

Реферат

роботи *Лиховида П.В.* «Комплексна методологія оцінки потреб у зрошенні в Україні з урахуванням сучасних кліматичних трансформацій із залученням інформаційних технологій», представлені на здобуття Премії Президента України для молодих вчених 2024 року.

Представлена робота є узагальненням результатів експериментальних і аналітико-синтетичних досліджень, виконаних впродовж 2016-2023 рр., які комплексно розв'язують важливу наукову проблему актуалізації методології та прогнозування агрокліматичного районування території України з урахуванням сучасних кліматичних змін, а також раціонального впровадження зрошувальних меліорацій на теренах країни на засадах сталого розвитку та інформатизації.

Наукову роботу було виконано із залученням агрометеорологічних даних за період 1961-2020 рр. (а окремі дослідження – за період 1753-2020 рр.), отриманих на основних регіональних гідрометеорологічних центрах і станціях, а також баз даних meteorpost, meteoblue та Soil Explorer. Під час виконання роботи було застосовано сучасний математико-статистичний апарат, а також методи машинного навчання та програмування, картографічні методи, сучасні міжнародні розрахункові методики для встановлення індексу аридності, референтної та потенційної евапотранспірації. Під час розробки комп'ютерної програми (мобільного додатку) Evapotranspiration Calculator (Ukraine) було використано програмний рушій HTML, який було додатково скомпільовано у додаток формату .apk та .aab для пристроїв на базі операційної системи Android.

Метою роботи є розробка теоретико-методологічного базису та практичного інструментарію для забезпечення розвитку кліматично орієнтованого рослинництва на меліорованих землях України з урахуванням принципів сталого розвитку на засадах інформатизації.

Наукова новизна та значимість роботи полягають у тому, що *вперше*: виконано прогнозування середньорічної температури повітря на території України за період 1753-2050 рр. із 36-річною та 60-річною сезонністю за моделями сезонної ауторегресійної моделі на базі рухомого середнього; побудовано кліматичні криві за індексом аридності для всіх областей України за період 1991-2020 рр.; розроблено комплексну методологію агрокліматичного районування території України з урахуванням індексу аридності, режиму вологості ґрунтів згідно міжнародної бази Soil Explorer, а також біологічних вимог до вологозабезпечення основних сільськогосподарських культур, включно з лікарськими та ефіроолійними; створено мобільний додаток для оперативної оцінки референтної евапотранспірації по регіонах України Evapotranspiration Calculator (Ukraine); розроблено та науково обґрунтовано динамічні і

прогностичні карти посушливості клімату та потреб у зрошенні для території України.

За результатами наукової роботи *вдосконалено*: методичні підходи до застосування сучасних математико-статистичних алгоритмів щодо аналізу та прогнозування кліматичної ситуації в Україні; методичний підхід до агрокліматичного районування території України з урахуванням індексу аридності, режиму вологості ґрунту та потреб сільськогосподарських культур у вологозабезпеченні; методичний підхід до реалізації стандартизованого ФАО методу Пенман-Монтейта для оперативної оцінки референтної евапотранспірації за температурним режимом.

Практична значимість роботи. За результатами наукової роботи розроблено методологічний підхід і сучасну класифікацію території України за рівнем вологозабезпечення і потребою в зрошенні для різних за вимогами до вологозабезпечення культурних рослин, включно з лікарськими та ефіроолійними, запропоновано практичний інструментарій для оперативної оцінки евапотранспірації в Україні за температурним режимом, створено передумови розширення інформатизації агрокліматичного моніторингу та управління зрошенням у вітчизняній агросфері.

Основні науково-технічні результати роботи. Представлена наукова робота не має аналогів в Україні. За своїми основними характеристиками вона наближається до кращих світових аналогів, істотно розширюючи сучасну теорію та методологію агрокліматичного районування та оцінки референтної евапотранспірації на засадах сучасних інформаційних технологій. Основні наукові результати роботи можна згрупувати за наступними пунктами:

1. Зміни клімату останніми десятиліттями істотно змінили уявлення про кліматичні режими на планеті. Найбільших трансформацій зазнав температурний режим, і пов'язані з ними режими випаровуваності та вологозабезпечення. Для уявлення про динамічні зміни температурного тренду в Україні виконано прогнозування температурного режиму на її території до 2050 р. методом SARIMA (сезонної ауторегресійної моделі на базі рухомого середнього) з 36- та 60-річною сезонністю з використанням вхідних даних за період 1753-2020 рр. (рис. 1). За обох сценаріїв прогнозу передбачається істотне (підйом середньорічної температури повітря майже до $+12^{\circ}\text{C}$) потепління на території України.

2. Першочерговим завданням сектору рослинництва та меліорації у сучасних кліматичних умовах є забезпечення надходження достатньої кількості вологи для формування сталого врожаю належної якості, що можливо здійснити на практиці лише за наявності теоретичного базису оцінки водопотреби сільськогосподарських культур. Для цього варто здійснити оцінку режимів зволоження на території України з урахуванням поточних кліматичних умов.

Найбільш раціональну оцінку клімату дозволяє провести розрахунок інтегративного індексу аридності. Водночас, краще приймати рішення про вологозабезпечення комплексно: як за величиною індексу аридності, так і за показником вологозабезпечення ґрунтів.

Режими вологості ґрунтів на території України було узагальнено за даними супутникового моніторингу, які надає міжнародна база Soil Explorer (створена під егідою Soil Information for Environmental Modeling and Ecosystem Management, США). На рис. 1 графічно відображено переважаючі режими вологи по кожному регіону, а нижче представлено стислу характеристику кожного з режимів:

Aridic – ґрунти, які є сухими на глибині контрольного профілю (0-50 см) впродовж більш ніж половини кумулятивної суми днів у році, мають температуру на глибині 50 см понад 5°C, частково або повністю зволожені впродовж періоду менше ніж 90 днів при температурі на глибині 50 см понад 8°C.

Xeric – ґрунти, які є сухими на глибині контрольного профілю (0-50 см) впродовж не менш як 45 днів поспіль в період 4 місяців після літнього сонцестояння, у той час як є вологими впродовж не менш як 45 днів поспіль в період 4 місяців після зимового сонцестояння. Середньорічна температура таких ґрунтів не перевищує +22 °C.

Udic – ґрунти, які впродовж не менш як 90 днів поспіль не мають жодної сухої частини контрольного профілю (0-50 см). Такі ґрунти є доволі вологими, характерні для тих типів клімату, коли евапотранспірація повністю компенсується опадами або надходженням вологи в ґрунт з інших джерел (наприклад, від підґрунтових вод).

Ustic – ґрунти, які займають проміжне положення між класами Aridic та Udic. Зазвичай, такі ґрунти, хоча й лімітовані у обсягах вологи, але здатні накопичувати її достатню кількість для забезпечення прийняттого росту і розвитку культурних рослин.

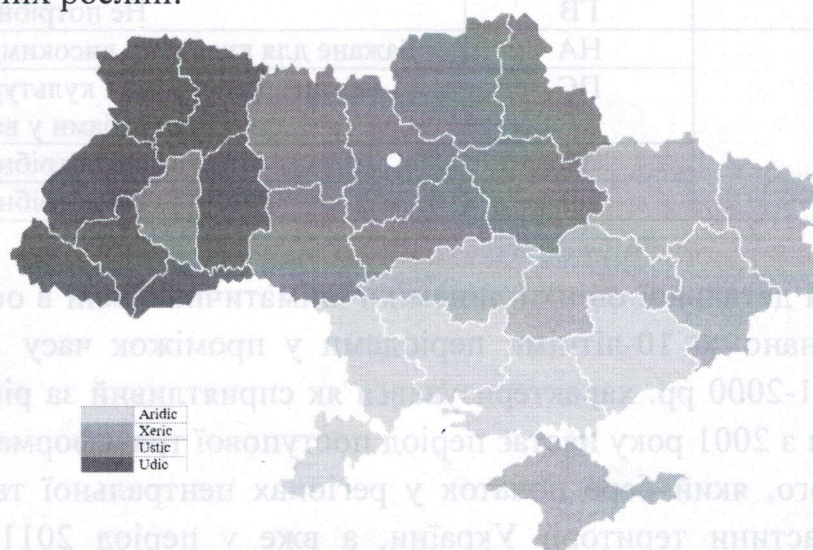


Рис. 2. Групи вологи ґрунтів на території України згідно міжнародної бази даних Soil Explorer

Класифікація кліматичних режимів за індексом аридності наведена у табл. 1.

Таблиця 1 – Індекс аридності та тип клімату

Індекс аридності (AI)	Тип клімату
<0,05	Надмірно посушливий, пустельний (НП)
0,05–0,20	Посушливий (аридний) (А)
0,20–0,50	Напіваридний (НА)
0,50–0,65	Посушливий субвологий (ПС)
0,65–0,75	Вологий (В)
>0,75	Гіпервологий (ГВ)

З урахуванням типів клімату, режимів вологості ґрунтів і вимог сільськогосподарських культур до вологозабезпечення було розроблено комплексну методологію класифікації території України за потребою в зрошенні (табл. 2).

Таблиця 2 – Класифікація територій за потребою в зрошенні відповідно до режимів вологи ґрунтів і кліматичних умов

Режим вологи ґрунту	Тип клімату	Потреба у зрошенні
Aridic	НА	Обов'язкове для більшості с.-г. культур
	ПС	Обов'язкове для більшості с.-г. культур
	В	Бажане для культур з високими потребами у волозі
	ГВ	Бажане для культур з високими потребами у волозі
Xeric	НА	Обов'язкове для більшості с.-г. культур
	ПС	Бажане для культур з високими потребами у волозі
	В	Бажане для окремих культур з дуже високими потребами у волозі
	ГВ	Не потрібне
Ustic	НА	Бажане для культур з високими потребами у волозі
	ПС	Бажане для окремих культур з дуже високими потребами у волозі
	В	Не потрібне
	ГВ	Не потрібне
Udic	НА	Бажане для культур з високими потребами у волозі
	ПС	Бажане для окремих культур з дуже високими потребами у волозі
	В	Не потрібне
	ГВ	Не потрібне

3. Для детальної оцінки динаміки кліматичних змін в останні десятиліття, її було виконано за 10-літніми періодами у проміжок часу 1991-2020 рр. Якщо період 1991-2000 рр. характеризувався як сприятливий за рівнем зволоження, то починаючи з 2001 року настає період поступової трансформації клімату до більш посушливого, який бере початок у регіонах центральної та частково північно-західної частини території України, а вже у період 2011-2020 рр. більшість території України знаходиться у напіваридній зоні, за виключенням території окремих північно-західних областей (рис. 2 та 3). Дані по Донецькій та

Луганській областях за останні періоди не було враховано (сірі зони), оскільки неможливо отримати достовірну інформацію від регіональних гідрометеорологічних центрів і станцій.

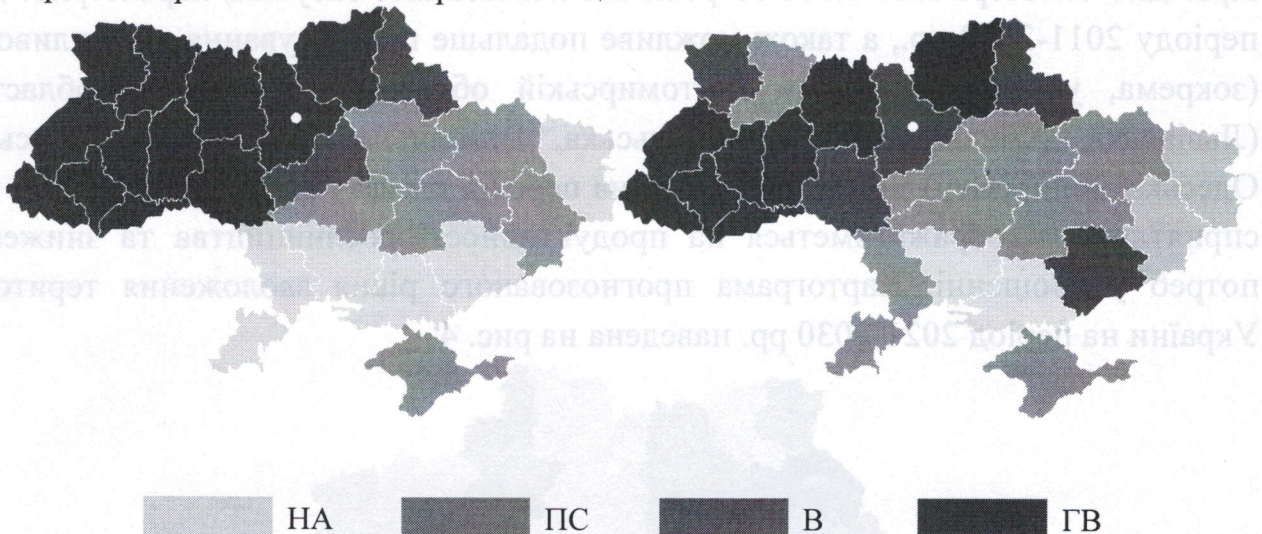


Рис. 2. Динаміка індексу аридності за регіонами України за 30-річними періодами 1961-2020 рр. (1961-1990 рр. ліворуч; 1991-2020 рр. праворуч)

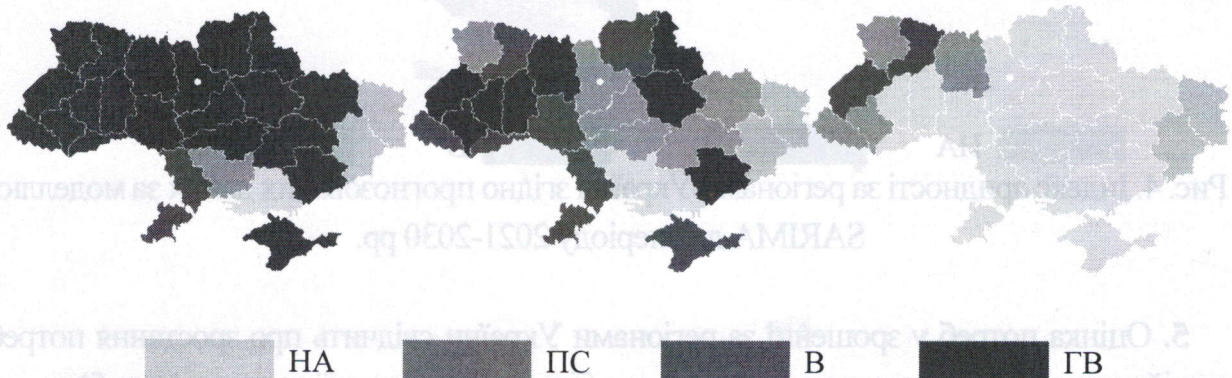


Рис. 3. Динаміка індексу аридності за регіонами України за десятирічними періодами 1991-2020 рр. (1991-2000 рр. ліворуч; 2001-2010 рр. по центру; 2011-2020 рр. праворуч)

Найбільш інтенсивно кліматичні зміни впродовж останніх 30 років відбувалися в Чернігівській, Харківській, Сумській та Вінницькій областях. У той самий час, найнижчу інтенсивність кліматичні зміни мали в таких регіонах як Херсонська, Волинська, Миколаївська, Одеська, Полтавська та Запорізька області. Максимально сильне зростання посушливості спостерігається в таких областях України як Чернівецька, Хмельницька, Львівська, Сумська, Тернопільська, Вінницька, Житомирська (в основному – північні та західні регіони держави), у той час як мінімальна динаміка характерна для таких регіонів як Херсонська, Миколаївська, Одеська, Запорізька, Дніпропетровська, Волинська області, тобто південні території України не потерпають від екстремально швидкого наростання посушливості

4. Прогнозування подальшого розвитку агрокліматичної в Україні на період

2021-2030 рр. за методикою SARIMA вказує на значні коливання у кліматичній ситуації за областями країни. У той час, як у більшості областей України вірогідно спостерігатиметься збереження кліматичної ситуації, характерної для періоду 2011-2020 рр., а також можливе подальше прогресування посушливості (зокрема, у Херсонській та Житомирській областях), в окремих областях (Львівська, Хмельницька, Тернопільська, Вінницька, Полтавська, Сумська, Одеська, Запорізька) можна очікувати на перехід клімату до більш вологого, що сприятливо відобразатиметься на продуктивності рослинництва та зниженні потреб у зрошенні. Картограма прогнозованого рівня зволоження території України на період 2021-2030 рр. наведена на рис. 4.

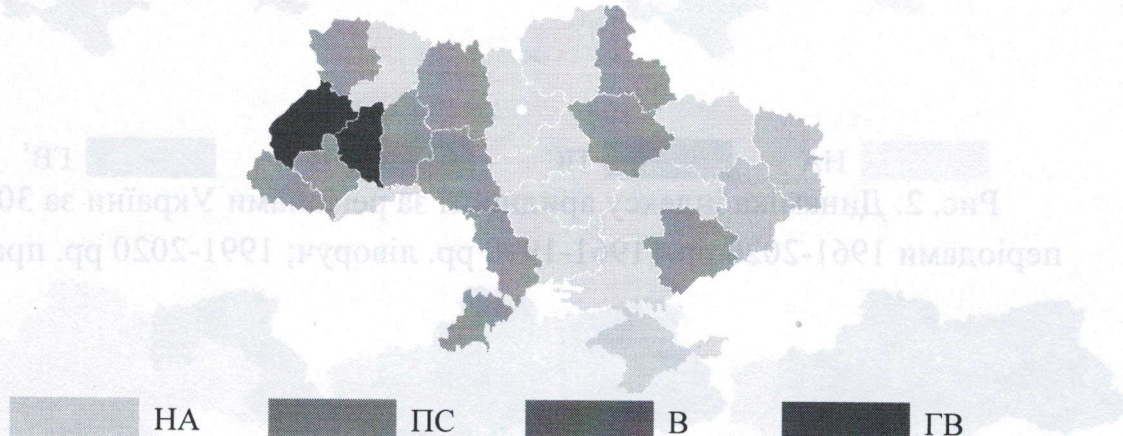


Рис. 4. Індекс аридності за регіонами України згідно прогнозованих даних за моделлю SARIMA для періоду 2021-2030 рр.

5. Оцінка потреб у зрошенні за регіонами України свідчить про зростання потреб у штучній подачі води культурним рослинам на більшості території держави (рис. 5).

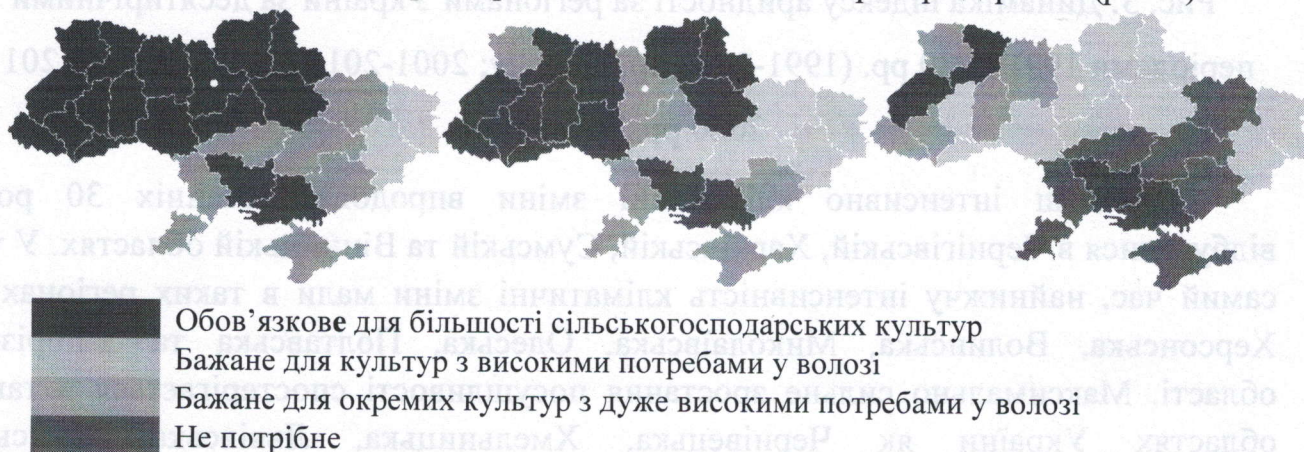


Рис. 5. Потреби в зрошенні для різних за вимогами до вологозабезпечення сільськогосподарських культур за областями України за 10-річними періодами

Таким чином, наразі потребу в зрошенні для сталого виробництва продукції рослинництва певною мірою мають практично всі регіони України, крім кількох західних регіонів (Львівська та Рівненська області не мають потреб у зрошенні,

Житомирська, Хмельницька, Івано-Франківська, Закарпатська та Волинська області потребуватимуть зрошення лише для вирощування культур з особливо високими та специфічними потребами до вологозабезпечення – наприклад, види овочевих культур, багаторічні трави, виноград, окремі плодово-ягідні культури). Якщо до 2000-х років зрошення біло актуальне лише в південній і центральній частині держави, то зараз воно актуальне і для північних і східних регіонів. Беручи до уваги результати прогнозування подальшої динаміки рівня посушливості в Україні до 2030 року, картограма потреб у зрошенні для періоду 2021-2030 рр. матиме наступний вигляд (рис. 6).

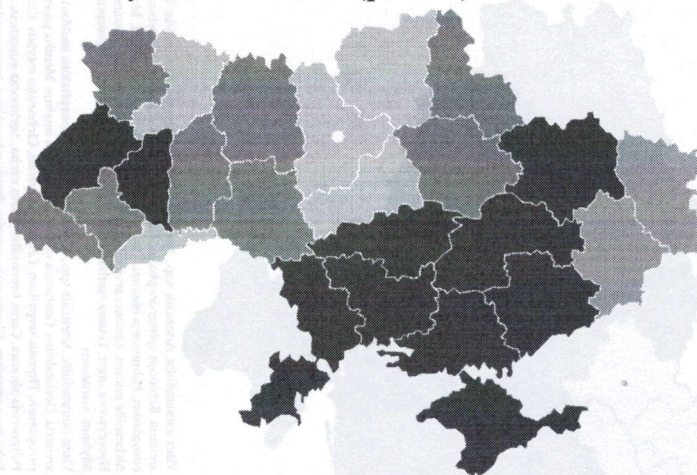


Рис. 6. Прогнозована потреба в зрошенні для різних за вимогами до вологозабезпечення сільськогосподарських культур за областями України для прогнозного періоду 2021-2030 рр.

Помітно, що рівень потреби в штучному зволоженні для південної і центральної України залишатиметься незмінним порівняно з поточним періодом, а от на Заході та в Полтавській і Сумській областях можна очікувати на зниження потреб у зрошенні.

6. Враховуючи проведену роботу з сучасної агрокліматичної оцінки території України та виконавши аналіз біологічних вимог основних лікарських та ефіроолійних культур до умов вирощування, було створено географічну прив'язку для кожного культурного виду відповідно до оптимального ареалу його культивування (рис. 8). Згідно результатів географічного районування встановлено оптимальні регіони для вирощування більшості лікарських та ефіроолійних культур в Україні, якими є Чернівецька, Вінницька, Черкаська, Полтавська, Київська, Чернігівська та Сумська області. Найменш придатними регіонами для виробництва лікарської сировини є південні та південно-східні області України, в основному через брак природного зволоження. Втім, дані регіони є одними із найбільш оптимальних для виробництва лікарських культур із високими вимогами до теплозабезпечення та високою посухостійкістю, наприклад, шафрану посівного, лаванди вузьколистої та лавандину, шавлії.

Враховуючи потужні фітореMediaційні властивості лаванди, дана культура є особливо перспективною для вторинної рекультивaції забруднених земель півдня України (Миколаївська, Херсонська, Запорізька області).

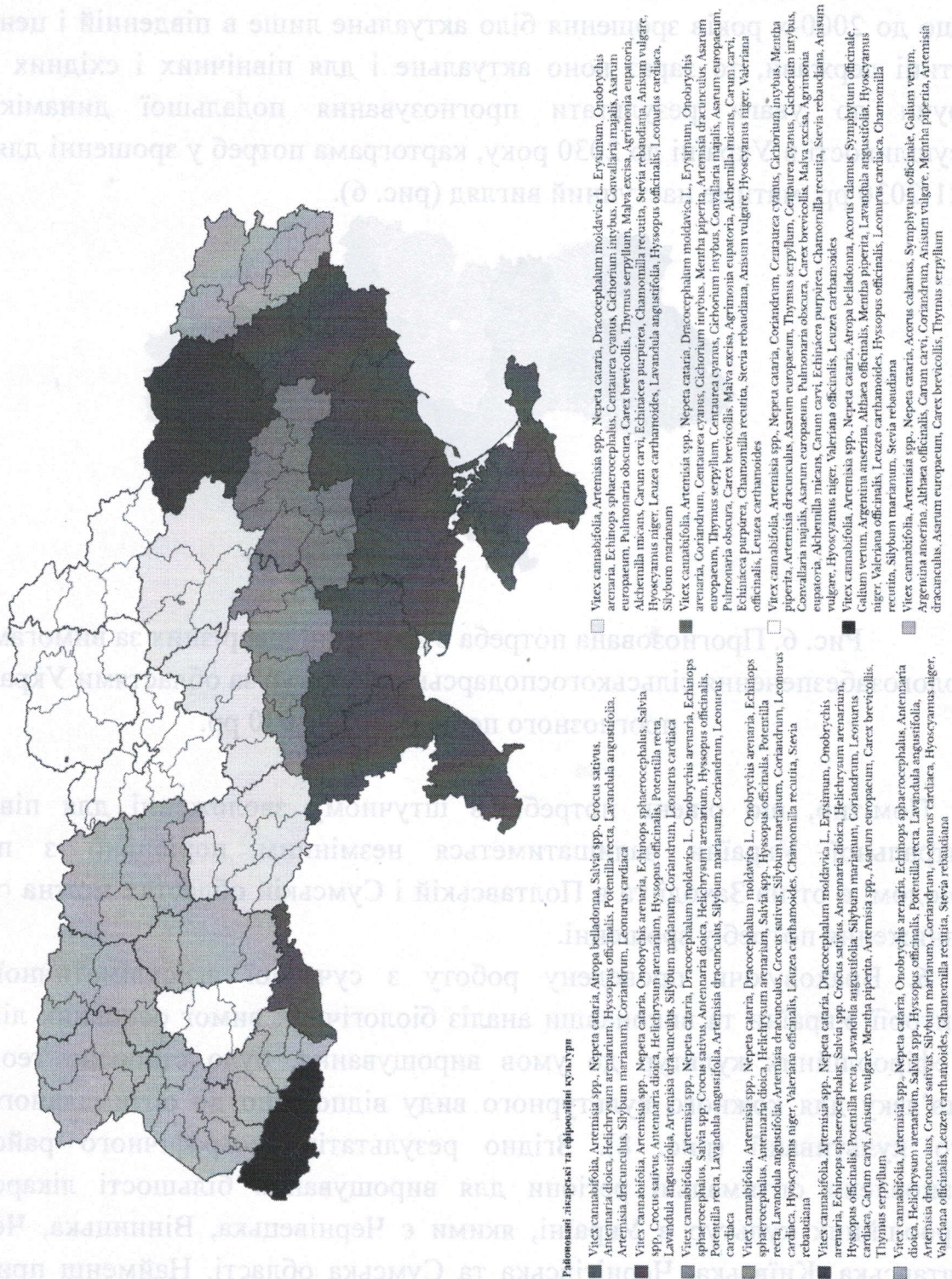


Рис. 8. Агрокліматичне районування основних лікарських та ефіроолійних культур на території України відповідно до кліматичних умов і біологічних вимог рослин до навколишнього середовища

7. Рациональне зрошення неможливе без врахування водного балансу. Основним агрометеорологічним індексом, який є базисним для встановлення витрат вологи посівами, є референтна евапотранспірація. Існує низка розрахункових методик її оцінки, але стандартом вважається методика Пенман-Монтейта в редакції ФАО, основним недоліком якої є необхідність введення широкого набору вхідних метеорологічних даних. Отже, питання спрощення методики оцінки референтної евапотранспірації із залученням мінімального набору вхідних метеорологічних даних є актуальним. Для цього були узагальнені та проаналізовані метеорологічні дані за гідрометеорологічними станціями України (за винятком розташованих на території Донеччини та Луганщини) за 1971-2020 рр. для оцінки референтної евапотранспірації за повною методикою Пенман-Монтейта, і емпіричним шляхом було встановлено, що максимальний вплив на її величину має температура повітря, у той час як інші фактори мають другорядне значення. Температура повітря є найбільш доступним метеорологічним показником, а тому є максимально зручним вхідним параметром для оперативної оцінки референтної евапотранспірації в польових умовах. На основі математичного аналізу багаторічних агрометеорологічних даних для кожної області України було розроблено математичні моделі оцінки референтної евапотранспірації за величиною середньої температури повітря (табл. 3).

Таблиця 3 – Математичні моделі для оцінки референтної евапотранспірації (мм) в областях України за величиною середньої температури повітря T ($^{\circ}\text{C}$)

Область	Рівняння	MAPE	R	R^2_{pred}	N	MSE
Черкаська	$0,2413 \times T$	23,95%	0,98	0,96	413	0,48
Чернівецька	$0,2438 \times T$	23,61%	0,98	0,97	475	0,35
Чернігівська	$0,2461 \times T$	21,72%	0,99	0,97	413	0,31
Дніпропетровська	$0,2609 \times T$	20,87%	0,99	0,98	429	0,37
Івано-Франківська	$0,2534 \times T$	24,12%	0,98	0,96	442	0,39
Харківська	$0,2401 \times T$	21,33%	0,99	0,98	431	0,31
Херсонська	$0,2473 \times T$	31,13%	0,98	0,96	477	0,62
Хмельницька	$0,2537 \times T$	22,62%	0,99	0,97	426	0,34
Кіровоградська	$0,2654 \times T$	20,41%	0,99	0,98	426	0,35
Київська	$0,2262 \times T$	23,77%	0,99	0,97	457	0,31
Львівська	$0,2466 \times T$	24,31%	0,98	0,96	467	0,35
Волинська	$0,2212 \times T$	26,71%	0,98	0,96	406	0,35
Миколаївська	$0,2424 \times T$	28,96%	0,98	0,96	355	0,60
Одеська	$0,2138 \times T$	30,71%	0,98	0,97	535	0,35
Полтавська	$0,2388 \times T$	22,36%	0,99	0,97	417	0,33
Рівненська	$0,3023 \times T$	31,16%	0,95	0,90	438	1,62
Сумська	$0,2540 \times T$	20,97%	0,99	0,98	398	0,31
Тернопільська	$0,2562 \times T$	22,49%	0,98	0,97	424	0,34
Закарпатська	$0,2248 \times T$	25,44%	0,99	0,97	515	0,29
Вінницька	$0,2573 \times T$	22,42%	0,99	0,97	449	0,34
Запорізька	$0,2499 \times T$	26,46%	0,99	0,97	447	0,40
Житомирська	$0,2362 \times T$	26,60%	0,98	0,96	427	0,46
Крим (без урахування прибережної та гірської території)	$0,2711 \times T$	24,02%	0,99	0,97	549	0,46
Коефіцієнт варіації CV	0,0745					0,6250

Розроблені моделі мають високу адекватність, що підтверджено математичною статистикою. Валідація математичних моделей на даних, які не входили до

тренувального масиву (за 2021 рік) додатково засвідчили про високу адекватність і точність моделей. Середня абсолютна похибка *MAPE* для більшості областей України знаходилася в межах 10-20%. Для оперативної оцінки референтної евапотранспірації створено онлайн додаток «Калькулятор ЕТо Україна» у форматі інтерактивного калькулятора на основі табличного процесора Zoho та HTML-рушія. Крім того, доступна міжнародна версія мобільного додатку для Android-пристроїв Evapotranspiration Calculator (Ukraine), який не має аналогів в Україні та світі.

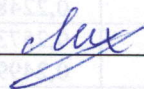
Обсяг впровадження роботи і досягнутий ефект. Результати наукової роботи використано в освітніх програмах підготовки майбутніх фахівців з галузі знань 201 «Агрономія» у ЗВО України, а саме Миколаївському національному аграрному університеті, Херсонському державному аграрно-економічному університеті, Одеському державному аграрному університеті. Ефективність практичного застосування інтелектуального продукту (програми «Evapotranspiration Calculator (Ukraine)») перевірено та доведено на зрошуваних землях ФГ «Роксолана» (Білозерський район, Херсонська область), де впровадження інновації дозволило зекономити до 8% поливної води під час виробництва продукції рослинництва за збереження показників продуктивності ріллі.

Результати роботи, представлені на конкурс, опубліковано в 22 наукових працях, у т.ч. 3 – монографії та/або розділи монографій (1 – зарубіжного видання), 14 статей (7 – у зарубіжних виданнях), 4 тези доповідей, 1 стаття в іншому виданні. Загальна кількість посилань на публікації автора за темою роботи складає 22 (згідно з базою даних Scopus), h-індекс = 2; 7 (згідно з базою даних Web of Science), h-індекс = 2, та 104 (згідно з базою даних Google Scholar), h-індекс = 5. Отримано 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір.

Загальна кількість публікацій автора наукової роботи – 305, у т.ч. 28 індексованих у Scopus (h-індекс = 6), 43 у Web of Science (h-індекс = 6). Загальний h-індекс автора за базою даних Google Scholar = 13.

Автор:

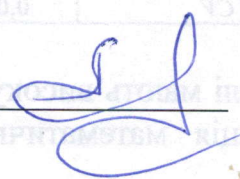
Доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник відділу зрошуваного землеробства та декарбонізації агроєкосистем Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН



Павло ЛИХОВИД

Підпис Лиховида П.В. засвідчую:

Учений секретар Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, кандидат економічних наук



Олександр ШАБЛЯ

Додаток I до Реферату

**Перелік наукових публікацій, які увійшли до роботи Павла ЛИХОВИДА
«Комплексна методологія оцінки потреб у зрошенні в Україні з
урахуванням сучасних кліматичних трансформацій із залученням
інформаційних технологій»**

№ з/п	Назва	Вихідні дані/реквізити публікації	Обсяг/авторські доробок	Співавтори
I. Монографії та/або розділи монографії				
1	Наукове забезпечення розвитку сільськогосподарської діяльності на зрошуваних землях	Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2022. 153 с.	20% (30 друкованих аркушів)	Грановська Л.М., Вожегова Р.А., Біднина І.О., Пілярська О.О.
2	Theoretical Bases of Crop Production on the Reclaimed Land sin the Conditions of Climate Change	Poland, Warsaw: RS GlobalSp. z O.O., 2022. 259 pp.	100% (259 друкованих аркушів)	
3	Атлас географічного районування лікарських та ефіроолійних культур, занесених у Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні та поширених у природних фітоценозах	Одеса: Олді+, 2023. 16 с.	50% (8 друкованих аркушів)	Вожегова Р.А., Пілярська О.О.
№ з/п	Назва	Вихідні дані/реквізити публікації	Співавтори	
III. Статті в журналах, включених до категорії "А" Переліку наукових фахових видань України, та у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних WebofScienceCoreCollection та/або Scopus				
1	Assessment of the CROPWAT 8.0 soft ware reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations	Journal of Waterand Land Development. 2018. Vol. 39. P. 147–152. (<i>Scopus</i>)		Vozhehova R.A., Lavrynenko Y.O., Kokovikhin S.V., Biliaieva I.M., Drobitko A.V., Nesterchuk V.V.
2	Artificial crop lands and natural biosystems in the conditions of climatic changes: possible problems and ways of the irsolving in the South Steppe zone of Ukraine	Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9(6). P. 331-340. (<i>Web of Science</i>)		Vozhehova R.A., Kokovikhin S.V., Vozhehov S.H., Drobitko A.V.
3	Reference evapotranspiration calculation in the zone of Ukrainian Polisia using airtemperature	Bioscience Biotechnology Research Communications. 2020. Vol. 13(4). P. 1834-1836. (<i>Web of Science</i>)		
4	Irrigation need sin Ukraine according to current aridity level	Journal of Ecological Engineering. 2021. Vol. 22. No. 8. P. 11-18. (<i>Scopus, Web of Science</i>)		

5	Comparing reference evapotranspiration calculated in ETo Calculator (Ukraine) mobileapp with the estimated bystandard FAO-basedapproach	Agri Engineering. 2022. Vol. 4. P. 747-757. (<i>Scopus, Web of Science</i>)	
IV. Статті у наукових виданнях, включених до категорії "Б" Переліку наукових фахових видань України			
1	Можливості застосування мобільного додатку EVAPO для оперативної оцінки евапотранспірації в польових умовах	Таврійський науковий вісник. 2020. № 116. Частина 2. С. 10-14.	Пілярська О.О., Біляєва І.М.
2	Модифікований метод Хольдріджа для визначення евапотранспірації	Аграрні Інновації. 2020. №3. С. 17-20.	Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Лавренко С.О., Бойценюк Х.І.
3	Оцінка точності розрахунків евапотранспірації в мобільному додатку EVAPO	Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2021. Вип. 29(43). С. 120-125.	Вожегова Р.А.
4	Аналіз агрокліматичних умов у Херсонській області за 2022 рік із використанням сучасних інформаційних технологій	Зрошуване землеробство. 2023. Вип. 79. С. 47-51.	
5	Determination of the optimal areas form edicinal and aromatic plants cultivation in Ukraine depending on water and heatsupply	Tavrian Scientific Herald. No. 131. P. 36-45.	Vozhehova R.A., Lavrenko S.O.
6	Застосування Agricultural Stress Index для динамічної оцінки посухи на орних землях	Аграрні Інновації. № 20. С. 19-23.	Вожегова Р.А., Рудік О.Л.
V. Виключно одноосібні статті та одноосібні тези доповідей в інших, ніж зазначені у пунктах III і IV, наукових виданнях			
1	Aridityassessment and forecast for Kherson oblast (Ukraine) at the climate change	EurAsian Journal of Bio Sciences. 2020. Vol. 14. P. 1455-1462.	Vozhehova R., Biliaieva I.
2	AssessmentofreferenceevapotranspirationintheSouthofUkrainebyairtemperature	International Journal on Emerging Technologies. 2020. Vol. 11(5). P. 278-282.	
3	Оперативне визначення референсної евапотранспірації на території України за лімітованим набором вхідних метеоданих	Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Наукові читання до 85-річчя від дня народження Орлока Анатолія Павловича – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур», присвяченої пам'яті доктора біологічних наук, професора, Заслуженого діяча науки і техніки України, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки. Херсон: ІЗЗ НААН, 2021. С. 144-146.	
4	Зрошення в Україні з огляду на сучасну кліматичну ситуацію	International scientific conference “The latestscientificachievementsin the modern agro-industrial complex” (December 28-29, Lublin, Poland). Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, 2021. P.	

		20-21.	
5	ETo Calculator mobileapp: evaluation of evapotranspiration computation accuracy for Kherson oblast	Сучасні технології та досягнення інженерних наук в галузі гідротехнічного будівництва та водної інженерії: збірник наукових праць. Вип. 4. С. 5-7.	
6	Річний хід референтної евапотранспірації в Херсонській області за даними мобільного додатку AgSAT	Міжгалузеві диспути: динаміка та розвиток сучасних наукових досліджень: Матеріали III Міжнародної наукової конференції, м. Хмельницький, 27 січня, 2023 р. С. 176-178.	
7	Agricultural stressindex як маркер інтенсивності впливу посухи на сільськогосподарські угіддя	Охорона довкілля: зб. наук. статей XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2023. С. 74-76.	
8	Теоретико-методологічні основи розвитку кліматично орієнтованого рослинництва в умовах кліматичних змін	Найбільш вагомі фундаментальні та прикладні досягнення науковців регіону. За заг. ред. Буркинського Б.В.; НАН України, ДУ «Інститут ринку і економіко-екологічних досліджень НАН України». С. 83.	
VII. Патенти на корисну модель України, промисловий зразок (для соціо-гуманітарних наук свідoctв про реєстрацію авторського права на твір) чи інших отриманих охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності, щодо яких претенденти є авторами/співавторами або власниками/співвласниками			
1	Свідoctво про реєстрацію авторського права на твір №118173 від 17.04.2023. Комп'ютерна програма «Мобільний додаток Evapotranspirati on Calculator (Ukraine)» («EToCalculator (Ukraine)»)		

автор:

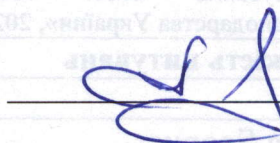
Доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник відділу зрошуваного землеробства та декарбонізації агроєкосистем Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН



Павло ЛИХОВИД

Підпис Лиховида П.В. засвідчую:

Учений секретар Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, кандидат економічних наук



Олександр ШАБЛЯ