

ГІДРОТЕХНІЧНІ МЕЛІОРАЦІЇ

УДК 631/635 (043.3)

Турченко В. О., к.т.н., доцент, Фроленкова Н. А., к.е.н., доцент, Рокочинський А. М., д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), fwg@ukr.net

СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРИРОДНО-МЕЛІОРАТИВНОГО РЕЖИМУ РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ЗАСАДАХ

Обґрунтовано необхідність підвищення ефективності функціонування рисових зрошувальних систем. Викладені методичні підходи до визначення екологічної складової ефективності та результати її визначення для Придунайських рисових зрошувальних систем. *Ключові слова:* оптимізація, природно-меліоративний режим, рисова зрошувальна система, еколого-економічна ефективність.

Одним із стратегічно важливих та актуальних завдань розвитку аграрного сектору економіки України на сучасному етапі є відновлення продуктивності та ресурсного потенціалу галузі рисівництва, що неможливе без підвищення загальної технічної, технологічної, економічної та екологічної ефективності функціонування існуючих рисових зрошувальних систем (РЗС). Загострення екологічних проблем в зрошувальному землеробстві, особливо в рисівництві, вимагає узгодження економічних та екологічних цілей при яких досягається найбільший сукупний еколого-економічний ефект. Це можливо при впровадженні заходів, які направлені на формування таких агросистем, яким притаманна екологічна стабільність природного середовища та висока відтворювальна спроможність за умови використання науково обґрунтованих, ресурсозберігаючих технологій зрошувального землеробства.

Метою сучасної меліорації земель повинно бути не тільки збільшення сільськогосподарської продукції, але й збереження та покращання родючості ґрунтів за умови раціонального використання природних ресурсів і охорони навколишнього середовища [2; 7].

Тому вирішення проблеми підвищення ефективності меліоративних заходів, зменшення негативного впливу на природні ресурси полягає, насамперед, в обґрунтуванні екологічно прийнятних і еко-

номічно ефективних стратегій розвитку аграрного виробництва на меліорованих землях з використанням прогресивних технологій водорегулювання, оскільки оптимальна стратегія розвитку сьогодні повинна базуватись на «екологічно допустимих економічних рішеннях».

У свою чергу, це потребує переходу від звичної практики розгляду меліоративних об'єктів не суто як **технічних**, а як складних **природно-технічних систем** з відповідною зміною усієї методології, технічної та технологічної стратегії їхнього створення й функціонування, а також безпосереднього врахування мінливих у часі та невідзначених за своїм характером природно-кліматичних умов, оскільки саме вони, разом з меліоративними чинниками, справляють визначальний вплив на загальний природно-меліоративний режим земель РЗС та відповідний еколого-економічний ефект. Крім того, РЗС можна розглядати як, певним чином, організовану еколого-економічну систему, що функціонує з метою раціонального природокористування та оптимального й продуктивного розвитку аграрного виробництва на меліорованих землях за рахунок мінімізації впливу несприятливих умов навколишнього природного середовища на створюваний еколого-економічний ефект за визначений проміжок часу. Таким чином, РЗС являє собою складну природно-технічну, еколого-економічну систему, яка потребує поєднання технічних, технологічних, економічних й екологічних інтересів.

Для цього потрібно вдосконалювати методи проектування і розрахунку РЗС шляхом широкого використання прогнозно-оптимізаційних розрахунків на багатоваріантній основі, що враховують сучасні економічні та екологічні вимоги до реалізації меліоративних заходів.

На підставі та в розвиток [8; 5] системна оптимізація природно-меліоративного режиму РЗС на еколого-економічних засадах може бути розглянута за комплексною моделлю

$$\begin{cases} U_0 = \underset{\{i\}}{\text{extr}} U_i, & i = \overline{1, n_i}; \\ Z_{ji} \ll \widehat{Z}_j, & j = \overline{1, n_j}; i = \overline{1, n_i} \end{cases}, \quad (1)$$

де U_0 – екстремальне значення за прийнятою умовою обраного критерію економічної оптимальності U , що відповідає оптимальному проектному розв'язанню за сукупністю можливих варіантів $I = \{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$; Z_{ji} – сукупність $\{j\}$, $j = \overline{1, n_j}$ критеріїв (фізичних показників) екологічної ефективності водорегулювання на РЗС за сукупністю

проектних розв'язань $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$; \widehat{Z}_j – відповідні лімітуючі показники екологічної ефективності, що розглядаються.

Що стосується екологічної оцінки меліоративних заходів, то це надзвичайно складне питання, яке досі не вирішене через низку причин, перш за все об'єктивного характеру, а саме, через надзвичайну складність визначення економічних наслідків їх негативного впливу на природне середовище [2; 7]. Вартісна оцінка екологічних факторів завжди пов'язана з певними умовностями і показники екологічного ефекту від реалізації меліоративних проектів дуже складно, а іноді навіть неможливо обчислити в грошовому виразі. Тому більш правомірним є підхід до врахування екологічних факторів, що заснований на їх якійсь або відносній оцінці. Саме тому існує необхідність і доцільність використання та подальшого розвитку існуючих підходів залежно від поставленої мети, задач, складності та наявних інформаційних можливостей.

За аналогією з [8], визначення екологічно прийнятних варіантів проектних рішень на РЗС можуть бути представлені у вигляді необхідних умов та обмежень за визначеною, обґрунтованою і прийнятою до розгляду сукупністю фізичних показників (критеріїв) оцінки водного, сольового і загального природно-меліоративного режимів земель РЗС: за режимом рівня ґрунтових вод в позавеgetаційний період та інтенсивності фільтраційних процесів під затопленим рисовим полем, за ступенем засолення кореневмісного шару ґрунту, мінералізації ґрунтових вод та ін. За такими показниками, порівняно з їх граничними значеннями відповідно до конкретних ґрунтово-меліоративних умов об'єкта, можна передбачити направленість процесів, що відбуваються на рисових полімеліорованих територіях і, тим самим, неявно оцінити екологічний ефект від реалізації меліоративних заходів.

Формально це може бути представлено як

$$Z_{ji} \begin{cases} \leq \\ = \\ \geq \end{cases} Z_j, \quad j = \overline{1, n_j}, \quad i = \overline{1, n_i}. \quad (2)$$

Екологічно надійні проектні рішення, виходячи з умови (2), можуть бути визначені в загальному вигляді за моделлю

$$Z_{oj} = \min_{\{i\}} |Z_{ji} - Z_j|, \quad j = \overline{1, n_j}, \quad i = \overline{1, n_i}. \quad (3)$$

Причому варіанти проектних рішень сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$ можуть складатися за різними технологіями водорегулювання земель РЗС.

Обґрунтування оптимальних природно-меліоративних та ґрунтових режимів РЗС за інтегральною оцінкою сукупності показників їхньої екологічної ефективності може бути достатньо ефективно виконане на основі методу Б.П. Карука [1].

За його підходом характеристику екологічної надійності варіанта меліоративного проекту можна представити у вигляді вектора H з компонентами H_z

$$H = H_z / z = 1, 2, \dots, N /, \quad (4)$$

де N – кількість елементів (факторів), які характеризують екологічну надійність меліоративного проекту.

Тут компоненти H_z приймають відповідні значення за умови, що

$$H_z = \begin{cases} 1, & \text{якщо } H_z \leq H_{nz}; \\ 0, & \text{якщо } H_z > H_{nz}, \end{cases} \quad (5)$$

де H_{nz} – нормативне, критичне або допустиме значення z -го елемента.

Тоді коефіцієнт екологічної надійності варіанта меліоративного проекту можна визначити за формулою

$$k_n = \frac{\sum_{z=1}^N H_z}{N}. \quad (6)$$

Такий коефіцієнт являє собою наближену оцінку екологічної стійкості проекту, ступінь урахування факторів екологічної надійності його функціонування, в першу чергу з точки зору підтримання сприятливих природно-меліоративних та ґрунтових режимів у межах проектного терміну.

В розвиток та на відміну від розглянутого підходу, пропонується більш гнучкий інструмент визначення компоненти H_z , коли вона приймає значення в інтервалі від 0 до 1 за умови, що

$$H_z = \begin{cases} H_z = 1 - \left(\frac{H_{nz} - H_{\phi z}}{H_{nz}} \right), & \text{якщо } H_{\phi z} \leq H_{nz}; \\ H_z = 1 + \left(\frac{H_{nz} - H_{\phi z}}{H_{nz}} \right), & \text{якщо } H_{\phi z} \geq H_{nz}, \end{cases} \quad (7)$$

де $H_{\phi z}$ – фактичне значення z -го показника екологічної ефективності; H_{nz} – відповідно нормативне, критичне або допустиме його значення.

Даний підхід до оцінювання екологічної надійності проекту відрізняється від класичної теорії надійності, де фігурують імовірнісні величини, проте він є досить простим та універсальним за своєю суттю, оскільки дає змогу в залежності від постановки завдання використовувати різні, переважно експертні методи оцінки та будь-який комплекс різнорідних показників. При допущенні, що в системі факторів всі вони є однаково важливими, можна відсутність певного елемента вважати як відповідне зменшення міри екологічної надійності.

Значення коефіцієнтів екологічної надійності меліоративного об'єкта за рекомендованою шкалою наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Шкала коефіцієнтів екологічної надійності

№ з/п	Коефіцієнт екологічної надійності	Найменування градацій рівня екологічної надійності
1.	0,0 - 0,25	ненадійна
2.	0,26 - 0,50	недостатньо надійна
3.	0,51 - 0,75	достатньо надійна
4.	0,76 - 1,0	надійна

Таким чином, екологічно оптимальні природно-меліоративні та ґрунтові режими земель РЗС за розглянутою методикою забезпечуються за умови дотримання обмеження, що коефіцієнт екологічної надійності за варіантом меліоративного проекту знаходиться в інтервалі значень

$$0,5 < k_{n_i} \leq 1,0. \quad (8)$$

Запропонована схема оцінювання екологічної надійності меліоративного проекту є універсальною, оскільки в якості складових елементів надійності може виступати будь-який комплекс факторів як кількісних, так і якісних, які характеризують еколого-меліоративний стан території.

Нами були сформовані варіанти досліджень, за якими була здійснена системна оптимізація параметрів природно-меліоративного режиму, технологій водорегулювання та конструкцій основних технічних елементів Придунайських РЗС.

За прийнятими вихідними даними та умовами на основі визначеної сукупності показників водного і природно-меліоративного ре-

жимів для даних природно-агро-меліоративних умов була виконана інтегральна оцінка рівня екологічної стійкості земель РЗС за коефіцієнтом екологічної надійності.

Узагальнені результати такої оцінки наведені в табл. 2.

Виконані за розглянутих умов прогнозно-оптимізаційні розрахунки вказують на необхідність запровадження на РЗС, раніше обґрунтованих [4], раціональних і ресурсозберігаючих технологій водорегулювання, якими передбачається зменшення шару затоплення рису водою до 8-12 см. При цьому необхідно передбачати заходи, направлені на підвищення дренажності рисових полів як головної умови створення промивного водного режиму, з яким пов'язане, в цілому, ефективне функціонування РЗС. Створення і підтримання промивного водного режиму має бути забезпечене впродовж всього терміну їх функціонування з врахуванням зміни кліматичних умов.

Безперечно, що отримані загальні рекомендації повинні в подальшому уточнюватися для умов кожного реального об'єкта, який буде розглядатися за відповідними техніко-економічними та екологічними показниками.

1. Карук Б. П. Экологическое обоснование проектов мелиоративных систем : Конспект лекций. – Киев : Изд-во ВИПК Минводстроя СССР, 1989. – 110 с.
2. Маслов Б. С. Мелиорация и охрана природы / Маслов Б. С., Минаев И. В. – М. : Россельхозиздат, 1985. – 271 с.
3. Методичні рекомендації щодо екологічно оптимальних режимів меліорованих ґрунтів гумідної зони України. – Рівне : НУВГП, 2005. – 50 с.
4. Рис в Україні: монографія / В. А. Сташук, А. М. Рокочинський, Л. М. Грановська. – Херсон : Грінь Д. С., 2014. – 976 с.
5. Рокочинський А. М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах : Монографія / за редакцією академіка УААН Ромащенко М. І. – Рівне : НУВГП, 2010. – 351 с.
6. Рокочинський А. М. Оптимізація водорегулювання осушуваних земель / А. М. Рокочинський // Водне господарство України. – 1997. – № 2. – С. 4–5.
7. Трегобчук В. М. Экономико-экологические проблемы гидромелиорации / Трегобчук В. М.; АН УССР. Институт экономики. – К. : Наукова думка, 1990. – 208 с.
8. Фроленкова Н. А. Эколого-экономические оценки в управлении мелиоративными проектами: Монография / Фроленкова Н. А., Кожушко Л. Ф., Рокочинський А. М. – Рівне : НУВГП, 2007. – 257 с.

Рецензент: д.т.н., професор Ткачук М. М. (НУВГП)

Таблиця 2

Узагальнена оцінка рівня екологічної надійності водорегулювання на рисових зрошувальних системах щодо рівня їхньої продуктивності (на рівні рисового поля)

Варіанти	Період та умови водозабезпечення	Спосіб водорегулювання	Значення коефіцієнта екологічної надійності	Рівень екологічної надійності
Варіант 1 – характеризується питомим вмістом рису в сівозміні на рівні 75-100%	Ретроспективний, Шар води 20 см	Затоплення	0,39	недостатньо надійна
Варіант 2 – характеризується питомим вмістом рису в сівозміні на рівні 30-33%	Ретроспективний, шар води 20 см	Затоплення	0,37	недостатньо надійна
Варіант 3 – характеризується питомим вмістом рису в сівозміні на рівні 50-60%	Ретроспективний, шар води 20 см	Затоплення	0,44	недостатньо надійна
Варіант 4 – запровадження раціональної технології водокористування	Сучасний, шар води 12 см	Затоплення	0,55	достатньо надійна
Варіант 5 – запровадження ресурсозберігаючої технології водокористування	Сучасний, шар води 8 см	Затоплення	0,53	достатньо надійна
Варіант 6 – перехід на монокультуру з дотриманням комплексу заходів з підвищення ефективності функціонування рисових систем	Сучасний, шар води 8 см	Затоплення	0,50	недостатньо надійна
Варіант 7 – передбачає можливі зміни клімату за моделлю Канадського кліматологічного центру «СССМ» та запровадження раціональної технології водокористування	Прогнозний, шар води 12 см	Затоплення	0,51	достатньо надійна
Варіант 8 – передбачає можливі зміни клімату за моделлю Метеорологічного бюро Об'єднаного королівства «УКМО», та запровадження раціональної технології водокористування	Прогнозний, шар води 12 см	Затоплення	0,52	достатньо надійна
Варіант 9 – передбачає можливі зміни клімату за моделлю Канадського кліматологічного центру «СССМ» та запровадження ресурсозберігаючої технології водокористування	Прогнозний, шар води 8 см	Затоплення	0,53	достатньо надійна
Варіант 10 – передбачає можливі зміни клімату за моделлю Метеорологічного бюро Об'єднаного королівства «УКМО», та запровадження ресурсозберігаючої технології водокористування	Прогнозний, шар води 8 см	Затоплення	0,53	достатньо надійна
Варіант 11 – запровадження ресурсозберігаючої технології водокористування з запровадженням заходів, спрямованих на підвищення дренажності рисових чеків	Сучасний, шар води 8 см	Затоплення	0,64	достатньо надійна

Turcheniuk V. O., Candidate of Engineering, Associate Professor, Frolenkova N. A., Candidate of Economics, Associate Professor, Rokochynskyi A. M., Doctor of Engineering, Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

SYSTEM OPTIMIZATION OF RICE IRRIGATION SYSTEMS NATURAL RECLAMATION MODE ON ECOLOGICAL AND ECONOMIC PRINCIPLES

The need to improve the functioning efficiency of rice irrigation systems is substantiated. Methodical approaches to the definition of ecological composing efficiency and the results of its determination for the Danube rice irrigation systems are outlined.

***Keywords:* optimization, natural reclamation mode, rice irrigation system, ecology and economic efficiency.**

Турченко В. А., к.т.н., доцент, Фроленкова Н. А., к.е.н, доцент, Рокочинский А. Н., д.т.н., профессор (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), fwg@ukr.net

СИСТЕМНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЕСТЕСТВЕННО-МЕЛИОРАТИВНОГО РЕЖИМА РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ

Обоснована необходимость повышения эффективности функционирования рисовых оросительных систем. Изложены методические подходы к определению экологической составляющей эффективности и результаты её определения для Придунайских рисовых оросительных систем.

***Ключевые слова:* оптимизация, естественно-мелиоративный режим, рисовая оросительная система, эколого-экономическая эффективность.**
