

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202002-262>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/262>

УДК 631.674.6:551.583

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

М.І. Ромащенко¹, докт. техн. наук, А.П. Шатковський², докт. с.-г. наук, В.В. Васюта³, докт. с.-г. наук, О.В. Журавльов⁴, канд. с.-г. наук, С.В. Усатий⁵, Л.Г. Усата⁶, І.М. Овчатов⁷

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-9997-1346>; e-mail: mi.romashchenko@gmail.com;

² Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-4366-0397>; e-mail: andriy-1804@ukr.net;

³ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0001-7786-1843>; e-mail: v.vladvir1@gmail.com;

⁴ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0001-7035-219X>; e-mail: zhuravlov_olexandr@ukr.net;

⁵ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0001-8784-4078>; e-mail: s_usatyi@ukr.net;

⁶ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-3265-9024>; e-mail: usataya_l@ukr.net;

⁷ ДП «ДГ «Великі Кліни» Інституту водних проблем і меліорації НААН,
с. Великий Клин, Голопристанського району, Херсонської області, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-0912-1365>; e-mail: v.klyn2020@ukr.net

Анотація. У статті виконано всебічний аналіз сучасного стану, обґрунтовано перспективні напрями розвитку способів мікрозрошення в Україні через призму кліматичних трансформацій. Наведено динаміку площ сільськогосподарських культур, які зростають за допомогою способів мікрозрошення у світі та Україні, а також структуру площ мікрозрошення у розрізі регіонів України та видів сільськогосподарських культур. Виокремлено найбільші агропідприємства, які є вітчизняними лідерами з впровадження способів мікрозрошення, виробників обладнання та поставальників технічних засобів мікрозрошення. Сучасний етап розвитку мікрозрошення в Україні визначено як рівень високого розуміння технологій його застосування та постійно зростаючого використання можливостей і розширення сфер застосування цих способів зрошення. Підкреслено вагомим значенням вітчизняних науково-дослідних установ у розвитку та популяризації способів мікрозрошення. Із застосуванням теоретичних методів наукового дослідження (аналіз та синтез, порівняння, класифікація та узагальнення) систематизовано найбільш вагомим науковим результатом ІВПіМ НААН та наведено перелік підготовлених нормативних і методичних документів за напрямом мікрозрошення. Наведено потребу України в системах мікрозрошення сільськогосподарських культур на період до 2030 року, обґрунтовано тенденції та перспективні напрями розвитку способів мікрозрошення, які відповідають як загальносвітовому тренду щодо екологічно безпечного зрошення, так і принципам ресурсо- та енергозбереження. Визначено важливість державної підтримки впровадження способів мікрозрошення в частині збільшення суми бюджетних асигнувань за діючими програмами державної підтримки аграрного сектора економіки України.

Ключові слова: зміни клімату, способи мікрозрошення, краплинне зрошення, перспективні напрями розвитку.

Актуальність дослідження. Глобальні зміни клімату в бік потепління – це сьогоднішня реальність, факт, який неможливо не помічати або заперечувати. Закономірно, що кліматичні зміни не обійшли й Україну. Навпаки, процеси потепління на території нашої країни останнім часом посилилися та стали інтенсивнішими (зростання на 0,6 °C за 10 років), ніж у середньому по планеті (+0,29 °C). Унаслідок цього, як свідчать дані Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС та НАН України [1], за останні 30 років середньорічна температура в Україні

зросла майже на 1 °C. Це практично дорівнює підвищенню температури повітря по всій земній кулі за останнє сторіччя [2].

До основних наслідків змін клімату належить зміна гідрологічного режиму, зменшення кількості та погіршення якості водних ресурсів і забезпеченості ними всіх галузей економіки, а в першу чергу – аграрного виробництва [2]. Значне зростання дефіциту природного вологозабезпечення перетворило його в лімітуючий фактор сталого розвитку аграрного сектора економіки держави. Яскраве підтвердження цього положення – цьогорічна

масштабна посуха, спричинена відсутністю продуктивних опадів восени 2019 р. і безніжною зимою, наслідком якої стала загибель понад 350 тис. га озимих сільськогосподарських культур.

Частково компенсувати негативний вплив змін клімату має збільшення площ зрошення на 1,0–1,2 млн. га відповідно до завдань схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. № 688-р. «Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року» [3]. Цим документом сформовано ключові напрями державної політики в галузі меліорації та визначено, що розвиток зрошення повинен базуватись виключно на новій техніко-технологічній основі, в тому числі – впровадженні сучасних ресурсо- та енергоефективних, а також екологічно безпечних способів зрошення.

Найбільшою мірою цим критеріям відповідають способи мікрозрошення, конструктивними ознаками яких є дискретне, з мінімальними непродуктивними втратами, під відносно низьким тиском та низькою інтенсивністю подавання поливної води і добрив у зону інтенсивного розвитку кореневої системи рослин [4]. Перелічені конструктивні ознаки реалізовано на системах краплинного зрошення з наземним і внутрішньогрунтовим розміщенням поливних трубопроводів, мікродощування, краплинно-ін'єкційного та краплинно-імпульсного поливу, підкранового і надкранового дощування, мікроструминного та дрібнодисперсного (аерозольного) зрошення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Зважаючи на гостру актуальність тематики в останні роки проведено досить значний комплекс різнопланових досліджень із впливу кліматичних змін на складові аграр-

ного сектора економіки України. Найбільш системні дослідження за цією тематикою виконано вченими НААН: Інституту агроєкології і природокористування [5; 6], Інституту водних проблем і меліорації [2; 7], Інституту зрошеного землеробства [8; 9; 10] та ін. Однак, обґрунтування перспектив і шляхів розвитку способів мікрозрошення через призму кліматичних трансформацій досліджено недостатньо.

Отже, **мета дослідження** – всебічний аналіз сучасного стану, перспектив і напрямів розвитку способів мікрозрошення в Україні з урахуванням змін клімату.

Матеріали і методи дослідження. Застосовано теоретичні методи наукового дослідження: аналіз і синтез, порівняння, класифікація та узагальнення.

Результати дослідження та їх обговорення. За даними Міжнародної комісії з іригації та дренажу (ICID) станом на 2019 р. способами мікрозрошення поливалось понад 18 млн. га [11], що складає біля 5,4% від загальносвітової площі зрошуваних земель (333 млн. га). За цього в динаміці площ мікрозрошення варто відмітити два періоди інтенсивного їх збільшення: з 1995 по 2010 рр. у 4 рази або +7,6 млн. га та протягом 2013–2016 рр.: +4,8 млн. га (рис. 1).

Отже, протягом перших 15–20 років був період становлення, визначення можливостей, ефективності та напрямів застосування способів мікрозрошення, а вже потім – інтенсивного їх впровадження. Варто також зазначити, що понад 75% світових площ мікрозрошення розміщено в шести країнах світу: Китаї (5,4 млн. га), США (2,0 млн. га), Індії (1,9 млн. га), Іспанії (1,8 млн. га), Туреччині та Ірані (по 1,0 млн. га).

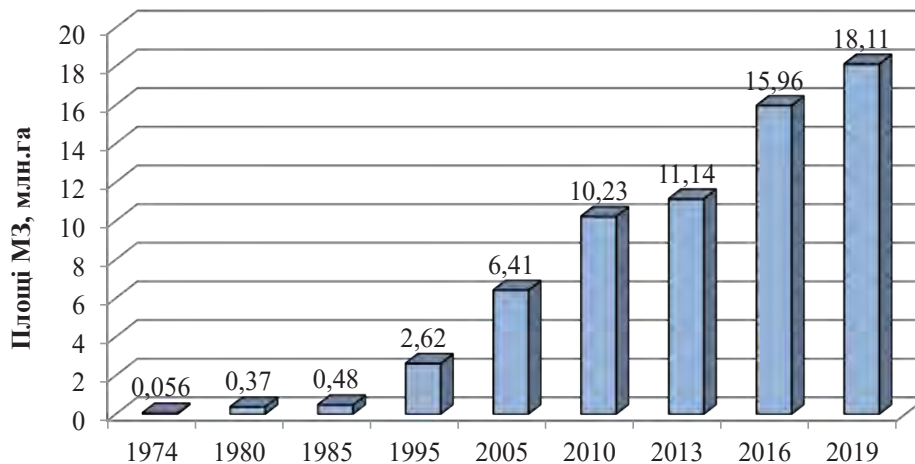


Рис. 1 Динаміка площ мікрозрошення у світі (1974–2019 рр.)

За даними Держводагентства в Україні у 2020 р. фактично зрошували 551,4 тис. га, з них краплинним зрошенням – 69,8 тис. га або 12,7%. Аналізуючи динаміку (рис. 2) бачимо, що в період з 2002 по 2013 рр. площі мікрозрошення зростали досить інтенсивно, у т.ч. – завдяки державній підтримці розвитку садівництва, виноградарства та хмелярства, а також активному впровадженню способів мікрозрошення в овочівництві. У 2015 р. вони зменшились у зв'язку з анексією АР Крим, а починаючи з 2016 р. спостерігаємо тренд незначного їх зростання (у межах 5%).

Згідно із статистичними даними, біля 2/3 або 44,4 тис. га усіх площ мікрозрошення розташовано на Херсонщині [12] (рис. 3), а у розрізі сільськогосподарських культур переважають овоче-баштанні і картопля – 53% та багаторічні (плодово-ягідні і виноградні насадження) – 38% (рис. 4).

Серед вітчизняних агровиробників лідером із впровадження технологій мікрозрошення є група компаній «Агрофьюжн», яка щорічно вирощує біля 7500 га розсадних

томатів із застосуванням систем краплинного та підгрунтового краплинного зрошення.

В Україні наразі освоєно увесь цикл виробництва обладнання для впровадження систем мікрозрошення. Так, провідними вітчизняними виробниками технічних засобів мікрозрошення є такі компанії як ТОВ «Ірригатор Україна» (м. Одеса), ТОВ «Сантехпласт» (м. Харків), ТОВ «Техносервіс» (м. Мелітополь). Серед постачальників обладнання для систем мікрозрошення активними учасниками ринку є такі компанії як «Netafim», ТОВ «НВП «Ірригаційні системи», «А.І.К. Ltd», ТОВ «Уніфер» та ін.

Для більш чіткого розуміння сучасного стану розвитку мікрозрошення в Україні необхідно згадати нормативний документ Мінводгоспу СРСР 1985 р. [13], яким було визначено, що «капельное орошение предназначено для полива садов и виноградников», а також його необхідно застосовувати виключно на тих ділянках, де впровадження інших способів зрошення є неможливим. Сьогодні ж, завдяки своїй високій ефективності та низькій переваг,

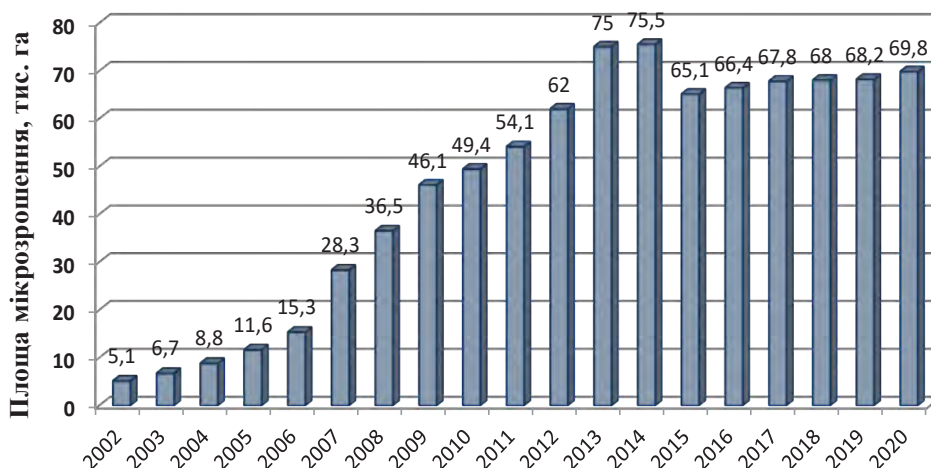


Рис. 2 Динаміка площ мікрозрошення в Україні (2002–2020 рр.)

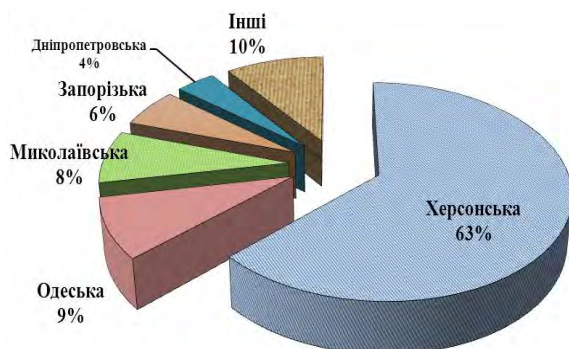


Рис. 3 Розподіл площ мікрозрошення сільськогосподарських культур у розрізі регіонів

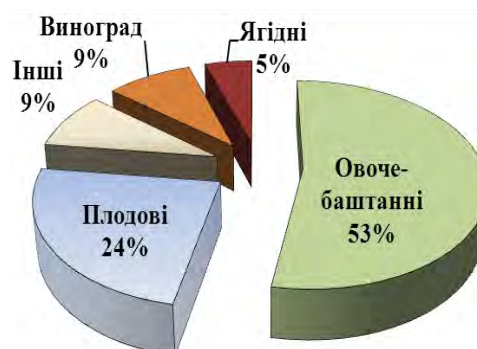


Рис. 4 Структура площ мікрозрошення сільськогосподарських культур

мікрозрошення успішно застосовують не тільки як безальтернативний спосіб поливу багаторічних насаджень, а й в овочівництві, за вирощування зернових, зернобобових, технічних, лікарських та інших культур.

Отже, характеризуючи сучасний етап розвитку мікрозрошення в Україні, можна стверджувати, що є достатньо зріле розуміння технологій його застосування та постійно зростаюче використання можливостей і постійне розширення сфер застосування цих способів зрошення.

Важливим фактором у нарощуванні площ та популяризації мікрозрошення сільськогосподарських культур є дослідження вітчизняних науково-дослідних установ. Так, в Україні дослідження впливу мікрозрошення на систему «грунт-рослина-навколишнє середовище» було розпочато ще в кінці 60-х – на початку 70-х років вченими Мелітопольської дослідної станції зрошуваного садівництва, Українського науково-дослідного інституту гідротехніки і меліорації [14] та Інституту «Укрдїпроводгосп». Варто зазначити, що з 1986 р. в Українському науково-дослідному інституті гідротехніки і меліорації (нині Інститут водних проблем і меліорації НААН, ІВПіМ) функціонував інженерний центр мікрозрошення, на який наказом Мінводгоспу було покладено функції координатора наукових досліджень за цим напрямом на теренах колишнього СРСР.

У системі НААН дослідження способів мікрозрошення, крім ІВПіМ, виконують вчені таких установ як Мелітопольська дослідна станція садівництва імені М.Ф. Сидоренка, Інститут зрошуваного землеробства, Інститут рису, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства імені В.С. Таїрова», Інститут овочівництва і баштанництва, а серед закладів вищої освіти – Миколаївський національний аграрний університет, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Херсонський державний аграрно-економічний університет, Національний університет водного господарства та природокористування, Дніпровський аграрно-економічний університет, Уманський національний університет садівництва та ін.

За майже 50-річний період вітчизняними вченими було визначено переваги мікрозрошення перед іншими способами зрошення, розроблено технології їх впровадження, нормативно-методичну базу з проектування та експлуатування систем мікрозрошення,

широкий спектр технічних засобів поливу, досліджено закономірності формування водного режиму та ґрунтових процесів залежно від якості поливної води і систем удобрення.

За результатами цих досліджень обґрунтовано:

- концептуальні засади розвитку способів мікрозрошення;
- нові положення методики проведення і закладання польових дослідів з урахуванням специфіки локальних способів зрошення;
- математичні моделі вологоперенесення за різних умов водоподачі;
- моделі «водоспоживання–врожайність» за краплинного зрошення;
- параметри і закономірності формування зон зволоження ґрунтів;
- параметри режимів краплинного зрошення і водоспоживання рослин, норми водопотреби сільськогосподарських культур;
- методи діагностування строків поливу.

Розроблено технології мікрозрошення сільськогосподарських культур, які у дослідях ІВПіМ забезпечували врожайність кукурудзи на зерно – 18–20 т/га, сої – 6,0–6,5 т/га, буряку цукрового – 111–120 т/га, томатів – 140–150 т/га, цибулі і капусти – 80–100 т/га, картоплі ранньої – 28 т/га, винограду технічних сортів – 10–12 т/га, винограду столових сортів – 15 т/га, яблук – 60–65 т/га, кавуна – 50–55 т/га, арахісу – 3,0–3,5 т/га, рису – 9–10 т/га [15].

Завдяки цьому інвестиції в проекти мікрозрошення окуповуються за вирощування овочевих та інших просапних культур у перший рік, а багаторічних – протягом 2–3 років після вступу в плодоношення.

У той же час, враховуючи обмежені фінансові можливості і виробничу базу, в питанні розроблення технічних засобів мікрозрошення установам НААН важко конкурувати з провідними закордонними компаніями. Незважаючи на ці обставини, зокрема ІВПіМ НААН завершено ряд розробок, які практично не поступаються зарубіжним аналогам: програматор автоматизованого управління процесом поливу, контроллер промивання фільтрів, засоби контролю за вологістю ґрунту, технічні засоби підготовки води, комплект з'єднувальних деталей, система управління процесом поливу на основі трьохпроводної лінії зв'язку, укладач і збирач поливних краплинних трубопроводів та імпульсний краплинний водовипуск [16]. У різні роки було налагоджено серійне виробництво більшості цих розробок на вітчизняних підприємствах згідно із затвердженими технічними умовами,

а на окремі отримано патенти на винахід із проведенням їх експертизи по суті.

Результати проведених теоретичних і експериментальних досліджень стали основою для підготовки вітчизняної нормативно-методичної бази з питань мікрозрошення, а саме:

- 14 національних стандартів;
- посібника до ДБН В.2.4–1–99 «Меліоративні системи і споруди» – «Системи краплинного зрошення. Загальні технічні вимоги та методи визначення технологічних параметрів»;
- навчального посібника «Краплинне зрошення», рекомендованого Міністерством освіти і науки України;
- посібника з організації системи режимних спостережень для оцінювання стану ґрунтів;
- монографій та фахових наукових статей в періодичних виданнях, включених до наукометричних баз Scopus і Web of Science;
- понад 20 науково-практичних рекомендацій виробництву та ін.

Науково обґрунтовані інтенсивні технології мікрозрошення сільськогосподарських культур впроваджено в багатьох агрогосподарствах України на загальній площі понад 15 тис. га.

Показовими в цьому плані є багаторічні спільні науково-виробничі дослідження ІВПіМ НААН та компанії «Agrofusion» із розроблення технології краплинного зрошення томата розсадного з продуктивністю понад 120 т/га, яку успішно впроваджено на полях цього агропідприємства [17].

За напрямом «мікрозрошення сільськогосподарських культур» в ІВПіМ НААН за останні 15 років підготовлено і захищено 2 докторські та 17 кандидатських дисертацій.

Подальший розвиток мікрозрошення буде зорієнтовано на оптимізацію витрат поливної води та енергетичних ресурсів. Реалізація цього завдання передбачає:

- зниження тиску в мережі та зменшення діаметрів трубопроводів (відповідно – матеріалів на їх виготовлення), збільшення площі одночасного поливу (площі поливного модуля);
- впровадження і використання альтернативних джерел енергії для водопостачання систем зрошення: для підйому і подачі води на зрошення використовувати енергію сонця і вітру,
- використання поливних трубопроводів багаторічного терміну експлуатації з крапельницями компенсаційного типу;
- впровадження систем управління поливами з метою оптимізації водного режиму на основі використання ГІС-технологій, авто-

матичних датчиків вологості ґрунту, інтернет-метеостанцій тощо;

- зниження норм мінеральних добрив за рахунок впровадження системи удобрення на основі дискретного їх внесення з поливною водою;

- застосування пестицидів – внесення засобів захисту рослин з поливною водою;

- перехід до «*нової філософії*» технологій краплинного зрошення, яка полягає в плануванні та отриманні не максимального, а оптимального рівня врожайності з мінімальними питомими витратами і низькою собівартістю продукції.

Аналіз показує, що серед способів мікрозрошення перспективу має різновид краплинного способу зрошення із внутрішньогрунтовым розміщенням трубопроводів, як правило – на глибині від 15–20 см, який відомий у світовій практиці як «subsurface drip irrigation» (SDI) [18]. На сьогодні в Україні промислове використання цього способу зрошення перебуває на початковому етапі – реалізовано пілотні проекти на площі біля 4000 га і, на наше переконання, саме цей різновид краплинного зрошення має стати новим трендом у вітчизняній іригації.

Додаткові можливості у вирішенні завдання зменшення питомих витрат води на вирощування сільськогосподарської продукції має забезпечити поєднання технологій краплинного зрошення та системи землеробства «no-till», а також перехід на імпульсний (компенсаційний) режим водоподачі.

Висновки. Глобальні зміни клімату, продовольча криза на фоні зростаючого дефіциту водних ресурсів є передумовами для значного розширення використання способів мікрозрошення для поливу всіх сільськогосподарських культур. Згідно з положеннями «Стратегії...» [3] потенційна потреба України в системах мікрозрошення становить не менше 250 тис. га до 2030 р.

Подальше динамічне нарощування обсягів мікрозрошення потребуватиме державної підтримки через механізми компенсації вартості встановлення систем мікрозрошення для поливу сільськогосподарських культур.

Розвиток технологій та технічних засобів мікрозрошення в контексті водо- та енергозбереження створить передумови для найширшого його використання для вирощування практично всіх сільськогосподарських культур в умовах прогресуючого погіршення природного вологозабезпечення внаслідок змін клімату.

Бібліографія

1. Projections of air temperature and relative humidity in Ukraine regions to the middle of the 21st century based on regional climate model ensembles / Krakovska S.V. et al. // *Геоінформатика*. 2018. № 3(67). С. 62–77.
2. Вплив сучасних кліматичних змін на водні ресурси та сільськогосподарське виробництво / Ромащенко М.І. та ін. // *Меліорація і водне господарство*. 2020. № 2. С. 5–22. <https://doi.org/10.31073/mivg202001-235>
3. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. № 688-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D1%80> (дата звернення: 21.11.2020).
4. Ayare B.L., Mane M.S., Magar S.S. Principles of Drip Irrigation System. New Delhi: Jain Brothers, 2014. 224 p.
5. Тараріко О.Г., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л. Вплив змін клімату на продуктивність та валові збори зернових культур: аналіз та прогноз // *Український географічний журнал*. 2016. № 1. С. 14–22.
6. Тараріко О.Г., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л. Формування екологічно стійких агроландшафтів в умовах змін клімату // *Агроекологічний журнал*. 2013. № 4. С. 13–21.
7. Актуальні питання розвитку зрошення у контексті змін клімату / Ромащенко М.І. та ін. // *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2008. Спецвипуск. С. 21–27.
8. Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України: монографія / Р.А. Вожегова та ін. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 751 с.
9. Нетіс І.Т. Зміна клімату в зоні зрошення // *Зрошуване землеробство*. 1994. Вип. 39. С. 7–12.
10. Вожегова Р.А. Наукові основи адаптування систем зрошеного землеробства до кліматичних змін – селекція та сортові технології // *Аграрні інновації*. 2020. № 1. 2020. С. 26–32. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.4>
11. Agricultural Water Management for Sustainable Rural Development: Annual Report 2018-2019. New Delhi: ICID. 2019. 98 p. URL: https://www.icid.org/ar_2018.pdf (дата звернення: 17.11.2020).
12. Про поливну кампанію 2020 року. URL: <https://buvrnd.gov.ua/pro-polivnu-kampaniyu-2020-roku.htm?ps=1> (дата звернення: 18.11.2020).
13. Капельное орошение. Пособие к СНиП 2.06.03-85 (21) «Мелиоративные системы и сооружения». Москва: В/О «Союзводпроект». 1985. 196 с.
14. Исследование основных параметров капельного орошения: отчет о НИР (промежуточный): инв. № А-120 / УкрНИИГиМ. Киев, 1973. 88 с.
15. Технології вирощування сільськогосподарських культур за краплинного зрошення (рекомендації – наукове видання) // За редакцією М.І. Ромащенко. Київ: ЦП «Компринт», 2015. 379 с.
16. Перспективные технические разработки в области капельного орошения / Ромащенко М.И. и др. // *Овощеводство*. 2014. № 2(110). С. 54–57.
17. Черевичний Ю.О. Обґрунтування режиму краплинного зрошення томата розсадного для комбайнового збирання в умовах Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації». Київ, 2020. 23 с.
18. Douh B., Abdelhamid B. Subsurface drip irrigation and water management under semi-arid climate // *Advances in Environmental Research* / Editors : Justin A. Daniels. New York. 2012. P. 181–198.

References

1. Krakovska, S.V., Palamarchuk, L.V., Gnatiuk, N.V., & Shpytal, T.M. (2018). Projections of air temperature and relative humidity in Ukraine regions to the middle of the 21st century based on regional climate model ensembles. *Heoinformatyka*, 3(67). 62–77.
2. Romashchenko, M.I., Husyev, Y.V., Shatkovskiy, A.P., Saidak, R.V., Yatsyuk, M.V., Shevchenko, A.M., & Matiash, T.V. (2020). Vplyv suchasnykh klimatychnykh zmin na vodni resursy ta silskohospodarske vyrobnytstvo [Impact of climate change on water resources and agricultural production]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo*, 1, 5–22. <https://doi.org/10.31073/mivg202001-235> [in Ukrainian]
3. Stratehiia zroshennia ta drenazhu v Ukraini na period do 2030 roku [Irrigation and drainage strategy in Ukraine until 2030]: Skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy № 688-p. (2019, August 14). *Uriadovyi kurier*, 170. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D1%80> [In Ukrainian]
4. Ayare, B.L., Mane, M.S., & Magar, S.S. (2014). Principles of Drip Irrigation System. New

Delhi: Jain Brothers.

5. Tarariko, O.H., Iliencko, T.V., & Kuchma, T.L. (2016). Vplyv zmin klimatu na produktyvnist ta valovi zbory zernovykh kultur: analiz ta prohnoz [The impact of climate change on the productivity and gross harvest of cereals: analysis and forecast]. *Ukrainskyi heohrafichniy zhurnal*, 1, 14–22. [in Ukrainian]

6. Tarariko, O.H., Iliencko, T.V., & Kuchma, T.L. (2013). Formuvannia ekolohichno stiikykh ahro-landshaftiv v umovakh zmin klimatu [Formation of ecologically sustainable agrolandscapes in the conditions of climate change]. *Ahroekolohichniy zhurnal*, 4, 13–21. [in Ukrainian]

7. Romashchenko, M.I., Shatkovskiy, A.P., Savchuk, D.P., Shevchenko, A.M., & Ryabkov, S.V. (2008). Aktualni pytannia rozvytku zroshennia u konteksti zmin klimatu [Current issues of irrigation development in the context of climate change]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN»*, special issue, 21–27. [in Ukrainian]

8. Vozhehova, R.A. (Ed.). (2018). *Naukovi osnovy adaptatsii system zemlerobstva do zmin klimatu v Pivdennomu Stepu Ukrainy* [Scientific bases of adaptation of agricultural systems to climate change in the Southern Steppe of Ukraine]. Kherson: OLDI-PLUS.

9. Netis, I.T. (1994). *Zmina klimatu v zoni zroshennia* [Climate change in the irrigation zone]. *Zroshuvane zemlerobstvo*, 39, 7–12. [in Ukrainian]

10. Vozhehova, R.A. (2020). *Naukovi osnovy adaptuvannia system zroshuvanoho zemlerobstva do klimatychnykh zmin – selektsiia ta sortovi tekhnolohii* [Scientific bases of adaptation of irrigated agriculture systems to climate change – selection and varietal technologies]. *Ahrarni innovatsii*, 1, 26–32. <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2020.1.4>. [in Ukrainian]

11. *Agricultural Water Management for Sustainable Rural Development: Annual Report 2016–2017*. (2018). New Delhi: ICID. Retrieved from: https://www.icid.org/ar_2018.pdf.

12. Pro polyvnu kampaniiu 2020 roku [About the irrigation campaign of 2020]. buvrnd.gov.ua. Retrieved from: <https://buvrnd.gov.ua/pro-polyvnu-kampaniyu-2020-roku.htm?ps=1>. [In Ukrainian]

13. *Kapelnoe oroshenye. Posobie k SNiP 2.06.03-85 (21) Melyorativnye sistemy i sooruzheniya* [Drip irrigation. Manual for building regulations Reclamation systems and facilities]. (1985). Moscow: Soiuzvodproekt. [in Russian]

14. UkrNIIGiM. (1973). *Issledovanie osnovnykh parametrov kapelnogo orosheniya* [The study of the main parameters of drip irrigation]. *Otchet o NIR (promezhutochnyi): inv. № A-120*. Kiev. [in Russian]

15. Romashchenko, M.I. (Ed.) (2015). *Tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur za kraplynnoho zroshennia* [Technologies for growing crops under drip irrigation]. Kyiv: TsP «Komprynt». [in Ukrainian]

16. Romashchenko, M.I., Shatkovskiy, A.P., Bezruk, V.V., & Maidanovych, V.S. (2014). *Perspektyvnye tekhnicheskiye razrabotky v oblasti kapelnogo orosheniya* [Advanced technical developments in the field of drip irrigation]. *Ovoshchevodstvo*, 2(110), 54–57. [in Russian]

17. Cherevychnyi, Yu.O. (2020). *Obgruntuvannia rezhymu kraplynnoho zroshennia tomata rozsadnoho dlia kombainovoho zbyrannia v umovakh Stepu Ukrainy* [Substantiation of the drip irrigation regime of tomato seedlings for combine harvesting in the conditions of the Steppe of Ukraine]. Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv: IWPLR. [in Ukrainian]

18. Douh, B., & Abdelhamid, B. (2012). *Subsurface drip irrigation and water management under semiarid climate*. Ed.: Justin A. Daniels. *Advances in Environmental Research*. New York.

**М.И. Ромащенко, А.П. Шатковский, В.В. Васюта,
А.В. Журавлев, С.В. Усатый, Л.Г. Усатая, И.Н. Овчатова**

Состояние и перспективы применения микроорошения в условиях изменения климата
Аннотация. В статье выполнен всесторонний анализ современного состояния, обоснованы перспективные направления развития способов микроорошения в Украине через призму климатических трансформаций. Приведена динамика площадей сельскохозяйственных культур, которые орошают при помощи способов микроорошения в мире и Украине, а также структуру площадей микроорошения в разрезе регионов Украины и видов сельскохозяйственных культур. Выделены крупнейшие агропредприятия, которые являются отечественными лидерами по внедрению способов микроорошения, производители оборудования и поставщики технических средств микроорошения. Современный этап развития микроорошения в Украине определен как уровень высокого понимания технологий его применения и постоянно растущего использования возможностей и расширения сфер применения этих способов орошения. Подчеркнуто большое значение отечественных научно-исследовательских учреждений в развитии и популяризации способов микроорошения. С применением теоретических методов научного исследования (анализ и синтез, сравнение, классифи-

кація и обобщение) систематизированы наиболее значимые научные результаты ИВПиМ НААН и приведен перечень подготовленных нормативных и методических документов по профилю микроорошения. Приведена потребность Украины в системах микроорошения сельскохозяйственных культур на период до 2030 года, обоснованы тенденции и перспективные направления развития способов микроорошения, которые соответствуют как общемировому тренду экологически безопасного орошения, так и принципам ресурсо- и энергосбережения. Определены важность государственной поддержки по внедрению способов микроорошения в части увеличения суммы бюджетных ассигнований по действующим программам государственной поддержки аграрного сектора экономики Украины.

Ключевые слова: изменения климата, способы микроорошения, капельное орошение, перспективные направления развития.

**M.I. Romashchenko, A.P. Shatkovskyi, V.V. Vasiuta,
O.V. Zhuravlov, S.V. Usatyi, L.G. Usata, I.M. Ovchatov**

State and prospects of microirrigation' application in the context of climate change

Abstract. The article provides a comprehensive analysis of the current state, reasonably promising directions for the development of microirrigation methods in Ukraine through the prism of climatic transformations. The dynamics of the areas of agricultural crops irrigated using microirrigation methods in the world and in Ukraine, as well as the structure of the areas of micro-irrigation in the context of regions of Ukraine and types of crops are shown. The largest agricultural enterprises, which are domestic leaders in the introduction of microirrigation methods, equipment manufacturers and suppliers of technical means of microirrigation, have been identified. The current stage of development of microirrigation in Ukraine is defined as a level of high understanding of technologies of its application and constantly growing use of opportunities and expansion of spheres of application of these methods of irrigation. The essential importance of domestic research institutions in the development and popularization of microirrigation methods is emphasized. With the use of theoretical methods of scientific research (analysis and synthesis, comparison, classification and generalization), the most significant scientific results of IWPaLM NAAS are systematized and a list of prepared regulatory and methodological documents in the direction of microirrigation is given. The need of Ukraine in microirrigation systems for agricultural crops for the period up to 2030 is given, trends and promising directions for the development of microirrigation methods that correspond to both the global trend of environmentally friendly irrigation and the principles of resource and energy conservation are given. The importance of state support for the introduction of microirrigation methods in terms of increasing the amount of budgetary allocations under the existing programs of state support for the agricultural sector of the Ukrainian economy is determined.

Key words: climate change, methods of micro-irrigation, drip irrigation, perspective directions of development.