

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ АДАПТАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ МЕЛІОРОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ГІДРОМЕЛІОРАТИВНИХ СИСТЕМ У ЗМІННИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

А. Рокочинський, д. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-5248-6394

В. Турченко, д. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-1938-0344

П. Волк, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0001-5736-8314

Р. Коптюк, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-7086-3608

Н. Приходько, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0003-1424-2628

Національний університет водного господарства та природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2021.22.144>

Рокочинський А., Турченко В., Волк П., Коптюк Р., Приходько Н. Обґрунтування необхідності підвищення адаптаційного потенціалу меліорованих земель гідромеліоративних систем у змінних кліматичних умовах

У статті обґрунтовано необхідність та розглянуто передумови підвищення адаптаційного потенціалу меліорованих земель гідромеліоративних систем, що є надзвичайно важливим завданням забезпечення та підтримання продовольчої і водної безпеки у змінних кліматичних умовах та поставило перед людством потребу пошуку шляхів створення стійких систем сільськогосподарського виробництва, зокрема і на меліорованих землях, та підвищення ефективності функціонування гідромеліоративних систем за умов раціонального використання водних і енергетичних ресурсів.

Підвищення адаптаційного потенціалу меліорованих земель гідромеліоративних систем потребує визначення основних пріоритетних напрямів їх ефективного використання й сценаріїв щодо умов розвитку та продуктивності вирощування сільськогосподарських культур, водного та ґрунтових режимів, що ґрунтуються на організації проведення еколого-меліоративного моніторингу, удосконаленні та модернізації гідромеліоративних систем, способів регулювання водно-повітряного режиму та традиційних систем землеробства з урахуванням повного комплексу ґрунтових і гідрогеологічних умов, зміни кліматичних і антропогенних чинників.

За останні роки в результаті змін клімату та підвищення його посушливості відбулися суттєві зміни в умовах природної вологозабезпеченості України. Однак, що стосується конкретної оцінки клімату та впливу його змін на ефективність використання меліорованих земель гідромеліоративних систем і рекомендацій виробництву щодо комплексу адаптивних заходів, зокрема удосконалення та модернізації конструкції гідромеліоративних систем, технологій та засобів їх реалізації у змінних кліматичних умовах для підвищення адаптаційного потенціалу та забезпечення продовольчої і водної безпеки, то таких розробок на сьогодні практично не існує.

Підвищення адаптаційного потенціалу меліорованих земель потребує врахування відповідної метеорологічної інформації під час розроблення водогосподарсько-меліоративних проєктів та обґрунтування рівня економічної й екологічної ефективності їхньої реалізації. Розглянуто, що підвищення адаптаційного потенціалу меліорованих угідь вимагає розробки комплексу організаційно-господарських, експлуатаційно-агротехнічних, будівельних та проєктних адаптивних заходів з урахуванням особливостей погодно-кліматичних і природно-меліоративних умов конкретного регіону з дотриманням сучасних економічних й екологічних вимог до функціонування гідромеліоративних систем.

Ключові слова: обґрунтування необхідності, адаптаційний потенціал, меліоровані угіддя, гідромеліоративні системи, змінні кліматичні умови.

Rokochynskyi A., Turcheniuk V., Volk P., Koptiuk R., Prykhodko N. Substantiation of the need to increase the adaptive potential of the reclaimed lands of hydro-ameliorative systems in variable climatic conditions

The article presents substantiation of the need and considers the prerequisites for increasing the adaptive potential of the reclaimed lands of hydro-ameliorative systems. This is an extremely important task of ensuring and maintaining food and water security in variable climatic conditions which poses the need to find ways to create sustainable agricultural

production systems, in particular on reclaimed lands, and increasing the efficiency of hydro-ameliorative systems under rational use of water and energy resources.

Increasing the adaptation potential of the reclaimed lands of hydro-ameliorative systems requires identification of the main priority areas of their effective use and scenarios for the conditions of development and productivity of crops, water and soil regimes, based on the organization of ecological and reclamation monitoring, improvement and modernization of hydro-ameliorative systems, methods of regulating the water-air regime and traditional farming systems, taking into account the full range of soil and hydrogeological conditions, changes in climatic and anthropogenic factors.

During the last years, as a result of climate change and increasing of its aridity there have been significant changes in the natural moisture supply of Ukraine. However, with regard to the specific assessment of climate and the impact of its changes on the efficiency of use of the reclaimed lands of hydro-ameliorative systems and recommendations for production concerning a set of adaptive measures, in particular, improvement and modernization of the hydro-ameliorative systems' design, technologies and means of their implementation in changing climatic conditions to ensure food and water security - such developments almost do not exist today.

Increasing the adaptive potential of reclaimed lands demands taking into account the relevant meteorological information in the water reclamation projects and substantiation of the level of economic and environmental efficiency of their implementation. It is established that increasing the adaptive potential of reclaimed lands requires development of a set of organizational and economic, operational and agricultural, construction and design adaptive measures with consideration of the peculiarities of weather-climatic conditions and natural-reclamation conditions of a particular region in compliance with the modern economic and environmental requirements to the functioning of hydro-ameliorative systems.

Key words: substantiation of the need, adaptive potential, reclaimed lands, hydro-ameliorative systems, variable climatic conditions.

Постановка проблеми. На межі XX та XXI століть людство зіштовхнулося з низкою глобальних проблем, серед яких найбільшу небезпеку становлять продовольча, водна та енергетична кризи. У вересні 2015 р. в рамках 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН у Нью-Йорку відбувся Саміт ООН, на якому було затверджено нові орієнтири подальшого існування та 17 цілей сталого розвитку (Sustainable Development Goals, SDGs) [11], до яких віднесено й подолання означених криз, що поставило перед людством необхідність пошуку шляхів створення стійких систем сільськогосподарського виробництва, зокрема й на меліорованих землях, і підвищення ефективності функціонування гідромеліоративних систем за умов раціонального використання водних та енергетичних ресурсів.

Недостатній рівень використання наявного потенціалу меліорованих земель гідромеліоративних систем [8] обмежується низкою чинників, головним серед яких є зміна клімату, що ускладнює довгострокове прогнозування їхнього сільськогосподарського використання, збільшує ймовірність ризиків для цієї галузі та ускладнює вирішення проблеми ресурсоефективного функціонування гідромеліоративних систем.

Кліматичні зміни породжують для сільськогосподарського виробництва суттєві виклики та загрози. Через це для ефективного протистояння сучасним викликам енергетичної, продовольчої та водної криз, які посилюються внаслідок наявних змін клімату, виникає об'єктивна необхідність у розробці та реалізації адаптивних заходів на меліорованих землях у змінних кліматичних

умовах. Це насамперед вимагає врахування відповідної метеорологічної інформації під час розроблення водогосподарсько-меліоративних проєктів та обґрунтування рівня економічної й екологічної ефективності їхньої реалізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливість меліорованих угідь підтверджується прийняттям у 2019 р. Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року [3], яка передбачає виконання низки завдань, спрямованих на відновлення потенціалу зрошувальних та осушувальних систем як основи досягнення максимального рівня економічної ефективності та екологічної безпеки сільськогосподарського виробництва.

Систематичне викладення теоретичних основ і методів визначення економічної ефективності різних сфер діяльності людини з використанням метеорологічної інформації в умовах можливих змін клімату зроблено в роботах Z. Dong, Z. Pan, S. Wang [7], суть досліджень яких полягала в коригуванні структури сівозміни для ефективного реагування на зміну клімату і максимізації кліматичних ресурсів. Abdelaziz A. Gohar та Adrian Cashman [9] у своїх роботах провели оцінювання впливу мінливості і змін клімату на водні ресурси, продовольчу безпеку і економічний добробут. Отримані ними результати вказують на значний негативний вплив мінливості, зміни та подвійного впливу клімату на майбутнє водних ресурсів і продовольчої безпеки. Водночас E. Blanc and W. Schlenker [5] у своїх дослідженнях виконали оцінювання кліматичних

впливів на сільськогосподарське виробництво. Mostafa Rezaei Zaman, Saeed Morid, Majid Delavar [10] для визначення й оцінювання стратегій адаптації до зміни клімату використовували модель інструменту оцінки ґрунту і води (SWAT). Дослідники M. E. Brown, J. M. Antle, P. Backlund та ін. [6] вивчали питання змін клімату. Науковці С. М. Степаненко, А. М. Польовий, Н. С. Лобода [4] досліджували очікувані зміни режиму опадів та температури повітря на території України, режим виникнення посушливих явищ, вплив підвищених температур на життєдіяльність людини, виконали оцінку та прогноз водних ресурсів України в умовах змін глобального клімату.

Однак, що стосується конкретної оцінки клімату та впливу його змін на ефективність використання меліорованих земель гідромеліоративних систем і рекомендацій виробництву щодо комплексу адаптивних заходів, зокрема удосконалення та модернізації конструкції гідромеліоративних систем, технологій та засобів їх реалізації у змінних кліматичних умовах для підвищення адаптаційного потенціалу та забезпечення продовольчої і водної безпеки, то таких розробок на сьогодні практично не існує.

Постановка завдання. Враховуючи викладене, вирішення важливого та актуального завдання – підвищення адаптаційного потенціалу меліорованих земель гідромеліоративних систем – потребує, передусім, оцінювання впливу змін клімату на ефективність функціонування гідромеліоративних систем та розробки комплексу адаптивних заходів на основі оптимізації управління ними з дотриманням сучасних економічних й екологічних вимог із застосуванням ресурсоощадних технологій і засобів їх реалізації.

Землі сільськогосподарського використання в межах гідромеліоративної системи необхідно розглядати як агроєкосистему. Раціональне використання цих земель можливе за умов оцінки їх адаптаційного потенціалу, тобто здатності гідромеліоративної системи пристосуватися до зміни клімату (зокрема мінливості клімату та надзвичайних явищ), щоб зменшити потенційні збитки, скористатися можливостями та впоратися з наслідками.

При цьому враховуються: по-перше, характер і ступінь схильності гідромеліоративної системи до значних кліматичних змін; по-друге, здатність гідромеліоративної системи впоратися із зовнішніми впливами та порушеннями, що виникли в результаті зміни навколишнього середовища; по-третє, ризик імовірності або частота

виникнення стихійних лих і масштабу наслідків їхнього впливу. Ризик є функцією схильності об'єкта до впливу і сприйняття наслідків цього впливу системою.

Виклад основного матеріалу. У результаті змін клімату агрокліматичні ресурси можуть збільшитися й суттєво підвищити ефективність використання меліорованих земель та функціонування гідромеліоративних систем загалом. Такий розвиток подій є можливим у разі підйому і кардинальної адаптації до погодно-кліматичних умов, синхронізації використання меліорованих земель із темпами змін клімату, тобто необхідна оптимізація природно-меліоративних умов за допомогою спеціально розроблених меліоративних заходів. В іншому разі зміна клімату може призвести до значного зниження ефективності функціонування гідромеліоративних систем та посилення нестабільності використання меліорованих земель.

Тому підвищення адаптаційного потенціалу меліорованих земель гідромеліоративних систем потребує визначення основних пріоритетних напрямів їхнього ефективного використання й сценаріїв щодо умов розвитку та продуктивності вирощуваних сільськогосподарських культур, водного та ґрунтового режимів, що базуються на організації проведення еколого-меліоративного моніторингу на меліорованих і прилеглих землях, удосконаленні та модернізації гідромеліоративних систем, способів регулювання водно-повітряного режиму на меліорованих землях та традиційних систем землеробства з урахуванням повного комплексу ґрунтових та гідрогеологічних умов, зміни кліматичних і антропогенних чинників.

З огляду на це становить інтерес оцінювання зміни погодно-кліматичних умов та їхнього впливу на загальний природно-меліоративний режим і продуктивність меліорованих земель на регіональних рівнях, тобто необхідно виявити загальні тенденції й характер зв'язку в системі *погодно-кліматичні умови* \Rightarrow *природно-меліоративний режим* \Rightarrow *продуктивність меліорованих земель* на прикладі конкретних регіонів України, які й слугуватимуть основою для розробки відповідних адаптивних заходів.

Оцінювання зміни погодно-кліматичних умов, їхнього впливу на умови функціонування гідромеліоративних систем та ефективність ведення сільськогосподарського виробництва, а також розробка відповідних адаптивних заходів потребують використання відповідного комплексу прогнозно-імітаційних моделей. Такий комплекс

розроблено на кафедрі водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування, який включає в себе *модель кліматичних умов місцевості, модель водного режиму меліорованих земель, модель продуктивності меліорованих земель*, які реалізуються на основі довгострокового прогнозу [2].

Основою розробленого комплексу прогноз-но-імітаційних моделей є модель меліорованого поля, де реалізуються у своїй єдності технічні, режимні та технологічні аспекти використання меліорованих земель та функціонування гідромеліоративних систем, яка являє собою комплекс ієрархічно зв'язаних субмоделей щодо:

– кліматичних умов місцевості чи метеорологічних режимів

$$\bar{X}_\tau = X_\tau(q_{\tau-1}, p_\tau, a_\tau^f, \tau), \quad \tau = \overline{1, n_\tau}; \quad (1)$$

– водного режиму та технологій водорегулювання меліорованих земель

$$\bar{W}_\tau = W_\tau(W_{\tau-1}, q_\tau, p_\tau, a_\tau^g, \tau), \quad \tau = \overline{1, n_\tau}; \quad (2)$$

– розвитку і формування врожаю вирощуваних культур

$$\bar{Y}_\tau = Y_\tau(Y_{\tau-1}, q_\tau, p_\tau, a_\tau^k, \tau), \quad \tau = \overline{1, n_\tau}, \quad (3)$$

де $\bar{X}_\tau, \bar{W}_\tau, \bar{Y}_\tau$ – n -вектори, що представляють стан процесів на меліорованому полі у будь-який момент часу τ (де τ – крок дискретизації моделі) при заданих початкових значеннях X_τ, W_τ, Y_τ . Інші складові рівнянь є вектори управлінь (дій): некерованих природних (перш за все метеорологічних) факторів q_τ , керованих меліоративних (способів водорегулювання) p_τ та параметрів сис-

теми $a_\tau^f, a_\tau^g, a_\tau^k$, які відносяться до моменту часу τ щодо: f – метеорологічних режимів, g – технологій водорегулювання та k – вирощуваної культури. Параметри $X_{\tau-1}, W_{\tau-1}, Y_{\tau-1}$ – вектори стану розвитку системи за попередній період.

Модель меліорованого поля і комплекс субмоделей, що описують її окремі ланки, повинні мати універсальний характер, а рівні їхньої складності, інформаційного забезпечення і точності отримуваних результатів мають бути такими, що дозволять застосовувати ці субмоделі для реалізації загальних комплексних моделей на довготерміновій основі в умовах виробництва.

Враховуючи досвід європейських країн [1] та результати вітчизняних досліджень, заходи з адаптації меліорованих земель гідромеліоративних систем повинні охоплювати комплекс організаційно-господарських, експлуатаційно-агротехнічних, будівельних та проєктних заходів (див. рис.).

Висновки. Таким чином, підвищення адаптаційного потенціалу меліорованих земель гідромеліоративних систем є надзвичайно важливим завданням забезпечення та підтримання продовольчої та водної безпеки країни у змінних кліматичних умовах, що потребує розробки комплексу відповідних адаптивних заходів (організаційно-господарських, експлуатаційно-агротехнічних, будівельних та проєктних) з урахуванням особливостей погодно-кліматичних та природно-меліоративних умов конкретного регіону з дотриманням сучасних економічних й екологічних вимог до функціонування гідромеліоративних систем.



Рис. Алгоритм прийняття рішень з адаптації в умовах агроєкосистеми гідромеліоративної системи (ГМС)

Бібліографічний список

1. Массей Ерік Е. Досвід Європейського Союзу в адаптації до зміни клімату та застосування його в Україні. Бюро Координатора з економічної та довкілля діяльності ОБСЄ, 2012. 40 с.
2. Рокочинський А. М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах: монографія. Рівне: НУВГП, 2010. 351 с.
3. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року: затв. розпорядженням КМУ від 14 серп. 2019 р. № 688-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D1%80#Text> (дата звернення: 24.03.2021).
4. Степаненко С. М., Польовий А. М., Лобода Н. С. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: монографія. Одеса: ТЕС, 2015. 520 с.
5. Blanc E., Schlenker W. The use of panel models in assessments of climate impacts on agriculture. *Review of Environmental Economics and Policy*. 2017. Vol. 11, No. 2. P. 258–279.
6. Brown M. E., Antle J. M., Backlund P. et al. Climate Change, Global Food Security, and the U.S. Food System. 2015. 146 p. doi: 10.7930/J0862DC7.
7. Dong Z., Pan Z., Wang S. Effective crop structure adjustment under climate change. *Ecological Indicators*. 2016. Vol. 69. P. 571–577.
8. Global Food Security Index: Rankings and trends. URL: <https://foodsecurityindex.eiu.com/Index> (last accessed: 17.03.2021).
9. Gohar A. A., Cashman A. Methodology to assess the impact of climate variability and change on water resources, food security and economic welfare. *Agricultural Systems*. 2016. Vol. 147. P. 51–64.
10. Mostafa Rezaei Zaman, Saeed Morid, Majid Delavar. Evaluating climate adaptation strategies on agricultural production in the Siminehrud catchment and inflow into Lake Urmia, Iran using SWAT within an OECD framework. *Agricultural System*. 2016. Vol. 147. P. 98–110. doi: 10.1016/j.agsy.2016.06.001.
11. Sustainable Development Goals: Guidelines. URL: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/news/communications-material/> (last accessed: 10.03.2021).

Стаття надійшла 22.06.2021