

Комплексна методологія
оцінки потреб у зрошенні в
Україні з урахуванням
сучасних кліматичних
трансформацій із залученням
інформаційних технологій



Представлено: Інститут кліматично орієнтованого
сільського господарства НААН

Автор: Лиховид Павло Володимирович, доктор с.-
г. наук, старший науковий співробітник відділу
зрошеного землеробства та декарбонізації
агроекосистем



Мета роботи – 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.

Провідна ідея дослідження полягає в тому, що формування теоретико-методичного підґрунтя кліматично орієнтованого сільського господарства з урахуванням сучасних кліматичних умов і потреб агропромислового комплексу в науково-теоретичному базисі для трансферу до точного землеробства дозволять забезпечити піднесення національного виробництва продукції рослинництва паралельно мінімізації витрат матеріально-технічних і трудових ресурсів, зниження екологічного тиску на довкілля.

Гіпотези та концепції дослідження:

- кліматичні зміни потребують перегляду агрокліматичного районування території України з огляду на потреби у зрошенні для різних за біологічними вимогами сільськогосподарських культур;
- застосування сучасних інформаційних технологій є ефективним важелем поліпшення продуктивності та забезпечення сталого розвитку кліматично орієнтованого сільського господарства за раціонального використання природних ресурсів, зокрема, зрошувальної води.

Завдання наукової роботи:

- виконати аналітико-синтетичне дослідження та розробити сценарії агрокліматичної ситуації на території України в цілому та за окремими її регіонами;
- запропонувати комплексну сучасну методологію агрокліматичного районування території України за показниками індексу аридності та режиму вологості ґрунтів згідно міжнародної електронної бази даних Soil Explorer та створити відповідні картограми;
- запропонувати методологію оцінки потреб територій у зрошенні з урахуванням агрокліматичного районування та біологічних потреб сільськогосподарських культур, включно з лікарськими та ефіроолійними рослинами, створити відповідні картограми;
- розробити альтернативну методику оцінки референтної евапотранспірації за температурним режимом та регіональним принципом;
- розробити програмний продукт для автоматизованої оцінки референтної евапотранспірації в Україні за авторською методикою.

Об'єкт дослідження: теоретико-методологічні основи кліматично орієнтованого рослинництва на основі математичного моделювання та інформаційних технологій.

Предмети дослідження: кліматичні та метеорологічні показники, режим вологості ґрунтів України, математичні моделі агроекологічних процесів у агроекосистемах.

Методи дослідження

В процесі виконання завдань наукової роботи було застосовано наступні методи наукового пізнання: історичний ретроспективний аналіз даних; математичне моделювання та прогнозування; розрахунковий метод визначення агрокліматичних індексів; картографічний метод і класифікаційний аналіз; методи математичної статистики; методи математичного аналізу та машинного навчання для побудови прогностичних моделей та моделей перебігу агрокліматичних процесів; узагальнення, синтез і систематизація результатів; методи програмування в системі MS Excel 365, HTML-рушії та Android SDK для розробки програмного продукту «Evapotranspiration Calculator (Ukraine)».

Наукова новизна та значимість роботи

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.

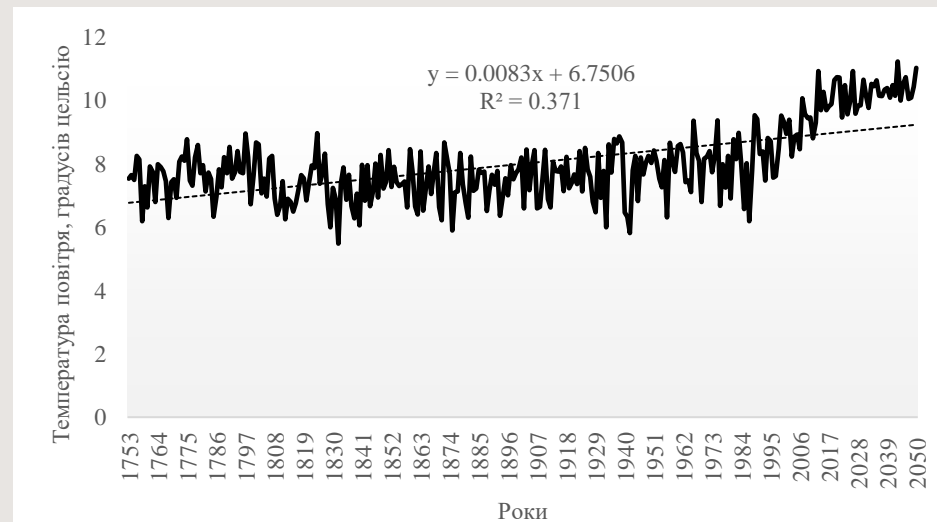
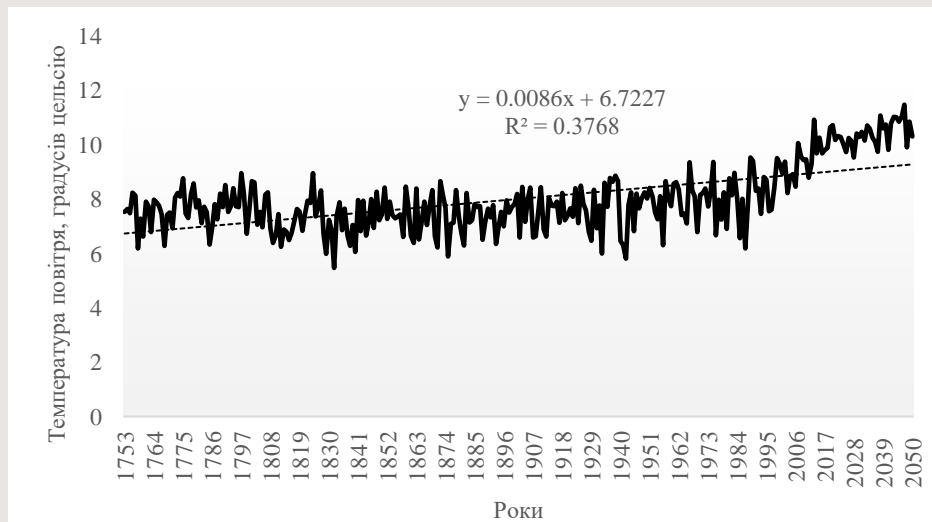
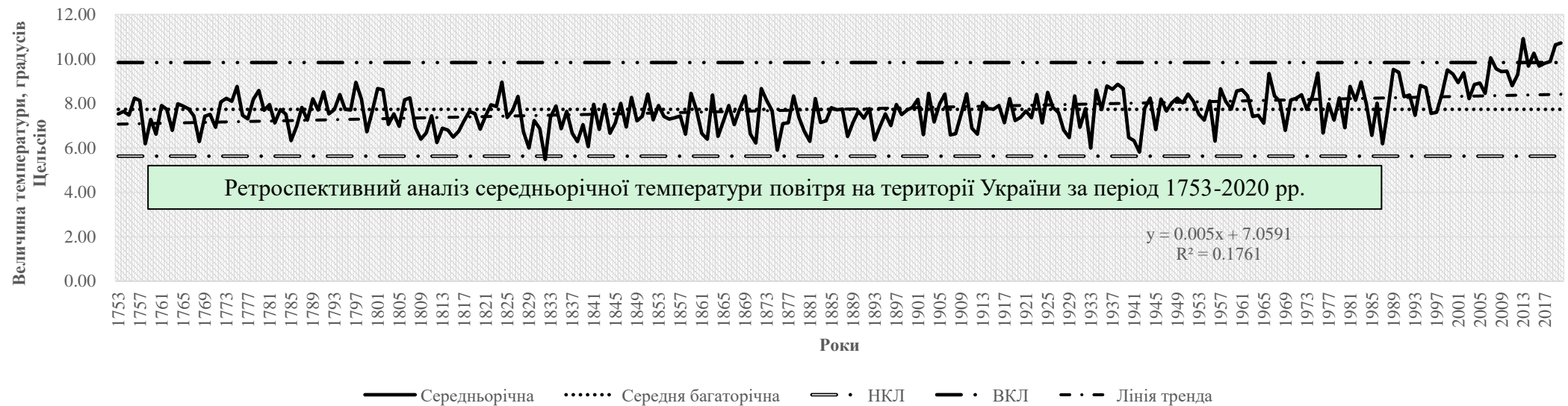
УДОСКОНАЛЕНО

- 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 одержаних результатів

- 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.
- 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.

Ретроспективний аналіз та прогнозування температурного режиму на території України



Прогнозування температурного режиму в Україні до 2050 р. методикою SARIMA з 36-річною (ліворуч) та 60-річною (праворуч) сезонністю

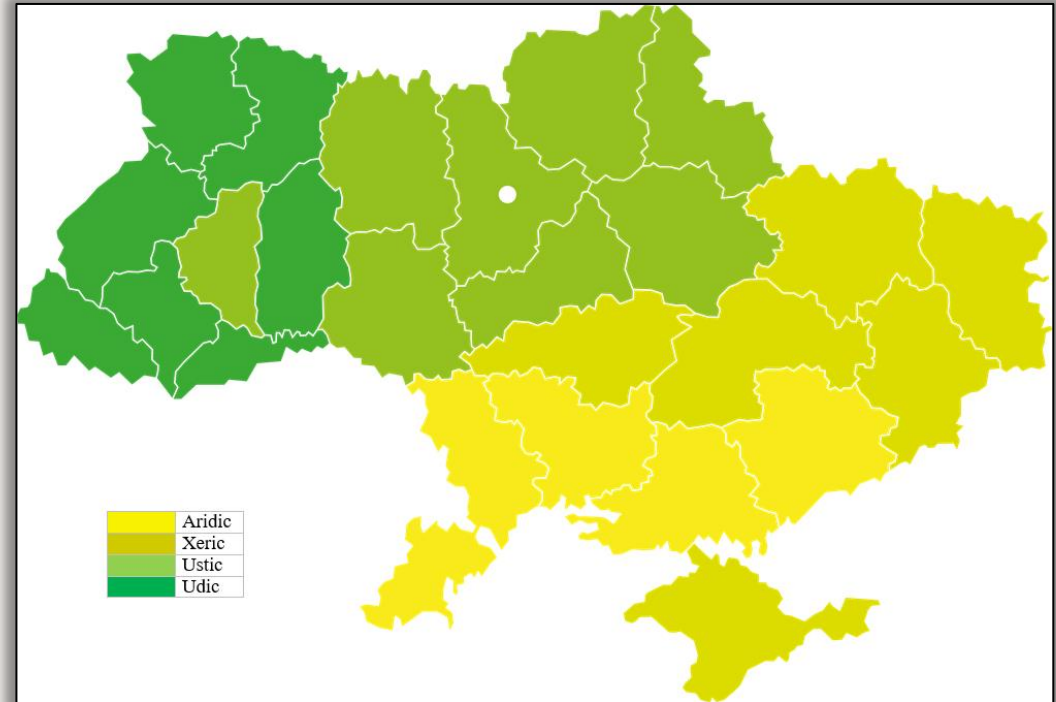
Основні елементи (критерії) комплексної методології класифікації територій за потребами у зрошенні

ІНДЕКС АРИДНОСТІ ($AI = P/PET$)*

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)

* P – кількість опадів, мм; PET – потенційна евапотранспірація, мм.

РЕЖИМИ ВОЛОГИ ҐРУНТІВ ЗГІДНО БАЗИ
ДАНИХ SOIL EXPLORER



Комплексна методологія класифікації територій за потребою в зрошенні з урахуванням індексу аридності, режимів вологи ґрунтів та біологічних вимог сільськогосподарських культур (розшифровка)

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

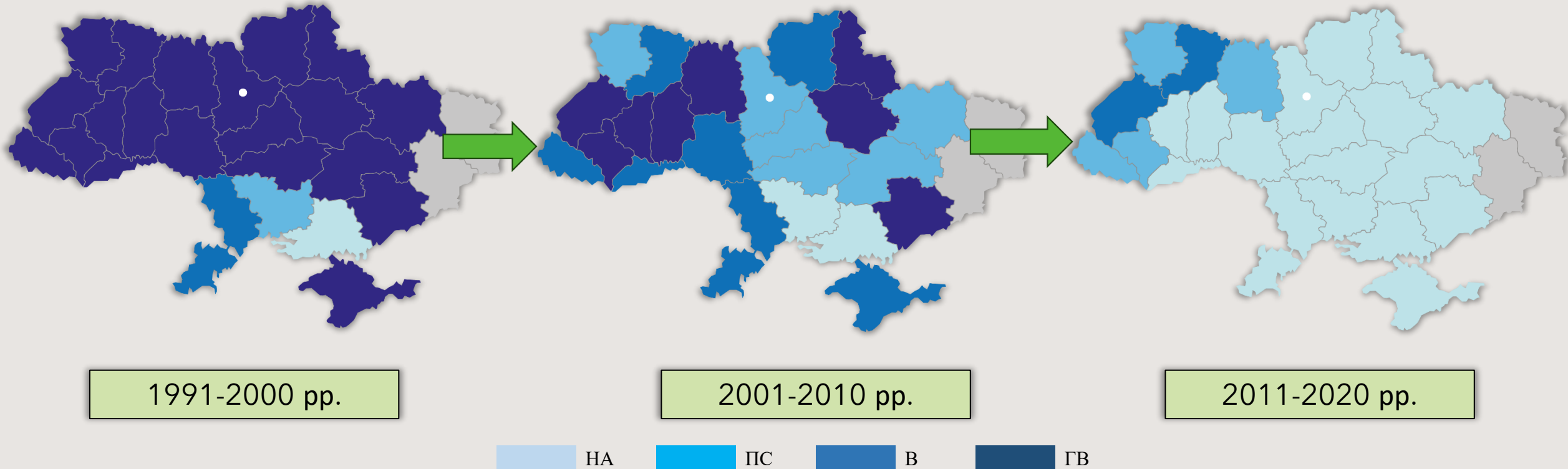
Режим вологи ґрунту, індекс аридності та тип клімату за регіонами України в період 1961-2020 рр.

Область	Режим вологи ґрунту	Індекс аридності (1961-1990)	Тип клімату (1961-1990)	Індекс аридності (1991-2020)	Тип клімату (1991-2020)	Індекс аридності (1991-2000)	Тип клімату (1991-2000)	Індекс аридності (2001-2010)	Тип клімату (2001-2010)	Індекс аридності (2011-2020)	Тип клімату (2011-2020)
Черкаська	Ustic	0,67	В	0,63	ПС	0,95	ГВ	0,55	ПС	0,41	НА
Чернівецька	Udic	0,85	ГВ	0,77	ГВ	1,17	ГВ	0,71	В	0,43	НА
Чернігівська	Ustic	0,81	ГВ	0,76	ГВ	1,15	ГВ	0,66	В	0,47	НА
Дніпропетровська	Xeric	0,56	ПС	0,61	ПС	0,92	ГВ	0,57	ПС	0,34	НА
Івано-Франківська	Udic	0,93	ГВ	0,82	ГВ	1,15	ГВ	0,79	ГВ	0,51	ПС
Харківська	Xeric	0,57	ПС	0,61	ПС	0,91	ГВ	0,57	ПС	0,36	НА
Херсонська	Aridic	0,40	НА	0,41	НА	0,46	НА	0,50	НА	0,28	НА
Хмельницька	Udic	0,86	ГВ	0,86	ГВ	1,34	ГВ	0,80	ГВ	0,44	НА
Кіровоградська	Xeric	0,56	ПС	0,57	ПС	0,87	ГВ	0,55	ПС	0,30	НА
Київська	Ustic	0,88	ГВ	0,75	В	1,13	ГВ	0,65	ПС	0,46	НА
Львівська	Udic	1,08	ГВ	1,02	ГВ	1,48	ГВ	0,94	ГВ	0,63	В
Волинська	Udic	0,80	ГВ	0,70	В	0,93	ГВ	0,62	ПС	0,54	ПС
Миколаївська	Aridic	0,47	НА	0,44	НА	0,61	ПС	0,40	НА	0,31	НА
Одеська	Aridic	0,45	НА	0,61	ПС	0,69	В	0,71	В	0,44	НА
Полтавська	Ustic	0,60	ПС	0,82	ГВ	0,98	ГВ	1,04	ГВ	0,43	НА
Рівненська	Udic	0,81	ГВ	0,73	ПС	1,05	ГВ	0,73	В	0,42	НА
Сумська	Ustic	0,74	В	0,93	ГВ	1,36	ГВ	1,01	ГВ	0,41	НА
Тернопільська	Ustic	0,90	ГВ	0,92	ГВ	1,23	ГВ	1,13	ГВ	0,41	НА
Закарпатська	Udic	0,90	ГВ	0,82	ГВ	1,18	ГВ	0,74	В	0,55	ПС
Вінницька	Ustic	0,80	ГВ	0,73	В	1,13	ГВ	0,66	В	0,39	НА
Запорізька	Aridic	0,49	НА	0,68	В	0,82	ГВ	0,80	ГВ	0,42	НА
Житомирська	Ustic	0,83	ГВ	1,00	ГВ	1,32	ГВ	1,08	ГВ	0,60	ПС
Крим	Xeric	0,54	ПС	0,64	ПС	0,84	ГВ	0,73	В	0,36	НА
Луганська	Xeric	0,43	НА	-	-	-	-	-	-	-	-
Донецька	Xeric	0,54	ПС	-	-	-	-	-	-	-	-

Результати аналізу тренду в індексі аридності за регіонами України та територією держави в цілому для періоду 1991-2020 рр., виконаного за методикою Мана-Кендала з обчисленням ухила тренду за Сеном

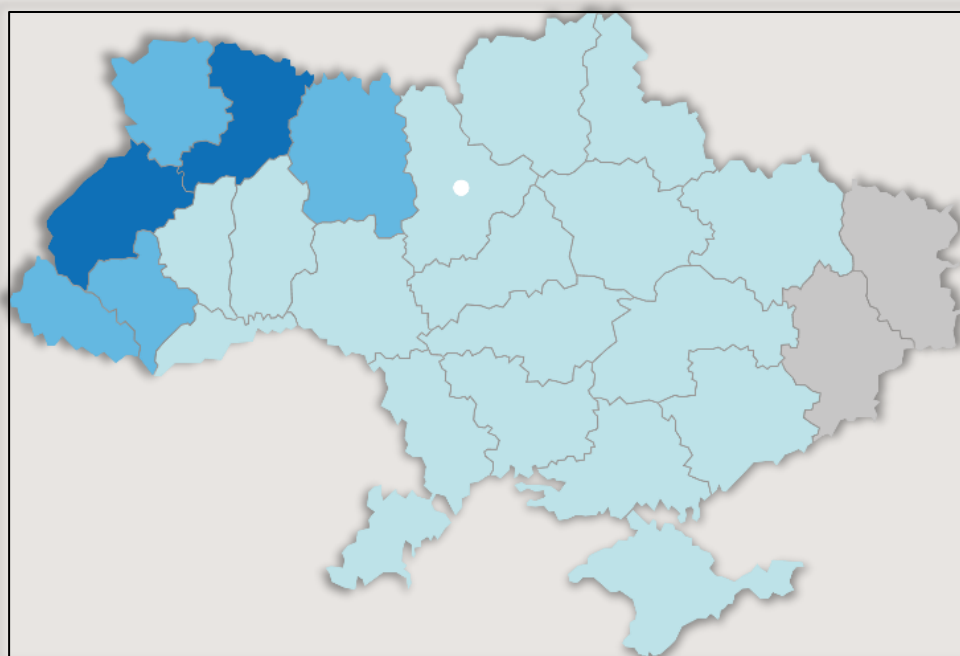
Область	Статистичні індекси								
	alpha	MK-stat	s.e.	z-stat	p-value	trend	slope	lower	upper
Черкаська	0,05	-263	55,94	-4,68	$2,82 \times 10^{-6}$	↓	-0,0267	-0,0347	-0,0159
Чернівецька	0,05	-261	56,03	-4,64	$3,48 \times 10^{-6}$	↓	-0,0309	-0,0430	-0,0208
Чернігівська	0,05	-316	56,02	-5,62	$1,88 \times 10^{-8}$	↓	-0,0262	-0,0370	-0,0196
Дніпропетровська	0,05	-274	56,02	-4,87	$1,10 \times 10^{-6}$	↓	-0,0220	-0,0296	-0,0167
Івано-Франківська	0,05	-240	55,98	-4,27	$1,96 \times 10^{-5}$	↓	-0,0275	-0,0377	-0,0180
Харківська	0,05	-310	56,02	-5,52	$3,48 \times 10^{-8}$	↓	-0,0236	-0,0314	-0,0180
Херсонська	0,05	-124	55,96	-2,20	$2,79 \times 10^{-2}$	↓	-0,0069	-0,0129	-0,0007
Хмельницька	0,05	-288	56,02	-5,12	$3,01 \times 10^{-7}$	↓	-0,0385	-0,0491	-0,0280
Кіровоградська	0,05	-283	55,99	-5,04	$4,74 \times 10^{-7}$	↓	-0,0242	-0,0307	-0,0183
Київська	0,05	-286	55,98	-5,09	$3,56 \times 10^{-7}$	↓	-0,0294	-0,0375	-0,0218
Львівська	0,05	-258	56,02	-4,59	$4,49 \times 10^{-6}$	↓	-0,0354	-0,0450	-0,0246
Волинська	0,05	-180	55,98	-3,20	$1,39 \times 10^{-3}$	↓	-0,0155	-0,0253	-0,0050
Миколаївська	0,05	-171	55,95	-3,03	$2,38 \times 10^{-3}$	↓	-0,0100	-0,0167	-0,0033
Одеська	0,05	-141	55,98	-2,50	$1,24 \times 10^{-2}$	↓	0,0107	-0,0186	-0,0039
Полтавська	0,05	-185	56,01	-3,28	$1,02 \times 10^{-3}$	↓	-0,0253	-0,0380	-0,0139
Рівненська	0,05	-241	56,03	-4,28	$1,84 \times 10^{-5}$	↓	-0,0253	-0,0347	-0,0183
Сумська	0,05	-315	55,99	-5,61	$2,05 \times 10^{-8}$	↓	-0,0429	-0,0558	-0,0346
Тернопільська	0,05	-234	56,04	-4,16	$3,22 \times 10^{-5}$	↓	-0,0387	-0,0528	-0,0250
Закарпатська	0,05	-205	56,01	-3,64	$2,71 \times 10^{-4}$	↓	-0,0229	-0,0309	-0,0129
Вінницька	0,05	-312	56,04	-5,55	$2,87 \times 10^{-8}$	↓	-0,0315	-0,0405	-0,0225
Запорізька	0,05	-197	56,01	-3,50	$4,66 \times 10^{-4}$	↓	-0,0183	-0,0259	-0,0105
Житомирська	0,05	-262	55,99	-4,66	$3,14 \times 10^{-6}$	↓	-0,0374	-0,0473	-0,0240
Крим	0,05	-253	55,99	-4,50	$6,77 \times 10^{-6}$	↓	-0,0240	-0,0300	-0,0164
УКРАЇНА	0,05	-307	56,05	-5,46	$4,78 \times 10^{-8}$	↓	-0,0262	-0,0315	-0,0218

Динаміка індексу аридності за регіонами України за десятирічними періодами 1991-2020 рр.

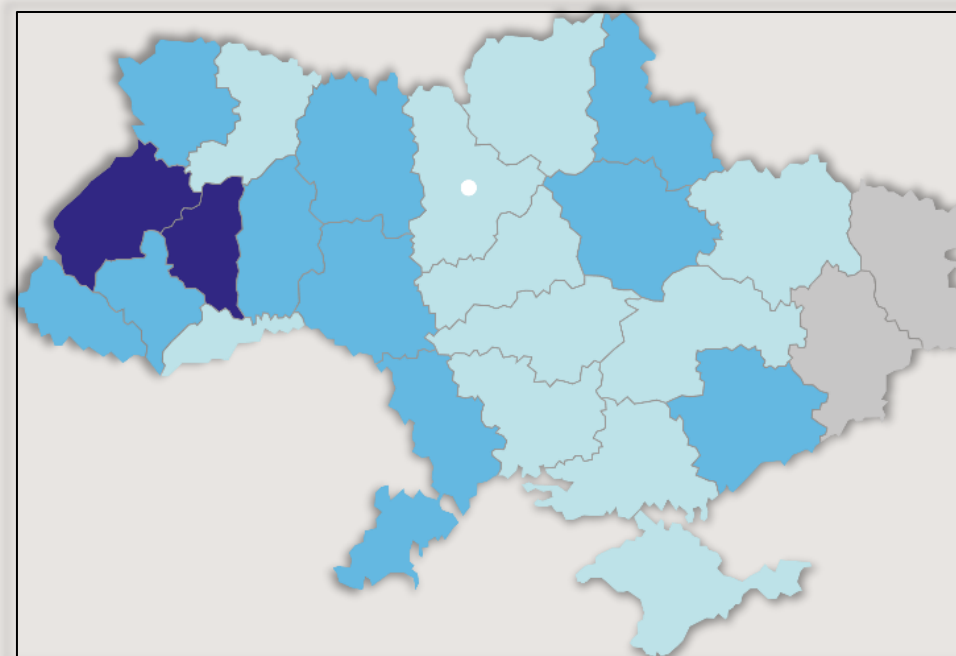


Динаміка індексу аридності за регіонами України (прогноз)

ПЕРІОД 2011-2020 РР.

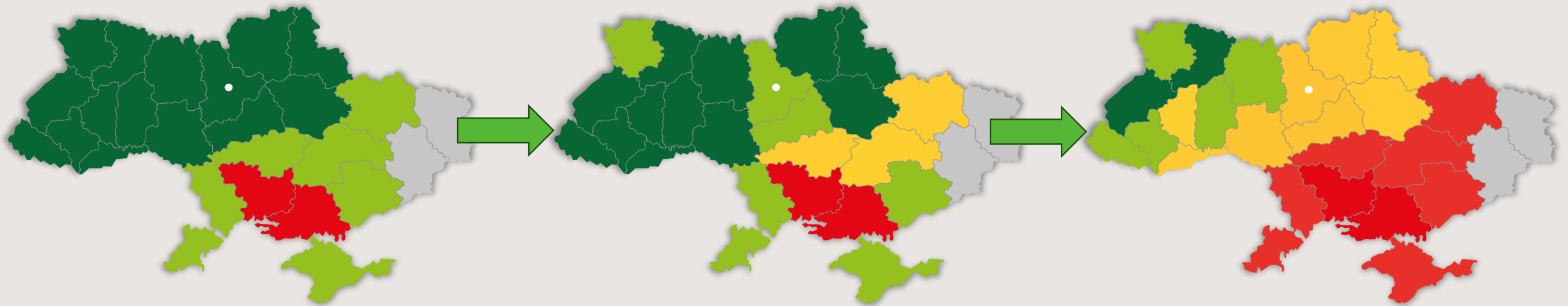


ПЕРІОД 2021-2030 РР.
(ПРОГНОЗОВАНИЙ)



НА ПС В ГВ

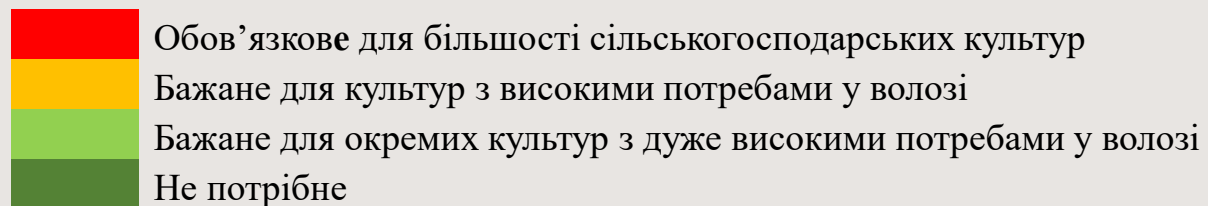
Динаміка потреб у зрошенні для різних за вимогами до вологозабезпечення сільськогосподарських культур за областями України за 10-річними періодами 1991-2020 рр.



1991-2000 рр.

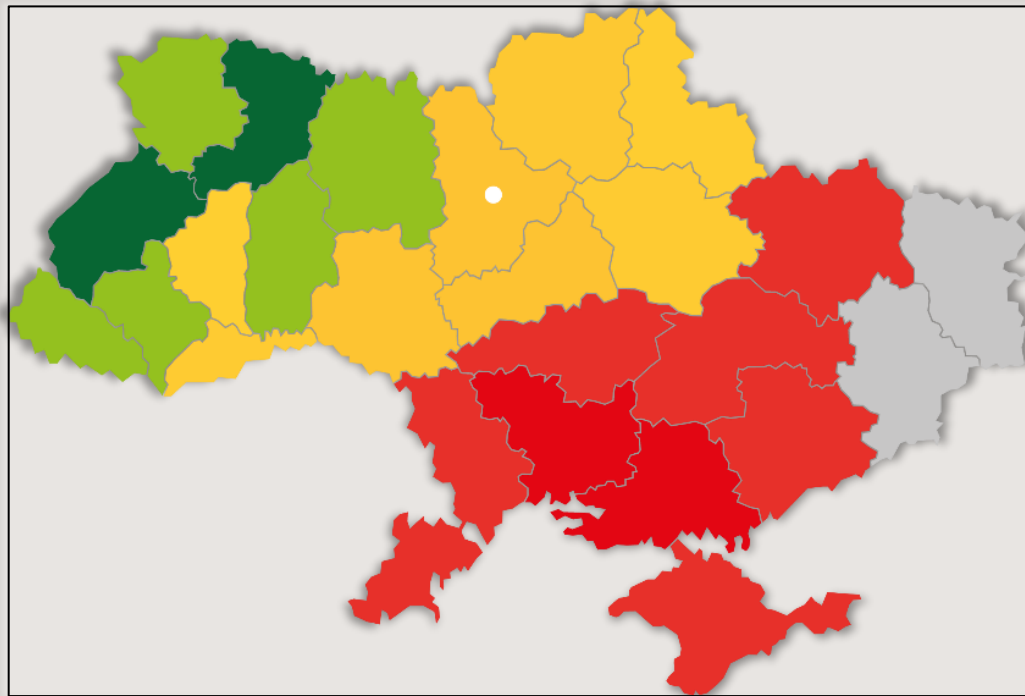
2001-2010 рр.

2011-2020 рр.

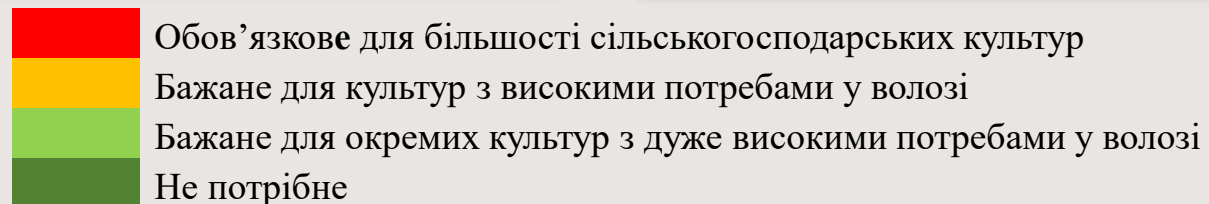
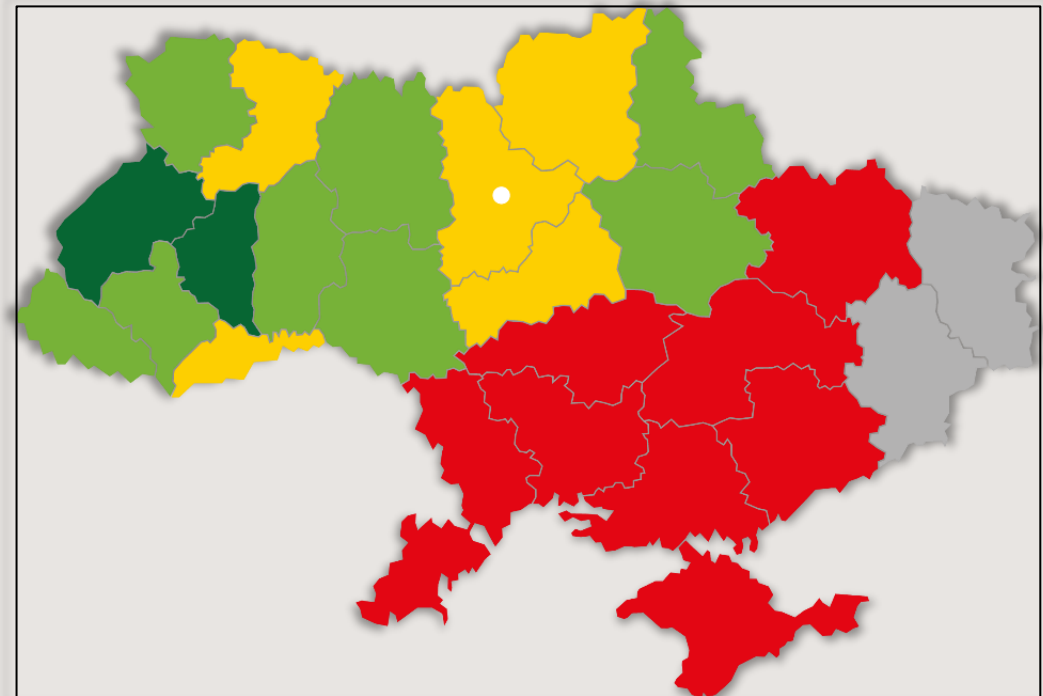


Динаміка потреб у зрошенні на території України (прогноз)

ПЕРІОД 2011-2020 РР.



ПЕРІОД 2021-2030 РР.
(ПРОГНОЗОВАНИЙ)



Географічне агрокліматичне районування лікарських та ефіроолійних культур відповідно до їх біологічних вимог та агрокліматичних умов України



Математичні моделі оцінки референтної евапотранспірації (мм) в Україні 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 територій)	$0,2711 \times T$	24,02%	0,99	0,97	549	0,46
Коефіцієнт варіації CV	0,0745					0,6250

Валідація математичних моделей оцінки референтної евапотранспірації в Україні за величиною середньої температури повітря T ($^{\circ}\text{C}$) за метеоданими 2021 р.

Область	MAPE	R	R ²	N
Черкаська	13,45%	0,97	0,94	9
Чернівецька	15,43%	0,94	0,89	9
Чернігівська	16,81%	0,97	0,94	9
Дніпропетровська	12,90%	0,97	0,95	9
Івано-Франківська	18,25%	0,93	0,86	9
Харківська	12,51%	0,97	0,95	9
Херсонська	15,04%	0,96	0,93	10
Хмельницька	16,60%	0,95	0,90	9
Кіровоградська	12,69%	0,97	0,94	9
Київська	18,64%	0,95	0,90	9
Львівська	19,07%	0,92	0,84	9
Волинська	15,07%	0,94	0,89	9
Миколаївська	8,96%	0,98	0,95	9
Одеська	20,31%	0,95	0,90	11
Полтавська	15,71%	0,96	0,92	9
Рівненська	23,34%	0,94	0,89	9
Сумська	17,90%	0,97	0,94	9
Тернопільська	17,03%	0,95	0,90	9
Закарпатська	24,08%	0,94	0,88	11
Вінницька	15,87%	0,97	0,94	9
Запорізька	15,04%	0,96	0,93	9
Житомирська	26,24%	0,93	0,87	9
Крим (без урахування прибережної та гірської територій)	18,01%	0,96	0,92	11

Валідація математичних моделей оцінки референтної евапотранспірації по основних агрокліматичних зонах України за величиною середньої температури повітря T (°C) за добовими метеоданими 2021 р. з основних гідрометеорологічних станцій

Агрокліматична зона	MAPE	R	R ²	N
Сухий Степ	18,58%	0,93	0,86	322
Південний помірно-посушливий Степ	18,07%	0,93	0,87	321
Північний Степ	20,69%	0,92	0,84	300
Лісостеп	20,86%	0,91	0,83	303
Полісся	22,22%	0,92	0,86	299
Ліс	25,50%	0,91	0,82	325
По Україні в цілому	20,99%	0,92	0,85	1870

Розроблені математичні моделі оцінки референтної евапотранспірації було покладено в розробку програмного продукту Evapotranspiration Calculator (Ukraine).

Для порівняння: найближчий світовий аналог програмний продукт EVAPO забезпечив наступні показники точності та адекватності оцінки референтної евапотранспірації: похибка MAPE = 88,75%; $R = 0,93$; $R^2 = 0,86$.

Таким чином, адекватність динамічної оцінки агрометеорологічного показника знаходиться на однаковому рівні, але представлена автором розробка має набагато вищу точність (згідно показника похибки MAPE – у 4,2 рази).

Результати та обсяги впровадження наукової роботи

Результати роботи, представленої 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.

ДОВІДКА про впровадження результатів дисертаційної роботи

Видана здобувачу наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук *Лиховиду Павлу Володимировичу*, докторанту Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН в тому, що інноваційна методика агрокліматичного районування території України за потребою у зрощенні з комбінованим урахуванням режимів вологості ґрунтів та індексу аридності клімату та відповідні картограми ступенів забезпечення вологою території держави, а також методичний підхід до фенологічного моніторингу та прогнозування продуктивності сільськогосподарських культур на Півдні України за величиною нормалізованого диференційного вегетаційного індексу були впроваджені у науково-освітній процес Одеського державного аграрного університету, що сприяло підвищенню якості підготовки та зацікавленості молодих фахівців спеціальності 201 – Агроніомія.

Довідка видана для представлення в спеціалізовану вчену раду по захисту докторської дисертації.

Ректор
Одеського державного
аграрного університету



Михайло БРОШКОВ

ДОВІДКА про впровадження результатів дисертаційної роботи

Видана здобувачу наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук *Лиховиду Павлу Володимировичу*, докторанту Інституту зрошуваного землеробства НААН в тому, що завдяки переходу на методіку оперативного управління зрошенням сільськогосподарських культур, запропоновану автором, та застосування мобільного додатку Evapotranspiration Calculator (Ukraine) для оцінки референтної евапотранспірації та уточнення потреб культурних рослин у штучному зволоженні, в середньому по господарству було досягнуто 8% економії обсягів використаної зрошувальної води за збереження рівня врожайності.

Довідка видана для представлення в спеціалізовану вчену раду по захисту докторської дисертації.

Голова ФГ «Роксолана»
кандидат сільськогосподарських наук

Максимов М. В.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Курчатова вулиця, вулиця Сиротинська, 23, місто Херсон, Херсонська область, 73006
Фізична адреса: Проспект Університетський, 52, місто Кіровоград, Кіровоградська область, 29031
т.ф. (0522) 61-62-16, ф.ф. (0522) 61-44-24, Е-пошта: office@kdu.edu.ua
Код ЄДРПОУ: 40493025 UA182017204318100420000213 в Державній реєстраційній службі України

№ 08/02-25/220 На № _____ від _____

ДОВІДКА про впровадження результатів дисертаційної роботи

Видана здобувачу наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук *Лиховиду Павлу Володимировичу*, докторанту Інституту зрошуваного землеробства НААН в тому, що науково-теоретичні та методологічні розробки автора щодо оновленого агрокліматичного районування території України за рівнем природного зволоження та потребами різних за інтенсивністю водоспоживання сільськогосподарських культур, методи математичного прогнозування продуктивності культурних рослин, моніторингу їх росту та розвитку за даними дистанційного зондування Землі знайшли місце в науково-освітньому процесі Херсонського державного аграрно-економічного університету, сприяли підвищенню якості підготовки молодих фахівців зі спеціальності 201 «Агроніомія».

Довідка видана для представлення в спеціалізовану вчену раду по захисту докторської дисертації.

В.о. ректора _____ Юрій КИРИЛОВ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(МНАУ)
вул. Героїв Тарасів, 2, м. Миколаїв, 54008
т.ф. (0512) 40-91-31, ф.ф. (0512) 70-91-31
Е-пошта: info@mna.gov.ua, office@mna.gov.ua, info@mna.gov.ua
код ЄДРПОУ: 40493025

№ 14.01.2024 № 01-14/005

14 № _____ від _____

ДОВІДКА про впровадження результатів дисертаційної роботи

Видана здобувачу наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук *Лиховиду Павлу Володимировичу*, докторанту Інституту зрошуваного землеробства НААН в тому, що теоретичні напрацювання автора щодо сучасного агрокліматичного районування та карти вологозабезпечення території України, а також інноваційні методи оцінки референтної евапотранспірації, моніторингу стану рослинності та фенологічного розвитку культурних рослин використано в науково-освітньому процесі Миколаївського національного аграрного університету. Це дозволило оптимізувати режими та норми поливів сільськогосподарських культур.

Впровадження мобільних та онлайн-додатків ETo Calculator (Ukraine) та NDVI Converter в освітній процес Миколаївського національного аграрного університету дає змогу підвищити рівень та якість підготовки здобувачів вищої освіти.

Довідку видано для представлення до спеціалізованої вченої ради із захисту докторської дисертації.

Ректор
Миколаївського національного
аграрного університету. _____ В'ячеслав ШЕБАНИН