

4.11 Інноваційні рішення розвитку зрошення в Україні за умов глобальної спеціалізації аграрного сектора

Аграрний сектор України забезпечує левову частку валютних надходжень. Так, у 2021 р. частка агропродовольчої продукції у загальних обсягах українського експорту складала 41%. Задля підтримання статусу «локомотива економіки» з високим експортним потенціалом необхідно мінімізувати вплив чинників, що стримують розвиток аграрного сектора, серед яких природно-кліматичний фактор відіграє провідну роль. Вітчизняні показники водоемності промислового і сільськогосподарського виробництва втричі-вчетверо вищі, ніж в країнах ЄС. Тоді як згідно з даними FAO Україна має один із найнижчих показників внутрішніх відновних водних ресурсів серед країн Європи – 1245 куб.м/рік/людину, що у 2,4, 2,5, 5, 7,1 та 13,8 раза нижче, ніж в Болгарії, Франції, Австрії, Латвії та Швеції відповідно. Мало того, більшість вітчизняних регіонів мають катастрофічно низький рівень водозабезпечення: питоме забезпечення населення місцевими ресурсами річкового стоку у розрахунку на одного жителя в Одеській, Донецькій, Херсонській, Дніпропетровській та Запорізькій областях становить 0,14, 0,21, 0,22, 0,24 та 0,32 тис. м³/рік [309]. За роки незалежності України через низку причин (кліматичні зміни, екологічно невиправдане осушення земель, недотримання природоохоронних вимог, високе сільгоспосвоєння земель) відбулося зникнення з географічних карт понад 10 тис. малих річок. Тому відновлення та охорона водних ресурсів мають стати основними напрямками водної політики, а принципи водоощадності мають бути впроваджені в усіх дотичних до водного сектора галузях, в т.ч. в сільському господарстві.

Через глобалізаційні процеси міжнародної спеціалізації зростає роль і відповідальність агропродовольчого комплексу України. За оцінками FAO агроресурсний потенціал України дозволяє отримувати сільгосппродукцію в обсягах необхідних для забезпечення харчовими продуктами 450-500 млн осіб, тоді як сьогодні ці можливості не використовуються повною мірою. У результаті

стрімкого зростання внутрішнього і зовнішнього попиту на сільськогосподарську продукцію в Україні необхідно сформувати потужний агропродовольчий комплекс, задіявши при цьому всі ресурсні можливості. Під час військових дій росії проти України окреслилася значна роль національного аграрного виробництва у формуванні продовольчої безпеки не лише України, а й всього світу. А отже відродження меліоративної галузі беззаперечно є перспективною складовою інтенсифікації та підвищення ефективності сільського господарства.

Зазначене у Стратегії зрошення та дренажу до 2030 р. розширення поливних площ на 1-1,2 млн га потребуватиме залучення інвестицій у розмірі 3 млрд дол. та зрошувальної води – щонайменше 4-4,5 млрд м³ [310]. Зважаючи на низький рівень природного вологозабезпечення, який погіршуватиметься через вплив кліматичних змін, розвиток зрошення можливий за умови ощадливого та екологічного водокористування та удосконалення водообліку. Згідно з оцінками науковців Інституту водних проблем і меліорації НААН України (ІВПМ НААНУ) ефективним є використання системи управління «Полив онлайн», що передбачає одночасне використання даних ДЗЗ та інструментальних моніторингових спостережень. За такого підходу агровиробники оперативно забезпечуються інформацією про поточний та прогнозний стан водопотреб ґрунту, яку використовують при прийнятті рішення щодо строків та норм поливу.

Отже, вирішення проблем нестачі водних ресурсів лежить у площині впровадження інноваційних водозберігаючих рішень в агропродовольчому виробництві. «Розумне зрошення» є перспективним напрямом боротьби з вододефіцитом та формуванням продовольчої безпеки країни. Тут передбачається диференційований підхід до визначення норм поливу в залежності від типу та властивостей ґрунтів (різні ґрунти мають різні можливості затримувати воду). Крім того, використовуються датчики вологості та метеостанції, а також інформаційна обробка даних, що дозволяє оперативно визначити потреби рослин у додаткових поливах та визначитися з найбільш прийнятним алгоритмом дій у кожній конкретній ситуації. Реалізація принципів «розумного зрошення» дозволяє отримати щорічну економію водних ресурсів на рівні 30% [311], а збережені

архівні дані дозволяють контролювати ситуацію, а також аналізувати попередній досвід, що допомагатиме у прийнятті рішень на майбутнє.

Слід зазначити, що протягом останніх років вітчизняний завод «Фрегат» активно працював над впровадженням принципів «розумного зрошення» в практику. Так, ще у 2019 р. на цьому заводі започатковано розширення функцій зрошувальної техніки шляхом додавання опції FregatSmart (система дистанційного моніторингу та керування). Витрати на полив дощувальною машиною «Фрегат» становили близько 1-1,2 тис. дол./га за окупності 1-3 роки [312]. Доукомплектування машин опцією FregatSmart збільшить витрати, проте показники ефективності та окупності зазнають змін на краще. В перспективі розробники планують поповнити систему опціями щодо керування та моніторингу насосними станціями, що дозволить наблизитись до повної автоматизації дощування.

Слід зазначити, що держава стимулює вітчизняне виробництво сільгосптехніки, в т.ч. іригаційної, надаючи компенсаційні виплати³² при їх купівлі. Так, вартість дощувальної машини ДМФ-К-А7-443-77 з площею поливу 64 га – 1,7 млн грн. Згідно з умовами програми компенсація становитиме 350 тис. грн, щомісячний платіж без врахування процента по кредиту³³ – 16,5 тис. грн (за умови терміну кредитування на 5 років). Зважаючи на здорожчання металу через військові дії, наприкінці першого півріччя 2022 р. вартість вітчизняної дощувальної техніки підвищилася на 10-20%. Найближчим часом очікується підвищення цін ще на 25-30%, що обумовлено підвищенням цін на іноземні складові [313]. Тому, важливо зберегти державну підтримку спрямовану на купівлю вітчизняної сільгосптехніки під час війни та у повоєнний період.

³² Протягом 2017-2020 рр. в рамках програми компенсації вартості вітчизняної сільгосптехніки було придбано 60109 одиниць техніки на суму понад 15 млрд грн.

³³ Кредит надається під заставу дощувальної машини з процентною ставкою від 11,58% до 17,58% у вітчизняній валюті залежно від терміну кредитування (від одного до п'яти років). Перший внесок становить від 20% вартості контракту.

Нині все більше інформаційних технологій приходять на допомогу меліораторам. Зокрема телеметрія – сукупність технічних засобів і методів вимірювання на відстані різних фізичних, технічних та інших величин, що дозволяє сидючи вдома бачити показники з поля. Крім низки позитивних ефектів від такої спрощеної процедури прийняття рішень, є ще й «приємні бонуси». Йдеться про зменшення ущільнення ґрунту, яке могло б відбутися внаслідок виїзду сільгосптоваровиробника на поле для оцінки ситуації.

Слід зазначити, що основною метою впровадження точного землеробства, що передбачає використання визначеної для конкретної місцевості та культури кількості ресурсів (води, засобів захисту рослин, добрив), є підвищення урожайності сільгоспкультур за умови зниження трудомісткості робіт та економії ресурсів. Для визначення водопотреб у сільгоспкультур користуються такими способами: розрахунок водного балансу з використанням ґрунтового-кліматичних показників, застосування датчиків вологості ґрунту, визначення показників рослин.

Використання датчиків вологості ґрунту, спеціального програмного забезпечення та трубопроводів з електронним обладнанням забезпечує економію водних та енергетичних ресурсів. Так, впровадження проєкту з диференційовного поливу кукурудзи на силос та тритикале в Німеччині дозволило скоротити витрати води, що призвело до економії в 450 та 750 євро відповідно [314]. Особливої цінності диференційоване зрошення набуває за умови внесення разом з водою й добрив (фертигація).

З метою підвищення ефективності аграрного виробництва іноземні компанії розробляють багато стартапів AgriTech спрямованих на інноваційні рішення точного сільського господарства. Зокрема австралійський стартап Data Farming пропонує цифрові рішення в області точного землеробства за допомогою хмарних сервісів, хмарна платформа яких (The Digital Agronomist) включає такі інструменти: супутникові знімки, картографування ґрунту, автозонування тощо. Йдеться про картографування ґрунту за допомогою NDVI, високоякісні супутникові зображення та технологію змінної швидкості, що гарантує

забезпечення високопродуктивного точного землеробства. Італійський стартап Agricolus розробляє інструменти для точного землеробства та удосконалення управління сільгоспдіяльністю. Тут використовуються дані супутників та дронів для розрахунку параметрів, пов'язаних з енергією та водними ресурсами. Також розробляються карти, що корегують обсяги внесення добрив, зрошувальної води, пестицидів. Крім того, за допомогою апаратного забезпечення AgriPlug здійснюється відстеження операцій та аналіз продуктивності сільгоспдіяльності. Загалом, стартапи спрямовані на оптимізацію виробництва одночасно сприяють зниженню витрат на управління процесом [315].

До того ж набуває поширення ІТ-інновацій у технологічних процесах зрошувального землеробства. Серед світових виробників зрошувальної техніки та обладнання, що впроваджують нові розробки у технології точного зрошення, слід виокремити такі: Lindsay Corporation³⁴, Reinke Manufacturing Co., Inc., Valmont Industries. Йдеться про дистанційні моніторинг, керування та контроль за дощувальними системами (від традиційного зрошення до диференційованої фертигації). Компанія Growsmart by Lindsay розробила інтелектуальну систему Growsmart Precision VRI, що дозволяє змінювати інтенсивність штучного поливу. Використання такої технології сприятиме економії водо- й електровитрат, а також заощадженню добрив і хімікатів. Також, важливим для прийняття рішень у зрошенні стає використання польових метеостанцій [316], адже отримані за їхньою допомогою дані дозволяють оперативно прийняти ефективні рішення щодо поливу.

Крім того, на увагу заслуговують інноваційні агроелектростанції, що сприяють розвитку землеробства у посушливих регіонах. Зокрема, у світі набувають поширення сонячні електростанції у сільському господарстві,

³⁴ Компанія Lindsay Corporation розробила дистанційний засіб контролю й управління за зрошувальними системами – FieldNET, який дозволяє слідкувати за операціями, що здійснюють дощувальні машини, та керувати ними, а також насосами для подачі води й інжекторами для внесення хімічних речовин, за допомогою смартфонів, планшетів й ноутбуків. Крім того, додаток дозволяє здійснювати збір даних витрат води та енергії, аналізувати природно-кліматичні умови задля прийняття відповідних рішень, та отримувати звіти про стан зрошувального землеробства та дощувальної техніки.

використання яких дозволяє одночасно використовувати земельні площі як для вирощування сільгоспкультур, так і для виробництва чистої сонячної електроенергії, яка використовується на потреби зрошення, зберігання, освітлення тощо.

Диджиталізація гідромеліоративної галузі є стандартним рішенням в сучасних умовах розвитку сталого сільського господарства в країнах ЄС. Зокрема в Німеччині створено 14 цифрових експериментальних проєктів (63 підпроєкти), де здійснюються експерименти у сільському господарстві та суміжних галузях. На фінансування зазначених проєктів передбачено понад 50 млн євро протягом 3 років. Метою таких заходів є визначення позитивних і негативних сторін диджиталізації сільського господарства [317]. В Україні³⁵ такі ініціативи лише в стадії зародження. В цілому цифровізація зрошувального землеробства забезпечує збір та використання даних, що сприятиме розвитку сталого агровиробництва, збереженню ресурсів та адаптації до кліматичних змін. Для України такі практики набувають дедалі більшого значення та потребують фокусування уваги держави, бізнесу, сільгосптоваровиробників саме на інноваційних та перевірених способах розвитку зрошення та охорони природних ресурсів.

Отже, впровадження інформаційних технологій у повсякденне життя сільгосптоваровиробників сприяє забезпеченню ефективної системи землеробства через підвищення продуктивності праці та врожайності сільгоспкультур. Інформаційні технології в зрошувальному землеробстві допомагають скоротити витрати, заощадити електроенергію, а також забезпечити оптимальне водозабезпечення сільгоспкультур, раціональне водокористування та збереження природних ресурсів.

В умовах дефіциту водних ресурсів науковці змушені шукати альтернативні варіанти. Так у багатьох країнах світу (Єгипет, Ізраїль) для поливу сільгоспкультур використовують опріснену воду. Щодня у світі продукується

³⁵ В Україні запуск омніканальної цифрової платформи ДАР (в т.ч. онлайн оформлення договорів на подачу води для іригації) значно спростить взаємодію держави та сільгосптоваровиробників та сприятиме детінізації економіки, забезпеченню контролю за виробництвом, виснаження природних ресурсів тощо.

близько 100 млн м³ знесоленої води. Головним гальмівним чинником для проведення опріснення є висока вартість зазначеного процесу. Проте, завдяки впровадженню новітніх рішень (відновлюваних джерел енергії, мембранних технологій) вартість опріснення зменшилася до 0,5-1,5 дол./м³. Слід зазначити, що використання опрісненої води на полив є доцільним для краплинного зрошення високорентабельних культур [318].

Крім того, одним з найбільш ощадливих способів поливу вважається краплинне зрошення, ефективність якого перевищує 90%. Останнім часом розпочато впровадження краплинного зрошення з підземним розміщенням поливних трубопроводів. До основних переваг останнього належать: скорочення водовитрат через зниження випаровування на 10-40%; підземне розташування забезпечує безперешкодність при здійсненні агротехнічних заходів; скорочення кількості бур'янів та хвороб на 25%, а також зменшення чисельності шкідливих комах (оскільки наземна волога позитивно впливає на розмноження імаго); зменшення витрат на монтаж, демонтаж та експлуатацію. Проте за такого способу зрошення формуються нові ризики: пошкодження підземних трубок гризунами; складність моніторингу; блокування водовипусків крапельниць; вища вартість та більш складний процес установки трубопроводів; необхідність використання GPS при монтажі, експлуатації та посіві сільгоспкультур; посилені вимоги до якості зрошувальної води тощо. Вартість підземного краплинного зрошення становить від 2000 до 4000 тис. дол. Згідно з даними науковців ІВПМ НААНУ найбільш оптимальна глибина залягання трубки для сої і кукурудзи у посушливих регіонах – 25 см [319]. Отже, грамотна експлуатація систем підґрунтового краплинного зрошення дозволить значно підвищити урожайність сільгоспкультур за умови ресурсоощадного водокористування.

Підсумовуючи вищесказане зазначимо, що в сучасному зрошуваному землеробстві застосування інформаційних технологій та інших інноваційних підходів має важливе наукове та практичне значення в напрямках раціонального використання земельних та водних ресурсів, а також енергозбереження та

підвищення продуктивності праці. До основних напрямів впровадження інновацій у зрошувальному землеробстві України слід віднести:

- надання державної допомоги та кредитних ресурсів на відновлення й модернізацію зрошувальної інфраструктури та осучаснення дощувальної техніки з використання інноваційних підходів та новітніх технологій інтелектуальної системи подання води (GIS-технологій, систем дистанційного зондування тощо); впровадження сучасних систем автоматизованого обліку електроенергії та води;
- забезпечення диджиталізації та впровадження інформаційних технологій в аграрному секторі;
- впровадження енерго- та ресурсоощадних способів поливу сільгоспкультур (зокрема краплинного зрошення з підземним розміщенням поливних трубопроводів, що забезпечує скорочення водовитрат через зниження випаровування на 10-40%, та «розумного» зрошення, що дозволяє майже на третину зменшити водовитрати на полив;
- під час забезпечення реалізації механізмів децентралізації управління зрошенням, розкритих у Законі України «Про організації водокористувачів та стимулювання гідротехнічної меліорації земель», необхідно здійснити запуск пілотних проєктів зі створення ОВК з впровадженням нових ресурсоощадних способів поливу та використанням енерго- та водозберігаючого обладнання; автоматизацією поливного процесу; використанням ГІС технологій та встановленням датчиків обліку води. Надалі передбачити поширення найкращих практик серед інших меліораторів;
- забезпечення реалізації ефективної синергії одразу декількох напрямів виробництва: використання одного і того ж водного об'єкта для розведення аквакультури та здійснення гідромеліоративних заходів;
- використання опрісненої та очищеної стічної води для потреб зрошення;
- враховуючи заявлені державою цілі кліматичної нейтральності та потребу в енергонезалежності, слід забезпечити вивчення можливостей використання відновлюваних джерел енергії для іригаційних потреб.