

СТАЛИЙ РОЗВИТОК МЕЛІОРАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

РОМАЩЕНКО М.І. – доктор технічних наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-9997-1346

Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

БАЛЮК С.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-8372-6514

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського» Національної академії аграрних наук України

ВЕРГУНОВ В.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-5476-4845

Національна наукова сільськогосподарська бібліотека
Національної академії аграрних наук України

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3895-5633

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

ЖОВТОНОГ О.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0001-5966-9081

Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

РОКОЧИНСЬКИЙ А.М. – доктор технічних наук, професор
orcid.org/0000-0002-5248-6394

Національний університет водного господарства та природокористування

ТАРАРИКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0001-8475-240X

Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

ТРУСКАВЕЦЬКИЙ Р.С. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-2542-8527

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського» Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Аграрний сектор є надзвичайно важливою складовою частиною економіки України, адже виробництво сільськогосподарської продукції становить приблизно 15% валового внутрішнього продукту (далі – ВВП) країни, понад 20% вартості всього експорту Україна цілком гарантує свою продовольчу безпеку, є найбільшим виробником і експортером соняшникової олії, третім світовим експортером кукурудзи, четвертим – ячменю, шостим – соєвих бобів, сьомим – курятини.

За оцінками ФАО, виробництво й експорт сільськогосподарської продукції могли б бути значно більшими за умови кращого використання наявного агроресурсного потенціалу. Недостатній рівень його реалізації обмежується цілою низкою чинників, головним із яких є неоптимальні умови природного забезпечення вологою на більш ніж 2/3 території України, а саме дефіцит вологи в зоні Степу та Лісостепу, її надлишок в зоні Полісся. Водночас відзначається стійка тенденція до погіршення умов вирощування основних сільськогосподарських культур унаслідок глобальних змін клімату. Наприклад, середня врожайність зернових і зернобобових культур у зоні Степу України в останні 25 років змен-

шилася на 0,77 т/га, із 3,58 т/га в 1990 р. до 2,81 т/га у 2015 р., а ведення тут землеробства без покращення умов природного вологозабезпечення стало практично неможливим.

Загальновідомо, що найбільш дієвим і ефективним засобом підвищення врожайності сільськогосподарських культур та забезпечення сталості землеробства в умовах дефіциту природного вологозабезпечення є зрошення, а в умовах надлишку вологи – дренаж. Застосування зрошення та дренажу дозволяє підвищити врожайність сільськогосподарських культур у 2–3 рази порівняно з богарними умовами, істотно знизити залежність землеробства від несприятливих природних умов.

На жаль, побудований в Україні ще за радянських часів потужний водогосподарсько-меліоративний комплекс, що забезпечував зрошення на площі понад 2,5 млн га й осушення на площі 3,2 млн га, нині не здатен виконувати свою роль через український низький рівень використання наявного меліоративного фонду. Так, у 2017 р. фактично поливалось менше 500 тис. га, а водорегулювання здійснювалось на площі приблизно 250 тис. га, що становить менше 20% зрошуваних та менше 10% осушуваних земель.

Незадовільний стан використання наявного потенціалу зрошення та дренажу сформувався внаслідок низки чинників об'єктивного та суб'єктивного характеру, головними з яких є реформування економічних відносин, приватизація земельних та матеріально-технічних ресурсів, втрата ринків збуту сільськогосподарської продукції, недостатній рівень бюджетного фінансування, незавершеність земельної реформи, відсутність механізмів державної підтримки галузі, недосконалість та невідповідність наявної системи управління новим економічним умовам системи управління й організації водокористування тощо.

Подальший розвиток аграрного сектора економіки держави, як основи перетворення України на конкурентоспроможного світового продовольчого донора, в умовах глобальних змін клімату вимагає першочергового вирішення завдання відновлення й ефективного використання наявного фонду меліорованих земель.

Мета статті – розроблення наукових основ, технологій, технічних засобів, організаційно-правових та нормативно-методичних засад сталого ведення аграрного виробництва на меліорованих землях в умовах прогресуючого погіршення умов природного вологозабезпечення внаслідок змін клімату.

Результати досліджень. Наукова новизна роботи полягає у створенні теоретичних і практичних основ економічно ефективних і екологічно збалансованих технологій і технічних засобів ведення меліорації земель, ефективного використання меліорованих територій шляхом формування низьковуглецевих енергогенеруючих агроєкосистем, складовими частинними яких є такі наукові результати:

1. За результатами оцінки та прогнозування рівня забезпечення гідротермічними ресурсами визначено, що в період із 1991 по 2016 рр., порівняно з 1961–1990 рр., території зі значним дефіцитом природного вологозабезпечення (суха і дуже суха зони) збільшились на 7% і охоплюють загалом понад 29,5% площі, або 11,6 млн га (37%) орних земель України [1]. Для забезпечення бездефіцитного річного водного балансу 18,7 млн га (60%) орних земель України потребують постійного зрошення під час вирощування польових культур, а 4,8 млн га (15%) – періодичного. Навпаки, за останні 25 років територія з надмірним та достатнім атмосферним зволоженням порівняно з 1961–1990 рр. зменшилась на 10% і займає лише 22,5%, або 7,6 млн га ріллі. У цій зоні у другій половині періоду вегетації також почали виникати умови з недостатнім рівнем природного вологозабезпечення.

Результати прогнозних досліджень щодо змін клімату на території України свідчать про те, що і в подальшому збережеться стійка тенденція до підвищення температурного режиму і до неістотного збільшення кількості опадів, що зрештою спричинить погіршення умов природного вологозабезпечення, а на півдні України – розвиток процесу опустелювання. Унаслідок цього значення зрошення та водорегулювання за допомогою систем дренажу у виробництві сільськогосподарської продукції згодом лише зростатиме, за умови збереження наявних тенденцій змін клімату ведення

аграрного виробництва на більшості території України без штучного водорегулювання стане неможливим.

2. Розроблено наукові засади, сформульовані основні положення і концептуальні підходи щодо моніторингу й оцінювання еколого-агромеліоративного стану зрошуваних і солонцевих земель, природних вод за їхньою придатністю для зрошення за агрономічними й екологічними критеріями, ресурсозберігальних екологобезпечних технологій їх раціонального використання. Встановлено напрями еволюції ґрунтів, особливості спрямованості ґрунтових процесів у зрошуваних водами різної якості богарних і вилучених зі зрошення ґрунтах, вплив на стан ґрунтів післядії зрошення, хімічної меліорації земель, меліоративної плантажної оранки, внесення органічних і мінеральних добрив, ефективність різних режимів зрошення. Розроблено класифікацію ґрунтів за ступенем іригаційної деградації, вторинної засоленості, встановлено стадійність процесів осолонцювання, глобальний характер їхнього прояву. На основі проведення й узагальнення власних багаторічних досліджень з оцінки впливу води різної якості на стан та еволюцію зрошуваних ґрунтів створено систему оцінювання якості природних вод для зрошення за агрономічними й екологічними критеріями, яка стала основою для нового Національного стандарту України ДСТУ 2730:2015 «Якість довілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії», який уведено в дію 1 липня 2016 р., та Національного стандарту України ДСТУ 7591:2014 «Зрошення. Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії».

Нові ДСТУ регламентують якісь поливних вод за хімічними критеріями та їхніми параметрами, що впливають на сольовий склад твердої та рідкої фаз ґрунтів, які визначають безпеку їхнього іригаційного засолення, осолонцювання, підлуження, а також фізіологічну токсичну дію зрошувальної води на органи сільськогосподарських рослин.

3. За результатами багаторічних досліджень визначені критерії оцінювання агроєкологічного стану гідроморфних і кислих ґрунтів, динаміка їхніх змін за різних умов меліорації та сільськогосподарського використання. Опрацьовано і розроблено діагностику, номенклатуру гідроморфних ґрунтів та їх агровиробничих груп, що використовуються у практиці бонітування ґрунтів і грошової оцінки земель. Обґрунтовано наукові основи системного управління родючістю гідроморфних і кислих ґрунтів, дотримання яких забезпечує ефективний розвиток ґрунтовідновлювальних і антидеградаційних процесів, протидію явищам, що непродуктивно виснажують родючий потенціал ґрунтів, постійне утримання агроєкосистем в оптимальних режимах функціонування; сформульовано основні принципи системного управління родючим потенціалом ґрунтів, визначено роль різних видів меліорації в підвищенні ефективності агротехнологій.

Розроблено нові технології, що забезпечують істотне підвищення продуктивності меліорованих органогенних і мінеральних ґрунтів за невисоких затрат енергії і ресурсів, упровадження нетрадиційних польових

культур, застосування органічних і органо-мінеральних систем удобрення, стимуляторів росту і бактеріальних препаратів.

4. На основі багаторічних досліджень із використанням теорії потенціалу ґрунтової вологи обґрунтовано науково-методичні засади формування й умови застосування різних типів режимів зрошення: біологічно оптимальних, екологічно безпечних, водозберувальних та ґрунтозахисних, диференційоване застосування яких дозволяє підвищити ефективність використання поливної води завдяки цілковитого виключення або істотного скорочення її витрат на інфільтрацію.

Для формування інформаційного забезпечення сталого розвитку зрошення вперше опрацьовано концептуальні та методичні засади організації (на базі інформаційних ресурсів моніторингу зрошуваних земель) цілісних систем підтримки ухвалення рішень і програмно-інформаційних комплексів щодо ведення зрошувального землеробства, поліпшення еколого-меліоративного стану земель, захисту їх від підтоплення.

Розроблено методологію та створено комплексну інформаційну систему ІС «Зрошення» для вирішення завдань довгострокового й оперативного планування зрошення на різних просторово-часових рівнях; сформовано базу знань щодо нормування водопотреби у зрошенні сільськогосподарських культур з урахуванням змін клімату; розроблено алгоритми розрахунку й індикативної оцінки різних сценаріїв використання зрошення, методику коригування параметрів моделі сумарного випаровування за даними космічних знімків і алгоритм оптимізації планів поливів у разі дефіциту ресурсів, а також програмне забезпечення реалізації завдань планування зрошення у складі ІС «Зрошення».

5. Для забезпечення сталої меліорації, підвищення її ролі у продовольчому та ресурсному забезпеченні держави розроблено наукові засади формування державної політики в галузі меліорації земель, організації менеджменту та контролю за станом використання меліорованих земель.

Розроблено науково-методичні основи і «Стратегію відновлення та розвитку зрошувальних і дренажних систем в Україні до 2035 р.» на новітніх техніко-технологічних засадах, які передбачають застосування нових видів дощувальних машин із роздільним приводом і новітніх енерго- і водоощадливих, екологічно безпечних способів поливу та технологій протифільтраційних покриттів каналів.

6. Уперше розроблено науково-методичні основи, технології та технічні засоби краплинного зрошення сільськогосподарських культур, методи гідравлічного розрахунку систем краплинного зрошення, методику визначення водоспоживання сільськогосподарських культур та математичну модель масоперенесення в разі мікрозрошення, методику визначення розмірів зон зволоження, обґрунтовано їхні параметри для системи «сільськогосподарська культура – ґрунт – атмосфера», режими краплинного зрошення для різних видів польових культур, метод визначення строків і норм поливу на основі тензіометричного контролю стану та доступності ґрунтової вологи, встановлено закономірності форму-

вання продукційних процесів, розроблено статистичні моделі формування врожайності сільськогосподарських культур залежно від рівня вологозабезпечення, обґрунтовано технологічні схеми підготовки води, досліджено вплив води різної якості на працездатність краплинних водовипусків.

7. На основі фундаментальних та багаторічних експериментальних досліджень, на сучасних еколого-економічних засадах, обґрунтовано раціональні технологічні та технічні рішення з водорегулювання на осушуваних землях у проєктах будівництва, реконструкції й експлуатації меліоративних систем за комплексом оптимізаційних та прогнозно-імітаційних моделей. Удосконалено технологію проєктування водогосподарсько-меліоративних об'єктів на багатоваріантній основі, а також розрахункові методи з обґрунтування у проєктах будівництва і реконструкції осушувальних систем можливих альтернативних варіантів проєктних рішень на основі водобалансового методу, оптимальних параметрів дренажу, магістральних каналів і водоприймачів. Це зроблено на основі економіко-математичного методу та комплексних моделей еколого-економічної оптимізації, методу оптимізації технологій водорегулювання та конструкцій гідромеліоративних систем з урахуванням рельєфу місцевості, методів, технологій та засобів захисту меліорованих угідь і водних об'єктів від забруднення промисловими й побутовими відходами.

Удосконалено розрахункові методи розв'язання комплексу прогнозно-оптимізаційних завдань у проєктах експлуатації осушувально-зволожувальних систем (далі – ОЗС): створення системи комплексної автоматизації планового водорегулювання осушуваних земель (далі – СКАПВОС), встановлено економічно доцільні й екологічно допустимі способи витрати води і площі зволоження наявного фонду осушуваних земель України, розроблені технологія та засоби глибокого розпушення осушуваних земель, виконана оцінка їхньої технологічної, економічної й екологічної ефективності.

8. На основі фундаментальних та багаторічних експериментальних досліджень обґрунтовано необхідність і доцільність відновлення рисосіяння в Україні. На основі системної оптимізації розроблено комплекс взаємопов'язаних режимних, технологічних та технічних заходів щодо необхідності й доцільності переходу від традиційного ресурсозатратного на раціональний та ресурсозберігаючий рівні водо- й енергокористування, повторного використання дренажно-скидних вод, застосування глибокого розпушення з використанням відповідних малоенергозатратних агрегатів удосконаленої конструкції, проведення періодичної промивки засолених ґрунтів на тлі глибокого їх розпушення, дооснащення наявної відкритої дренажно-скидної мережі закритими дренами-колекторами, влаштування приукісного дренажу для захисту дренажно-скидних каналів від деформацій їхнього русла, які спрямовані на підвищення загальної ефективності функціонування рисових зрошувальних систем відповідно до сучасних економічних й екологічних вимог.

9. За результатами узагальнення багаторічних експериментальних даних теоретично обґрунтовано

методологію формування високопродуктивних систем землеробства на зрошуваних землях. Розроблено та впроваджено у виробництво інноваційні технології вирощування сільськогосподарських культур за оптимізації різних способів поливу та режимів зрошення, систем удобрення, обробітку ґрунту та захисту рослин. Удосконалено інструментарій управління параметрами економічної ефективності аграрного виробництва шляхом впровадження інноваційних технологій вирощування, дотримання проєктних нормативних витрат на елементи технології, запропоновано систему державно-приватного партнерства управління водними ресурсами, формування інструментів державної підтримки та регулювання підприємницької діяльності в галузі зрошувального землеробства. Розроблено й запроваджено сучасну структуру посівних площ і сівозмін на поливних землях України для раціонального використання агро-ресурсного потенціалу території, запобігання негативному впливу зовнішніх чинників природного й антропогенного характеру.

10. Розроблено методологію формування біоенергетичного аграрного виробництва на засадах збалансованого виробництва продовольства і біоенергії в системі органічного землеробства, що на основі високого рівня біопродуктивності меліорованих земель забезпечує істотне зростання прибутковості виробничої діяльності і дає змогу в єдиному комплексі водночас на гектар ріллі отримувати більше 1 т цукру, 0,2–0,4 т рослинної олії, 1,0–1,5 т готової до споживання м'ясо-молочної продукції, 1–1,5 тис. м³ газу-метану, або 3–4 тис. кВт/год «зеленої» електроенергії разом із 3–4 тис. кВт/год теплоенергії, заощадити 0,4–0,5 т діючої речовини мінеральних добрив, знизити викиди CO₂ в атмосферу на 8–10 т.

Використання біоенергетичних систем забезпечує незалежність від зовнішніх хіміко-техногенних і енергетичних ресурсів, дає змогу знизити собівартість продукції удвічі та збільшити чистий прибуток на меліорованих землях до 10–12 тис. у.о./га з терміном окупності капітальних витрат на створення виробничої інфраструктури у 2–3 роки.

Висновки. Результати виконаних досліджень та наукові розробки стали основою створення в Україні законодавчого, нормативно-правового, нормативно-методичного та техніко-технологічного забезпечення сталого розвитку меліорації земель як основи перетворення України на конкурентоспроможного виробника продовольства в умовах змін клімату.

Розробки увійшли до складу законодавчих актів (закони України «Про меліорацію земель», «Про охорону земель», «Про державний контроль за використанням і охороною земель», «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 р.», Земельного та Водного кодексів України), Комплексних програм розвитку АПК, Проєкту Національної програми охорони родючості ґрунтів, Положення про Державну службу охорони земель, Концепції державної програми ведення моніторингу навколишнього природного середовища (2005 р.), Схеми комплексного захисту сільсько-

господарських угідь та населених пунктів Херсонської області від підтоплення ґрунтовими водами і затоплення поверхневими водами (2005 р.), Агроекологічної концепції зрошення чорноземів (1997 р.), Концепції екологічного нормування допустимих антропогенних навантажень на ґрунтовий покрив (2004 р.), Сучасної концепції хімічної меліорації кислих і солонцевих ґрунтів (2008 р.), Концепції агрохімічного забезпечення землеробства України на період до 2015 р. (2009 р.), Концепції розвитку мікрозрошення (2012 р.), Концепції виробництва овочево-баштанної продукції в Україні на період до 2015 р. (2012 р.), Концепції інтегрованого управління екологічним ризиком деградації ґрунтів (2012 р.), Національної доповіді про стан родючості ґрунтів України (2010 р.), Національних доповідей про стан навколишнього природного середовища в Україні (2001–2008 рр.), Наукових основ агропромислового виробництва в зоні Лісостепу і Степу України (2010 р.), Наукових основ охорони та раціонального використання зрошуваних земель України (2009 р.), ДБН В.2.4-1-99 «Меліоративні системи та споруди», низки національних стандартів, гармонізованих із міжнародними і європейськими, відомчих і галузевих нормативних документів (інструкції, настанови тощо), посібників до ДБН.

Результати досліджень застосовуються у проєктуванні нових і реконструкції наявних зрошувальних систем, дощувальних машин, проведенні еколого-меліоративного моніторингу й агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, під час розроблення технологій вирощування сільськогосподарських культур і заходів з охорони й окультурювання зрошуваних і солонцевих земель, виконання аналітичних робіт із визначення складу та властивостей ґрунтів.

Розроблений комплект нормативних документів щодо організації і ведення еколого-меліоративного моніторингу є основою його реалізації гідрогеолого-меліоративними експедиціями та партіями Держводагентства України на площі понад 2 млн га.

Розроблені документи поповнили нормативну базу в галузі раціонального використання й охорони меліорованих земель, є основою для проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. Їх використовують у системі Держводагентства, Міністерства екології та природних ресурсів і Мінагрополітики (Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів).

Значна кількість технологічних параметрів зрошувальних та дренажних систем, технічних засобів зрошення, агро-меліоративних заходів, технологій зрошення та вирощування сільськогосподарських культур, заходів із захисту земель від підтоплення захищена авторськими свідоцтвами і патентами.

Матеріали досліджень узагальнено у вигляді книг, рекомендацій, наукових основ ведення землеробства тощо. Основні теоретичні і практичні результати досліджень увійшли до складу «Національного атласу України» (2007 р.), підручників («Ґрунтознавство», 2005 р.; «Картографія ґрунтів», 2006 р.), «Краплинне зрошення» (2015 р.), якими користуються під час підго-

товки студентів агрохімічних, екологічних та гідромеліоративних факультетів.

Матеріали досліджень і результати роботи винослися на розгляд парламентських слухань у Верховній Раді України («Проблеми зрошення, підтоплення та повеней в Україні, 2006 р.», «Національна інноваційна система України: проблеми формування та реалізації, 2007 р.», «Техногенно навантажені регіони України: шляхи виходу з екологічної кризи»), Президії і бюро Президії НААН та НАН України (2000, 2003, 2005, 2012, 2015, 2016, 2017 рр.).

Розробки з дощувальної техніки увійшли в «Українську національну програму виробництва машин і технологічного устаткування для сільського господарства, харчової і переробної промисловості» (1992 р.), «Систему машин для меліорації земель в Україні на період до 2015 р.», «Програму виробництва технологічних комплексів машин та обладнання для агропромислового комплексу на 1998–2005 рр.».

За період із 1990 по 2015 р. використанням результатів досліджень та розробок із краплинного зрошення запроєктовано, закомплектовано, побудовано й експлуатується приблизно 12,5 тис. га систем краплинного зрошення винограду, плодкових, ягідних, овочевих, баштанних та інших просапних с.-г. культур у різних регіонах України.

Розроблено та впроваджено новітні високоінтенсивні енерго-, ресурсо-, водоощадні, екологічнобезпечні технології вирощування різних сільськогосподарських культур на зрошенні. Їх застосування за різних способів зрошення з використанням удосконалених і сучасних широкозахватних дощувальних машин та систем краплинного зрошення забезпечує отримання врожайності у промислових умовах: овочевих культур – на рівні 75–110 т/га, а зернових і зернобобових – 6,2–19,2 т/га.

Загалом результати роботи та розробки з питань раціонального використання й охорони зрошуваних земель є організаційно-правовою, науково-методичною та техніко-технологічною основою забезпечення експлуатації зрошувальних систем та проведення поливів на площі приблизно 500 тис. га, водорегулювання на площі приблизно 300 тис. га щорічно. На вказаних землях щорічно, незалежно від погодних умов, вирощується продукція рослинництва на загальну суму майже 20 млрд грн.

Методи розрахунку з обґрунтування технологічних і конструктивних параметрів меліоративних систем та параметрів дренажу, магістральних каналів і водоприймачів впроваджено та перевірено на більш ніж 40 об'єктах (площа понад 10 тис. га), розташованих у зоні достатнього та нестійкого зволоження України. Їх застосування забезпечує підвищення ефективності капітальних вкладень і поточних меліоративних витрат у середньому в 1,2–2,0 рази.

Розроблені принципи, методи, моделі і засоби для складання СПВ ОЗС на ЕОМ пройшли виробничу апробацію на діючих системах двобічної дії в Київській, Житомирській і Рівненській областях України на площі приблизно 30 тис. га. Це дало змогу збільшити віддачу меліорованого гектара на 15–25%, заощадити 20–60%

води і 15–30% електроенергії, поліпшити гідрологічний режим водотоків, зменшити негативний вплив системи на прилеглі території.

Результати наукових досліджень також впроваджені в навчальний процес і використовуються у викладанні дисциплін «Основи гідромеліорації», «Інженерні меліорації», «Гідромеліоративні системи», «Проектування водогосподарських та природоохоронних об'єктів» для студентів спеціальностей «Будівництво та цивільна інженерія», «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології», а також у курсовому і дипломному проектуванні.

Усі ці напрацювання покладено в основу «Стратегії відновлення та розвитку зрошувальних та дренажних систем в Україні», розроблення якої здійснено за підтримки й участі експертів Світового банку і ФАО, а також «Водної стратегії України на період до 2025 р. (наукові основи)».

Результати досліджень викладено у 356 публікаціях, зокрема у 26 монографіях. Підготовлено 52 нормативних і методичних документів, отримано 49 патентів і авторських свідоцтв, захищено 7 докторських і 39 кандидатських дисертацій, сумарний h-індекс становить 39, кількість посилань на публікації, згідно з Google Scholar, – 488.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ромашенко М.І. Районування території України за рівнем забезпеченості гідротермічними ресурсами в умовах глобальних кліматичних змін. *Ґрунти та меліорація: минуле і майбутнє* : збірка наукових праць. Київ, 2015. С. 11–16.
2. Інтегроване управління водними і земельними ресурсами на меліорованих територіях : монографія. Київ : Аграрна наука, 2016. 784 с.
3. Методичні рекомендації з планування зрошення на територіях з урахуванням змін клімату та моделей аграрного виробництва. Київ, 2015. 54 с.
4. Меліорація та облаштування Українського Полісся : колективна монографія / за ред. Я.М. Гадзала, В.А. Сташука, А.М. Рокочинського. Херсон : Олді-Плюс, 2018. Т. 2. 854 с.
5. Меліоровані агроєкосистеми. Київ ; Ніжин : Видавець ПП Лисенко М.М., 2017. 696 с.
6. Ромашенко М.І., Тараріко Ю.О. Концептуальні засади формування біоенергетичних агроєкосистем. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 7. С. 9–13.

REFERENCES:

1. Romashchenko, M.I. (2015). Rayonuvannya terytoriyi Ukrayiny za rivnem zabezpechenosti hidrotermichnymy resursamy v umovakh hlobal'nykh klimatichnykh zmin [Zoning of the territory of Ukraine according to the level of provision with hydrothermal resources in the conditions of global climate change]. *Zbirka naukovykh prats' "Grunty ta melioratsiya: mynule i maybutnye"* – Collection of scientific works "Soils and land reclamation: past and future". Kyiv, 11–16. [in Ukrainian].
2. *Intehrovane upravlinnya vodnymy i zemel'nymy resursamy na meliorovanykh terytoriyakh: monohrafiya [Integrated management of water and land resources in reclaimed areas: a monograph]*. (2016). Kyiv : Agrarn. nauka, 784. [in Ukrainian].

3. *Metodychni rekomendatsiyi z planuvannya zros-hennya na terytoriyakh z urakhuvannyam zmin klimatu ta modeley ahrarnoho vyrobnytstva [Methodical recommendations for irrigation planning in the territories taking into account climate change and models of agricultural production].* (2015). Kyiv, 54. [in Ukrainian].

4. Hadzalo, Ya.M., Stashuk, V.A., & Rokochyns'kyi, A.M. Eds. (2018). *Melioratsiya ta oblashtuvannya Ukrayins'koho Polissya (kolektyvna monohrafiya) [Reclamation and arrangement of Ukrainian Polissya (collective monograph)]*. Kherson: OLDI-PLYUS, 2, 854. [in Ukrainian].

5. *Meliorovani ahroekosystemy [Reclaimed agroecosystems]*. (2017). Kyiv, Nizhyn: Vydavets' PP Lysenko M.M., 696. [in Ukrainian].

6. Romashchenko, M.I., & Tarariko, Yu.O. (2015). *Kontseptual'ni zasady formuvannya bioenerhetychnykh ahroekosystem [Conceptual bases of formation of bioenergy agroecosystems]*. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 7, 9–13. [in Ukrainian].

Ромащенко М.І., Балюк С.А., Вергунов В.А., Вожегова Р.А., Жовтоног О.І., Рокочинський А.М., Тараріко Ю.О., Трускавецький Р.С. Сталий розвиток меліорації земель в Україні в умовах змін клімату

Мета. Робота присвячена розробленню дієвих і ефективних засобів підвищення врожайності сільсько-господарських культур в умовах як природного дефіциту вологи, так і її надлишку, на засадах сталого розвитку землеробства, за допомогою сучасних зрошувальних і дренажних систем. Актуальність теми пов'язана з відзначеними в Україні стійкими тенденціями до погіршення умов вирощування основних сільськогосподарських культур унаслідок глобальних змін клімату. **Методи.** Оцінку змін агрометеорологічних ресурсів території здійснювали методом математико-статистичного аналізу, результати експериментальних досліджень оброблялися методами системного узагальнення, кореляційного, економічного, розрахунково-порівняльного аналізу. Опрацювання перспективних напрямів розвитку аграрного виробництва здійснювали методом багатоваріантного імітаційного комп'ютерного моделювання. **Результати.** Мета роботи сформована на принципах системного підходу і поєднує кілька складових частин, серед яких зазначимо розроблення наукових основ, технологій, технічних засобів, організаційно-правових та нормативно-методичних засад сталого ведення аграрного виробництва на меліорованих землях в умовах прогресуючого погіршення умов природного вологозабезпечення внаслідок змін клімату. Наукова новизна зумовлена узагальненням власних багаторічних експериментальних даних із теоретично обґрунтованою методологією формування високоефективних систем землеробства на зрошуваних землях. Представлена робота має економічне обґрунтування у вигляді наведеної методології формування біоенергетичного аграрного виробництва на засадах збалансованого виробництва продовольства і біоенергії в системі органічного землеробства. Використання біоенергетичних систем дасть змогу знизити собівартість продукції удвічі та збільшити чистий прибуток на меліорованих землях до 10–12 тисяч у.о./га з терміном

окупності у 2–3 роки. **Висновки.** Наведені в роботі результати досліджень покладено в основу «Стратегії відновлення та розвитку зрошувальних та дренажних систем в Україні», розроблення якої здійснено за підтримки й участі експертів Світового банку і ФАО, а також «Водної стратегії України на період до 2025 року».

Ключові слова: кліматичні зміни, наукові основи, зрошення, дренаж, організаційно-правові та нормативно-методичні засади, системи аграрного виробництва, водна стратегія.

Romashchenko M.I., Baliuk S.A., Verhunov V.A., Vozhehova R.A., Zhovtonoh O.I., Rokochynskyi A.M., Tarariko Yu.O., Truskavetskyi R.S. Sustainable development of land reclamation in Ukraine in the conditions of climate change

Purpose. The work is devoted to the development of effective and efficient means of increasing crop yields in the conditions of both natural moisture deficit and its excess on the basis of sustainable agricultural development, using modern irrigation and drainage systems. The relevance of the topic is connected with the remarkable steady tendencies in Ukraine to the deterioration of growing conditions of major crops as a result of global climate change. **Methods.** Evaluation of the changes in agrometeorological resources of the territory was performed by the method of mathematical and statistical analysis, the results of experimental studies were processed by the methods of system generalization, correlation, economic, computational and comparative analysis. Working out the promising areas of agricultural production was carried out by the method of multivariate simulation computer modeling. **Results.** The goal of the work is formed on the principles of a systematic approach and combines several components, among which should be noted the development of scientific bases, technologies, technical means, organizational and legal and methodological principles of sustainable agricultural production on the meliorated lands in the conditions of progressive deterioration of natural water supply due to the climate change. The scientific novelty is based on the generalization of our own long-term experimental data with a theoretically substantiated methodology of the formation of highly productive agricultural systems on the irrigated lands. The presented work has an economic substantiation in the form of the proposed methodology of formation of bioenergy agricultural production on the basis of balanced production of food and bioenergy in the system of organic agriculture. The use of bioenergy systems will reduce the cost of production by 2 times and increase the net profit on the meliorated lands to 10–12 thousand USD/ha with a payback period of 2–3 years. **Conclusion.** The results of the study, presented here, are put into the basis of the “Strategy for Restoration and Development of Irrigation and Drainage Systems in Ukraine”, which was developed with the support and participation of the experts from the World Bank and FAO, as well as the “Water Strategy of Ukraine until 2025”.

Key words: climate change, scientific bases, irrigation, drainage, organizational-legal and normative-methodical bases, systems of agricultural production, water strategy.