаційних періодів значну увагу необхідно приділяти комплексному дослідженню й аналізу системи метеофакторів та, так званих, метеорологічних комплексів.

Тоді за структурою побудови така модель метеорологічного забезпечення агрометеорологічних прогнозів може бути розглянута у двох площинах [3, 4]:

- у вертикальній площині необхідно визначити вегетаційні значення (середні або сумарні) величин основних метеофакторів (опадів, температури, дефіциту чи відносної вологості повітря) та метеорологічних комплексів для визначеної за прийнятою схемою сукупності типових (характерних), розрахункових щодо умов тепло- й вологозабезпеченості вегетаційних періодів;
- у горизонтальній площині потрібно отримати типовий розподіл відповідних вегетаційних значень величин метеофакторів за розрахункові проміжки часу (декада, вегетаційний період) всередині кожного розрахункового щодо умов тепло- й вологозабезпеченості вегетаційного періоду.

При реалізації моделей метеорологічного забезпечення агрометеорологічних прогнозів користувач може стикнутись з трьома такими типовими випадками [3, 4]:

- 1) наявності необхідних даних досить тривалих багаторічних ретроспективних спостережень ($N_j \geq 35$ років);
- 2) наявності лише обмеженої (короткої) послідовності таких спостережень ($15 < N_j < 35$ років);
- 3) відсутності даних багаторічних спостережень ($0 < N_j < 15$ років).

Тому, залежно від наявності у споживача повної чи обмеженої кількості необхідної інформації по об'єкту, що розглядається, або їх відсутності, виникає необхідність розробки різних видів моделей метеорологічних забезпечення на довготерміновій основі з різним рівнем точності результату агрометеорологічного прогнозу.

Розробка кліматичних сценаріїв прикладного характеру, зокрема типових схем агрометеорологічних режимів на довгостроковій основі з урахуванням змін клімату, може бути реалізована за допомогою відповідних моделей

метеорологічного забезпечення, які описуватимуть типовий розподіл основних метеорологічних характеристик при зміні кліматичних умов з урахуванням прогнозованих величин змін основних метеофакторів [9–11].

Список літератури:

16. Божко Л.Ю., Барсукова О.А. Агrometeorологічні прогнози. Практикум. Одеса: ТЕС, 2011. 229 с.
17. Агrometeorологічні прогнози. Українська сільськогосподарська енциклопедія. URL: <https://enu.org.ua/use/a-use/agrometeorologichni-prognozy> (дата звернення: 18.02.2026).
18. Рокочинський А.М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах : монографія / за редакцією академіка УААН Ромащенко М.І. Рівне, 2010. 351 с.
19. Метеорологічне забезпечення інженерно-меліоративних розрахунків у проектах будівництва й реконструкції осушувальних систем: посібник до ДБН В.2.4-1-99 «Меліоративні системи та споруди» (Розділ 3. Осушувальні системи) / А.М. Рокочинський, Н.А. Фроленкова, В.А. Волощук та ін. Рівне, 2008. 64 с.
20. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Адаменко Т.І. Агrometeorологічні дослідження в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2017. № 19. С. 72-81.
21. Адаменко Т.І. Агrometeorологічне забезпечення в Україні. *Тези доповідей Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду*. Одеськ. держ. екол-ний ун-т. Одеса: ТЕС, 2017. 316 с.
22. Польовий А.М., Божко Л.Ю. Довгострокові агrometeorологічні прогнози: підручник. 2007.
23. Просунко В.М., Сайдак Р.В., Лісовий О.Г. Прогнозування агrometeorологічних умов вегетації польових культур. *Меліорація і водне господарство*. 2010. № 98. С. 382-392.
24. Ромащенко М.І., Собко О.О., Савчук Д.П., Кульбіда М.І. Про деякі завдання аграрної науки у зв'язку зі змінами клімату. *Наукова доповідь-інформація*. К. : Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2003. 46 с.
25. Kovalenko P., Rokochynskiy A., Jeznach J., Koptiuk R., Volk P., Prykhodko N., Tykhenko R. Evaluation of climate change in Ukrainian part of Polissia region and ways of adaptation to it. *Journal of Water and Land Development*. 2019. 41 (IV-VI). P. 77-82. DOI: 10.2478/jwld-2019-0030
26. Rokochynskiy A., Turcheniuk V., Prykhodko N., Volk P., Gerasimov Ie., Cengiz Koç. Evaluation of Climate Change in the Rice-Growing Zone of Ukraine and Ways of Adaptation to the Predicted Changes. *Agricultural Research*. 2020. 9(4). P. 631-639. DOI: 10.1007/s40003-020-00473-4

ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ВОДНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Хвесик М.А.,

академік НААН України, доктор економічних наук, професор,
заступник директора з наукової роботи,

khvesyk1955@gmail.com

Левковська Л.В.,

доктор економічних наук, професор,
завідувачка відділу природних ресурсів
та екологічної безпеки

levlv@ukr.net

Чередніченко Ю.Г.,

кандидат економічних наук,
провідний науковий співробітник відділу природних ресурсів
та екологічної безпеки,

voda2025@i.ua

Інститут демографії та досліджень якості
життя імені М. Птухи НАН України, м. Київ, Україна

Анотація

Обґрунтовано стратегічне значення водного сектору для забезпечення базових потреб населення, економічного розвитку й підвищення якості життя. Систематизовано інструменти післявоєнного відновлення водної інфраструктури за фінансовими, інституційними, техніко-технологічними, проектно-управлінськими та соціально-резильєнтними характеристиками. Доведено, що результативність реконструкції визначається не лише інвестиційною підтримкою і технологічною модернізацією, а й вдосконаленням нормативної бази, підвищенням стійкості територіальних громад та формуванням відповідального ставлення населення до водних ресурсів.

Ключові слова: водний сектор, післявоєнне відновлення, якість життя, інвестиції.

Водний сектор має стратегічне значення для забезпечення базових потреб населення, підтримання громадського здоров'я та функціонування економіки, а отже, його відновлення є одним із пріоритетів післявоєнної реконструкції України. Інвестування у сферу водопостачання та санітарії є економічно доцільним, оскільки створює не лише соціальний, а й відчутний економічний ефект через зниження витрат на охорону здоров'я, підвищення продуктивності праці та поліпшення якості життя. За оцінками міжнародних організацій, 1 долар США, інвестований у сферу водопостачання та санітарії, здатний забезпечувати від 3 до 34 доларів економічної вигоди залежно від регіону [1, 2]. Водний сектор України характеризується хронічним інвестиційним дефіцитом, високою зношеністю інфраструктури, значними втратами води та високою енергоємністю

функціонування, що обмежує його фінансову стійкість і спроможність до модернізації [3]. Водночас слід враховувати, що наведені оцінки сформовано на основі довоєнних і докризових міжнародних даних, тому в сучасних умовах війни, руйнування інфраструктури та зростання вартості ресурсів фактичні параметри економічної віддачі можуть суттєво відрізнятись. Саме тому дослідження інструментів післявоєнного відновлення водного сектору України є важливим як з погляду економічної ефективності, так і з погляду підвищення стійкості територій та добробуту населення.

Проблематика функціонування та відновлення водного сектору України дедалі активніше висвітлюється у вітчизняних наукових і фахово-аналітичних публікаціях. У статті [4] наголошено, що водопровідно-каналізаційне господарство України ще до повномасштабної війни перебувало у стані системної кризи через хронічне недофінансування, зношеність інфраструктури та недостатню державну підтримку, що зумовлює потребу в економічно обґрунтованій тарифній політиці та включенні галузі до державних програм відновлення. У роботі [5] розглянуто національну дорожню карту впровадження планів безпеки водопостачання як інструменту підвищення стійкості, якості та безпечності послуг, тоді як у дослідженні [6] обґрунтовано необхідність поєднання відбудови пошкоджених об'єктів із системним плануванням, оцінкою ризиків та впровадженням резервних рішень. У статті [7] доведено, що чинна нормативна база у сфері водовідведення значною мірою спирається на застарілі підходи та потребує оновлення на основі європейських директив і практик, а в роботі [8] децентралізовані системи водопостачання визначено як важливий напрям підвищення стійкості водного сектору в умовах воєнного часу.

Згадані вище дослідження охоплюють фінансово-економічні, нормативно-інституційні, техніко-технологічні та організаційно-управлінські аспекти розвитку сектору водозабезпечення, однак переважно висвітлюють окремі складові цієї проблематики. У зв'язку з цим актуалізується потреба у комплексному науковому осмисленні та систематизації інструментів післявоєнного відновлення водного сектору України.

Фінансові інструменти передбачають використання бюджетного фінансування, міжнародної допомоги, грантів, субсидій, пільгового кредитування, тарифні рішення та інвестиційні програми підприємств водопостачання і водовідведення, що формують матеріальну основу відновлення водного сектору. *Інституційні інструменти* включають оновлення нормативно-правової бази відповідно до законодавства ЄС, координацію між державними органами, громадами, бізнесом і міжнародними партнерами, а також підвищення спроможності органів місцевого самоврядування у сфері планування та реалізації відновлювальних проєктів. *Техніко-технологічні інструменти* передбачають модернізацію мереж і споруд, впровадження енергоефективного обладнання, автоматизацію систем управління, а також розвиток мобільних і децентралізованих рішень у сфері водопостачання та водовідведення. *Проєктно-управлінські інструменти* включають підготовку інвестиційних проєктів, стратегічне та просторове планування, управління ризиками, моніторинг

результативності, формування дорожніх карт і оцінювання ефективності вкладень у відновлення водного сектору України. Водночас *соціально-резильєнтні інструменти* передбачають залучення громад до прийняття рішень, підвищення довіри між зацікавленими сторонами, орієнтацію на безперервність і надійність надання послуг, адаптацію інфраструктури до кризових умов та зміцнення стійкості територіальних громад.

Проведене дослідження засвідчує, що попри високу соціальну та економічну значущість водного сектору, його розвиток стримується хронічним інвестиційним дефіцитом, зношеністю інфраструктури, високою енергоємністю функціонування та недосконалістю нормативно-управлінського середовища. Відновлення водної інфраструктури слід розглядати як необхідну передумову підвищення якості життя населення, забезпечення безперервності послуг водопостачання та водовідведення, зміцнення громадського здоров'я і стійкості територіальних громад. Водночас важливою складовою цього процесу має стати системна просвітницька діяльність, орієнтована на зміну суспільної свідомості, формування відповідального ставлення до водних ресурсів, культури раціонального водокористування у споживачів. За таких умов результативність післявоєнного відновлення водного сектору визначатиметься не лише обсягами інвестицій і темпами технологічної модернізації, а й спроможністю держави та громад забезпечити інституційні зміни й суспільну підтримку трансформаційних процесів.

Список літератури:

1. UN reveals major gaps in water and sanitation – especially in rural areas. *World Health Organization*. 2014. 19 Nov. URL: <https://www.who.int/news/item/19-11-2014-un-reveals-major-gaps-in-water-and-sanitation-especially-in-rural-areas> (дата звернення: 14.03.2026).
2. Левковська Л. В., Чередніченко Ю. Г., Добрянський О. І. «Зелені» та соціальні інвестиції як інструмент забезпечення водної безпеки населених пунктів України. *Проблеми економіки*. 2022. № 1. С. 70–75. DOI: 10.32983/2222-0712-2022-1-70-75.
3. Ukraine Water Supply and Sanitation Policy Note: Toward Improved, Inclusive and Sustainable Water Supply and Sanitation Services. Washington, DC : World Bank, 2021. 15 p. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/844681624034932176/pdf/Ukraine-Water-Supply-and-Sanitation-Policy-Note-Toward-Improved-Inclusive-and-Sustainable-Water-Supply-and-Sanitation-Services.pdf> (дата звернення: 14.03.2026).
4. Новицький Д. Ціна виживання: критичні питання водопровідної галузі в контексті тарифоутворення. *Водопостачання та водовідведення*. 2024. № 4. С. 7–11. URL: https://ukrvodokanal.in.ua/wp-content/uploads/2024/10/2024-4_blok_001_association_preview-1.pdf (дата звернення: 14.03.2026).
5. Поліщук А. А. Про національну дорожню карту впровадження ПБВ. *Водопостачання та водовідведення*. 2025. № 2. С. 7–16. URL :

<https://ukrvodokanal.in.ua/wp-content/uploads/2025/04/vyrobnycho-praktychnyj-zhurnal-vodopostachannya-i-vodovidvedennya-kviten-2-2025.pdf> (дата звернення: 14.03.2026).

6. Потапенко С., Кравченко О. Основні проблеми функціонування існуючих систем водопостачання та водовідведення в Україні. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2024. № 46. С. 35–42. DOI: 10.32347/2524-0021.2024.46.35-42.

7. Проценко С., Кізеєв М., Новицька О., Кравченко Н. Напрями оновлення нормативної бази України у сфері водовідведення. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2025. Вип. 52. С. 101–110. DOI: 10.32347/2524-0021.2025.52.101-110.

8. Кравченко О., Куба Т., Потапенко С., Хоружий В., Аргатенко Т., Бакуновський О. Планування та організація децентралізованих систем водопостачання у воєнний період в Україні. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2023. Вип. 44. С. 29–39. DOI: 10.32347/2524-0021.2023.44.29-39.

ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРІСНОВОДНИМИ РЕСУРСАМИ В ПРОЦЕСІ РЕІНТЕГРАЦІЇ ТИМЧАСОВОГО-ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ПІВДЕННИХ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ ТА АР КРИМ

Хлобистов Є.В.

доктор економічних наук, професор,
декан факультету природничих наук,
ievgen.khlobystov@ukma.edu.ua,

Кльова К.О.

студент бакалаврської програми «Екологія»,
o.klova@ukma.edu.ua,

Національний університет «Києво-Могилянська академія»,
м. Київ, Україна.

Анотація

В роботі висвітлені проблеми, виклики та природо-ресурсні виклики реінтеграції тимчасово окупованих територій України та особливості формування державною політики в сфері водозабезпечення Південних областей України. Визначені ключові перепони та запропоновані шляхи вирішення проблем водозабезпечення за умов посилення кризових явищ під час військових дій та окупаційного господарювання при прогнозуванні, плануванні та проектуванні заходів в межах державної політики повоєнної реінтеграції тимчасово окупованих територій Півдня України.

Ключові слова: водозабезпечення, реінтеграція, водні ресурси, тимчасово окуповані території, наслідки військових дій.

Реінтеграція тимчасово-окупованих територій – складний багатовимірний процес, який спирається на визначення та оцінку вірогідності реалізації ризиків та загострення об'єктивних проблем, пов'язаних з вирішенням екологічних та економічних викликів використання та розподілу між споживачами базових природних ресурсів, серед яких вагоме місце займають прісноводні ресурси. Зокрема, для Криму та Півдня України дефіцит прісноводних ресурсів є чи найбільшою небезпекою сталого господарювання в процесі повоєнної реінтеграції. Чи готове українське суспільство до усвідомлення ризиків дефіциту прісноводних ресурсів в процесі реінтеграції? Мабуть, ні, то дискусія з цього питання знаходиться поза межами академічного середовища та міжнародних наукових майданчиків. В цілому, проблема з аналізом водних ресурсів цих територій розглядалися авторами в минулому, зокрема, в роботі [1] розглядався вплив руйнації Каховського водосховища на водні ресурси регіону, в роботі [2,3] визначались проблеми забезпечення прісноводними ресурсами Криму та шляхи їх вирішення за умов демографічних змін під час окупації, а також організаційні засади розв'язання еколого-економічних проблем, що виникатимуть за різних сценаріїв деокупації [4].

Звільнення окупованих територій може відбуватися за різними сценаріями, тому в сфері водозабезпечення основними ризиками є:

- Руїнація очисних та гідротехнічних споруд, знеструмлення об'єктів;
- Забезпечення якісного питного та технічного водопостачання через виведення їх з експлуатаційного стану;
- Неможливість швидких та ефективних ремонтно-відновлювальних робіт;
- Дефіцит наявних водних ресурсів через скорочення природного стоку та технічну неможливість забору води.

Дефіцит прісноводних ресурсів пов'язаний з декількома чинниками:

- Поверхневі води України перебувають під постійним негативним впливом від військових дій, що проявляється значними обсягами завданих збитків від знищення чи деградації наданих ними екосистемних послуг;
- За оцінками Уряду України, загальні збитки водним ресурсам внаслідок збройної агресії РФ на кінець минулого року склали понад 117,75 млрд грн;
- На часі дослідження головних причин та наслідків цих дій, а також шляхів запобігання їх впливу на довкілля, зокрема непроточні водні екосистеми.

Державна політика в сфері водозабезпечення південних областей України нині спирається на декілька державних та регіональних програм, зокрема:

Програма «Соцвода». Концепцію Державної цільової соціальної програми покращення питного водопостачання України на період до 2035 року (Програма Соцвода). затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 19 листопада 2025 року № 1271-р та розроблено на виконання заходу 161 Плану заходів з виконання рекомендацій Європейської Комісії, представлених у Звіті про прогрес України в рамках Пакета розширення Європейського Союзу 2024 року, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України 300-р від 28 березня 2025 р.

Виконання Програми «Соцвода» дасть змогу реалізувати цілісну державну політику, спрямовану на технічну модернізацію систем питного водопостачання, шляхом створення правових, організаційних та фінансових інструментів.

Програма «Екостоки». Державна цільова екологічна програма технічної модернізації підприємств водовідведення та очищення стічних вод, що перебувають у державній або комунальній власності, на період до 2034 року (Програма Екостоки). затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 грудня 2025 року № 1502-р. Ціль програми - забезпечення покращення показників якості води водних об'єктів шляхом зменшення обсягів скидання неочищених стічних вод, а також захист навколишнього природного середовища від негативного впливу стічних вод шляхом технічної модернізації підприємств, створення економічно привабливих умов для реалізації інвестиційних проєктів у сфері водовідведення, а також підвищення рівня доступу населення до послуг з централізованого водовідведення.

Програма «Енерговода». Державна цільова енергетична програма модернізації підприємств водопостачання та водовідведення, що перебувають у державній або комунальній власності, на період до 2030 року (Програма

Слава Україні!

«Енерговода») затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 листопада 2024 року № 1133-р. Ціль програми - розв'язання проблеми низької енергоефективності сфери централізованого водопостачання та водовідведення, яка є однією з найенерговитратніших галузей економіки, підвищення її надійності, енергоефективності та стійкості до зовнішніх ризиків, включаючи кліматичні зміни.

Зазначимо, що особливе значення має Державна цільова програма комплексного водозабезпечення територій, які зазнали впливу воєнних дій, на період до 2030 року, затверджена Кабінетом Міністрів України від 17 вересня 2024 року N 884-р.

Серед регіональних документів відзначається візія інтегрованого управління водними ресурсами Херсонської області, яка є стратегічним рамковим документом, розробленим у рамках проекту «Реконструкція систем водопостачання Херсонщини: негайні заходи та сталі рішення». В ньому, зокрема, проаналізовано руйнівний вплив війни, зокрема підриву Каховської ГЕС. Ця подія призвела до затоплення значних територій, руйнування екосистем та значного зменшення площ водних об'єктів. Цей документ має і певні експертні висновки, зокрема, зазначається, що загальні втрати екосистемних послуг оцінюються у понад 6,4 мільярда доларів США.

Які основні проблеми та перешкоди чекають при реінтеграції? Перш за все, це наявний дефіцит водних ресурсів, які не можна компенсувати з зовнішніх джерел водопостачання після ліквідації водосховища Каховської ГЕС. По-друге, використання води з підземних джерел не може забезпечити базових потреб водоспоживачів через зміни в хімічному складі води та ускладненням видобування води через зниження горизонтів. По-третє, поки держава не має цілісної політики реінтеграції, орієнтованої на конкретні регіони з урахуванням планування та бюджетування заходів.

Подолання цих перешкод знаходиться в межах посилення експертних наукових досліджень задач реінтеграції, створення планів та програм з реінтеграції в межах окремих територій, які б враховували природо-ресурсну складову, а також з урахуванням необхідності підготовки кадрового потенціалу управлінців, що мають реалізовувати державну політику після деокупації.

Остання задача вдається найбільш складною, бо з кожним роком проблема заохочення кваліфікованих фахівців та управлінців працювати над реінтеграцією відчутно ускладнюється. Приклад формування кадрового потенціалу працівників бюджетної сфери для АР Крим, що було започатковано 2023 році, показало свою невисоку ефективність [5,6]. Тому на часі формування кадрового резерву з потужною пролонгацією результатів через освітні програми, як сертифікаційного, так і фахового рівня (бакалавр, магістр) в закладах вищої освіти України.

Висновки. Україна поки не має цілісного бачення управління водними ресурсами та водозабезпечення територій в процесі реінтеграції за умов наявних ризиків та викликів, тому на часі широка експертна дискусія з цієї проблематики, з урахуванням змін в економіці держави та стану безпеки.

Відсутність експертна дискусія стосовно врахування наявних небезпек водозабезпечення, зокрема, за умов свідомої руйнації ворогом гідротехнічних та очисних споруд та, відповідно, нормативних та концептуальних документів щодо природокористування викликає занепокоєння, що ми можемо втратити час для ґрунтовної підготовки політики реінтеграції.

Для реалізації державної політики з реінтеграції щодо природоресурсної складової уряд та органи місцевого самоврядування не виступають послідовним замовниками фахівців з реінтеграції тимчасово окупованих територій України, ініціатива поки знаходиться в межах поодиноких закладів вищої освіти.

Представлене дослідження здійснено завдяки підтримці Canadian Institute of Ukrainian Studies (CIUS) в межах Ivan Makohon Endowment Fund, за що автори висловлюють щирю вдячність.

Список літератури:

1. Boychenko S.G., Karamushka V.I., Khlobystov Ie.V. Assessment of pollutants emissions into the atmosphere due to the fire at the Kalynivka oil depot caused by a missile strike in March 2022. *Geofizychnyi Zhurnal*. 2025. 47(2), 79—84. <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322465>

2. Boychenko S., Voloshyn S., Kuchma, T., Pozniak O., Khlobystov I. Ecological and Climatic Discrimination in the Occupied Crimea: Dimensions and Threat. NGO: Crimean Tatar Resource Center, 2022. p. 115. <https://10.5281/zenodo.6998964>

3. Boychenko S., Kuchma T., Khlobystov I. Changes in the Water Surface Area of Reservoirs of the Crimean Peninsula and Artificial Increases in Precipitation as One of the Possible Solutions to Water Shortages. *Sustainability*. 2022. 14, 9995. <https://doi.org/10.3390/su14169995/>

4. Жарова Л. В., Хлобистов Є. В. Реінтеграція тимчасово окупованих територій України на засадах сталого розвитку. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. 17. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17846453>

5. Ташева Т. Підготовка до деокупації Криму: відновлення публічної влади та кадрова політика. *Представництво Президента України в АР Крим*. 11.05.2023. URL: <https://ppu.gov.ua/press-center/pidhotovka-do-deokupatsii-krymu-vidnovlennia-publichnoi-vlady-ta-kadrova-polityka/> (дата звернення: 25.02.2026).

6. В Україні формують кадровий резерв для роботи в деокупованих Криму та на Донбасі. *Національне агентство України з питань державної служби*. 2023. URL: <https://nads.gov.ua/news/v-ukraini-formuiut-kadrovyyi-rezerv-dlia-roboty-v-deokupovanykh-krymu-ta-na-donbasi> (дата звернення: 20.02.2026).

Слава Україні!

*Інтегроване управління водними ресурсами в районах
річкових басейнів*

*Integrated water resources management within river
basin districts*

ОБМЕЖЕННЯ ТРАДИЦІЙНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗРОШУВАЛЬНИХ МЕЛІОРАЦІЙ В УМОВАХ ДЕФІЦИТУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Козішкurt С.М.,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри водної інженерії та водних технологій,
s.m.kozishkurt@nuwm.edu.ua

Літвінчук О.В.,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
спеціальності «Гідротехнічне будівництво,
водна інженерія та водні технології»
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне, Україна

Анотація

У роботі розглянуто обмеження традиційних підходів до оцінки ефективності зрошувальних меліорацій в умовах зростання дефіциту водних ресурсів. Проаналізовано найбільш поширені показники ефективності зрошення: коефіцієнт корисної дії зрошення, ефективність використання води рослинами та водну продуктивність агрокультур. Показано, що їх застосування на рівні окремого поля або господарства не завжди відображає реальний вплив зрошення на водні ресурси у межах водозборів і річкових басейнів. Обґрунтовано необхідність удосконалення підходів до оцінки ефективності зрошення з урахуванням фактичного водоспоживання рослинами, водного балансу агроecosystem та басейнових принципів управління водними ресурсами.

Ключові слова: зрошення, зрошувальні меліорації, ефективність використання води, водна продуктивність, водний баланс, водні ресурси.

У сучасних умовах зміни клімату та зростання дефіциту водних ресурсів проблема раціонального використання води в сільському господарстві набуває особливої актуальності. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), аграрний сектор залишається найбільшим споживачем прісної води у світі, використовуючи близько 70 % глобального водозбору. Водночас зрошувані землі займають приблизно 20 % орних угідь, проте забезпечують до 40 % світового виробництва продовольства [1]. У зв'язку з цим підвищення ефективності функціонування зрошувальних систем розглядається як один із ключових напрямів забезпечення продовольчої та водної безпеки. Відтак проблема оцінки ефективності використання води у зрошуваному землеробстві набуває особливого наукового та практичного значення.

Традиційно ефективність зрошення оцінюється за показниками, що характеризують співвідношення між обсягом поданої води та її фактичним використанням рослинами. Найбільш поширеними серед них є коефіцієнт корисної дії зрошення, ефективність використання води рослинами та водна

продуктивність агрокультур [2; 5]. Ці показники дозволяють оцінити втрати води під час транспортування і подачі до кореневої зони рослин, а також ефективність використання води у процесі формування врожаю.

Коефіцієнт корисної дії зрошення характеризує частку води, яка безпосередньо використовується рослинами, у загальному обсязі поданої води. Він широко застосовується для оцінки технічного стану зрошувальних систем і втрат води під час транспортування та розподілу. Водночас цей показник не враховує кінцевий результат використання води – врожайність сільськогосподарських культур.

Ефективність використання води рослинами визначається як відношення врожайності культури до обсягу води, використаної у процесі її вирощування. Цей показник дозволяє оцінити біологічну ефективність використання води рослинами, проте не враховує джерела води, можливість її повторного використання та вплив зрошення на водний баланс території.

Показник водної продуктивності характеризує кількість продукції або економічну цінність, отриману з одиниці використаної води. На відміну від традиційних показників, він дозволяє оцінювати ефективність використання водних ресурсів у поєднанні з результатами сільськогосподарського виробництва.

Для більш повного розуміння особливостей застосування основних показників оцінки ефективності зрошення доцільно розглянути їх у контексті масштабів аналізу та методологічних обмежень (табл.).

Таблиця.

Основні показники оцінки ефективності використання води у зрошуваному землеробстві

Показник	Формальне вираження (сутність)	Масштаб аналізу	Основні методологічні обмеження
Коефіцієнт корисної дії зрошення	Відношення об'єму води, що акумулюється у кореневій зоні, до об'єму води, забраної з джерела	Технічний (поле, канал, система)	Спрямований на мінімізацію «втрат» води, частина яких може повертатися у гідрологічний цикл та бути корисною для водозбору
Ефективність використання води рослинами	Відношення врожайності культури до об'єму води, витраченої на евапотранспірацію	Біологічний (рослина, поле)	Не враховує джерела води (опади чи зрошення) та гідрологічний зв'язок між окремими ділянками
Водна продуктивність	Кількість продукції або економічна цінність, отримана з одиниці використаної води (кг/м ³ або грн/м ³)	Соціально-економічний (господарство, регіон)	Потребує детальних даних про фактичне водоспоживання, економічні показники та структуру виробництва

Наведена таблиця демонструє, що різні показники ефективності зрошення відображають різні аспекти використання водних ресурсів. Технічні показники характеризують роботу інженерних систем, біологічні – ефективність використання води рослинами, а соціально-економічні – результативність використання води з точки зору виробництва продукції. Водночас жоден із зазначених показників окремо не дає повної характеристики впливу зрошення на водні ресурси та екологічний стан території, що зумовлює необхідність комплексного підходу до оцінки ефективності зрошувальних систем.

Незважаючи на широке використання зазначених показників, сучасні дослідження свідчать про наявність методологічних обмежень у їх застосуванні. Зокрема, підвищення ефективності зрошення на рівні окремого поля не завжди призводить до скорочення загального водоспоживання у межах водозбору або річкового басейну [3]. Це пов'язано з тим, що частина води, яка традиційно вважається втраченою в межах зрошуваного поля, може повертатися до гідрологічного циклу через інфільтрацію, поповнення підземних вод або поверхневий стік.

У науковій літературі це явище описується як парадокс ефективності зрошення, коли підвищення ефективності використання води на локальному рівні не супроводжується реальним зменшенням водоспоживання у межах водозбору [3; 6]. Таким чином, підвищення ефективності зрошення може призводити не до економії водних ресурсів, а до зміни структури їх використання.

Практичні приклади підтверджують існування парадоксу ефективності зрошення. Зокрема, у ряді регіонів Іспанії модернізація зрошувальних систем і перехід від поверхневого поливу до краплинного зрошення дозволили суттєво зменшити втрати води на рівні окремих господарств. Однак у масштабах річкових басейнів загальне водоспоживання не скоротилося, оскільки фермери отримали можливість розширювати площі зрошення та вирощувати більш водомісткі культури. Подібні результати зафіксовано і в окремих регіонах США, де підвищення технічної ефективності зрошення не призвело до очікуваного зменшення водозбору з водних джерел. Це підтверджує необхідність оцінки ефективності використання водних ресурсів не лише на рівні окремого поля, а й у масштабах водозборів і річкових басейнів.

Для України ця проблема також є актуальною, оскільки відновлення та модернізація зрошувальних систем у південних регіонах потребує врахування не лише технічної ефективності поливу, а й впливу зрошення на водний баланс річкових басейнів.

Ще одним важливим обмеженням традиційних підходів є проблема масштабу аналізу. Більшість показників ефективності зрошення розраховується на рівні окремого поля або господарства, тоді як управління водними ресурсами здійснюється на рівні водозборів і річкових басейнів [4]. У зв'язку з цим оцінка ефективності зрошення лише на локальному рівні може призводити до помилкових висновків щодо реальної економії водних ресурсів.

У сучасних дослідженнях дедалі більшого значення набуває врахування фактичного водоспоживання рослинами, яке визначається сумарною транспірацією рослин та випаровуванням води з поверхні ґрунту. Саме ця частина води безповоротно вилучається з водного балансу території та визначає реальний вплив зрошення на водні ресурси.

У зв'язку з цим дедалі більшого поширення набувають підходи до оцінки ефективності використання води, що враховують водний баланс агроєкосистем та функціонування водогосподарських систем у цілому. Важливу роль у цьому відіграє басейновий підхід до управління водними ресурсами, який передбачає аналіз водокористування у межах річкових басейнів та врахування взаємозв'язку між різними складовими водного балансу.

Отримані результати свідчать, що традиційні показники ефективності зрошення мають методологічні обмеження, пов'язані з особливостями гідрологічного циклу та масштабом аналізу. Підвищення ефективності зрошення на рівні окремого поля не завжди призводить до скорочення водоспоживання у межах водозбору, що зумовлює необхідність врахування процесів повторного використання води. У сучасних дослідженнях дедалі більшого значення набувають підходи, що базуються на оцінці фактичного водоспоживання рослинами, показниках водної продуктивності агроєкосистем та аналізі водного балансу територій. Це зумовлює необхідність переходу до комплексної оцінки ефективності зрошувальних меліорацій з урахуванням управління водними ресурсами на рівні річкових басейнів.

Список літератури:

1. FAO. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW). Rome: FAO, 2021.
2. Steduto P., Hsiao T., Fereres E., Raes D. Crop Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 66. Rome: FAO, 2012.
3. Perry C., Steduto P., Allen R. G., Burt C. M. Increasing productivity in irrigated agriculture: Agronomic constraints and hydrological realities. *Agricultural Water Management*. 2009. Vol. 96(11). P. 1517–1524. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.05.005>
4. Molden D. (ed.) Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan, 2007.
5. Karimi P., Bastiaanssen W., Molden D. Water productivity and food security. *Water*. 2013. Vol. 5. P. 1246–1265.
6. Grafton R. Q., Williams J., Perry C. J. et al. The paradox of irrigation efficiency. *Science*. 2018. Vol. 361(6404). P. 748–750. <https://doi.org/10.1126/science.aat9314>
7. Seckler D., Molden D., Sakthivadivel R. The concept of efficiency in water resources management and policy. Colombo: International Water Management Institute, 2003.

***Напрями підвищення ефективності
зрошувальних меліорацій та зрошуваного
землеробства***

***Directions for improving the efficiency of irrigation
melioration and irrigated agriculture***

УДОСКОНАЛЕННЯ АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ ДО ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ МОДУЛІВ ДРЕНАЖНОГО СТОКУ

Волк Л.Р.,

кандидат технічних наук, доцент,
в.о. завідувача кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки,

l.r.volk@nuwm.edu.ua

Ромашенко Є.В.

аспірант кафедри водної інженерії та водних технологій,

e.v.romashchenko@nuwm.edu.ua

Волк П.П.,

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри водної інженерії та водних технологій,

p.p.volk@nuwm.edu.ua

Рокочинський А.М.,

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри водної інженерії та водних технологій,

a.m.rokochinskiy@nuwm.edu.ua

Національний університет водного господарства та природокористування
м. Рівне, Україна

Анотація

За узагальненими результатами теоретичних та експериментальних досліджень удосконалено аналітичний метод з обґрунтування розрахункового модуля дренажного, який на відміну від наявних враховує: зональний характер умов формування поверхневого стоку, рівень продуктивності вирощуваних сільськогосподарських культур щодо різних рівні ефективності роботи дренажу, умови тепло- і вологабезпеченості розрахункових (весняного та вегетаційного) періодів роботи дренажу, меліоративної ефективності рельєфу за ухилами та перепадами поверхні землі осушеного масиву.

Ключові слова: метод, параметри, модуль дренажного стоку.

Модуль дренажного стоку визначально впливає на всі аспекти створення та функціонування дренажних систем (конструктивні, технологічні, режимні, економічні, екологічні тощо). Отримані результати проведених нами досліджень свідчать, що поточні та осереднені значення модуля дренажного стоку в досліджуваних умовах мають виражену мінливість залежно від кліматичних умов, виду вирощуваних культур і типу ґрунтів. Встановлено, що фактичні значення цього показника суттєво відрізняються від традиційно прийнятих розрахункових величин і в окремих випадках перевищують їх у кілька разів. Це обумовлює необхідність удосконалення існуючих методів обґрунтування розрахункових параметрів дренажних систем (ДС) при їх проектуванні, реконструкції з урахуванням сучасних природно-кліматичних умов [3].

Оптимальні розрахункові значення модулів дренажного стоку з урахуванням сучасних економічних та екологічних при розробці проєктів ДС можуть бути визначені за розробленим нами оптимізаційним методом на основі реалізації імітаційного й оптимізаційного моделювання за відповідним комплексом моделей, методичним та інформаційним забезпеченням з їх реалізації [1].

У разі відсутності такої можливості означене завдання може бути вирішене за удосконаленим нами традиційним підходом відповідно до заданої розрахункової забезпеченості з урахуванням визначених особливостей їх формування в діапазоні можливих змін множинних природно-агро-меліоративних умов реального об'єкту, суть якого полягає у наступному.

Виходячи із загальної постановки задачі, за аналогією та в розвиток до підходів, що розроблені А.М. Янголем [2], розрахункові значення модуля дренажного стоку при розгляді об'ємної задачі руху води в межах осушуваного масиву, на відміну від традиційних підходів до їх визначень, повинні враховувати множинні змінні природо-агро-меліоративні умови реального об'єкту (кліматичні, рельєфні, гідрогеологічні, агро-меліоративні, агротехнічні, технологічні, технічні, економічні та екологічні) [3]: щодо змінюваних ґрунтово-меліоративних умов на об'єкті $\{g\} g = \overline{I, n_g}$ (рельєф, ґрунти, їх водно-фізичні властивості, залягання до водоупору тощо); $\{k\} k = \overline{I, n_k}$ вирощувані сільськогосподарські культури проектної сівозміни сукупності з відповідним можливим рівнем економічної та екологічної ефективності роботи ДС та її технічних елементів сукупності $\{r\} r = \overline{I, n_r}$ ($r = 1$ – екологічний, $r = 2$ – технологічний, $r = 3$ – економічний) та рівнями їх продуктивності (рентабельності та цінності) сукупності $\{U\} U = \overline{I, n_U}$ ($U_k^{(1)}$ – низький, $U_k^{(2)}$ – середній, $U_k^{(3)}$ – високий).

Вони можуть бути визначені як

$$q = q_0 \cdot k_d \cdot k_p \cdot k_m, \quad (1)$$

де q_0 – базове розрахункове значення модуля дренажного стоку за наявними зональними умовами формування стоку по території України з урахуванням визначених ґрунтово-меліоративних умов, л/с·га ;

k_d – коефіцієнт, який враховує різні рівні ефективності роботи ДС щодо різних рівнів продуктивності вирощуваних сільськогосподарських культур;

k_p – коефіцієнт, який враховує тепло- і волозабезпеченість розрахункових періодів вегетації сукупності $\{p\}, p = \overline{I, n_p}$ л/с·га;

k_m – показник меліоративної ефективності, який залежить від ступеня розвиненості рельєфу за ухилами та перепадами поверхні землі.

Базові розрахункові значення модуля дренажного стоку за наявними зональними умовами формування стоку по території України з урахуванням

визначених ґрунтово-меліоративних умов можуть бути визначені за такою емпіричною залежністю

$$q_0 = \left(\frac{A_z \cdot \mu^{0,5}}{\sum \hat{T}_k^e + B_z} \right)^{0,5}, \quad (2)$$

де A_z і B_z – зональні емпіричні коефіцієнти, які залежать від місцезнаходження об'єкта; μ – коефіцієнт водовіддачі ґрунту; $\sum \hat{T}_k^e$ – сума позитивних середньодобових температур повітря, накопичена від дати оптимального терміну посіву або відновлення вегетації.

Що стосується врахування ефективності роботи ДС щодо різних рівнів продуктивності вирощуваних сільськогосподарських культур, то нами визначено та обґрунтовано значення $\sum \hat{T}_{kr}^e$ як відповідні максимальні значення відхилення терміну сівби або відновлення вегетації (градусоднів) вирощуваних культур та зниження їх врожаю у розрахунковий весняний період за коефіцієнтом k_3 . Для визначення коефіцієнту k_3 введено аналогічний коефіцієнт k_d ($k_d \equiv k_3$) у відносному вигляді, який змінюється в інтервалі $[0 \dots 1]$

$$k_d = \begin{cases} 0,49 - 0,385 \arctg(3,28 - B_q), 0 \leq q_r \leq q_r^0; \\ 0,49 + 0,385 \arctg(3,28 - D_q), q_r^0 \leq q_r \leq 0, \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{Тоді } B_q = 7,3/q_r^0; D_q = 7,3/q_r^0. \quad (4)$$

Вираз (3) встановлює зв'язок між врожайністю Y вирощуваних культур $\{k\}$, $k = \overline{1, n_k}$ у розрахункові періоди вегетації $\{p\}$, $p = \overline{1, n_p}$ за коефіцієнтом k_d та відповідними параметрами модуля дренажного стоку q щодо різних рівнів ефективності роботи дренажу $\{r\}$, $r = \overline{1, n_r}$ за варіантами ПР $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$ на основі нормованих кривих у вигляді складених тригонометричних функцій [3].

Коефіцієнт k_p враховує умови тепло- й вологозабезпеченість періоду вегетації вирощуваної k -тої культури у p - рік визначеної розрахункової забезпеченості сукупності $\{p\}$, $p = \overline{1, n_p}$ може бути визначений на основі використання отриманих нами відповідних біноміальних кривих Пірсона III типу [3]

$$k_p = y_m \cdot (1 + p/a)^{a/d} \cdot \exp(-p/d), r = \overline{1, n_r}, p = \overline{1, n_p}. \quad (5)$$

де y_m – модульна ордината (найбільша частота);

p – змінне значення розрахункової забезпеченості сукупності;

d – радіус асиметрії (відстань між модою й центром розподілу);

a – відстань від початку кривої розподілу до моди.

Відповідні величини параметрів a і d за розглянутими змінними умовами залежать від коефіцієнтів варіації C_v та коефіцієнта асиметрії C_s [3].

Відповідно показник меліоративної ефективності рельєфу k_m є відносною величиною, який на основі машинного експерименту визначений нами [3], як відношення продуктивності земель (врожайності культур) з різним ступенем розвиненості рельєфу ($i \neq 0$, $\Delta H_{gi} \neq 0, m$) до його значень в рівнинних умовах ($i = 0$, $\Delta H_{gi} = 0, m$), і характеризує можливий рівень продуктивності меліорованих земель залежно від ступеня розвиненості рельєфу місцевості

$$k_m = \frac{Y_{\Delta h \neq 0}}{Y_{\Delta h = 0}}, \quad (6)$$

де k_m – показник меліоративної ефективності;

$Y_{\Delta h \neq 0}$ – врожайності культур на осушуваних землях з розвиненим рельєфом, ц/га;

$Y_{\Delta h = 0}$ – врожайності культур на осушуваних землях з рівнинним рельєфом, ц/га.

За результатами машинного експерименту при реалізації формули (1) за відповідним комплексом прогнозно-імітаційних моделей було обґрунтовано розрахункові параметри модуля дренажного стоку за такими типовими та осередненими умовами зони Західного Полісся України: кліматичними умовами як розрахунковими за умовами тепло- й вологозабезпеченості періоди вегетації сукупності $\{p\}$, $p = \overline{1, n_p}$ (дуже вологі ($p=10\%$), вологі ($p=30\%$), середні ($p=50\%$); для двох основних найбільш поширених видів ґрунту - дерново-глеєві супіщані ($k_f = 0,8$ м/добу) та торфові ($k_f = 0,4$ м/добу); найбільш поширених вирощуваних сільськогосподарських культур проектної сівозміни - озима пшениця, частка культури в сівозміні 0,2; картопля 0,3; багаторічні трави 0,5; осушення як способу водорегулювання.

Узагальнені результати з обґрунтування розрахункових параметрів модулів дренажного стоку за множинними змінними погодно-кліматичними, агро меліоративними та ґрунтовими (мінеральні, торфові) умовами зони Західного Полісся України подані на рисунку.

Висновки. Наведені результати проведених досліджень переконливо свідчать, що розрахункові значення модуля дренажного стоку в досліджуваних умовах мають виражений змінний характер щодо кліматичних умов, виду вирощуваних культур, виду ґрунту та рельєфу осушуваного масиву. Так на прикладі осушуваних земель Західного Полісся України показано, що у весняний посівний період у вологий рік ($p=30\%$) для зернових, багаторічних трав та картоплі на мінеральних грантах, залежно від рівнів продуктивності та розвиненості рельєфу від низького до високого, відповідно розрахункові значення модуля дренажного стоку можуть змінюватись в інтервалі: (0,51–0,92 л/с·га; 0,32–0,61 л/с·га); (0,48–0,88 л/с·га; 0,30–0,58 л/с·га), (0,42–0,88 л/с·га; 0,30–0,58 л/с·га), а на торфових (0,42–0,81 л/с·га; 0,44–0,72 л/с·га), (0,44–0,78 л/с·га; 0,30–0,50 л/с·га), що повністю відображають та враховують мінливий характер множинних природно-агро-меліоративних умов регіону. Відповідно при цьому його величина як щодо виділених основних факторів, так і по ДС в цілому значно відрізняється від традиційно прийнятих розрахункових його

Слава Україні!

значень, що визначає необхідність врахування цього при розробці проектів реконструкції, будівництва та експлуатації такого роду об'єктів. Оскільки, підвищення параметрів модуля дренажного стоку в 2 рази збільшує вартість будівництва ДС на 50–100% через: зменшення відстані між дренами (більше траншей і труб); необхідність глибшого закладання та потужніших труб; встановлення насосних станцій при високому стоку.

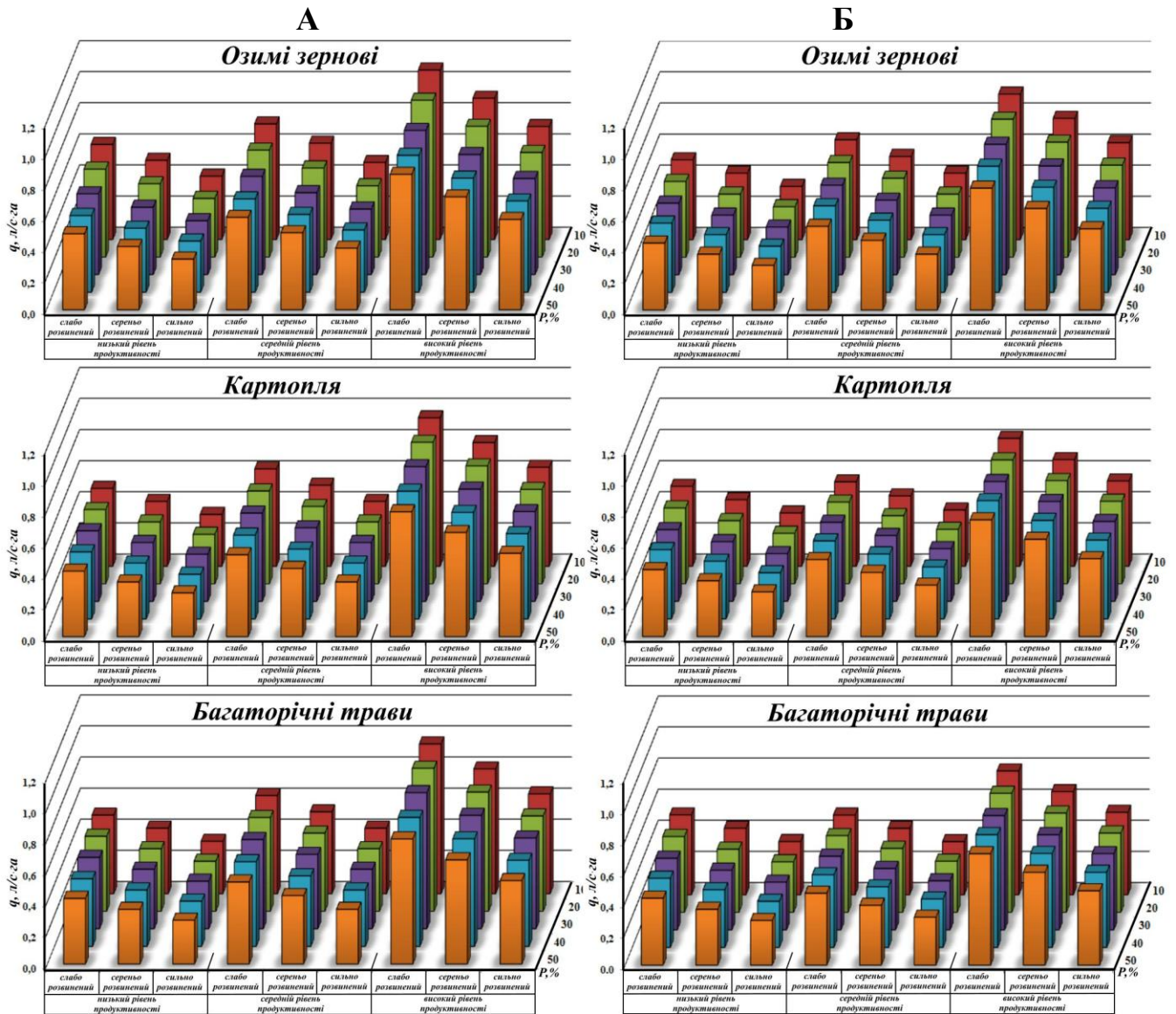


Рис. Узагальнені результати визначених розрахункових параметрів модулів дренажного стоку щодо досліджуваних множинних змінних природо-агро-меліоративних умов на прикладі мінеральних (А), торфових (Б) ґрунтів умовами зони Західного Полісся України

Таким чином, модуль дренажного стоку безпосередньо впливає на вартість дренажу та ДС в цілому, оскільки визначає необхідність у більшій кількості матеріалів, складніших інженерних рішеннях і вищих витратах на монтаж та експлуатацію.

Список літератури:

1. Rokochinskiy A., Kuzmych L., Volk P. (Eds.). Handbook of Research on Improving the Natural and Ecological Conditions of the Polesie Zone. IGI Global, 2023. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8248-3>
2. Меліорація та водне господарство. Т. 1. *Меліорація земель* / Я. М. Гадзало, В. А. Сташук, М. М. Рокочинський та ін. ; за ред. Я. М. Гадзала. Київ : Аграрна наука, 2014. 496 с.
3. Науково-методичні рекомендації щодо створення та функціонування дренажних систем у змінних сучасних умовах. Рівне : НУВГП, 2021. 114 с.
4. Рокочинський А. М., Волк П. П. Комп'ютерна програма «Програмний комплекс з обґрунтування проектних рішень при створенні та функціонуванні водогосподарсько-меліоративних об'єктів» : свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 115481 Україна ; зареєстр. 27.10.2022.

УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ В ОРГАНІЧНІЙ СІВОЗМІНІ

Гож О.А.,

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
відділу кліматично орієнтованих агротехнологій,
agronom.organic@ukr.net,

Лавриненко Ю.О.,

доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН,
головний науковий співробітник,
Lavrin52@ukr.net,

Марченко Т.Ю.,

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник,
завідувач відділу селекції сільськогосподарських культур,
tmarchenko74@ukr.net

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
м. Одеса, Україна

Анотація

У матеріалах висвітлені актуальні технологічні рішення у вирощуванні високого урожаю зерна гібридів кукурудзи за краплинного зрошення в сівозміні органічного вирощування.

Ключові слова: гібриди, зрошення, кукурудза, органічна сівозміна.

Зміни клімату із зростанням періодичних посух, що дедалі частіше трапляються в основних зонах вирощування кукурудзи, сприяють сильним коливанням середньої врожайності культури. Однак для умов Степу існує досить дієвий штучний спосіб вологозабезпечення сільськогосподарських культур – зрошення [1, 2].

Найважливішим чинником сучасної технології вирощування й отримання високих врожаїв зерна кукурудзи є використання для сівби високоякісного гібридного насіння, що дозволяє підвищити продуктивність зрошуваного гектара на 25-30%, що суттєво визначає економічну ефективність.

За визначеннями практики і наукових досліджень, найбільш ефективним у цих умовах є застосування зрошувальних меліорацій. Приріст врожайності від оптимізації водного режиму є найбільш дієвим за посушливого клімату порівняно із незрошуваними умовами, причому найбільша прибавка досягається саме за рахунок краплинного зрошення, що додатково дозволяє оптимізувати витрату дорогоцінної поливної води.

Органічне землеробство як альтернатива сучасним системам виробництва сільськогосподарської продукції розвивається досить давно. Перспективи в Україні як великої аграрної держави просто неймовірні, і органічне землеробство має унікальний потенціал, а світові тренди розвитку сільського господарства підтверджують, що майбутнє саме за біотехнологіями.

Родючість ґрунтів і забезпечення поживними речовинами рослин у системі землеробства формується завдяки використанню мікробіологічних препаратів. Мікробіом ґрунту - це динамічна та складна екосистема, сукупність живих мікроорганізмів, які населяють ґрунт та відіграють важливу роль у здоров'ї рослин, ґрунту та довкілля. Різноманіття корисних мікроорганізмів в ґрунті сприяє кращому розвитку кореневої системи рослин, забезпечуючи рослину необхідними мікро- та макроелементами, створюють захисний екран від збудників хвороб та допомагають рослинам краще переносити впливи стресових чинників, які в більшості викликані кліматичними факторами [3, 4].

Полюві дослідження проведено протягом 2024-2025 рр. на краплинному вологозабезпеченні органічного господарства в Південному Степу.

Метою досліджень було отримання високого врожаю органічного зерна різного гібридного складу кукурудзи в умовах оптимального вологозабезпечення за рахунок застосування біопрепаратів.

В двофакторному досліді вивчали такі фактори і їх варіанти:

1. Гібриди кукурудзи (фактор А): середньостиглі - P9889AQ, Ініці; середньопізні – P0217AQ, ДКС5148.

2. Живлення біопрепаратами (фактор В): без внесення (контроль); «Граундфікс» внесення в ґрунт 8 л/га; «Граундфікс» внесення в ґрунт 8 л/га, фоліарно Азотохелп+Хелпрост; ««Граундфікс»» внесення в ґрунт 8 л/га, фоліарно Гуміфренд+Органік баланс.

Закладення дослідів та проведення досліджень в ньому виконували згідно загальноприйнятих методик. Математичну обробку результатів досліджень виконували методом дисперсійного аналізу.

Застосування мікробіологічних препаратів за період 2024-2025 рр. досліджень на посівах органічної кукурудзи позитивно вплинуло на ріст та розвиток рослин і, як наслідок, на формування урожаю. Було відмічена тенденція до збільшення площі листової поверхні рослин на всіх ділянках застосування схем біоживлення, що в подальшому відзначено на урожайності. Так, незалежно від ФАО гібридів, варіанти внесення біопрепаратів, збільшували урожайність зерна гібридів кукурудзи на 1,35-2,92 т/га з приростом у 12,5-24,13%. Це пояснюється тим, що за рахунок підвищення мікробіологічної діяльності в ґрунті в зв'язку із застосування ґрунтового біодобрива рослини були забезпечені частково або повністю необхідними макроелементами та рістстимулюючими речовинами.

Урожайність зерна кукурудзи в органічній сівозміні за умов краплинного зрошення без застосування біопродуктів для всіх гібридів коливалася в межах 10,80–12,10 т/га за вологості 14,0%. Найбільшу урожайність (15,02 т/га) за 2024-2025 рр. досліджень в умовах зрошення сформував середньопізній гібрид P0217AQ при внесенні в ґрунт біодобрива Граундфікс в нормі 8 л/га і застосування в підживлення продуктів Азотохелп та Хелпрост, що на 2,92 т/га більше від контролю. Аналогічну закономірність відзначено і для інших високопродуктивних гібридів. Слід зазначити, що найвідчутнішу реакцію на застосування біодобрива за умов краплинного зрошення виявлено у

середньопізнього гібриду P0217AQ.

Характеризуючи гібриди середньостиглої групи слід зазначити, що Ініці був більш продуктивний з урожайністю зерна без застосування біопрепаратів 11,28 т/га та істотно реагував на схеми внесення біопрепаратів з приростом у 12,58-21,63%. Так, за передпосівного внесення в ґрунт біодобрива Граундфікс в нормі 8л/га та застосування Азотохелп із Хелпрост він сформував у середньому 13,72 т/га, або на 2,44 т/га більше за варіант без внесення. Гібрид P9889AQ на оброблених ділянках підвищив продуктивність на 11,10-19,58%, а від зазначеної обробки було виявлено дещо менший від інших гібридів приріст – додатково сформувавши 1,98 т/га зерна із перерахунком на базис вологості.

Провівши аналіз гібридів різних груп стиглості можна переконливо стверджувати, що за 2024-2025 рр. досліджень найвищу урожайність органічного зерна при вологості 14,0 % отримано від вирощування середньопізнього гібриду з ФАО 460. Гібрид P0217AQ без застосування біопрепаратів показав урожайність 12,10 т/га зерна, застосування у передпосівній обробі ґрунту лише одного препарату Граундфікс збільшувала урожайність за різними гібридами на 12,5-13,95%.

Висновки. В умовах зостання посушливості клімату, дефіциту водних ресурсів і високої вартості поливної води доцільно вирощувати пластичні гібриди кукурудзи за краплинного зрошення на темно-каштановому ґрунті Південного Степу з використанням сучасних біопрепаратів для отримання урожайності зерна кукурудзи на рівні 12–15 т/га. Найбільш ефективно застосовувати в передпосівне внесення біодобрива Граундфікс у дозі 8 л/га та фоліарно використовувати продукти Азотохелп і Хелпрост за вирощування інтенсивного типу гібридів середньостиглої та середньопізньої груп – Ініці, P0217AQ.

Список літератури:

1. Ресурсозберігаючі екологічно безпечні технології вирощування озимих зернових культур, сої і кукурудзи на зрошуваних землях півдня України. *Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України*: монографія / за наук. ред. Член-кор. НААН Р. А. Вожегової; Заєць С. О., Коваленко О. А., Василенко Р. М., Онуфран. Л. І., Нетіс В.І., Дробітько А. В., Фундират К. С., Кисіль Л. Б. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 500–574.

2. Вожегова Р.А., Заєць С.А. Формування адаптивних технологій вирощування зернових культур і сої на зрошуваних землях Південного Степу України: монографія. Київ: Аграрна наука, 2022. 200 с.

3. Гож О.А., Лавриненко Ю.О. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи фао 180-430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 64-68.

4. Шувар Б.І. Перспективи розвитку органічного сільського господарства. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*. 2014. Т.16. №2(5). С. 173-178.

РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТІВ СУХОСТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ ЗАЛЕЖНО ВІД МЕЛІОРАТИВНИХ УМОВ

Грановська Л.М.,

доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НААН,
завідувач відділу зрошувального землеробства та декарбонізації агроєкосистем,
g_ludmila15@ukr.net,

Томницький А.В.,

кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник,
заступник директора з науково-виробничої роботи,
tomotolian@gmail.com

Козирєв В.В.,

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник відділу
зрошувального землеробства та декарбонізації агроєкосистем,
nwobhm@ukr.net,

Біднина І.О.,

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник,
irinabidnina@ukr.net,

Угрін О.М.,

здобувач,
aleksandr.ugrin@gmail.com

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
м. Одеса, Україна

Анотація

У тезах узагальнено результати досліджень щодо раціонального використання ґрунтів Сухостепової зони України залежно від меліоративних умов. Встановлено, що ефективність використання ґрунтових ресурсів визначається якістю поливної води, способом зрошення, особливостями сольового режиму, рівнем підґрунтових вод та структурою сівозмін. Обґрунтовано доцільність диференційованого підходу до управління ґрунтами різних типів, застосування культур-меліорантів, оптимізації режимів зрошення та систематичного моніторингу агрохімічних показників з метою запобігання деградаційним процесам і збереження родючості ґрунтів.

Ключові слова: меліоративні умови, зрошення, родючість ґрунтів, сольовий режим, засолення, осолонцювання, сівозміна, люцерна.

Раціональне використання ґрунтів Сухостепової зони України в сучасних умовах є одним із ключових чинників забезпечення стабільності аграрного виробництва. Це зумовлено дефіцитом природного зволоження, високою випаровуваністю, значною мінливістю кліматичних чинників і підвищеною чутливістю ґрунтового покриву до меліоративних навантажень [1, 2]. За таких умов зрошення є визначальним фактором стабілізації продуктивності агроєкосистем, однак його тривале застосування може супроводжуватися

розвитком деградаційних процесів, зокрема засолення, осолонцювання, підтоплення та погіршення гумусного стану ґрунтів [1].

Узагальнення результатів досліджень показало, що агроекологічний стан ґрунтів значною мірою залежить від способу зрошення, типу ґрунту, якості поливної води, гідрогеологічних умов та структури сівозмін [1]. Встановлено, що оптимізація режимів зрошення, контроль сольового балансу та диференційоване використання ґрунтів є базовими складовими системи їх раціонального використання [1]. Це узгоджується з положеннями сучасних досліджень, у яких підкреслюється визначальна роль агротехнічних заходів і водного режиму у формуванні фізичних та агрохімічних властивостей ґрунтів [3].

Одним із провідних чинників збереження родючості ґрунтів є якість поливної води. Згідно з наведеними у рекомендаціях даними, вода р. Дунай за агрономічними, екологічними та технічними критеріями є придатною для зрошення в умовах Південного Степу, однак потребує систематичного контролю з метою недопущення вторинного засолення й осолонцювання [1]. Регулярний моніторинг показників ЕС, ESP, рН та рівня підґрунтових вод дозволяє своєчасно виявляти небезпечні тенденції та обґрунтовувати управлінські рішення щодо режимів поливу [1]. Такі підходи відповідають сучасним вимогам до функціонування зрошуваних систем [4].

Важливим напрямом раціонального використання ґрунтів є диференційований підхід залежно від типу ґрунту та ступеня його меліоративного навантаження. Для ґрунтів із підвищеним ризиком деградації доцільними є обмеження зрошення або його проведення лише за наявності ефективного дренажу, застосування промивних поливів слабомінералізованою водою, систематичне вирощування культур-меліорантів, насамперед люцерни, а також постійний контроль рівня підґрунтових вод [1]. Такий підхід сприяє стабілізації сольового режиму, поліпшенню агрохімічного стану ґрунту та зниженню ризиків осолонцювання [1]. Подібні висновки підтверджуються і в роботах, присвячених впливу агротехнічних заходів на властивості ґрунтів [3].

Особливе місце в системі меліорованого землеробства посідають рисові зрошувальні системи, у межах яких формуються специфічні умови функціонування ґрунтів [5, 6]. За тривалого затоплення змінюється характер біологічних, фізико-хімічних та сольових процесів, що потребує врахування стійкості різних типів ґрунтів до такого впливу [1, 6]. Уведення люцерни до структури рисових сівозмін як біологічного меліоранта сприяє поліпшенню агрохімічних показників ґрунту й стабілізації його родючості [1]. Це узгоджується з сучасними уявленнями про трансформацію ґрунтів за рисосіяння та особливості функціонування рисових агроecosистем [4, 7].

Отже, раціональне використання ґрунтів Сухостепової зони України має базуватися на комплексному поєднанні моніторингу, оцінювання, прогнозування змін ґрунтових властивостей та впровадження адаптивних меліоративних заходів [1]. Оптимізація режимів зрошення, запобігання засоленню й осолонцюванню, використання сівозмін і культур-меліорантів, а також урахування специфіки окремих типів ґрунтів забезпечують науково

Слава Україні!

обґрунтоване управління меліорованими агроекосистемами, збереження родючості ґрунтів і підвищення екологічної стійкості землеробства [1, 6].

Список літератури:

1. Рекомендації щодо раціонального використання ґрунтів Сухостепової зони України залежно від меліоративних умов / Грановська Л.М., Біднина І.О., Козирєв В.В., Томницький А.В., Угрін О.М. Одеса: ІКОСГ НААН, 2025. 49 с.
2. Ільченко В.М. Агрономічні характеристики ґрунтів Сухостепової зони України. *Аграрна наука*. 2017. 24(2). С. 45–54.
3. Петренко І.О., Мельник П.П. Вплив агротехнічних заходів на фізичні властивості ґрунтів. *Наукові праці Інституту землеробства НААН*. 2019. 37(3). С. 102–109.
4. Стан та перспективи розвитку світового рисівництва / Вожегова Р.А., Бояркіна Л.В., Боровик В.О., Біднина І.О., Шабля О.С., Шарій В.О. *Аграрні інновації*. 2022. 16. С. 11–17.
5. Рисові зрошувальні системи: навчальний посібник / за ред. В.А. Сташука, А.М. Рокочинського, П.І. Мендуся, В.О. Турченюка. Херсон: Олді плюс, 2018. 435 с.
6. Рисові зрошувальні системи в Україні: підвищення ефективності їх функціонування: монографія / за ред. В.А. Сташука, А.М. Рокочинського, Р.А. Вожегової. Київ–Херсон–Рівне, 2023. 422 с.
7. Edwards J., Santos-Medellín C., Nguyen B., Kilmer J., Liechty Z., Veliz E., Ni J., Phillips G., Sundaresan V. Soil domestication by rice cultivation results in plant-soil feedback through shifts in soil microbiota. *Genome Biology*. 2019. 20. P. 221.

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА У КОНТЕКСТІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ ТА РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ

Доронін А.В.,

кандидат економічних наук, старший науковий співробітник,
doronin_av@ukr.net

Національна академія аграрних наук України,
Інститут агроекології і природокористування НААН,
м. Київ, Україна

Анотація

У дослідженні оцінено еколого-економічну ефективність використання побічної продукції рослинництва як органічних добрив порівняно з її використанням для виробництва біопалива. Встановлено, що вилучення рослинних решток призводить до виснаження поживних елементів, зростання виробничих витрат та збільшення викидів парникових газів. Результати підтверджують, що підтримання родючості ґрунтів шляхом повернення рослинних решток у ґрунт є більш сталим підходом.

Ключові слова: продовольча безпека, біоенергетика, побічна продукція рослинництва, родючість ґрунтів, еколого-економічна оцінка, викиди CO₂.

Забезпечення продовольчої безпеки в сучасних умовах є одним із ключових завдань розвитку аграрного сектору. В умовах кліматичних змін, енергетичних викликів та зростання вартості традиційних енергоносіїв актуалізується проблема раціонального використання біомаси, зокрема побічної продукції рослинництва. Її використання як джерела біоенергії розглядається як важливий напрям зменшення енергетичної залежності та забезпечення сталого розвитку аграрної економіки [1].

Україна має великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії – близько 29 млн т у.п. Основними складовими потенціалу є побічна продукція сільського господарства (солома, стебла та ін.) і енергетичні культури [2].

Разом з тим, недостатньо вирішеними залишаються питання комплексної еколого-економічної оцінки використання побічної продукції рослинництва. Побічна продукція рослинництва є важливим джерелом постачання поживних речовин для мінерального живлення рослин. Найважливішим є надходження калію, кількість якого в поживних рештках у сприятливі роки може бути більшою у 8 разів, у несприятливі – у 5 разів порівняно зі середньою кількістю річного фонду калійних добрив [3]. Зокрема, вилучення поживних решток із ґрунту може призводити до порушення балансу поживних елементів, зростання залежності від мінеральних добрив та підвищення викидів парникових газів, що потребує детального аналізу та обґрунтування.

Метою дослідження є оцінка еколого-економічної ефективності використання побічної продукції рослинництва як органічного добрива порівняно з її використанням для виробництва біопалива з урахуванням балансу поживних елементів, економічних витрат та екологічних наслідків.

У результаті дослідження встановлено, що Україна має значний потенціал побічної продукції рослинництва, який формується за рахунок вирощування зернових культур та олійних. Найбільший вихід поживних решток спостерігається у кукурудзи, пшениці озимої та соняшнику, що створює передумови для їх використання у біоенергетиці.

Водночас доведено, що вилучення побічної продукції призводить до значного виносу поживних елементів, передусім калію та азоту. Це зумовлює необхідність внесення мінеральних добрив для відновлення родючості ґрунтів, що супроводжується додатковими витратами. Розрахунки показують, що витрати на компенсацію втрат поживних елементів можуть перевищувати 13 тис. грн/га залежно від культури, що суттєво впливає на економічну ефективність аграрного виробництва.

Крім економічних аспектів, важливими є екологічні наслідки. Виробництво і внесення мінеральних добрив є значним джерелом викидів парникових газів, зокрема CO₂ та N₂O, що посилює негативний вплив на довкілля [4]. Встановлено, що при компенсації втрат поживних елементів після вилучення побічної продукції окремих культур викиди CO₂ можуть перевищувати 300 кг/га, що погіршує екологічні показники аграрного виробництва.

Поживні рештки відіграють важливу роль у підтриманні родючості ґрунтів, оскільки є джерелом органічної речовини, сприяють утворенню гумусу та покращують фізико-хімічні властивості ґрунту. У соломі озимих культур в середньому міститься 35–40 % вуглецю, що є важливим елементом гумусоутворення, до 0,5 % азоту, 0,25 % фосфору і 0,85 % калію, а також мікроелементів – бор, мідь, цинк, молібден, кобальт тощо. Їх використання як органічного добрива дозволяє зменшити винос поживних елементів і знизити потребу у мінеральних добривах [5].

Таким чином, результати дослідження свідчать, що використання побічної продукції рослинництва як органічного добрива є більш доцільним з екологічної та економічної точок зору порівняно з її використанням для біоенергетичних цілей без компенсаційних заходів. Вилучення рослинних решток призводить до деградації ґрунтів, зростання витрат і збільшення викидів парникових газів.

Отже, забезпечення продовольчої безпеки та розвиток біоенергетики потребують впровадження збалансованого підходу до використання побічної продукції рослинництва, який передбачає поєднання економічної ефективності з екологічною безпекою та збереженням родючості ґрунтів.

Список літератури:

1. Доронін А. В. Формування конкурентоспроможності альтернативних видів пального в контексті стратегії розвитку АПК України. *Зб. наук. праць ІБКіЦБ*. 2013. Вип. 19. С.181–187.

Слава Україні!

2. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2017. Т. 39, № 2. С. 60–64.

3. Дегодюк С., Дегодюк Е., Літвінова О., Кириченко А. Стратегія застосування соломистих решток для удобрення та енергетичних потреб в Україні. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронія*. 2013. № 17(1). С. 205–211.

4. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2019. URL: <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/> (дата звернення: 23.02.2026).

5. Міщай С. Г., Пономаренко О. О., Несін І. В., Безверхий В. Г., Радченко О. В. Збереження бездефіцитного балансу органічної речовини в ґрунті. *ЗНП ІОГ України*. 2016. Вип. 3. С. 116–123.

НЕОБХІДНІСТЬ ЗАХИСТУ РОСЛИН І «ПЕСТИЦИДНА НЕБЕЗПЕКА»

Трандафір І. В.,
аспірантка

irinatra27@gmail.com

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

Анотація

У матеріалах розглянуто проблему необхідності захисту рослин у сучасному сільському господарстві та екологічні ризики, пов'язані із застосуванням пестицидів. Проаналізовано основні передумови інтенсифікації аграрного виробництва, зокрема зростання чисельності населення світу, обмеженість орних земель і значні втрати врожаю від шкідників, хвороб і бур'янів. Обґрунтовано доцільність переходу до екологічно орієнтованих систем захисту рослин, зокрема інтегрованого захисту рослин, який передбачає комплексне застосування агротехнічних, біологічних, селекційних і біотехнічних методів контролю чисельності шкідливих організмів. Показано, що використання таких підходів сприяє зменшенню пестицидного навантаження на довкілля, збереженню біорізноманіття агроєкосистем і підвищенню екологічної безпеки аграрного виробництва.

Ключові слова: захист рослин; пестициди; пестицидна небезпека; агроєкосистеми; шкідники; ентомофаги; екологічна безпека; інтегрований захист рослин; біологічний метод захисту; сільське господарство.

Зростання чисельності населення Землі є одним із головних факторів, що визначає потребу у збільшенні обсягів виробництва продовольства. За оцінками міжнародних організацій, світове населення продовжує зростати і до середини ХХІ століття може перевищити 9 млрд осіб. Це призводить до необхідності підвищення ефективності сільського господарства та збільшення врожайності культур [1, 2].

Ще у другій половині ХХ століття значна частина суші була залучена до сільськогосподарського використання. Великі площі були розорані під орні землі, а значні території зайняті пасовищами та сінокосами. У багатьох регіонах світу, придатних для землеробства, ступінь освоєння земель досяг дуже високого рівня. Подальше розширення площ орних земель часто відбувається за рахунок природних екосистем, зокрема тропічних лісів, що призводить до деградації довкілля, ерозії ґрунтів і втрати біорізноманіття.

Крім того, у сучасних умовах площа орних земель у розрахунку на одну людину поступово зменшується через урбанізацію, деградацію ґрунтів, засолення та ерозійні процеси. За оцінками дослідників, це створює серйозні виклики для забезпечення продовольчої безпеки людства. У багатьох країнах світу проблема нестачі продовольства залишається актуальною, і мільйони людей продовжують страждати від недоїдання [2, 8].

У зв'язку з цим одним із головних шляхів забезпечення продовольчої безпеки стає інтенсифікація сільського господарства, що передбачає застосування сучасних технологій, мінеральних добрив і засобів захисту рослин.

Традиційне селянське землеробство характеризується відносно невеликими площами полів, наявністю природних біотопів між ними та обмеженим використанням агрохімікатів. За таких умов негативний вплив на довкілля та здоров'я людини є мінімальним.

На відміну від цього, сучасне інтенсивне землеробство передбачає використання великих монокультурних площ, активне застосування мінеральних добрив, гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів. У результаті сільське господарство перетворюється на один із значних факторів антропогенного впливу на природні екосистеми [7, 9].

Хоча масштаб забруднення довкілля пестицидами у світовому масштабі може бути меншим, ніж промислове забруднення, їх небезпека полягає в тому, що вони безпосередньо потрапляють у харчові ланцюги. Пестициди можуть накопичуватися в ґрунті, воді та живих організмах, а продукти їх розкладання іноді мають токсичні властивості [8, 9].

Однією з головних причин використання пестицидів є значні втрати врожаю від шкідників, хвороб і бур'янів. За сучасними оцінками, без належного захисту рослин світові втрати врожаю можуть становити від 30 до 40 % [5].

Найбільшу шкоду завдають комахи-фітофаги, які можуть знищувати значну частину врожаю. Навіть за сучасного рівня розвитку технологій захисту рослин втрати врожаю залишаються суттєвими. Саме тому використання засобів захисту рослин є важливим елементом сучасного аграрного виробництва [6-7].

Попри ефективність у боротьбі зі шкідниками, пестициди мають низку негативних наслідків для довкілля.

По-перше, вони можуть впливати на здоров'я людини. Тривалий вплив деяких пестицидів пов'язують із порушенням ендокринної системи, онкологічними захворюваннями та неврологічними розладами [4, 8].

По-друге, пестициди впливають не лише на шкідників, а й на корисні організми. Зокрема, вони можуть знищувати ентомофагів — хижих і паразитичних комах, які природним шляхом регулюють чисельність шкідників. У результаті порушується екологічна рівновага агроєкосистем, що може призводити до повторних спалахів чисельності шкідників.

Наприклад, у країнах Південно-Східної Азії після застосування інсектицидів проти шкідників рису спостерігалось масове розмноження бурої цикадки (*Nilaparvata lugens*), оскільки були знищені її природні вороги [3].

Подібні явища спостерігаються і в садах, де після застосування інсектицидів часто різко збільшується чисельність рослиноїдних кліщів через знищення хижих видів.

Надмірне використання пестицидів зумовлене низкою об'єктивних і суб'єктивних факторів.

Одним із них є психологічний фактор. Фермери, які вкладають значні ресурси у вирощування культур, прагнуть максимально убезпечити врожай від шкідників і часто застосовують пестициди навіть без реальної необхідності.

Іншим фактором є маркетингова активність виробників агрохімікатів, які зацікавлені у збільшенні продажів своєї продукції. У деяких випадках застосування пестицидів відбувається навіть тоді, коли чисельність шкідників не перевищує економічного порогу шкодочинності [1, 6].

Крім того, в окремих країнах державна політика може опосередковано стимулювати використання агрохімікатів через субсидування їх виробництва або недостатній контроль за застосуванням.

Альтернативою надмірному використанню пестицидів є інтегрований захист рослин (Integrated Pest Management, IPM).

Цей підхід передбачає поєднання різних методів боротьби зі шкідливими організмами: агротехнічних (сівозміна, обробіток ґрунту); селекційних (використання стійких сортів рослин); біологічних (ентомофаги, мікробіологічні препарати); біотехнічних (феромонні пастки, стерилізація комах); раціонального застосування хімічних засобів лише у випадках перевищення економічного порогу шкодочинності.

Застосування інтегрованого захисту рослин дозволяє значно зменшити пестицидне навантаження на агроєкосистеми та забезпечити стабільну врожайність культур [2, 7].

Поняття «шкідник» у природі є відносним. У природних екосистемах більшість видів виконують певні екологічні функції. Помірне пошкодження рослин фітофагами іноді навіть стимулює їх розвиток, активізуючи фізіологічні процеси.

Крім того, багато організмів, які вважаються шкідниками, є важливою частиною трофічних ланцюгів і забезпечують існування хижаків та паразитів, що контролюють їх чисельність. Саме тому повне знищення певних видів може призвести до порушення природної рівноваги в агроєкосистемах.

Отже, використання пестицидів є важливим елементом сучасного сільського господарства, оскільки дозволяє зменшити втрати врожаю від шкідників, хвороб і бур'янів. Водночас їх надмірне застосування створює серйозні екологічні та санітарні ризики.

Сучасний розвиток аграрної науки спрямований на пошук більш екологічно безпечних методів захисту рослин. Найбільш перспективним напрямом є інтегрований захист рослин, який передбачає раціональне поєднання агротехнічних, біологічних і хімічних методів боротьби зі шкідливими організмами.

Реалізація таких підходів дозволить зменшити пестицидне навантаження на довкілля, зберегти біорізноманіття агроєкосистем і забезпечити виробництво безпечної сільськогосподарської продукції.

Список літератури:

1. Carvalho F. P. Pesticides, environment, and food safety. *Food and Energy Security*. 2017. Vol. 6(2). P. 48–60. DOI: <https://doi.org/10.1002/fes3.108>
2. FAO. The State of Food and Agriculture 2023. Rome : FAO, 2023. 180 p. URL: <https://www.fao.org/publications/sofa>
3. Heong K. L., Hardy B. Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia. Los Baños : International Rice Research Institute, 2021. 480 p.
4. Nicolopoulou-Stamati P., Maipas S., Kotampasi C., Stamatis P., Hens L. Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health*. 2016. Vol. 4. Article 148. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>
5. Oerke E.-C. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*. 2022. Vol. 160(1). P. 31–43. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859621000891>
6. Popp J., Pető K., Nagy J. Pesticide productivity and food security. *Agronomy for Sustainable Development*. 2023. Vol. 43. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00828-6>
7. Pretty J., Bharucha Z. Integrated pest management for sustainable agriculture. *Agriculture and Human Values*. 2022. Vol. 39. P. 1121–1134. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10460-022-10318-2>
8. World Health Organization. Public health impact of pesticides used in agriculture. Geneva : WHO, 2022. URL: <https://www.who.int/publications>
9. European Environment Agency. Pesticides and environmental risks. Copenhagen : EEA, 2023. URL: <https://www.eea.europa.eu>
10. World Bank. Food Security Update. Washington : World Bank, 2022. URL: <https://www.worldbank.org>
11. FAO. Integrated Pest Management Guidelines. Rome : FAO, 2022. URL: <https://www.fao.org>
12. Geiger F. et al. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity. *Nature Communications*. 2020. Vol. 11. Article 5625. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19465-0>

ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИСТАНЦІЙНИХ ЗАСОБІВ

Усатий С.В.,

кандидат технічних наук, старший дослідник,
завідувач відділу зрошення,

s_usatiy@ukr.net

Поліщук В.В.,

кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник,
заступник завідувача відділу зрошення,

vitaliypolishchuk@ukr.net

Усата Л.Г.,

старший науковий співробітник відділу агроресурсів

usataya_l@ukr.net

Сардак А.С.,

доктор філософії (192 «Будівництво та цивільна інженерія»)

старший науковий співробітник відділу зрошення

anastasiabilobrova1993@gmail.com

Коваленко І.О.

доктор філософії (201 «Агрономія»)

старший науковий співробітник відділу зрошення

igorok333@ukr.net

Інститут водних проблем і меліорації НААН,

м. Київ, Україна

Анотація

Обґрунтовано доцільність проведення інвентаризації зрошувальних систем дистанційними методами. Представлено можливості застосування різних типів дистанційних засобів і технологій для попередньої ідентифікації елементів зрошувальних мереж, у тому числі магістральних каналів, поливних трубопроводів, будівель насосних станцій, а також виявлення ділянок з можливими пошкодженнями, порушеннями експлуатаційного стану систем чи підтопленням, що підвищує оперативність, точність і об'єктивність оцінки технічного стану інфраструктури та сприяє ефективному плануванню реконструкції й розвитку зрошення.

Ключові слова: інвентаризація, зрошувальні системи, дистанційне зондування, GIS, БПЛА, супутникові дані.

У сучасних умовах відновлення та розвитку зрошення в Україні особливої актуальності набуває проведення інвентаризації зрошувальних систем, що дозволяє отримати об'єктивну інформацію про їх технічний стан, структуру та ефективність функціонування. Одним із перспективних напрямів удосконалення таких робіт є використання дистанційних засобів, застосування яких забезпечує скорочення часу та витрат на проведення обстежень, можливість охоплення

великих площ у стислі терміни, а також підвищення точності й об'єктивності оцінювання технічного стану елементів систем. Це зумовлює необхідність розроблення сучасних науково-методологічних підходів до використання дистанційних технологій для інвентаризації зрошувальних систем у різних умовах їх функціонування. Традиційні методи інвентаризації потребують значних трудових і фінансових ресурсів, а також тривалого часу для проведення польових обстежень, що ускладнює планування реконструкції та модернізації зрошувальних систем, значна частина яких наразі характеризується високим рівнем фізичного та морального зносу, відсутністю актуальної технічної документації та достовірних даних про фактичний технічний стан.

Сучасний розвиток технологій дистанційного зондування Землі, безпілотних літальних апаратів, ГІС-систем відкриває нові можливості для швидкого та системного перегляду знімків із зрошувальною інфраструктурою, що включає канали, трубопроводи, насосні станції та ін. Аналіз вітчизняного та міжнародного досвіду свідчить, що дистанційні засоби (зокрема дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), безпілотні літальні апарати (БПЛА) та ГІС-технології) широко впроваджуються як у наукові дослідження, так і в практику експлуатації зрошувальних систем для оцінювання стану водних об'єктів [1, 2], моніторингу стану сільськогосподарських угідь [3, 4], визначення вологозабезпеченості сільськогосподарських культур [5, 6], уточнення та контролю за дотриманням режимів зрошення [7, 8]. Водночас використання дистанційних методів для інвентаризації зрошувальних мереж потребує додаткових досліджень та адаптації до сучасних умов в Україні. У цьому контексті удосконалення потребує методика проведення інвентаризації об'єктів інженерної інфраструктури меліоративних систем та аудиту меліорованих земель, розроблена в Інституті водних проблем і меліорації НААН у рамках завдання «Розробити науково-методичні засади проведення інвентаризації меліоративних систем та аудиту меліорованих земель в умовах змін клімату» [9]. Методика передбачає комплекс заходів з перевірки наявності та стану інженерної інфраструктури, включаючи гідротехнічні споруди, мережі та насосні станції.

В цілому, інвентаризація зрошуваних систем забезпечує перевірку фактичної наявності, стану та відповідності даним усіх компонентів систем зрошення, таких як насоси, фільтри, труби, канали тощо, де інформація про кожен елемент є важливою для прийняття управлінських рішень щодо реконструкції та модернізації систем. До складових зрошувальних систем, що ідентифікуються дистанційними засобами відносяться джерела водозабору, водозабірні споруди (насосна станція), зрошувальні мережі (розподільчі та регулюючі мережі: канали, трубопроводи), тимчасові мережі для розподілу поливної води на поливні модулі полів, водозбірні та скидні мережі, дренажно-колекторні мережі, гідротехнічні споруди, водозапірна арматура, споруди експлуатаційного та природоохоронного призначення, під'їзні дороги, виробничі будівлі та споруди тощо.

Придатні для інвентаризації зрошувальних систем науково-методичні підходи, методики та технічні рішення мають свої особливості:

1. Супутникове / аерофотознімання (супутники: Satellite, Aerial Imagery, Landsat-8/9, PlanetScope, WorldView-3 та ін.) [10] використовується для масштабованого огляду зрошувальних систем, який дозволяє створювати карти мереж, виявляти канали, лінії трубопроводів, зони зрошення, оцінювати загальний стан і видимість елементів.

2. Дрони / безпілотні літальні апарати (БПЛА) з мультиспектральними /тепловими / відео камерами (моделі: DJI Matrice 350 RTK, DJI Mavic 3 Multispectral, senseFly eBee X, Autel EVO II Dual Rugged Bundle V3, Yuneec H850 RTF/RTK T1) [11] дозволяють виконувати деталізовані огляди, особливо важкодоступних ділянок, ідентифікувати насосні станції, канали, гідранти, трубопроводи з урахуванням рельєфу, вологості, структури рослинності та теплових аномалій.

3. Георадари (GPR) із підземним скануванням (моделі: Mala, IDS GeoRadar, Leica DSX, Bosch D-tect) [12] дозволяють визначати розташування трубопроводів, аналізуючи відбиті електромагнітні хвилі за часом повернення та інтенсивністю сигналу.

4. Трасошукачі (моделі: Radiodetection, C.Scope, SebaKMT, Sonel LKZ-2500, Leica, RIDGID) / Локатори / Металодетектори (моделі: Fisher, Garrett) [13] дозволяють визначати напрямок та довжину підземних зрошувальних мереж. Електромагнітний метод пошуку базується на принципі індукції і дозволяє точно визначати трасу та глибину укладання труб, локалізувати металеві елементи, фітинги та з'єднання, оцінювати стан ізоляції і цілісність мереж без масштабних розкопок, підвищуючи ефективність і безпеку інвентаризаційних робіт.

Використання алгоритмів машинного навчання та 3D-реконструкції GPR-даних значно пришвидшує виконання складних завдань інвентаризації. Глибокі нейронні мережі дозволяють автоматично розпізнавати гіперболічні відбитки від труб і відокремлювати їх від шумів, підвищуючи точність обробки даних. Комбінування GPR із методами дистанційного зондування та аналітичними моделями дозволяє автоматизовано картографувати підземні трубопроводи та мережі зрошувальних систем, інтегруючи різноманітні дані та створюючи високоточні 3D-моделі інфраструктури. Відповідно, поєднання системного аналізу з використанням дистанційних, геофізичних та геоінформаційних методів дозволяє ефективно оцінювати стан елементів зрошувальних систем і створює додаткові можливості для проведення повноцінної інвентаризації їх стану в Україні.

Список літератури:

1. Vlasova O., Savchuk D., Shevchenko I., Shevchenko A., Kozytskyi O. Spatial and temporal changes in the ecological and reclamation state of drainless areas. *Land Reclamation and Water Management*. 2025. (1), P. 17–27. DOI: [10.31073/mivg202501-417](https://doi.org/10.31073/mivg202501-417)

2. Voytovych I., Shevchuk Y., Kozytskyi O., Ignatova O., Boyko G., Limachov Y. Assessment of the technical condition of the krasnopavlivsk reservoir earth

dam. *Land Reclamation and Water Management*. 2025. (1). P. 98–108. <https://doi.org/10.31073/mivg202501-412>

3. Lykhovyd P. Geospatial Intelligence and Remote Sensing for Climate-Smart and Sustainable Agriculture. *Deep Science Publishing*. 2025. DOI: [10.70593/978-93-7185-854-0](https://doi.org/10.70593/978-93-7185-854-0)

4. Лиховид П.В., Грановська Л.М. Індекс агроекологічного зонування для оцінки стану орних земель. *Водна та продовольча безпека: світові та регіональні тенденції*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню водних ресурсів, м. Одеса, 20 березня 2025 року. Одеса: ІКОСГ НААН, 2025. С. 60–62.

5. Lykhovyd P. An Evaluation of Machine Learning Algorithm Performance in Crop Recognition Using Remote Sensing: A Case Study in Southern Ukraine. 3rd International Online Conference on Agriculture session Smart Farming: From Sensor to Artificial Intelligence. 22–24 October 2025. <https://sciforum.net/paper/view/24734>

6. Shevchuk S., Matiash T., Krucheniuk A. Assessment of Water Resources Needs for Irrigation Development under Climate Change in Ukraine. 18th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Apr 2025, Volume 2025, p.1–5 DOI: [10.3997/2214-4609.2025510141](https://doi.org/10.3997/2214-4609.2025510141)

7. Matiash T., Romashchenko M., Bogaenko V., Shevchuk S., Kruchenyuk A., Butenko Y. Monitoring and irrigation regime formation when growing crops using the «Irrigation Online»; system. *Land Reclamation and Water Management*, 2022, (1), P. 29–39. DOI: [10.31073/mivg202201-321](https://doi.org/10.31073/mivg202201-321)

8. Polishchuk V., Zhovtonog, O., Saliuk, A., Butenko, Y., Chorna, K. Model Complex of Information System “GIS Poliv” and Remote Sensing Data use to Adjust Model Parameters. In *2021 IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)* (pp. 211-214). IEEE. DOI [10.1109/Atit54053.2021.9678578](https://doi.org/10.1109/Atit54053.2021.9678578)

9. Розробити науково-методичні засади проведення інвентаризації меліоративних систем та аудиту меліорованих земель в умовах змін клімату: звіт про НДР (проміжний) / ІВПіМ; керівник М. І. Ромащенко. ДР №0121U109313. Київ, 2022. 87 с.

10. Giovanni P., Escorihuela M., Merlin O., Pamies M., Bellvert J. Classification of Different Irrigation Systems at Field Scale Using Time-Series of Remote Sensing Data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. 2022. Vol. 15. P. 10055-10072. DOI: [10.1109/JSTARS.2022.3222884](https://doi.org/10.1109/JSTARS.2022.3222884)

11. Guebsi R., Mami S., Chokmani K. Drones in Precision Agriculture: A Comprehensive Review of Applications, Technologies, and Challenges. *MDPI Drones*. 2024. 8(11). DOI: [10.3390/drones8110686](https://doi.org/10.3390/drones8110686)

12. Chen Liu, Jue Li, Zhengnan Liu, Sirui Tao, Mingxuan Li. A comprehensive review of data processing and target recognition methods for GPR underground pipeline B-scan data. *Springer Nature*. 2025. 7(310). URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-025-06791-y>

13. Ningke Hu, Xin Li, Lei Luo, Liwei Zhang. Ancient Irrigation Canals Mapped from Corona Imageries and Their Implications in Juyan Oasis along the Silk Road. *Sustainability*. 2017. 9(7). P. 1283. DOI: [10.3390/su9071283](https://doi.org/10.3390/su9071283)

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ПРИРОДНОРЕСУРСНИМИ ПРОЄКТАМИ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Фроленкова Н.А.,

кандидат економічних наук, доцент,
n.a.frolenkova@nuwm.edu.ua,

Рокочинський А.М.,

доктор технічних наук, професор,
a.m.rokochinskiy@nuwm.edu.ua,

Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна

Анотація

Авторами на основі аналізу сучасного стану та проблем використання природних ресурсів зроблені висновки щодо необхідності трансформації підходів до обґрунтування та реалізації господарських рішень шляхом імплементації сучасного проєктного підходу. Запропонована концептуальна модель проєктного підходу для природно ресурсних проєктів.

Ключові слова: проєктний підхід, природноресурсний проєкт, галузі природокористування, управління проєктами

Глобальні виклики, спричинені кліматичними змінами та загостренням продовольчої, водної й енергетичної криз, зумовлюють необхідність трансформації управлінських підходів у всіх галузях економіки. Сьогодні надзвичайно гостро постає питання ефективного використання природних ресурсів, насамперед земель, які є цінним стратегічним фактором забезпечення продовольчої безпеки не тільки України, а й світу.

Згідно з аналітикою [1, 2] сучасний стан водно-земельних ресурсів характеризується низкою проблем, які призводять не просто до тимчасових труднощів, а до критичного виснаження природного капіталу, і в довгостроковій перспективі – до масштабних економічних, технологічних, соціальних та геополітичних наслідків. Зокрема, сьогодні Україна вважається однією з найменш забезпечених водою країн Європи, оскільки на одну особу припадає лише близько 1 тис. м³ доступних водних ресурсів. Понад 80% меліоративних систем України вимагають капітального ремонту, що призводить до втрати 40% води при транспортуванні. Наслідки підриву Каховської ГЕС - це катастрофа глобального масштабу, оскільки без зрошення залишилося понад 580 тис. гектарів ріллі, а збитки для екосистем вже оцінюються у понад 1.5 млрд. у.о. Понад 15 млн га українських земель охоплені водною та вітровою ерозією, а через неефективне землекористування вміст гумусу в ґрунтах за останні 100 років знизився в середньому на 20-30%. Близько 30% території України потенційно забруднені мінами та нерозірваними боєприпасами, а проїзди важкої військової техніки та порушення сівозміни призводять до катастрофічного

ущільнення родючого шару, що робить землю непридатною для класичного господарювання без рекультивації.

Традиційно в Україні обґрунтування господарських рішень щодо діяльності, яка пов'язана з інтенсивним використанням природних ресурсів, базувалося на відносно стабільних показниках: прогнозованому кліматі, державному фінансуванні та невичерпності ресурсів. В умовах сьогодення ці умови є змінними та нестабільними через кліматичну волатильність, економічну невизначеність та нестабільність, зростаючі екологічні обмеження тощо. Саме тому господарські рішення, прийняті без урахування часових, ресурсних та якісних обмежень, стають неефективними ще до моменту завершення будівництва об'єктів.

У цьому контексті постає об'єктивна необхідність трансформації управлінської парадигми: від ресурсно-витратного планування (яке базується на застарілих нормативах, а не на реальних запитах екосистеми чи ринку) до впровадження цілісного проєктного підходу, який дозволяє:

- чітко визначити цілі та критерії їх досягнення;
- впровадити стейкхолдерську модель (врахувати інтереси громади, аграріїв та екологів);
- керувати ризиками в умовах невизначеності.

Специфіка управління проєктами у сферах природокористування, зокрема, сферах аграрного виробництва, водного господарства та меліорації земель, на сучасному етапі розвитку полягає у переході від традиційного вітчизняного техніко-економічного обґрунтування до комплексного планування та оцінювання з урахуванням соціально-екологічної цінності та особливостей життєвого циклу проєктів, де задіяні природні ресурси.

У зв'язку з цим потребує уточнення і понятійний апарат, зокрема, трактування проєкту, який реалізується у сфері природокористування. В контексті нашого дослідження авторами пропонується введення/уточнення категорії "природноресурсні проєкти", який можна вважати універсальним для позначення широкої групи проєктів сфери природокористування (аграрні, меліоративні, водогосподарські тощо).

Природноресурсні проєкти - це комплексні інвестиційно-технічні заходи, спрямовані на залучення, трансформацію та використання потенціалу природних активів (землі, води, енергії) за допомогою інженерної інфраструктури. У таких проєктах технологічна складова (системи зрошення, гідротехнічні споруди) є необхідною умовою для конвертації природного ресурсу в економічну цінність. Ефективність таких проєктів визначається здатністю інженерної системи забезпечити максимальну трансформацію природного потенціалу в додану вартість при мінімальних питомих витратах енергії та природних ресурсів.

Проведений аналіз існуючих сьогодні методів і підходів до управління природокористуванням дозволяє згрупувати їх у специфічні кластери на основі концептуального базису, стратегічної спрямованості та масштабів практичного застосування. На нашу думку, доцільно виділити наступні рівні і відповідні їм

методології, підходи та інструментарій, що утворюють цілісну концептуальну модель управління сталим розвитком природноресурсних проєктів (рис.).



Рис. Концептуальна модель управління природноресурсними проєктами

Запропонована концептуальна модель методології та інструментарію управління природноресурсними проєктами є авторським синтезом, що систематизує та формує цілісну ієрархію управлінських підходів за рівнями методологічної зрілості та функціонального призначення, адаптовану до специфіки сталого розвитку природогосподарських галузей.

Логіка даної структуризації полягає в тому, що стратегічні загальні концепції визначають умови для галузей, галузеві особливості формують вимоги до процесів управління проєктами. В свою чергу обрані процеси визначають специфіку реалізації функцій в межах конкретного проєкту, а функції реалізуються через інструменти.

1 рівень. Рамкові концепції управління проєктами. Визначають стандарти, яким має відповідати проєкт. Це фундаментальні підходи, які встановлюють філософію, правила, загальні принципи, цінності та межі, у яких має діяти проєкт. Вони не прив'язані до конкретної галузі, а задають стандарт мислення.

2 рівень. Галузеві підходи до управління проєктами. Це підходи, які трансформують глобальні концепції у специфічні підходи до управління природним капіталом. Іншими словами - адаптовані до специфіки планування та

реалізації проєктів, де задіяні природні ресурси. Їхня мета - гармонізація інженерних рішень із життєвим циклом екосистем (вода, ґрунт, біорізноманіття).

3 рівень. Методології та стандарти проєктного управління. Ця група об'єднує нормативну базу (стандарти) та сучасні процесні інструменти (методології). Сюди входять класичні та сучасні управлінські технології та підходи до організації життєвого циклу проєкту, які потребують адаптації до галузевих особливостей, визначають технологію руху проєкту від ідеї до експлуатації, інтегруючи принципи сталості у кожен процес.

4 рівень. Функціональні методи управління областями проєкту. Сюди варто віднести методологічні підходи до вирішення спеціалізованих задач – управління вартістю, ризиками, стейкхолдерами, якістю, часом тощо.

5 рівень. Методики та прикладний інструментарій. Це конкретні техніки, розрахункові моделі та показники, які «обслуговують» методи з Групи 4. Сюди відносять методи візуалізації процесів, оцінки економічної та екологічної ефективності, інструменти оцінювання ризиків тощо. Надає конкретні засоби вимірювання, моніторингу та оцінки результатів.

В таблиці представлені систематизовані за рівнями методології, підходи та інструменти управління природноресурсними проєктами.

Таблиця.

Ієрархія методологічних підходів та інструментарію управління природноресурсними проєктами

Рівень	Назва рівня	Основна мета / роль	Ключові елементи
1	2	3	4
Рівень 1	Стратегічні концепції	Створення ціннісно-орієнтованого базиса та стратегічного вектора в контексті глобальних цілей	Стале управління проєктами (SPM) Концепція екологічного, соціального та корпоративного управління (ESG) Імпакт-орієнтоване управління Концепція «зеленого» управління (GPM) Ресурсний підхід
Рівень 2	Галузеві підходи	Трансформація глобальних концепцій до галузей природокористування	Концепція інтегрованого управління водними ресурсами (IWRM) Концепція природоорієнтованих рішень (NbS) Екосистемний підхід (ESM) Регенеративне (відновлювальне) управління проєктами Циркулярне управління проєктами Кліматично-орієнтоване та адаптивне управління Концепція «Вода - Енергія - Продовольство» (WEF Nexus)
Рівень 3	Процесні методології та проєктні стандарти	Методологічний фундамент; регламентація процесів управління життєвим циклом проєкту	Стандарти: PMBOK Guide, PRINCE2, P5 Standard (GPM Global), ISO 21502:2020, IPMA Методології: PRiSM (GPM), Waterfall (Водоспадна модель), Agile (гнучка модель), Lean (ощадливе виробництво).

1	2	3	4
Рівень 4	Функціональні методи	Спеціалізоване управління за ключовими напрямками для досягнення цілей проєкту	Управління: змістом, часом, вартістю, якістю, ризиками, стейкхолдерами, командою, комунікаціями, ресурсами, активами
Рівень 5	Методики та прикладний інструментарій	Методичне забезпечення та оцінювання результатів на всіх стадіях життєвого циклу проєкту	Інструменти календарно-ресурсного планування (WBS, метод критичного шляху, діаграма Ганта, бюджетування) Інструменти фінансово-економічного аналізу (LCC, NPV, IRR, PI, DPBP, аналіз чутливості) Інструменти управління ризиками (матриця ризиків, якісний та кількісний аналіз ризиків) Інструменти екологічного та ресурсного оцінювання (показники ефективності ресурсовикористання, індикатори якості ресурсів)

Запропонована архітектура проєктного підходу має ієрархічну структуру: від галузевих підходів, що задають філософію та стратегію, до прикладного інструментарію. Таким чином, управління ресурсними проєктами трансформується з суто технічного процесу в систему сталого розвитку. Це означає, що сучасні рішення базуються не лише на інженерних розрахунках, а на поєднанні міжнародних стандартів та екосистемних підходів, що дозволяє забезпечити довгострокову стійкість проєктів у складних кліматичних умовах.

Список літератури:

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2024 році / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Київ: Міндовкілля, 2026. 430 с. URL: <https://mepr.gov.ua/> (дата звернення: 11.03.2026)
2. Екологічні паспорти регіонів України : статистичний збірник за 2024-2025 рр. / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Київ : Міндовкілля, 2025. URL: <https://mepr.gov.ua/> (дата звернення: 11.03.2026)
3. Scaling Up Nature-based Solutions for Water Resilience: A Roadmap for Infrastructure Projects / The World Bank. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development, 2024. 112 p. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/> (дата звернення: 11.03.2026).
4. Sustainable Project Management in Water Infrastructure: Lifecycle Assessment and Digital Twins / ed. by J. Rodriguez, H. Mueller. Cham: Springer Nature, 2024. 345 p. (Sustainable Infrastructure Series).

***Використання очищених стічних вод та
регульованого видобутку підземних вод для зрошення***

***The use of treated wastewater and regulated groundwater
extraction for irrigation***

ВИКОРИСТАННЯ ФІЛЬТРАТИВ ПІСЛЯ БІОКОНВЕРСІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ У СИСТЕМАХ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Ковальов М.М.,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент, керівник наукових лабораторій «Промислового грибівництва та технологій захисту культивованих грибів», а також «Гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці», доцент кафедри загального землеробства
nicolaskov80@gmail.com
Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький, Україна

Анотація

У матеріалах розглянуто перспективи застосування рідких фільтратів, отриманих у процесі біоконверсії органічних відходів (компостування, вермикомпостування та анаеробного зброджування), як джерела поживних речовин для систем краплинного зрошення. Встановлено, що раціональне використання фільтратів дозволяє суттєво зменшити застосування мінеральних добрив при збереженні або підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур.

Ключові слова: фільтрат біоконверсії, краплинне зрошення, органічні відходи, фертигація, компостний чай, вермикомпостний екстракт, анаеробний дигестат.

Підвищення ефективності водокористування та мінімізація залежності від мінеральних добрив є одними з ключових завдань сучасного кліматично орієнтованого сільського господарства. Особливої актуальності ці питання набувають в умовах зростаючого дефіциту водних ресурсів та волатильності цін на добрива [1].

Біоконверсія органічних відходів – процес мікробіологічного або ферментативного перетворення органічної сировини – супроводжується утворенням рідких фільтратів, збагачених розчинними формами азоту, фосфору, калію та мікроелементів. Залежно від технології біоконверсії розрізняють: компостний чай (leachate від аеробного компостування), вермикомпостний екстракт (рідина від вермикомпостування) та анаеробний дигестат (рідка фракція після метанового зброджування) [2, с. 196].

Системи краплинного зрошення є оптимальним каналом для внесення таких фільтратів завдяки безпосередній подачі живильного розчину в кореневу зону рослин. Однак для успішного застосування у системах фертигації фільтрати повинні відповідати низці технічних вимог: розмір завислих частинок – не більше 100–130 мкм (відповідно до класу фільтрів крапельної системи), рН – у межах 5,5–7,0, електропровідність – до 3,0 мСм/см [3, с. 78].

Дослідження, проведені на дослідних ділянках кафедри загального землеробства ЦНТУ, показали, що застосування вермикомпостного екстракту в

концентрації 1:10–1:20 (об'єм/об'єм) при нормі поливу 2–3 л/м² за вегетаційний полив дозволяє замістити до 30–40% норми мінерального азоту при вирощуванні томатів та перцю солодкого. При цьому врожайність знижувалась не більш ніж на 5–8% порівняно з варіантом повного мінерального живлення, тоді як показники якості продукції (вміст сухої речовини, аскорбінова кислота, цукри) залишались на рівні або перевищували контроль [4, с. 49].

Серед технологічних викликів слід виокремити: ризик засмічення крапельниць органічними частинками, необхідність попереднього фільтрування (дисковий фільтр 120–200 меш), а також контроль за вмістом важких металів та патогенної мікробіоти у фільтратах, особливо при використанні відходів тваринного походження. Анаеробний дигестат потребує обов'язкового розбавлення (не менш ніж 1:5) і, як правило, попереднього відстоювання або центрифугування [5, с. 252].

Економічна ефективність застосування фільтратів в системах краплинного зрошення визначається насамперед вартістю їх заготівлі та підготовки, а також ступенем заміщення комерційних добрив. За попередніми розрахунками, вартість 1 кг азоту у вермикомпостному екстракті власного виробництва є на 40–60% нижчою, ніж у розчинних мінеральних добривах класу «fertigation» при врахуванні всіх витрат на переробку органічної маси [4, с. 54; 6, с. 388].

Таким чином, фільтрати після біоконверсії органічних відходів є перспективним джерелом поживних речовин для систем краплинного зрошення. Їх практичне застосування вимагає стандартизації технологічних параметрів підготовки, розробки агрохімічних регламентів та адаптації систем фільтрування крапельних установок. Подальші дослідження мають бути зосереджені на оцінці довгострокового впливу систематичного застосування фільтратів на агрохімічні показники ґрунту та мікробіологічну рівновагу.

Список літератури:

1. Yurchenko E. Irrigation Reform in Ukraine (2022–2025). KSE Policy Papers. 2025. URL: <https://kse.ua/ua/irrigation-reform-ukraine-2022-2025> (kse.ua in Bing) (дата звернення: 16.03.2026).
2. Vats P., Hiranmai R.Y., Neeraj A. Bioconversion of Organic Waste for Solid Waste Management and Sustainable Agriculture—Emphasized Impact of Bioelectromagnetic Energy. *Sustainable and Cleaner Technologies for Environmental Remediation*. Springer Nature, 2023. P. 193–220. DOI: 10.1007/978-981-99-XXXX-X_10.
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Drip Irrigation Management for Fertigation with Organic Inputs. (FAO Irrigation and Drainage Paper № 80). Rome : FAO, 2021. 156 p.
4. Kharytonov M., Babenko M., Lemishko S., Shupranova L., Chernysh Y., Roubik H. Vegetables Crops Nutrition Management Using Drip Fertigation and Shading Mesh. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 2023. Vol. LXVII, No. 1. P. 45–56.

5. Möller K., Müller T. Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth. *Engineering in Life Sciences*. 2012. Vol. 12, No. 3. P. 242–257. DOI: 10.1002/elsc.201100085.

6. Kovalov M. Development of energy-saving technology of closed production cycle in intensive growing of *Pleurotus ostreatus* and *Agaricus bisporus* mushrooms. *Theoretical and practical aspects of science development : scientific monograph*. Part 1. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2023. P. 372–404. URL: <http://baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/view/371/10218/21302-1> (дата звернення: 16.03.2026).

ТЕОРЕТИКО-ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ВІРТУАЛЬНОЇ ВОДИ В АГРОБІЗНЕСІ

Логвин С.Ю.*

аспірант

s.yu.logvyn@nuwm.edu.ua

Національний університет водного господарства та природокористування
м. Рівне, Україна

Анотація

Розкриті теоретико-практичні основи віртуальної води в агробізнесі. Обґрунтовано доцільність використання моделі обрахунку водного сліду STIRPAT як економіко-екологічну модель, яка використовується для кількісного аналізу впливу соціально-економічних факторів на навколишнє природне середовище.

Ключові слова: віртуальна вода, агробізнес, дослідження, моделі, ефективність.

Постійне зростання населення на планеті, зниження врожайності культур через глобальне потепління та зміни клімату, зменшення площі високопродуктивних орних земель створюють передумови для зростання попиту та цін на продовольство. Водночас нарощування обсягів виробництва шляхом подальшої інтенсифікації сільськогосподарського виробництва матиме катастрофічні екологічні наслідки, оскільки вона є значним забруднювачем навколишнього природного середовища.

Наслідками інтенсифікації сільськогосподарського виробництва є деградація ґрунтів, втрата біорізноманіття, фрагментація ландшафтів, забруднення поверхневих та підземних вод. За оцінками FAO, аграрна галузь використовує, зокрема для зрошення, 70% усієї води, яка забирається з водоносних горизонтів та поверхневих водних ресурсів [1]. Оцінкою ефективності використання ресурсів, які враховують глобальний тиск на навколишнє середовище та пов'язані зі споживанням через показник «слід» займалися такі вчені, як Yang H., Hoekstra A.Y., Cao X., Wang M., Marston L., Konar M., Mekonnen M.M., Schyns J.F., Booi M.J., Savenije H.G, Vanham D., Aldaya M.M., Garrido A., Llamas R., Hubacek K., O'Brien M., Schütz H., Bringezu S., Heinke J., Lotze-Campen H., Lucht W., Cramer W. та ін. [2-4].

В наукових колах і статистиці за останні роки було представлено велику кількість методологій щодо показника «слід», пов'язаних з екологічними та водними ресурсами, споживанням продовольства, викидами в атмосферу парникових газів тощо. Однак досі не існує узгодженої методології для розрахунку цих показників у контексті ефективності використання ресурсів.

* Науковий керівник – Скрипчук П. М., д.е.н. професор

Крім того, доступність і якість даних для розрахунку різних індикаторів сліду варіюється в залежності від методології, методів підрахунку щодо різних ресурсів навколишнього природного середовища.

Термін «слід» був вперше введений на початку 1990-х років коли був представлений показник «екологічний слід» для кількісного визначення біологічної продуктивності території, необхідної для асиміляції відходів у глобальному чи національному масштабах [3, 5].

Після його появи термін «слід» був використаний великою кількістю інших концепцій екологічного обліку (глобальна кліматична політика щодо парникових газів в масштабах світу. Пізніше термін «слід» також був введений для показників, орієнтованих на споживання води, матеріалів і загального впливу продуктів на навколишнє природне середовище [6].

Водний слід – це загальна кількість прісної води, яка використовується прямо чи опосередковано для виробництва товарів і послуг, які задовольняють кінцеве внутрішнє споживання. За останні роки кількість наукових розробок та публікацій зросла у рази та стосується: водних басейнів, «зеленого» ВВП країни, різних країн та галузей промисловості й агробізнесу, виробництва продуктів харчування.

У середньому 20% світового споживання прісної води використовується промисловістю. Очікується, що попит на воду збільшуватиметься через постійне зростання чисельності населення, економічний розвиток та зміну клімату [7-9].

За даними Всесвітнього економічного форуму, водна криза є головним глобальним ризиком з точки зору як впливу, так і ймовірності (WEF Global Risk 2020). Більше того, 87 зі 180 країн світу, ймовірно, відчуватимуть дефіцит води до 2050 року [10]. Через загрози дефіциту води для соціально-економічного розвитку існує потреба оцінити компроміс між виробництвом та впливом на навколишнє природне середовище. Тому сільськогосподарський та промисловий сектори повинні ефективно використовувати воду у своїй діяльності як захід адаптації до зміни клімату. Дефіцит води може сприяти появі інноваційних ідей в управлінні водними ресурсами. Також можуть бути розроблені інструменти підтримки прийняття рішень для сприяння впровадженню принципів циркулярної економіки. За пропозицією Hoekstra, водний слід є більш комплексним способом оцінки споживання прісної води, який враховує як пряме, так і непряме використання води при виробництві продукту [11].

Дослідження водного сліду пов'язані з енергетичними, вуглецевими та азотними викидами та іншими стоками. Прісноводні ресурси стають все більш важливим глобальним ресурсом, що зумовлено зростаючою міжнародної торгівлі товарами та послугами.

Загалом існує три типи методологій для розрахунку певної категорії сліду. Перша група підходів базується на різних формах економічного аналізу витрат і результатів, які об'єднують фізичні дані про використання ресурсів (матеріальні, водні, земельні) або викидів (викиди парникових газів у випадку вуглецевого сліду). Аналіз «витрати-вигоди» є підходом зверху вниз, тобто методологією, яка починає оцінку з макроекономічного рівня (всієї економіки), але включає поділ

за секторами економіки. Одним із найважливіших застосувань аналізу «витрати-вигоди» є розрахунок загальних витрат на одиницю кінцевої продукції.

Другою групою методологій є коефіцієнтні підходи, які дозволяють оцінити ресурсоемність усього ланцюга постачання, порахувати коефіцієнти аналізу процесів, наприклад оцінка життєвого циклу (LCA) або подібні методи. Цей підхід є підходом «знизу вгору», який починає обчислення з рівня окремих продуктів або груп продуктів. Коефіцієнтні підходи обчислюють загальне використання ресурсів (або викидів парникових газів), які пов'язані з кінцевим споживанням, шляхом множення прямої фізичної величини споживання кожного ресурсу на коефіцієнт, який враховує ресурсоемність «від колиски до продукту». Найважливіша перевага коефіцієнтних підходів у порівнянні з підходом «витрати-вигоди» – це високий рівень деталізації та прозорості. Коефіцієнтні підходи не стикаються з обмеженнями секторів, що дозволяє порівнювати сліди на рівні окремих продуктів або матеріалів.

Гібридні підходи є третім основним типом методологій, що поєднують елементи як аналізу витрат-вигод, так і коефіцієнтних підходів. Гібридні підходи зазвичай поділяють на загальну кількість продукції, яку слід враховувати при оцінці та розраховувати одну частину на основі аналізу «витрати-вигоди», а решту – за допомогою коефіцієнтів ресурсомісткості. Отже, гібридний підхід буде важливим інструментом для майбутнього методологічного розвитку щодо показника слід.

Ключовою перевагою гібридного підходу є те, що застосовані коефіцієнти дозволяють компенсуючи недоліки, з якими, зазвичай, стикаються при застосуванні підходу «витрати-вигоди» [12]. Отже, гібридні підходи мають дуже високий потенціал, оскільки поєднують у собі переваги обох основних методів.

Найменший «водний слід» мають жителі таких країн, як Латвія, Грузія, Угорщина, Китай, Афганістан, Перу, Конго, Ангола та ін. (600–1000 м³ води в рік на душу населення). Найбільший «водний слід» мають жителі таких країн, як США, Греція, Малайзія, Італія, Таїланд та ін. (2300–2900 м³ води в рік на душу населення). Ряд держав з цього списку країн змушені імпортувати воду, щоб зберігати 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 км³ води на рік), США (3 069 км³/рік), Китай (2 896 км³/рік) та Індонезія (2 838 км³/рік). В Україні середній показник «водного сліду» складає 1575 м³/люд/рік

Однією з моделей обрахунку водного сліду є модель STIRPAT (Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence, and Technology) – це економіко-екологічна модель, яка використовується для кількісного аналізу впливу соціально-економічних факторів на довкілля (ресурсоспоживання, викиди, екологічні сліди, водний слід тощо).

Для визначення водного сліду модель трансформують так, щоб: враховувати типову структуру факторів: демографічні – чисельність населення, урбанізація; економічні – ВВП на душу, структура виробництва; технологічні – енергоємність, інновації, ефективність водокористування; поведінкові – споживчі засади та різні коефіцієнти. Наприклад, у дослідженнях аграрного водного сліду використовують змінні: населення, рівень урбанізації, ВВП на душу населення, енергозабезпеченість агросектору.

Обмеження моделі наступні: лінійна форма не завжди описує складні екосистемні процеси, результати залежать від набору змінних, не враховує нелінійні порогові ефекти без модифікацій. Модель дозволяє: оцінити драйвери водного дефіциту; прогнозувати водний слід; формувати політики ресурсоефективності; аналізувати вплив євроінтеграційних вимог та ESG-стандартів щодо сталої звітності.

Сутність моделі STIRPAT для сірого водного сліду полягає в тому, що вона дозволяє статистично оцінити, як демографічні, економічні та технологічні фактори формують рівень водного забруднення, вимірюваного через сірий водний слід. Тобто це інструмент для кількісного аналізу драйверів водної екологічної деградації.

Отже, теоретико–практичні засади віртуальної води є важливими у контексті євроінтеграції, циркулярної економіки, формування та подачі сталої звітності, експорту віртуальної води з сільськогосподарською сировиною. Є необхідність розробляти нормативні документи, моделі та інструментарій для її практичного використання.

Список літератури:

1. Common ground : restoring land health for sustainable agriculture / IUCN Global Ecosystem Management Programme. Gland, Switzerland : IUCN, 2020. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.10.en>.
2. Bringezu S., O'Brien M., Schütz H. Beyond biofuels: Assessing global land use for domestic consumption of biomass. A conceptual and empirical contribution to sustainable management of global resources. *Land Use Policy*. 2012. Vol. 29. P. 224–232.
3. Kissinger M., Rees W. Importing terrestrial biocapacity: the U.S. case and global implications. *Land Use Policy*. 2010. Vol. 27, № 2. P. 589–599.
4. Internal and external green-blue agricultural water footprints of nations, and related water and land savings through trade / M. Fader et al. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2011. Vol. 15. P. 1641–1660.
5. Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008 / G. Peters et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011. Vol. 108, № 21. P. 8903–8908.
6. Andrew R. M., Peters G. P. A Multi-Region Input–Output Table Based on the Global Trade Analysis Project Database (GTAP-MRIO). *Economic Systems Research*. 2013. Vol. 25, № 1. P. 99–121.
7. Methodological frameworks to assess sustainable water resources

management in industry: a review / V. Navarro-Ramírez et al. *Ecological Indicators*. 2020. Vol. 119. Art. 106819. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106819>.

8. Water scarcity assessments in the past, present, and future / J. Liu et al. *Earth's Future*. 2017. Vol. 5, № 6. P. 545–559. <https://doi.org/10.1002/2016EF000518>.

9. Integration of water footprint accounting and costs for optimal chemical pulp supply mix in paper industry / A. Manzardo et al. *Journal of Cleaner Production*. 2014. Vol. 72. P. 167–173. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.014>.

10. Baggio G., Qadir M., Smakhtin V. Freshwater availability status across countries for human and ecosystem needs. *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 792. Art. 148230. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148230>.

11. Lessons from California's 2012–2016 drought / J. Lund et al. *Journal of Water Resources Planning and Management*. 2018. Vol. 144, № 10. Art. 04018067. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000984](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000984).

12. Wiedmann T. Carbon Footprint and Input-Output Analysis. An introduction. *Economic Systems Research*. 2009. Vol. 21, № 3. P. 175–186.

***Удосконалення системи моніторингу кількості
і якості поверхневих і підземних вод***

***Improvement of monitoring systems for the quantity and
quality of surface and groundwater***

ГІДРОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗАТОПЛЕННЯ ЗАПЛАВНИХ ЗЕМЕЛЬ НА ДІЛЯНЦІ РІЧКИ ДЕСНА

Доценко В.І.,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
dotsenko.v.i@dsau.dp.ua,

Ткачук А.В.,

кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач кафедри водогосподарської інженерії,
tkachuk.a.v@dsau.dp.ua

Коваленко В.В.,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
kovalenko.v.v@dsau.dp.ua,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро, Україна

Анотація

У матеріалах висвітлені дослідження гідрологічного режиму р. Десна в період водопілля та його вплив на затоплення орних земель ТОВ «Горбів Агро», пониження ризиків від шкідливої дії високих вод. Широко використані матеріали дистанційного зондування Землі для обґрунтування взаємозв'язку гідрологічного режиму річки з процесами затоплення орних земель.

Ключові слова: максимальні рівні води, затоплення орних земель, дистанційне зондування.

Надзвичайна ситуація що склалася в 2022-2024 рр. на землях ТОВ «Горбів Агро», які розташовані в заплаві Десни (Куликівська територіальна громада, Чернігівська область), характеризувалась дуже високим водопіллям та відповідними негативними наслідками, пов'язаними з надзвичайно тривалим періодом затопленням орних земель, є об'єктом дослідження в даній роботі.

Землі ТОВ «Горбів Агро» представляють собою відкриту осушувальну систему, технічний стан якої незадовільний: осушувальні канали сильно зарослі, незадовільний стан гідротехнічних споруд, непрацюючі, замулені, трубчасті переїзди-регулятори (рис.1). Рекогносцировка технічного стану осушувальної мережі проведена авторами 18.07.2025 р., на рис.3. показані точки спостережень при проведенні рекогносцировки (червоні).

Основною задачею дослідження був аналіз гідрологічного режиму на р. Десна в період водопілля безпосередньо на ділянці заплавлених землях ТОВ «Горбів Агро», з метою обґрунтування шляхів пониження ризиків від шкідливої дії високих вод.

При обґрунтуванні рівневого режиму р. Десна використані дані: Гідрометеорологічного центру України по *водомірному посту* (в/п) м. Чернігів за період 1991-2014 рр. (<https://www.meteo.gov.ua>) ; Деснянського БУВР з 2021 р. по наш час (<https://desna-buvr.gov.ua>); дані *дистанційного зондування Землі* (ДЗЗ)

Слава Україні!

за рівнем води на «віртуальних» водомірних постах (вв/п) з 2016 р. по наш час (<https://land.copernicus.eu/en/products/water-bodies/water-level-rivers-near-real-time-v2.0#download>).



Рис.1. Типовий технічний стан регулюючих споруд на відкритій осушувальній системі (фото авторів, 18.07.2025 р.)

Наявні матеріали спостережень визначили розрахункові створи з дослідження рівневого режиму по 7 (семи) точках (рис.2), від в/п Літки на відстані від гирла Десни 38,3 км (ПК 38+300) до в/п м. Новгород-Сіверський (ПК 436+400).

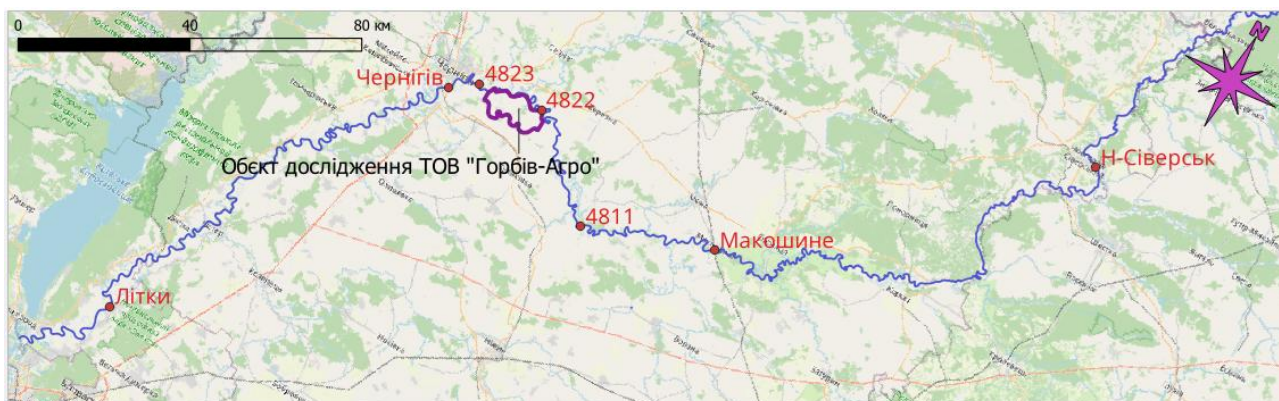


Рис.2. Розрахункові створи спостереження за рівнем води

В сучасній історії гідрологічного режиму р. Десни (з 1990 р.) по в/п Чернігів максимальний рівень води склав 776 см (110,30 м БС [3], відмітка нуля графіка поста – 104,44 м БС), що суттєво нижче історичного максимуму – 113,08 м БС. Значення максимальних миттєвих рівнів води на в/п Чернігів за період 1991-2025 рр. в порівняння з періодом 1894-1966 рр. для багатоводних років (забезпеченість $P=1-25\%$) суттєво понизилось – на 300-440 см. Таке суттєве зниження рівновірогідних максимальних рівнів води пояснюється не тільки зміною клімату та відповідного зменшення водності Десни, а також і процесами руслоформування, що призводять до пониження побутових відміток дна русла.

Аналіз режиму максимальних миттєвих рівнів води в період з 1991 р. до сьогодні виявив незначущий тренд зниження, що склав всього мінус 1 см на рік. Прогнози щодо зменшення водності повені для річок лісової зони України (в т.ч. Десни) на період 2020-2040 рр. складають 94% від водності 2000-2020 рр. [4], що

в цілому підтверджує висновок про незначущий тренд зміни максимальної водності Десни.

Проте водопілля 2022, 2023 та 2024 років показали аномальний характер гідрологічного режиму Десни. Всі ці роки входять в групу років багатоводного циклу з забезпеченістю менше 27%.

Сучасні наукові дослідження за елементами гідрологічного циклу, і особливо тих, що відносять до надзвичайних, сьогодні не представляються без використання даних ДЗЗ. На сьогодні існує, без перебільшення, безліч оброблених каталогів баз даних ДЗЗ. Зокрема на базі ESA (Європейське космічне агентство) створений портал геоданих Copernicus, про який згадано вище. Звідтіля запозичені дані спостережень за рівнем води на віртуальних водомірних постах 4823, 4822 та 4811 (див. рис.2), які і послужили основою для ув'язки рівневого режиму Десни з процесами підтоплення та затоплення земель ТОВ «Горбів Агро».

Застосування методів ДЗЗ для картографування [1] та моніторингу водно-болотних угідь за використання індексу WIW (Water in Wetlands) [2] дозволило кількісно встановити взаємозв'язок рівневого режиму повені на Десні з оцінкою затоплення ріллі ТОВ «Горбів-Агро» (табл.).

Таблиця.

Результати оцінки затоплення ріллі ТОВ «Горбів-Агро» засобами ДЗЗ

Дата сцени ДЗЗ	Відмітка рівня води на в/п Чернігів, м БС	Відмітка рівня води на вв/п 4822, м БС	Площа затоплення, га/%
22.04.2023	108,88	110,85	326,4 / 14,6
01.05.2023	109,03	111,00	1023 / 45,9
09.04.2024	108,07	110,04	169,4 / 7,6
01.05.2024	108,59	110,64	212 / 9,5
09.05.2024	108,52	110,64	241,4 / 10,8
24.05.2024	107,59	109,62	125 / 5,6
13.06.2024	105,84	108,16	96,7 / 4,3
13.07.2024	105,09	108,1	2,5 / 0,1

На рис.3 представлені результати обробки даних ДЗЗ по оцінці затоплення орних земель ТОВ «Горбів-Агро» на дату піку повені 2023 р. (02 травня) та 2024 р. (01 травня). За нашими оцінками в 2023 р затопленими були 1023 га орних земель (46% від всіх полів на об'єкті дослідження, голубий фон) та 241 га (11%) в 2024 р.

Співставлення рівневого режиму повені 2024 р. за даними в/п Чернігів та відповідна оцінка площ затоплення ріллі надала дуже цікаву інформацію щодо визначення (оцінки) критичного рівня по в/п Чернігів при якому площі затоплення ріллі сягнуть певної межі. Побудований відповідний графік взаємозв'язку максимальних рівнів повені по в/п Чернігів та площ затоплення ріллі ТОВ «Горбів-Агро», представлений на рис.4.

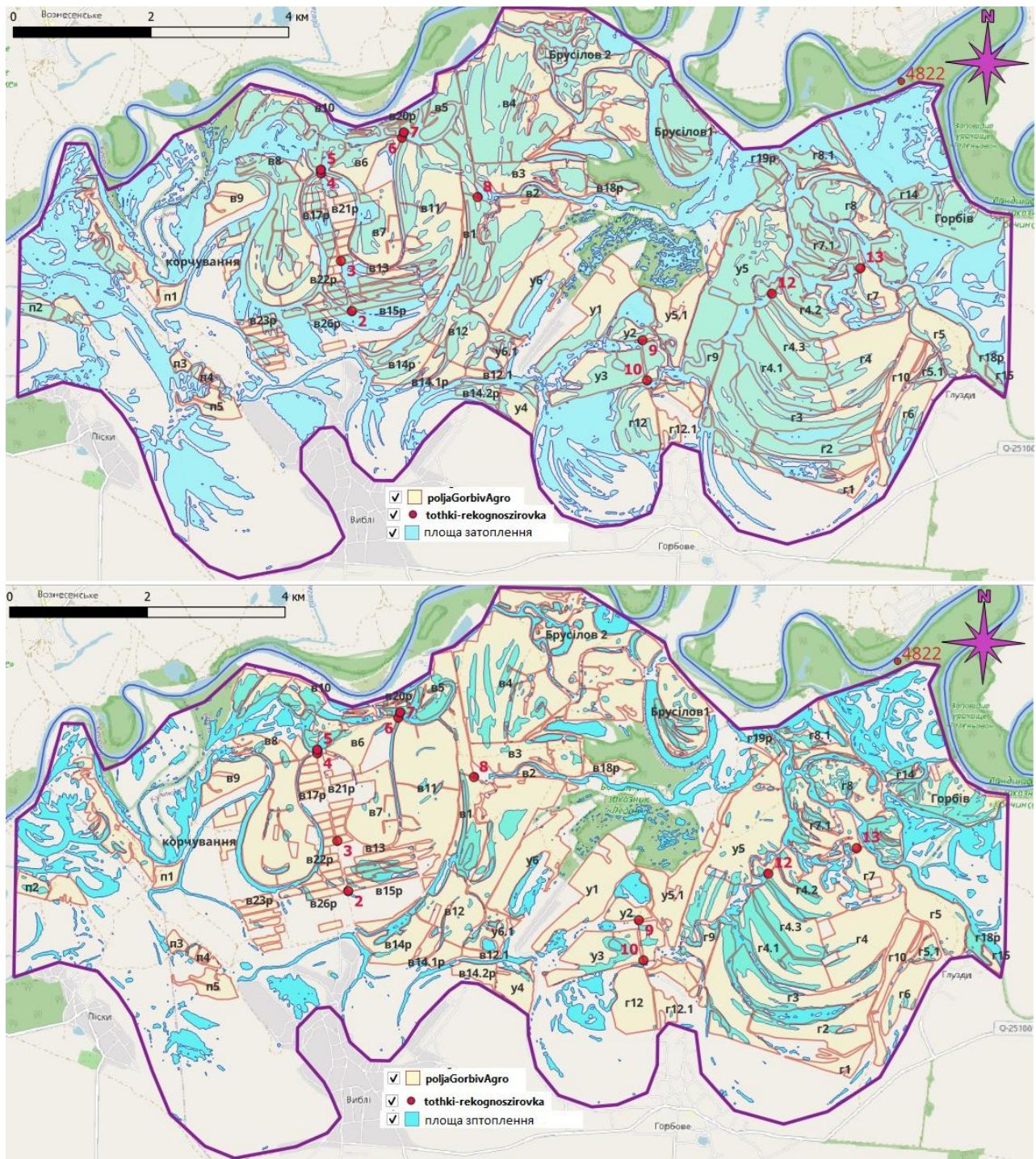


Рис. 3. Оцінка затоплення земель ТОВ «Горбів Агро» на 02.05.2023 р (верхній) та на 01.05.2024 р.

При піднятті максимальних рівнів води по в/п Чернігів на відмітку 107,9-108,1 м БС різко зростає площа затоплення, а при 108,5 м БС – практично вода залле всі пониззя ріллі господарства в межах об’єкту дослідження. Тому за критичну відмітку повені пропонуємо прийняти саме 107,94 м БС, що відповідає формуванню максимального рівня паводку 45-50%-ої забезпеченості.

Формування паводку в 2022, 2023 та 2024 роках однозначно має унікальний випадок в новітній гідрологічній історії Десни. За нашими оцінками

Ймовірність послідовної появи сформованих у повінь 2022-2024 рр. максимальних рівнів води на досліджуваній частині заплави Десни не перевищує 1% (1 раз на 100 років) – це унікальний випадок!

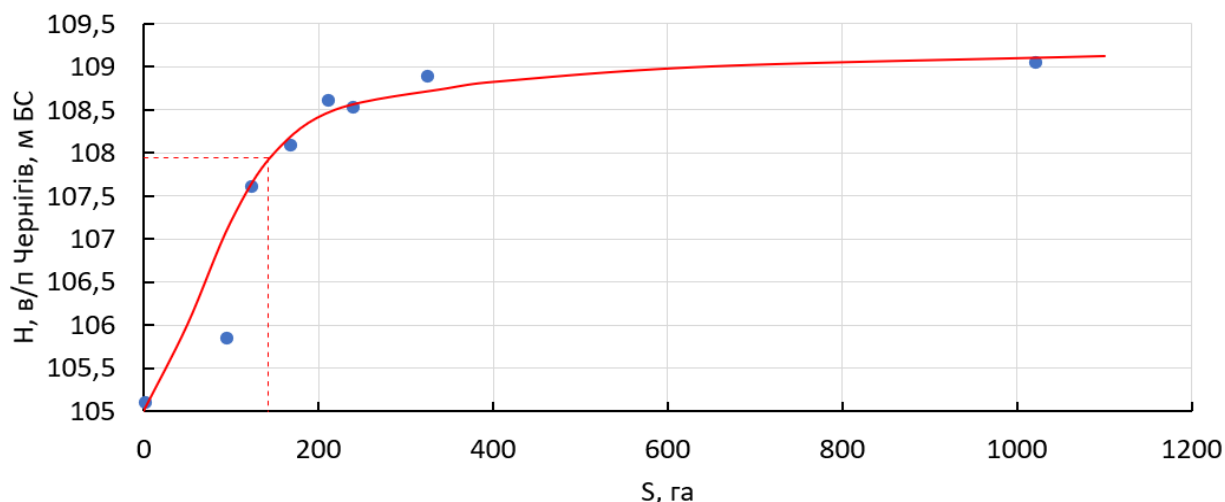


Рис.4. Зв'язок максимальних рівнів (H) повені (в/п Чернігів) та площ (S) затоплення ріллі ТОВ «Горбів-Агро»

Підсумовуючи представлені дослідження необхідно відмітити, що процеси затоплення орних заплавної земель ТОВ «Горбів Агро» безпосередньо пов'язані з весняним водопіллям р. Десни. Повністю ліквідувати ці явища в межах підприємства неможливо через об'єктивні правові обмеження (наявність земель водного фонду та прибережно-захисних смуг) і через суттєві техніко-економічні бар'єри: масштабні інженерні роботи (суцільне обвалування, реконструкція русла, тощо) юридично ускладнені та надзвичайно дорогі. Водночас повне запобігання затопленню та підтопленню не єдина мета – реалістичнішим і ефективнішим завданням є мінімізація ризиків і збитків шляхом комплексних дозованих заходів, що відповідають законодавству та доступним ресурсам.

Показана в роботі методика оцінки ступеня затоплення земель за використання методів та засобів ДЗЗ може бути реалізована для оперативної оцінки можливої шкідливої дії води ґрунтуючись лише на дані та прогнози Гідромету України та безкоштовні ресурси ДЗЗ.

Список літератури:

1. Copernicus browser. URL: <https://browser.dataspace.copernicus.eu> (дата звернення: 16.02.2026).
2. Introducing WIW for Detecting the Presence of Water in Wetlands with Landsat and Sentinel Satellites. G. Lefebvre et al. Remote Sens? 2019. 11(19). 2210. URL: <https://doi.org/10.3390/rs11192210/> (дата звернення: 13.03.2026).
3. Деснянське басейнове управління водних ресурсів. URL: <https://desnabuvr.gov.ua>.
4. Овчарук В.А. Максимальний стік весняного водопілля річкових України: монографія. Одеса: Гальваніка, 2020. 300 с.

***Використання штучного інтелекту для управління
водними ресурсами та оптимізації роботи
зрошувальних систем***

***Application of artificial intelligence for water resource
management and optimization of irrigation systems***

WATERQ AI: AUTOMATING IRRIGATION WATER QUALITY ASSESSMENT THROUGH A RULE-BASED AI FRAMEWORK

Pavlo Lykhovyd,

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher,
Leading Researcher of the Department of Irrigated Agriculture and Decarbonization
of Agroecosystems,
pavel.likhovid@icsanaas.com.ua,
Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS,
Odesa, Ukraine

Abstract

The assessment of irrigation water quality is essential for sustainable development of irrigated agriculture, yet manual calculations remain labor-intensive and prone to error. This paper presents WaterQ AI, a rule-based web application designed to automate the evaluation of 16 key agronomic water quality indices based on scientific recommendation of the FAO and Ukrainian national standard DSTU 2730:2015. The application provides instant interpretations of laboratory results with amelioration recommendations. Developed as a React-based web application, WaterQ AI bridges the gap between complex hydrochemical analysis and practical agricultural decision-making.

Key words: artificial intelligence, decision support systems, irrigated agriculture, precision farming, web application.

Current climate change aggravates one of the major challenges related to sustainable crop production: lack of natural humidification, especially in the zones with initially unstable and insufficient moisture supply. In this regard, only climate-smart irrigated agriculture is an appropriate solution to achieve the goals of food security satisfaction in the context of global warming. However, irrigation poses numerous environmental risks, and the risk of secondary soil salinization and sodification is among them, especially when using the water of inappropriate quality like such from the Ingulets irrigation system [1, 2]. Therefore, proper irrigation water quality monitoring is essential to ensure environmentally safe irrigated agriculture implementation.

In the field of agricultural melioration, the manual assessment of irrigation water quality is often a significant bottleneck. Researchers and farmers must typically calculate multiple quality indices – for example, such as Sodium Adsorption Ratio (SAR) or Soluble Sodium Percentage (SSP) – and manually compare them against diverse regulatory frameworks and safe irrigation guidelines. This process is not only time-consuming but also increases the risk of calculation (because some indicators are complex and require dynamic complicated computations) and interpretive errors that can lead to soil fertility degradation and, as a result, crop quality and quantity losses. WaterQ AI was conceived to streamline this workflow, transforming a tedious academic task into an accessible digital tool. All that user need is a laboratory result of

water samples, containing the ion concentrations (for Ca, Mg, Na, K, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄) and pH value.

The application operates on a rule-based artificial intelligence (AI) engine. Unlike ‘black-box’ machine learning models, a rule-based approach ensures 100% transparency and adherence to established scientific protocols. The logic is mainly based on:

International Standards: Methodologies established by the FAO for global agronomic relevance.

National Regulations: Specific compliance with the Ukrainian standard DSTU 2730:2015.

Hydrochemical Indicators: The system processes pH levels and specific ion concentrations to generate a comprehensive quality profile.

WaterQ AI serves as a comprehensive diagnostic tool for irrigation management. The web application instantly processes 16 distinct quality indices (such as SAR, different ion ratios, corrosion-related indicators, thermodynamical indicators, etc.) based on user-provided laboratory data. After the computation, WaterQ AI provides clear, actionable results in both Ukrainian and English, catering to both local and international users. Moreover, the system offers guidance based on the calculated risks (e.g., salinity, sodicity, or toxicity), allowing users to make informed choices without needing deep expertise in water chemistry.

The application was built with a focus on precision, responsiveness, and accessibility. Modern web technology stack was used for coding the application logic and interface. WaterQ AI was developed using React for a component-based frontend, with TypeScript for robust type-safety in scientific calculations. Final logic and internationalization (through i18n React module) structures were manually refined in Visual Studio Code IDE to ensure compliance with strict scientific standards and UI consistency. The application supports all modern desktop and mobile web browsers and provides smooth and clear user experience.

To sum up, WaterQ AI demonstrates the power of ‘citizen development’ by a domain expert. By translating decades of scientific expertise into a functional software solution, the app supports sustainable agriculture by making precise water quality monitoring available to a broader audience. Future iterations may include integration with satellite data on water bodies quality or real-time IoT sensors to further enhance its predictive capabilities.

References:

1. Likhovid P. V. Analysis of the Ingulets irrigation water quality by agronomical criteria. *Success of Modern Science and Education*. 2015. Vol. 5. P. 10-12.
2. Lykhovyd P. Irrigation needs in Ukraine according to current aridity level. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Vol. 22. No. 8. P. 11-18.

РОЗРОБКА ТА НАВЧАННЯ AI АГЕНТА НА БАЗІ MISTRAL7 ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕФІЦИТУ ҐРУНТОВОЇ ВОЛОГИ У ЗОНІ ЛІСОСТЕПУ

Тараріко Ю.О.

доктор сільськогосподарських наук, академік,
головний науковий співробітник відділу агроресурсів
urtar@bigmir.net

Сайдак Р.В.

кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач відділу агроресурсів
saidak_r@ukr.net

Книш В.В.

старший науковий співробітник відділу агроресурсів
iwpim27@gmail.com

Інститут водних проблем і меліорації НААН
м. Київ, Україна

Степанова М.М.

кандидат економічних наук,
зав. відділу геоінформаційних технологій, менеджменту та економ. досліджень
margaret140461@gmail.com

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
м. Одеса, Україна

Анотація

В матеріалах наведено алгоритм адаптації локального AI агента моделі Mistral7 та його можливості для прогнозування запасів дефіциту ґрунтової вологи на основі гідротермічних часових рядів. Система навчається за період 1961–1990 років та тестується на архівних даних Укргідрометцентру за даними періоду 1991–2020 років. Додаткова валідація проводиться з наявними даними Global Climate Monitor та локальних метеостанцій зони Лісостепу (fieldclimate.com). Передбачається, що система матиме змогу надійно прогнозувати дефіцит ґрунтової вологи для озимих та ярих культур у умовах нестійкого зволоження зони Лісостепу. Розробка ведеться на платформі Windows 10, з подальшим перенесенням на Ubuntu Server.

Ключові слова: Mistral7, LLM, дефіцит ґрунтової вологи, прогнозування, гідротермічні показники, зона Лісостепу, архіви Укргідрометцентру, навчання моделі.

Нестійке зволоження у зоні Лісостепу та посилення контрастності опадів (табл.) обумовлюють необхідність надійного прогнозування запасів ґрунтової вологи для оцінки ризиків, що загрожують урожайності озимих та ярих культур [1]. Традиційні методи розрахунку дефіциту вологи за Пенманом-Монтейтом вимагають залучення спеціалістів гідрологічного профілю та значних часових

затрат. Нейромережеві моделі класу Large Language Models (LLM), які здатні розпізнавати математичні закономірності в багаторічних часових рядах та розуміти контекст гідротермічних даних, становлять альтернативу для автоматизації такого прогнозування [2, 3, 4].

Таблиця.

Гідротермічні показники зони Лісостепу за період 1961–1990 рр.

Показник	Середнє значення	Коефіцієнт варіації
Середня річна температура, °С	7.8	3 %
Річні опади, мм	550	25 %
Опади у критичні фази (липень–серпень), мм	126	38 %

Архітектура та послідовність навчання системи:

Система Mistral7 розробляється як агент для розпізнавання закономірностей в багаторічних гідротермічних часових рядах. На етапі навчання (1961–1990 рр.) модель аналізує залежності між температурою, опадами та накопленням/виснаженням дефіциту ґрунтової вологи за таблицями 5.8–5.9 монографії [1]. Агент вчиться розуміти гідрологічну термінологію та послідовність розрахунків дефіциту вологи для різних культур та критичних фаз їх розвитку.

На етапі тестування до системи подаються запити природною мовою щодо прогнозування дефіциту вологи за заданих агрометеорологічних умов (температура повітря, кількість опадів, фаза розвитку культури). Отримані результати прогнозування верифікуються шляхом порівняння з фактичними значеннями дефіциту вологи, розрахованими на основі архівних даних Українського гідрометеорологічного центру за період 1991–2020 рр. Додаткову валідацію моделі передбачено здійснювати із використанням даних Global Climate Monitor та локальних метеостанцій зони Лісостепу (fieldclimate.com).

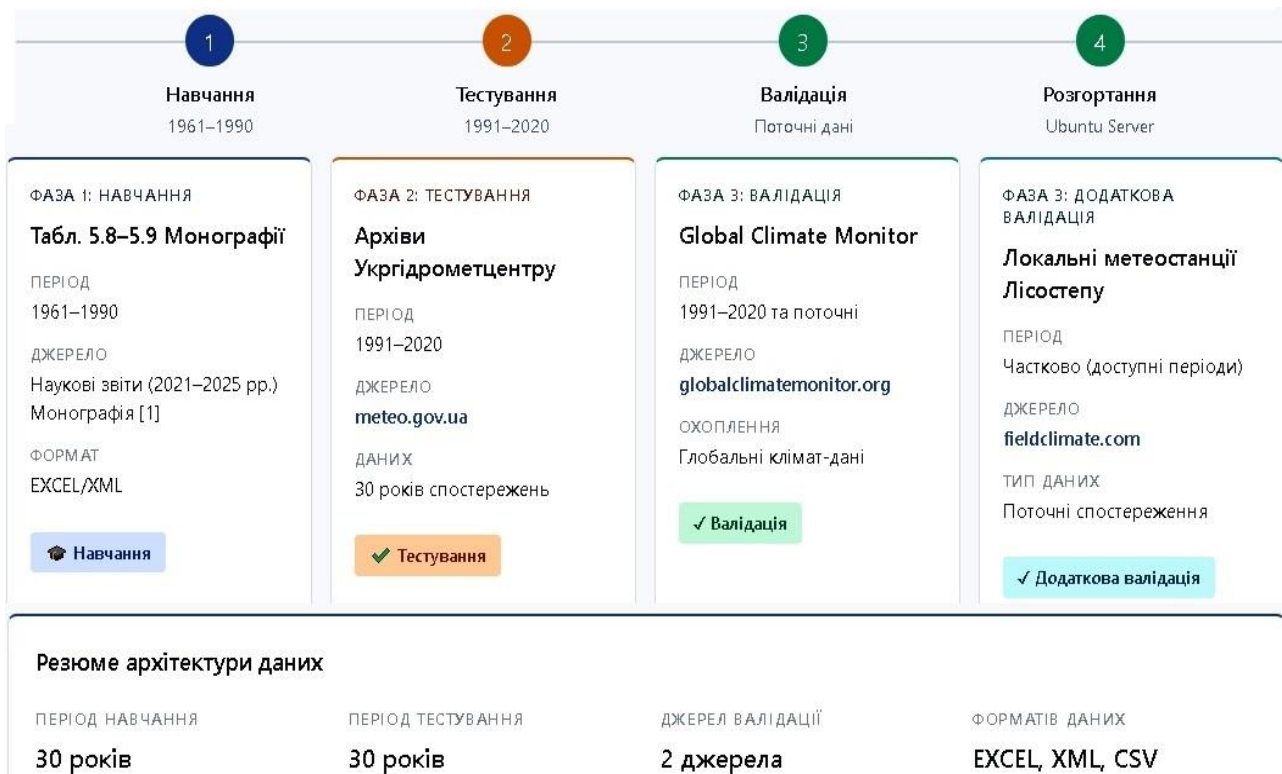


Рис. 1. Датасети для розробки та тестування системи

Запуск і тестування AI-агента виконувалися на серверній платформі Windows 10 Pro. Для управління моделлю використано фреймворк Ollama [5], який забезпечує інтеграцію з локальними ресурсами системи та контролює життєвий цикл агентів штучного інтелекту. Встановлення здійснено за стандартною послідовністю: завантаження Ollama, завантаження моделі mistral:7b, налаштування конфігурації для оптимальної роботи з наявним обладнанням (рис. 2).



Рис. 2. Апаратна конфігурація системи

На цій конфігурації інференція моделі працює з швидкістю ~15 токенів/сек, що забезпечує розрахунок прогнозу дефіциту для конкретної культури та фази розвитку за 2–3 секунди на одному CPU ядрі [2, 3].

Нині система функціонує з можливістю віддаленого адміністрування через RDP (217.76.206.58:3390). Робота синхронізована із системою «Світлобот» через Telegram-канал, що забезпечує автоматичне контрольоване вимкнення сервера у разі отримання повідомлень про відключення електроенергії. Додатково використовується вбудована система керування Supermicro PMI на основі

стандартів IPMI 2.0 та Redfish, яка забезпечує віддалене керування сервером через веб-інтерфейс (KVM-over-IP), моніторинг апаратних датчиків, а також можливість увімкнення/вимкнення сервера, оновлення прошивок і налаштування BIOS незалежно від операційної системи.

Висновки. Протестовано локальний AI-агент на базі моделі Mistral7 для прогнозування дефіциту ґрунтової вологи за гідротермічними часовими рядами (навчання — 1961–1990 рр.; валідація — архівні дані Укргідрометцентру за 1991–2020 рр.). Модель забезпечує прогнозування запасів ґрунтової вологи для озимих та ярих культур у зоні Лісостепу та оцінювання ризиків нестійкого зволоження в умовах зміни клімату.

Багатоджерельна валідація здійснюється із використанням даних Global Climate Monitor та мережі локальних метеостанцій (fieldclimate.com), що підвищує достовірність отриманих даних і прогнозів.

Система функціонує на CPU із прийнятною швидкістю обчислень. Розгортання на Ubuntu Server із використанням сучасних GPU Nvidia забезпечить масштабування та підвищення продуктивності обчислювальних процесів.

Використання локального AI-агента має низку суттєвих переваг: забезпечення конфіденційності даних, зниження витрат на API-запити, технологічну незалежність від зовнішніх сервісів, а також вищу регіональну релевантність прогнозів і можливість адаптації до локальних агрокліматичних умов.

Отримані результати підтверджують перспективність застосування локальних моделей штучного інтелекту для створення систем підтримки прийняття рішень у сфері агрокліматичного прогнозування та управління водними ресурсами в умовах зміни клімату.

Список літератури:

1. Сайдак Р. В., Книш В. В., Тараріко Ю. О. та ін. Наукові основи оперативного моніторингу, оцінки та оптимізації водного режиму в посівах польових культур: колективна монографія. Київ, 2025. 237 с. <https://doi.org/10.31073/mivg12>
2. Carbo J., Zubelzu S., Molina J. M. An agent-based tool for simulating farmers' operation in irrigation districts. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2026. 245. 111518. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2026.111518>
3. Kandamali D. F., Porter W. M., Porter E., McLemore A., Rains G. C. CottonBot: An AI-driven cotton farming assistant and irrigation advisor using LLM-RAG and agentic AI tools. *Smart Agricultural Technology*. 2025. 12. 101640. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101640>
4. Toru B. A., Koné K., Boukadi K., Grati R., Ben Abdallah E., Mecella M. LLM-driven semantic explanations for soil moisture prediction models. *Smart Agricultural Technology*. 2025. 12. 101174. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101174>
5. Marcondes F.S., Gala A., Magalhães R., Perez de Britto F., Durães D., Novais P. Using Ollama. In: *Natural Language Analytics with Generative Large-Language Models*. SpringerBriefs in Computer Science. Springer, Cham. 2025. https://doi.org/10.1007/978-3-031-76631-2_3

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції

**«Водна та продовольча безпека:
світові та регіональні тенденції»,**

присвяченої Всесвітньому дню водних ресурсів

19 березня 2026 року

*Тези друкуються в авторській редакції з мінімальними технічними правками.
Автори несуть відповідальність за дотримання вимог академічної доброчесності,
зміст і достовірність представлених матеріалів.*

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
вул. Маяцька дорога, 24, с-ще Хлібодарське
Одеський район, Одеська область
Україна, 67667
e-mail: icsanaas@ukr.net, сайт: www.icsanaas.com.ua