

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202001-231>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/231>

УДК 631.6: 631.432

ФОРМУВАННЯ ВОДОПОТРЕБИ ОСУШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ЩОДО ЗМІННИХ КЛІМАТИЧНИХ ТА АГРОМЕЛІОРАТИВНИХ УМОВ

А.М. Рокочинський¹, докт. техн. наук, П.П. Волк², канд. техн. наук, Р.М. Коптюк³, канд. техн. наук, Н.В. Приходько⁴, канд. техн. наук

¹ Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-5248-6394>; e-mail: a.m.rokochinskiy@nuwm.edu.ua;

² Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна; <https://orcid.org/0000-0001-5736-8314>; e-mail: p.p.volk@nuwm.edu.ua;

³ Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-7086-3608>; e-mail: r.m.koptiuk@nuwm.edu.ua;

⁴ Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна; <https://orcid.org/0000-0003-1424-2628>; e-mail: n.v.prihodko@nuwm.edu.ua

Анотація. У статті подані результати дослідження зміни величини водопотреби при вирощуванні сільськогосподарських культур на осушуваних землях Західного Полісся України у змінних кліматичних та агро меліоративних умовах. Як на глобальному, так і на регіональному рівнях зміни клімату стали беззаперечним фактом, наявність якого поставила перед людством проблему розв'язання цілої низки надзвичайно важливих і складних завдань, пов'язаних із розробкою та реалізацією стратегії практичного подальшого існування. Дані про випаровування та водопотребу сільськогосподарських культур у різні періоди їхнього розвитку залежно від наявних кліматичних умов є основою розробки проектних і формування експлуатаційних режимів водорегулювання, що здійснюється шляхом вибору й обґрунтування необхідних способів водорегулювання, типів, конструкцій і режимів роботи гідромеліоративних систем, розрахунку їхніх параметрів. Для досягнення поставленої мети авторами виконано оцінювання кліматичних умов Західного Полісся України, сплановане і здійснене імітаційне моделювання різних кліматичних сценаріїв на ЕОМ, в основу яких покладено комплекс прогнозно-імітаційних моделей щодо основних режимно-технологічних змінних параметрів гідромеліоративних систем, кліматичних умов місцевості, водного режиму, технологій водорегулювання та продуктивності осушуваних земель для схематизованих природних, агротехнічних та меліоративних умов. Об'єктом досліджень обрано дренажну систему «Бірки» Рівненської області, яка за природно-агро меліоративними умовами є типовою для даного регіону. За довготерміновим прогнозом визначено вегетаційні значення сумарного випаровування та формування водопотреби осушуваних земель щодо змінних кліматичних та агро меліоративних умов. Виконано оцінювання технологічної ефективності різних технологій зволоження осушуваних земель. Отримані результати можуть бути ефективно використані при обґрунтуванні режимно-технологічних рішень у проектах будівництва й реконструкції гідромеліоративних систем Західного Полісся України у змінних кліматичних умовах та розробці гідротехнічних адаптивних заходів до прогнозованих змін клімату в регіоні.

Ключові слова: водопотреба, осушувані землі, зміни клімату, мінеральні ґрунти, торфові ґрунти, модуль водоподачі, технології водорегулювання.

Актуальність дослідження. Як переконаливо свідчать численні результати досліджень, людство стикнулося з серйозною проблемою – глобальною зміною клімату. Не виключенням є і Україна, яка також належить до числа регіонів планети, де зміни клімату вже сьогодні є відчутними.

Зміни кліматичних умов безпосередньо впливають на функціонування гідромеліоративних систем загалом, та умови вирощування сільськогосподарських культур зокрема. Аграрне виробництво будучи об'єктом впливу атмосферних процесів, суттєво залежить від

метеорологічних умов, що складаються, і має своєчасно забезпечуватися інформацією щодо їхніх очікуваних змін [1].

Сучасний етап розвитку аграрного виробництва, зокрема, на землях із регульованим водним режимом, характеризується комплексом невирішених завдань, що пов'язані, насамперед, із практичною відсутністю достатніх методів обґрунтування загальної еколого-економічної доцільності реалізації меліоративних заходів з урахуванням змін клімату на різних рівнях прийняття рішень у часі. Тому вже зараз виникає необхід-

ність визначення наслідків прогнозованих глобальних змін клімату та прийняття відповідних адаптивних рішень щодо цих змін та пом'якшення їхніх наслідків.

Для осушуваних територій з близьким заляганням ґрунтових вод кліматичні умови безпосередньо приймають участь у формуванні водного режиму ґрунту і ґрунтових вод, визначаючи напрям перебігу ґрунтових процесів як у природному стані, так і в окремі технологічні періоди вирощування сільськогосподарських культур.

Прогнозоване підвищення температури повітря та посилення посушливості в умовах змін клімату, які спостерігаються вже сьогодні, неминуче призведуть до зменшення природної вологозабезпеченості території та збільшення загальної водопотреби при вирощуванні сільськогосподарських культур на осушуваних землях. Своєю чергою, нестача природної вологи потребуватиме додаткового зволоження вирощуваних культур шляхом реалізації відповідних технологій зволоження осушуваних земель. Тому дані про загальну водопотребу вирощуваних культур та її зміну є основою для розробки проектних і формування експлуатаційних режимів водорегулювання в умовах змін клімату, що здійснюється шляхом вибору й обґрунтування необхідних способів водорегулювання, типів, конструкцій і режимів роботи дренажних систем, розрахунку їхніх параметрів.

Отже, метою дослідження є оцінювання змін водопотреби при вирощуванні сільськогосподарських культур на осушуваних землях Західного Полісся України у змінних кліматичних умовах для обґрунтування відповідних адаптивних рішень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Представлені матеріали є продовженням досліджень, що здійснювалися в рамках виконання спільного проекту Інституту водних проблем і меліорації НААН та Національного університету водного господарства та природокористування «Виконати оцінку впливу змін клімату на вологозабезпечення рослин і розробити ГС-систему управління зрошенням і водорегулюванням».

Оскільки першим кроком в оцінюванні змін у водопотребі сільськогосподарських культур є дослідження зміни кліматичних умов місцевості, то для вирішення даного завдання нами було виконано статистичне опрацювання багаторічних ретроспективних та сучасних даних кліматичних спостережень у Західному Поліссі України за такими варіантами досліджень [2, 3]:

– варіант 1 – «Base»: характеристика основних метеофакторів, їх нормовані значення за період вегетації (IV–X місяці), отримані за багаторічними ретроспективними даними (1891–1964 рр.) [4];

– варіант 2 – «Transitional»: нормовані середньобагаторічні значення величин основних метеофакторів та їх розподіл за період вегетації, отримані в перехідних умовах (1965–1990 рр.);

– варіант 3 – «Recent»: динаміка та нормовані середньобагаторічні значення величин основних метеофакторів та їх розподіл за період вегетації, отримані в сучасних умовах за 1991–2019 рр.

Згідно з [3, 5], розрахунок здійснено для п'яти типових груп розрахункових років щодо умов тепло- й вологозабезпеченості періодів вегетації сукупності $\{p\}$, $p = 1, n_p$: *дуже вологі* ($p=10\%$); *вологі* ($p=30\%$); *середні* ($p=50\%$); *сухі* ($p=70\%$) та *дуже сухі* ($p=90\%$) за такими основними метеорологічними характеристиками як: *сума опадів* (P , мм); *середня температура повітря* (T , °C); *сума дефіциту вологості повітря* (D , мм); *середня відносна вологість повітря* (H , %) та їхніми похідними: *випаровуваність* (E^0 , мм), *визначена загальновідомою формулою М.М. Іванова*; *коефіцієнт вологозабезпеченості* (kW , мм) як відношення суми опадів до випаровуваності.

Узагальнені результати розрахунку вегетаційних значень основних метеорологічних характеристик та їхніх похідних по розрахункових роках та за варіантами досліджень для умов Західного Полісся України наведені в табл. 1.

Наведені дані переконливо свідчать про наявність змін кліматичних умов Західного Полісся України [2, 3], вказують на стійку тенденцію до підвищення посушливості клімату в регіоні. Зокрема, останні роки характеризуються рекордними температурними максимумами (наприклад, у 2018 р. середня температура повітря за вегетаційний період становила 16,6°C при середньобагаторічній нормі 13,5°C) та посиленням сезонної нерівномірності випадання опадів, що негативно впливає на запаси природної ґрунтової вологи, доступної для вирощуваних культур.

Загалом сучасні вегетаційні значення основних метеорологічних характеристик вже перебувають у межах їхніх прогнозованих змін [6], тому подальші дослідження щодо оцінювання зміни водопотреби при вирощуванні сільськогосподарських культур на осушуваних землях Західного Полісся України виконані нами для сучасних кліматичних умов за варіантом досліджень «Recent».

1. Вегетаційні значення основних метеорологічних характеристик та їхніх похідних по розрахункових роках та за варіантами досліджень для умов Західного Полісся України

Показники, моделі		Роки розрахункової забезпеченості, р, %				
		10%	30%	50%	70%	90%
Сума опадів (Р, мм)	«Base»	575,1	509,1	443,0	377,0	310,9
	«Transitional»	544,4	471,9	434,9	375,2	307,9
	«Recent»	559,0	510,8	443,3	418,0	347,8
Середня температура повітря (Т, °С)	«Base»	12,7	13,1	13,5	13,7	14,2
	«Transitional»	12,9	13,3	13,8	13,8	14,4
	«Recent»	13,3	14,0	14,2	14,5	14,3
Сума дефіциту вологості повітря (D, мм)	«Base»	698	785	849	943	1036
	«Transitional»	722	805	884	923	1044
	«Recent»	729	854	914	946	1098
Середня відносна вологість повітря (Н, %)	«Base»	80,6	77,7	75,3	72,1	69,4
	«Transitional»	81,8	78,7	73,9	73,0	70,7
	«Recent»	76,7	75,8	73,5	72,5	68,5
Випаровуваність (Е°, мм)	«Base»	425,8	478,9	517,9	575,2	632,0
	«Transitional»	440,4	491,1	539,2	563,0	636,8
	«Recent»	444,7	520,9	557,5	577,1	669,8
Коефіцієнт вологозабезпеченості (кW, мм)	«Base»	1,35	1,06	0,86	0,66	0,49
	«Transitional»	1,24	0,85	0,81	0,67	0,48
	«Recent»	1,26	0,98	0,80	0,72	0,52

Основою формування величини водопотреби сільськогосподарських культур є випаровування, значення якого визначається кліматичними умовами місцевості. Сьогодні розглядають три основні групи методів визначення випаровування: методи визначення потоків водяної пари від випаровуючої поверхні в атмосферу; методи визначення теплового балансу; водобалансові методи.

У зв'язку зі складною залежністю випаровування від численних чинників, що його визначають, нині існує багато різних за ступенем складності моделей зв'язку інтенсивності випаровування з впливаючими на нього показниками. Такі моделі розроблені І.А. Шаровим, Г.К. Льговим, С.І. Харченко, А.Р. Константиновим, М.І. Будико, М.В. Данильченко, Д.А. Штойко, Х.Л. Пенманом, Л. Тюрком та ін. – для зони зрошення, у практиці осушувальних меліорацій використовують формули А.М. Костякова, А.І. Івицького, А.І. Шарова, В.Ф. Шебеко, А.М. Янголя та ін.

Серед іноземних розробок найбільшою популярністю користуються методи Блейні і Кридла, Торнтвейна, Пенмана-Монтейта.

В Україні широкого застосування й офіційного статусу [7] набула методика водобалансових розрахунків при зволоженні осушуваних земель, розроблена А.М. Янголем [8]. Вона ґрунтується на використанні однакової

повторюваності опадів і дефіциту вологості повітря, за яким визначається величина сумарного випаровування.

Оскільки водопотреба залежить від кліматичних умов місцевості, водного режиму осушуваних ґрунтів, що, своєю чергою, визначається зміною кліматичних умов та технологій водорегулювання, а також ростом та розвитком вирощуваних сільськогосподарських культур, вирішення задачі щодо оцінювання зміни водопотреби сільськогосподарських культур в умовах змін клімату потребує застосування відповідного комплексу прогнозно-імітаційних моделей, який повинен включати в себе модель клімату місцевості, модель водного режиму та технологій водорегулювання осушуваних земель, модель розвитку та формування урожаю вирощуваних культур, які реалізуються за довготерміновим прогнозом [9].

Для ефективної реалізації таких завдань на кафедрі водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування розроблено комплекс ієрархічно зв'язаних прогнозно-імітаційних моделей, практичне застосування яких регламентоване відповідними галузевими нормативами Держводагентства України:

– щодо кліматичних умов місцевості чи метеорологічних режимів [5];

– щодо водного режиму та технологій водорегулювання осушуваних земель [10];

– щодо продуктивності осушуваних земель [11].

Тут модель водного режиму та технологій водорегулювання зв'язує між собою параметри режимів і технологій, а тому має універсальний характер і є базовою у створюваному комплексі прогнозно-імітаційних моделей з обґрунтування проектних рішень на еколого-економічних засадах.

Застосування такого комплексу прогнозно-імітаційних моделей дає змогу вибору та обґрунтування кращого варіанта технологій водорегулювання осушуваних земель з урахуванням необхідності додаткового зволоження за визначеною водо потребою вирощуваних культур у змінних кліматичних умовах.

Методи та матеріали дослідження. Методи дослідження ґрунтуються на застосуванні теорії систем з основами системного підходу, системного аналізу та моделювання, орієнтованого на широке використання ЕОМ та відповідного програмного й інформаційного забезпечення при розробці сучасних підходів до обґрунтування технічних і технологічних рішень із водорегулювання осушуваних земель в умовах зміни клімату [9].

Для реалізації зазначеної мети нами було сплановано і здійснено імітаційне моделювання різних кліматичних сценаріїв у прискореному масштабі часу.

Об'єктом дослідження є дренажна система «Бірки» в Рівненській області. На даній системі представлені як мінеральні, так і торфові ґрунти, а за конструктивною побудовою тут є можливість реалізації практично всіх основних технологій водорегулювання осушуваних земель. Площа системи брутто 544,9 га, гончарний дренаж закладений на площі 444 га, двостороннє регулювання можливе на площі 177,9 га, площа польдера з механічним водовідведенням становить

470 га. Водоприймачем системи служить річка Стир. У посушливі періоди вода із системи не відкачується, а залишається для підґрунтового зволоження.

Прогнозні розрахунки при імітаційному моделюванні виконані за такими множинними змінними умови:

– за ґрунтами $\{g\}$, $g = \overline{1, n_g}$ ($n_g=3$), які характеризуються різним рівнем потенційної родючості за бонітетом у відповідних балах та часткою f_g розповсюдження в межах об'єкта: 1-дерново-опідзолені глейові зв'язно-супіщані (Б=28 балів), $f_g=0,4$; 2-торфові середньопотужні малозольні (Б=38 балів), $f_g=0,6$;

– за типовими районованими для даної зони вирощуваними сільськогосподарськими культурами сукупності $\{k\}$, $k = \overline{1, n_k}$ ($n_k=3$), та відповідною часткою їх посівних площ f_k : 1-озима пшениця – (проектний врожай 47 ц/га) $f_k=0,3$; 2-картопля – 250 ц/га $f_k=0,2$; 3-багаторічні трави – 35 ц/га $f_k=0,5$;

– за типовими (розрахунковими) щодо умов тепло – й вологозабезпеченості періодами вегетації сукупності $\{p\}$, $p = \overline{1, n_p}$ ($n_p=5$);

– за різними способами водорегулювання сукупності $\{s\}$, $s = \overline{1, n_s}$ ($n_s=4$): ОС – осушення ($s=1$); ПШ – попереджувальне шлюзування ($s=2$); ЗШ – зволожувальне шлюзування ($s=3$); ДП – зрошення дощуванням ($s=4$).

Результати дослідження та їх обговорення. Результати прогнозних розрахунків за здійсненим імітаційним моделюванням опрацьовані нами за такою схемою і подані у відповідній послідовності:

1. Визначення й аналіз умов формування сумарного випаровування у змінних кліматичних та агрометеорологічних умовах щодо змінних метеорологічних режимів розрахункових за умовами тепло й вологозабезпеченості періодів вегетації, видів вирощуваних сільськогосподарських культур, ґрунтів та технологій водорегулювання осушуваних земель подані в табл. 2, 3.

2. Формування середньорічних вегетаційних значень сумарного випаровування щодо видів вирощуваних культур та технологій водорегулювання на осушуваних землях

Культура	Частка	Сумарне випаровування за вегетацію, м ³ /га			
		ОС	ПШ	ЗШ	ДП
1	2	3	4	5	6
<i>Мінеральні ґрунти</i>					
Озимі зернові	0,2	1840	1892	1952	2007
Картопля	0,2	3365	3482	3792	3965
Багаторічні трави	0,3	4117	4253	4620	4868
Овочеві	0,3	3699	3799	4116	4328
<i>Середньозважене</i>	<i>1,0</i>	3386	3490	3770	3953

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
<i>Торфові ґрунти</i>					
Озимі зернові	0,2	1839	1898	1953	2018
Картопля	0,2	3382	3516	3793	4106
Багаторічні трави	0,3	4169	4295	4594	4876
Овочеві	0,3	3708	3822	4112	4383
<i>Середньозважене</i>	<i>1,0</i>	3407	3518	3761	4002

Примітка: ОС – осушення; ПШ – попереджувальне шлюзування; ЗШ – зволожувальне шлюзування; ДП – зрошення дощуванням

3. Формування вегетаційних значень сумарного випаровування щодо кліматичних умов розрахункових років за різних технологій водорегулювання на осушуваних землях

Роки розрахункової забезпеченості, р, %	Сумарне випаровування за вегетацію, м ³ /га			
	ОС	ПШ	ЗШ	ДП
<i>Мінеральні ґрунти</i>				
10	2911	2911	2911	2911
30	3492	3500	3500	3500
50	3594	3627	3655	3822
70	3614	3819	4089	4362
90	2991	3281	4646	5137
<i>Середньозважене</i>	3386	3490	3770	3953
<i>Торфові ґрунти</i>				
10	2911	2911	2911	2911
30	3494	3505	3505	3505
50	3588	3631	3668	3804
70	3640	3835	4052	4505
90	3096	3426	4621	5252
<i>Середньозважене</i>	3407	3518	3761	4002

Отримані результати є основою для подальшого визначення величини водопотреби при вирощуванні сільськогосподарських культур у зоні осушувальних меліорацій України у змінних кліматичних умовах.

2. Визначення й аналіз водопотреби за основними показниками режиму та техніки зволоження (поливні й зволожувальні норми, кількість поливів, модулів водоподачі тощо) для зволожувального шлюзування та зрошення дощуванням як найбільш поши-

рених технологій зволоження на осушуваних землях.

Результати розрахунків із визначення водопотреби представлені у вигляді діаграм, які у співставному вигляді відображають значення максимальних модулів водоподачі для дуже сухого (р=90%) року у подекадному перерізі при вирощуванні запроєктованих сільськогосподарських культур на мінеральних (а) та торфових (б) ґрунтах при різних технологіях водорегулювання, подані на (рис. 1, 2).

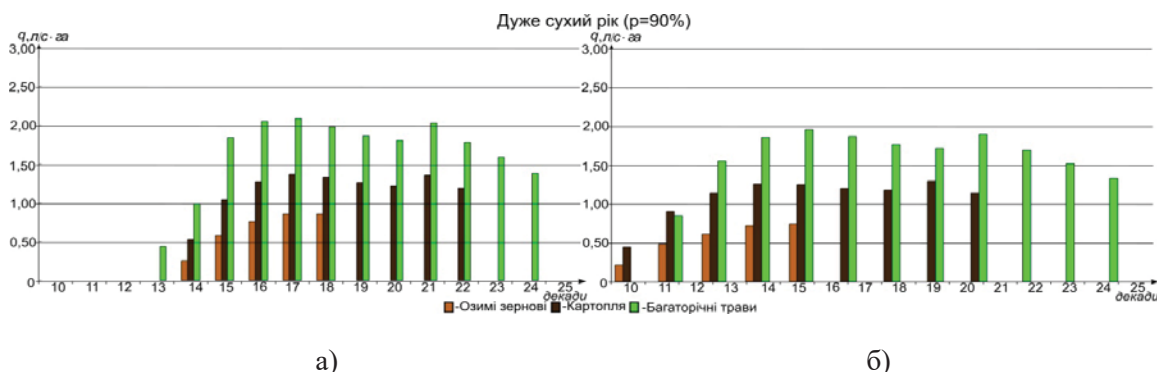


Рис. 1. Динаміка максимальних середньодекадних значень водопотреби за модулем водоподачі у посушливі періоди вегетації (р=90%) при зволожувальному шлюзуванні осушуваних земель

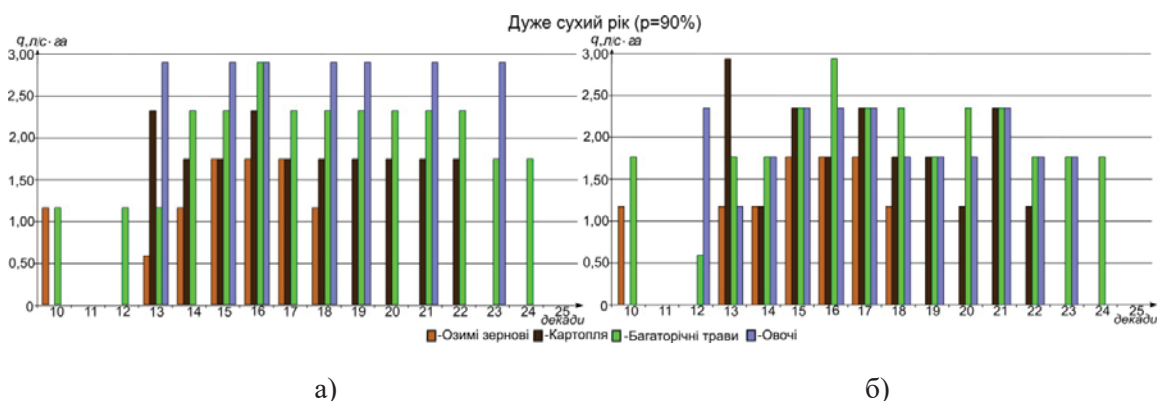


Рис. 2. Динаміка максимальних середньодекадних значень водопотреби за модулем водоподачі у посушливі періоди вегетації (p=90%) при зрошенні дощуванням осушуваних земель

3. Аналіз і порівняльна оцінка технологічної ефективності застосування зволожувального шлюзування та зрошення дощування на осушуваних землях представлені в табл. 4, 5.

4. Порівняльна характеристика основних елементів режиму зволоження та показників технологічної ефективності при зволожувальному шлюзуванні осушуваних земель

Культура	Частка культури в сівозміні	Роки розрахункової забезпеченості, p, %							
		p=70%				p=90%			
		М	n/m	KKD	M/Y	М	n/m	KKD	M/Y
<i>Мінеральні ґрунти g=1, f_g=0,4; B=28 балів</i>									
Озима пшениця (зерно)	0,2	50	2/25	1,81	1,01	397	4/99	1,42	8,21
Картопля	0,2	1061	10/106	1,57	3,45	1772	10/177	1,25	5,7
Багаторічні трави (сіно)	0,3	877	11/80	0,84	26	2500	11/227	0,67	74,6
Овочеві	0,3	837	11/76	0,78	2,25	1816	11/165	0,63	4,9
<i>Середньо-зважене</i>	1,0	736	8/87	1,16	9,36	1728	9/192	0,92	26,6
<i>Торфові ґрунти g=2, f_g=0,6; B=38 балів</i>									
Озима пшениця (зерно)	0,2	0	0/0	1,83	0	324	4/81	1,4	6,81
Картопля	0,2	945	10/95	1,59	3,03	1776	10/178	1,25	5,72
Багаторічні трави (сіно)	0,3	683	10/68	0,83	20,5	2282	11/207	0,86	68,5
Овочеві	0,3	702	10/70	0,78	1,89	1723	10/172	0,62	4,7
<i>Середньо-зважене</i>	1,0	604	7/81	1,16	7,32	1621	9/185	0,97	24,4

Примітка: М – зволожувальна норма; n/m – кількість поливів/поливна норма; KKD – фактичне значення KKD використання ФАР вирощуваною культурою %; M/Y – питомі затрати зрошувальної води на одиницю продукції м³/ц.

5. Порівняльна характеристика основних елементів режиму зволоження та показників технологічної ефективності при зрошенні дощуванням осушуваних земель

Культура	Частка культури в сівозміні	В сучасних умовах							
		Розрахункові роки за забезпеченістю, p, %							
		p=70%				p=90%			
		М	n/m	KKD	M/Y	М	n/m	KKD	M/Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Мінеральні ґрунти g=1, f_g=0,4; B=28 балів</i>									
Озима пшениця (зерно)	0,2	250	1/250	1,88	4,85	750	1/250	1,54	14,4
Картопля	0,2	1500	6/250	1,77	4,34	2250	9/250	1,46	6,27

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Багаторічні трави (сіно)	0,3	1250	5/250	0,89	34,9	2750	11/250	0,74	73,5
Овочеві	0,3	1250	5/250	0,85	3,0	2500	10/250	0,8	5,28
<i>Середньо-зважене</i>	1,0	1000	4/250	1,25	13,2	2250	9/250	1,02	27,7
<i>Торфові ґрунти $g=2, f_g=0,6; B=38$ балів</i>									
Озима пшениця (зерно)	0,2	250	1/250	1,89	4,83	1000	4/250	1,63	18,11
Картопля	0,2	1500	6/250	1,89	4,05	2500	4/250	1,8	5,66
Багаторічні трави (сіно)	0,3	1500	6/250	1	37,4	2750	11/250	0,79	69,2
Овочеві	0,3	1500	6/250	0,98	3,19	2500	10/250	0,81	5,21
<i>Середньо-зважене</i>	1,0	1250	5/250	1,35	13,9	2750	10/250	1,16	27,0

Отримані результати щодо визначення сумарного випаровування, водопотреби та технологічної ефективності зволоження осушуваних земель у змінних природно-кліматичних та агроеліоративних умовах Західного Полісся України переконливо свідчать про необхідність переоцінки можливостей та технічного стану існуючих дренажних систем шляхом зміни їх функціональних можливостей щодо проведення зволожувальних заходів на осушуваних землях на постійній основі.

Остаточний вибір технологій водорегулювання при обґрунтуванні типу, конструкції та параметрів системи можуть бути визначені на основі прогнозно-оптимізаційних розрахунків з урахуванням сучасних економічних та екологічних вимог [9, 11].

Перспективи подальших досліджень полягають, насамперед, у необхідності дослідження даного питання за довготерміновим прогнозом можливих змін кліматичних умов

зони Західного Полісся України на найближчу та віддалену перспективу.

Висновки. Отже, наявний рівень кліматичних змін, вплив яких вже є відчутним в аграрному виробництві, насамперед на землях із регульованим водним режимом, потребує вирішення низки завдань, головним з яких є необхідність прийняття рішень з адаптації до змін клімату взагалі та зростання величини водопотреби при вирощуванні сільськогосподарських культур на осушуваних землях зокрема. Це вимагає перегляду наявних вимог щодо обґрунтування режимно-технологічних та конструктивних рішень при проектуванні та будівництві дренажних систем з урахуванням цих змін. Результати дослідження можуть бути ефективно використані при обґрунтуванні адаптивних заходів до прогнозованих змін клімату та розробці проектів реконструкції та модернізації дренажних систем у регіоні відповідно до програми «Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року» [12].

Бібліографія

1. Про деякі завдання аграрної науки у зв'язку зі змінами клімату: наукова доповідь-інформація / М.І. Ромащенко, О.О. Собко, Д.П. Савчук, М.І. Кульбіда. Київ: Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2003. 46 с.
2. Rokochynskiy, A., Volk, P., Frolenkova, N., Prykhodko, N., Gerasimov, Ie., Pinchuk, O. (2019). Evaluation of climate changes and their accounting for developing the reclamation measures in western Ukraine. Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences. 28 (1). 3–13. DOI: 10.22630/PNIKS.2019.28.1.1
3. Kovalenko, P., Rokochynskiy, A., Jeznach, J., Koptuyuk, R., Volk, P., Prykhodko, N., Tykhenko, R. (2019). Evaluation of climate change in Ukrainian part of Polissia region and ways of adaptation to it. Journal of Water and Land Development. 41 (IV–VI). 77–82 DOI: 10.2478/jwld-2019-0030
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Выпуск 1. Украинская ССР. Книга 1. Ленинград: Гидрометеоиздат. 1990. 608 с.
5. Посібник до ДБН В.2.4.-1-99 «Меліоративні системи та споруди» (розділ 3. Осушувальні системи). Метеорологічне забезпечення інженерно-меліоративних розрахунків у проектах будівництва й реконструкції осушувальних систем / А.М. Рокочинський та ін. Київ: ВАТ «Укрводпроект», 2008. 63 с.

6. Проблеми і стратегія виконання Україною Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату / В.Я. Шевчук, І.В. Трофимова, О.М. Трофимчук та ін. Київ: УІНСіР, 2001. 96 с.
7. Руководство по проектированию осушительных систем в Украинской ССР: НТД 33.63-074-87. К.: Укргипроводхоз, 1987. 526 с.
8. Янголь А.М. Двустороннее регулирование влажности при осушении. М.: Колос, 1970. 135 с.
9. Рокочинський А.М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах: Монографія / За редакцією академіка УААН Ромащенко М.І. Рівне: НУВГП, 2010. 351 с.
10. Тимчасові рекомендації з прогнозування оцінки водного режиму та технологій водорегулювання осушуваних земель у проектах будівництва й реконструкції меліоративних систем / А.М. Рокочинський, В.А. Сташук, В.Д. Дупляк, Н.А. Фроленкова та ін. Рівне, 2011. 54 с.
11. Меліорація та облаштування Українського Полісся: колективна монографія / за ред. д.с-г.н., професора, акад. НААН Я.М. Гадзала, д.т.н., професора, член-кор. НААН В.А. Сташука, д.т.н., професора А.М. Рокочинського. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. Т. 1. 932 с.
12. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D1%80> (дата звернення: 20. 08. 2019).

References

1. Romashchenko, M., Sobko O., Savchuk, D., & Kulbida, M. (2003). Pro deiaki zavdannia ahrarnoi nauky u zviyazku zi zmi-namy klimatu [About some problems of agrarian science in connection with climate change]. Kiev: Instytut hidrotekhniki i melioratsii UAAN. [in Ukrainian].
2. Rokochynskiy, A., Volk, P., Frolenkova, N., Prykhodko, N., Gerasimov, Ie. & Pinchuk, O. (2019). Evaluation of climate changes and their accounting for developing the reclamation measures in western Ukraine. Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences. 28 (1). 3–13. DOI: 10.22630/PNIKS.2019.28.1.1.
3. Kovalenko, P., Rokochynskiy, A., Jeznach, J., Koptiuk, R., Volk, P., Prykhodko, N. & Tykhenko, R. (2019). Evaluation of climate change in Ukrainian part of Polissia region and ways of adaptation to it. Journal of Water and Land Development. 41 (IV–VI). 77–82. doi: 10.2478/jwld-2019-0030.
4. Nauchno-prikladnoi spravochnyk po klymatu SSSR. Seriya 3. Mnoholetnye dannye. Ukraynskaia SSR [Scientific and Applied Handbook on the Climate of the USSR. Series 3. Perennial data. The Ukrainian SSR]. (1990). (Vol 1–6. Iss.1.) Lenynhrad: Hydrometeoyzdat. [in Russian].
5. Rokochinskiy, A., Halik O., Frolenkova, N., Voloshchuk, V., Shalai, S., Zubyk, Ya., Bezhluk, V., Zubyk, L., Pokladnov, Ye., Savchuk, T., Koptiuk, R., Nesteruk, L., Volk, P. & Kotiai L. (2008). Posibnyk do DBN V.2.4-1-99 «Melioratyvni systemy ta sporudy» (Rozdil 3. Osushivalni systemy). Meteorologichne zabezpechennia inzhenerno-melioratyvnykh rozrakhunkiv u proektakh budivnytstva y rekonstruktsii osushivalnykh system [Guide to DBN V.2.4-1-99 «Reclamation systems and structures» (Chapter 3. Drainage systems) Meteorological support of engineering and reclamation calculations in drainage systems construction and reconstruction projects]. Kiev: (Vidkryte aktsionerne tovarystvo) VAT «Ukrvodproekt». [in Ukrainian].
6. Shevchuk, V., Trofimova, I. & Trofimchuk, O. (2001). Problemy i stratehiia vykonannia Ukrainoiu ramkovoii konventsii OON pro zminu klimatu [Problems and strategy of Ukraine's implementation of the UN Framework Convention on Climate Change]. Kiev. [in Ukrainian].
7. Rukovodstvo po proektyrovaniyu osushytelnykh system v Ukraynskoii SSR: NTD 33.63-074-87. (1987). [Guidelines for the design of drainage systems in Ukraine] Kiev: Ukrhyprovodkhoz. [in Russian].
8. Dvustoronnee rehulyrovanye vlazhnosty pry osushenyy. [Two-way humidity control with drainage]. Moscow: Kolos. [in Russian].
9. Rokochinskiy, A. (2010). Naukovi ta praktichni aspekty optimizatsii vodoregulyuvannya osushuvanykh zemel' na ekologo-ekonomichnykh zasadakh: Monografiya [The scientific and practical aspects optimization of water regulation drained lands on environmental and economic grounds. Monograph]. Ed. M.I. Romashchenko. Rivne: NUVGP. ISBN 978-966-327-141-5. [in Ukrainian].
10. Rokochynskiy, A.M., Stashuk, V.A., Dupliak V.D., & Frolenkova N.A. et al. (2011). Tymchasovi rekomendatsii z prohnaznoi otsinky vodnoho rezhymu ta tekhnologii vodorehulivuvannya osushuvanykh zemel u proektakh budivnytstva y rekonstruktsii melioratyvnykh system [Temporary recommendations for the predictive assessment of the water regime and water regulatory technologies

for drained lands in the projects of construction and reconstruction of reclamation systems]. Rivne: NUVGP. [in Ukrainian].

11. Hadzalo, Ya.M., Stashuk, V.A., & Rokochynskiy, A.M. et al. (2017). Melioratsiia ta oblashtuvannia Ukrainskoho Polissia [Reclamation and arrangement of the Ukrainian Polesie]. Ya.M. Hadzalo, V.A. Stashuk, A.M. Rokochynskiy (Ed.). Kherson: OLDI-PLIuS. [in Ukrainian]

12. Stratehii zroshennia ta drenazhu v Ukraini na period do 2030 roku. [Irrigation and drainage strategies in Ukraine until 2030]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D1%80>. [in Ukrainian].

А.М. Рокочинский, П.П. Волк, Р.М. Коптюк, Н.В. Приходько
Формирование водопотребности осушаемых земель относительно изменчивых климатических и агромелиоративных условий

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследования изменений величины водопотребности при выращивании сельскохозяйственных культур на осушаемых землях Западного Полесья Украины в изменчивых климатических и агромелиоративных условиях. Как на глобальном, так и на региональном уровнях изменения климата стали неоспоримым фактом, наличие которого поставило перед человечеством проблему необходимости решения целого ряда важнейших и сложных задач, связанных с разработкой и реализацией стратегии практического дальнейшего существования. Данные об испарении и водопотребности сельскохозяйственных культур в различные периоды их развития зависят от имеющихся климатических условий являются основой разработки проектных и формирования эксплуатационных режимов водорегулирования, что осуществляется путем выбора и обоснования необходимых способов водорегулирования, типов, конструкций и режимов работы гидромелиоративных систем, расчета их параметров. Для достижения поставленной цели авторами выполнена оценка климатических условий Западного Полесья Украины, спланировано и осуществлено широкомасштабный машинный эксперимент на ЭВМ, в основу которого положен комплекс прогнозно-имитационных моделей относительно основных режимно-технологических изменчивых параметров гидромелиоративных систем, климатических условий местности, водного режима, технологий водорегулирования и продуктивности осушаемых земель для схематизированных природных, агротехнических и мелиоративных условий. Объектом исследований выбрана дренажная система «Бирки» Ровенской области, которая по природно-агрометеорологическим условиям является типичной для данного региона. За долгосрочным прогнозом определены вегетационные значения суммарного испарения, формирование водопотребности осушаемых земель в изменчивых климатических и агромелиоративных условиях. Выполнена оценка технологической эффективности различных технологий увлажнения осушаемых земель. Полученные результаты могут быть эффективно использованы при обосновании режимно-технологических решений в проектах строительства и реконструкции гидромелиоративных систем Западного Полесья Украины в изменчивых климатических условиях и разработке гидротехнических адаптивных мер к прогнозируемым изменениям климата в регионе.*

***Ключевые слова:** водопотребность, осушаемые земли, изменения климата, минеральные почвы, торфяные почвы, модуль водоподачи, технологии водорегулирования.*

A.M. Rokochinskiy, P.P. Volk, R.M. Koptuyuk, N.V. Prykhodko
Water need formation on the drained lands in the variable climatic, agricultural and ameliorative conditions

***Abstract.** The article presents the results of the study on water needs for growing crops on the drained lands of the Western Polissya of in the variable climatic, agricultural and ameliorative conditions. At both global and regional levels, climate change has become an indisputable fact, the presence of which has posed to humanity the challenge of solving a number of extremely important and complex tasks related to the development and implementation of a strategy for their practical continued existence. Data base on the evaporation and water needs for agricultural crops in the different periods of their growing, depending on the climatic conditions, are the basis for the development of design and formation of operational regimes in water regulation carried out by justifying the necessary methods of water regulation, types, structures and modes of operation of hydro-reclamation systems and calculation of their parameters. To achieve this goal, the authors evaluated the climate conditions in the Western Polissya of Ukraine and calculated the evaporation in the studied conditions, planned and carried out a large-scale computer experiment, based on a complex of predictive-simulation models*

concerning the basic regime and technological variables of the hydro-reclamation system parameters, climate conditions, water regime, water regulation technologies and productivity of the drained lands for the schematized natural, agricultural and ameliorative conditions. The object of the study is the drainage system “Birky” in Rivne region, which is typical for the region as to the natural land reclamation conditions. Based on the long-term forecast the vegetative values of the total evaporation and the formation of water needs for the drained lands in the variable climatic, agricultural land reclamation conditions were determined. It was evaluated the technological efficiency of different technologies of irrigation of drained land. The obtained results can be effectively used for the justification of regimes and technological decisions in the projects of construction and reconstruction of hydro-reclamation systems of the Western Polissya in Ukraine in the variable climate conditions and developing hydro-technical adaptive measures to the predicted climate change in the region.

Key words: water needs, drained lands, climate change, mineral soils, peat soils, water supply module, water regulation technologies.