

УДК 631.6:519.863

## СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ ВОДОРЕГУЛЮВАННЯ ЯК НЕОБХІДНА УМОВА СТВОРЕННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ВОДОГОСПОДАРСЬКО-МЕЛІОРАТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ЗАСАДАХ

А.М. РОКОЧИНСЬКИЙ, док. тех. наук.

Національний університет водного господарства та природокористування

*У статті обґрунтовано необхідність й розглянуто можливі підходи до реалізації системної оптимізації водорегулювання на меліорованих землях при створенні та функціонуванні водогосподарсько-меліоративних об'єктів на еколого-економічних засадах.*

**Ключові слова:** системна оптимізація, водорегулювання, водогосподарсько-меліоративні об'єкти, еколого-економічні засади

**Проблема та її актуальність.** Серед найбільших викликів сучасності, нарівні з енергетичним, найгостріше проявляються сьогодні продовольча і водна кризи, вплив яких посилюється зміною погодно-кліматичних умов як на планетарному, так і регіональних рівнях.

У зв'язку з цим, сільськогосподарські гідротехнічні меліорації були, є і залишаються одним з найважливіших факторів інтенсифікації аграрного виробництва й, відповідно, врегулювання як водного, так і продовольчого питань.

Разом з тим слід зазначити, що розвитку меліорацій в Україні взагалі притаманні всі загальні об'єктивно зумовлені як позитивні, так і негативні тенденції, детально розглянуті академіком Б.Б. Шумаковим наприкінці ХХ століття [17]. У першу чергу це стосується того, що широкомасштабний розвиток меліорацій пов'язаний із значними капіталовкладеннями, дуже відчутними для економіки будь-якої країни, але отриманий ефект при цьому складає в кращому випадку 60...70% від проектного.

З численних причин недосягнення проектної ефективності меліорацій Б.Б.Шумаков цілком справедливо акцентує увагу на нестачі наших знань про результати взаємодії меліоративної діяльності людини з природними процесами та їх врахуванні при проектуванні. Унаслідок цього на меліорованих землях і прилеглих до них територіях розвиваються в непередбачуваних масштабах процеси з негативними явищами, які різко знижують ефективність меліорацій.

Більш того, намагання отримати за рахунок меліорацій максимум сільськогосподарської продукції без урахування вимог охоро-

ни оточуючого середовища призвело в ряді випадків до кризових ситуацій в області екології. Однак, попри це, подальший розвиток меліорацій має відбуватись, але на принципово новому рівні, що забезпечує не тільки високу та сталу ефективність сільського господарства, але і його екологічну стійкість.

Вирішення такої складної проблеми можливе тільки завдяки реалізації на практиці сучасної концепції розвитку меліорацій в зоні зрошення, а також достатнього і нестійкого зволоження. Ця концепція ґрунтується на застосуванні нових підходів і прогресивних технологій водорегулювання з метою оптимізації меліоративного режиму зрошуваних і осушуваних земель. Вона передбачає узгодження суперечливих вимог до водного режиму посівів вирощуваних сільськогосподарських культур і відповідного екологічного ефекту, створюваного при цьому.

У свою чергу, отриманий урожай разом з екологічними наслідками є головними критеріями необхідності і доцільності реалізації гідромеліоративних заходів.

Застосування такого підходу потребує зміщення акцентів та переходу від усталеної практики розгляду меліоративних об'єктів не суто як технічних, а представлення їх у вигляді складних природно-технічних систем, з відповідною зміною усієї методології, технічної та технологічної стратегії їх створення й функціонування за рахунок більш точного врахування, перш за все мінливих як у багаторічному, так і внутрішньосезонному перерізі природно-кліматичних умов. Останні мають невизначений характер і справляють разом з меліоративними чинниками визначальний вплив на загальний природно-

меліоративний режим осушуваних земель та відповідний еколого-економічний ефект.

Сьогодні практично відсутні достатні методи обґрунтування еколого-економічної доцільності реалізації гідромеліоративних заходів у вигляді певних технічних і технологічних рішень (ТТР) з водорегулювання, що відповідають вимогам сучасного етапу розвитку осушувальних меліорацій. Це викликає необхідність відповідного підвищення вимог до якості оцінювання, прогнозу та оптимізації управління водним і загальним природно-меліоративним режимами осушуваних земель, як обов'язкової умови розв'язання означеної проблеми, а також визначає актуальність формалізації цих процесів на всіх стадіях побудови схем прийняття рішень при проектуванні нового будівництва, реконструкції та експлуатації меліоративних об'єктів за відповідними моделями.

Для цього потрібна система прогнозно-оптимізаційних моделей, яка дасть змогу прогнозувати та оцінювати загальну еколого-економічну ефективність гідромеліоративних заходів при обґрунтуванні технічних рішень з водорегулювання осушуваних земель на різних рівнях прийняття їх у часі.

На жаль, меліоративна наука поки що не має повної системи таких моделей, придатних для інженерної практики в умовах виробництва, перш за все через надзвичайно складний характер природно-техногенних процесів, що відбуваються на меліорованих землях. Застосування ж наявних, навіть із залученням можливостей сучасних засобів обчислювальної техніки, вкрай утруднене через складність, значну кількість параметрів та різного роду обмежень, відсутність відповідного інформаційного забезпечення тощо.

Крім того, сьогодні спостерігається значний розрив між рівнем розвитку наукових ідей та ефективністю їхньої реалізації в умовах виробництва. Назріла нагальна потреба довести наукові розробки до головних користувачів – проектувальників та експлуатаційників меліоративних систем і зробити ці методи невід'ємною складовою відповідних технологічних процесів на виробництві.

**Основна частина.** Отже, сучасний етап розвитку сільськогосподарського виробництва на меліорованих землях характеризується комплексом невирішених завдань, пов'язаних, перш за все, з практичною відсутністю

достатніх методів обґрунтування загальної еколого-економічної доцільності реалізації гідромеліоративних заходів на різних рівнях прийняття рішень у часі.

Це викликає необхідність підвищення вимог до якості оцінювання, прогнозу і оптимізації управління водним і загальним природно-меліоративним режимами осушуваних земель, як обов'язкової умови вирішення даного кола питань, а також визначає актуальність формалізації цих процесів на всіх стадіях побудови схем прийняття рішень у часі, що враховують головні особливості реального виробничого об'єкта.

Традиційним, можна сказати класичним шляхом призначення управління і вибору рішень (який теоретично має універсальне значення незалежно від специфіки об'єкта) є *оптимізаційний підхід*, який передбачає чітку (кількісно виражену в скалярному вигляді) формалізацію задачі управління, розробку моделей процесів, що протікають в об'єкті, і моделей впливу на об'єкт.

Сьогодні маємо численні приклади застосування оптимізаційного підходу для визначення параметрів меліоративних систем і раціональних схем використання водних ресурсів при розробці методів прийняття й обґрунтування технічних розв'язань в проектах будівництва й реконструкції водогосподарських і меліоративних об'єктів, що досить інтенсивно розроблялись у 70-80-ті роки минулого століття як для зони зрошувальних меліорацій (А.Є. Агрест, К.П. Арент, В.Н. Кардаш, О.П. Кисаров, К.А. Папелішвілі, В.Г. Пряжинська, І.П. Айдаров, А.І. Голованов, Ю.М. Нікольський, Л.М. Рекс, О.Г. Соломонія, Н.С. Фелінгер, К.І. Шавва, Б.Б. Шумаков та ін.), так і зони осушення перезволожених земель (Г.І. Афанасик, П.І. Закржевський, Ю.О. Канцибер, О.І. Климко, М.О. Лазарчук, І.В. Минаєв, І.С. Рабочев, Л.М. Рекс, В.О. Розин, П.Б. Свікліс, В.Ф. Шебеко та ін.).

Крім того, оптимізаційний підхід досить успішно застосовувався також для спроб розв'язування ряду окремих задач управління окремими меліоративними (оптимальний режим зрошення вирощуваних сільськогосподарських культур) (Г.І. Афанасик, Є.П. Галямин, П.І. Ковальчук, М.О. Лазарчук, А.П. Ліхацевич, Ю.М. Нікольський, В.П. Остапчик, В.А. Платонов та ін.) і агротехнічними заходами (оптимальні структури

посівів, дози внесення добрив та ін.) (Є.Є. Жуковський, В.А. Платонов, О.П. Федосеев та ін.).

Однак, на жаль, більшість цих розробок не вийшли за рамки постановочного характеру і не були доведені до широкого впровадження на виробництві через розглянуті причини, хоча в них були закладені найсучасніші теоретичні принципи вирішення оптимізаційних завдань, які не втратили своєї актуальності і сьогодні.

Ключ до вирішення даного питання, на нашу думку, лежить у необхідності заміни традиційного підходу через нормування розрахункової забезпеченості на її визначення залежно від конкретних природно-агро-меліоративних умов кожного реального об'єкта. Для цього також потрібна система оптимізаційних та прогнозно-імітаційних моделей, яка дозволить спрогнозувати та оцінити загальну еколого-економічну ефективність проектних рішень за усім наявним спектром природно-агро-меліоративних умов досліджуваного об'єкта.

При цьому, розгляд гідромеліоративної системи як складної природно-технічної системи визначає необхідною умовою знаходження загального оптимуму в такій системі на основі *системної оптимізації*, суть якої полягає в знаходженні проміжних та локальних оптимумів для всіх її основних складових водорегулюючих елементів (дренаж, шлюз-регулятор, насосна станція, головна дрена), за всіма основними змінними у просторі та часі факторами, що впливають на ефективність водорегулювання (клімат, рельєф, вирощувані сільськогосподарські культури, технології водорегулювання та ін.), а також за усіма складовими системи ефект-режим-технологія-конструкція для всіх відповідних рівнів ієрархії побудови й реалізації відповідної моделі оптимізації.

Крім того, системна оптимізація повинна передбачати також можливість обґрунтування оптимального проектного рішення щодо типу та конструкції ГМС або складових їх технічних елементів на наявний, визначений або заданий рівень економічної (врожайність сільськогосподарських культур) та екологічної ефективності функціонування досліджуваного об'єкта.

На підставі викладеного нами були сформульовані основні теоретичні положення і принципи побудови *комплексних моделей*

*оптимізації* проектних рішень щодо водорегулювання насамперед осушуваних земель на еколого-економічних засадах з урахуванням кліматологічної стратегії управління водогосподарсько-меліоративними об'єктами згідно традиційним рівням прийняття їх у часі (проект, планова експлуатація, оперативне управління) [1,2,3,4,6,7,9,10, 11,12,13,14, 15,16].

У свою чергу, реалізація таких моделей оптимізації спирається на комплекс *прогнозно-імітаційних моделей*, які за відповідним видом прогнозу (довготерміновим чи короткотерміновим) дають змогу оцінювати множинні змінні умови досліджуваного об'єкта (клімат, ґрунти, рельєф, технології, режими та схеми водорегулювання, урожай вирощуваних культур тощо).

Необхідність розробки і впровадження прогнозно-оптимізаційних режимних розрахунків, методів і засобів їх реалізації зумовлені об'єктивним розвитком і потребами меліоративного виробництва, розвитком науково-технічного прогресу в галузі. Вони є необхідною передумовою для розробки елементів та систем автоматизованого проектування (САПР), створення автоматизованих систем управління (АСУ) меліоративними і водогосподарськими об'єктами при їх експлуатації в зоні достатнього та нестійкого зволоження.

Але, при цьому, можливості постановки і розв'язування таких задач, зумовлених їх об'єктивною необхідністю, а також сучасним рівнем розвитку наукових ідей та методології їх втілення, не завжди узгоджуються між собою, перш за все через відсутність відповідних оптимізаційних і прогнозно-імітаційних моделей, методичного й інформаційного забезпечення їх реалізації, які б задовольняли умовам виробництва.

До цього слід додати, що, з іншого боку, не завжди на виробництві сьогодні мають місце необхідні передумови (кадри й рівень їх фахової підготовки, матеріально-технічне забезпечення тощо), які дозволяють сприйняти і реалізувати на практиці нові наукові ідеї та розробки.

Проте, впродовж 90-х років минулого століття і по теперішній час за висвітленими принципами, методами та моделями було розроблено методичне, програмне та необхідне інформаційне забезпечення з реалізації комплексу оптимізаційних та прогнозно-

імітаційних моделей з обґрунтування конструктивних та технологічних рішень з водорегулювання осушуваних земель, доведених до виробничого рівня їх використання у вигляді галузевих нормативів [6, 7, 13, 14, 15].

На їх основі було здійснено розв'язання низки оптимізаційних та прогнозних задач з водорегулювання осушуваних земель.

У проектах будівництва й реконструкції осушувальних систем:

- обґрунтування вибору можливих способів регулювання водного режиму та відповідних до них типів й конструкцій ГМС на осушуваних землях;
- оптимізація параметрів регулюючої мережі;
- оптимізація розрахункової забезпеченості й параметрів магістральних каналів та регульованих водоприймачів.

У проектах експлуатації осушувально-зволожувальних систем:

- комплексна автоматизація планового водорегулювання осушуваних земель;
- розробка системних планів водорегулювання на довготерміновій основі;
- створення інформаційно-дорадчих систем оперативного планування водорегулювання;

– реалізація планового водорегулювання у виробничих умовах;

– обґрунтування раціональних витрат води для зволоження осушуваних земель України;

– обґрунтування екологічно оптимальних режимів меліорованих ґрунтів гумідної зони України.

Окремі розробки з розв'язання аналогічних задач з дотриманням сучасних економічних та екологічних вимог розглянуті також у низці інших наших публікацій. Дані науково-технічні розробки пройшли успішну апробацію й виявили достатню ефективність їх використання у виробничих умовах та навчальному процесі при підготовці відповідних фахівців у ВНЗ.

**Висновки.** Таким чином, системна оптимізація водорегулювання в зоні осушувальних та зрошувальних меліорацій дасть змогу значно підвищити їх обґрунтованість за рахунок можливості визначення загальної технічної, технологічної й екологічної ефективності створення й функціонування водогосподарсько-меліоративних об'єктів та комплексів, в тому числі з урахуванням зміни погодно-кліматичних умов.

### Бібліографія

1. *Методические указания по экономико-математическому обоснованию выбора оптимальной расчётной обеспеченности и сечений магистральных каналов осушительных систем* / Лазарчук Н.А., Рокочинский А.Н., Гончаров С.М., Черенков А.В., Дуляк В.Д., Питкевич Э.Г. – Ровно, 1988. – 20 с.

2. *Методичні рекомендації щодо екологічно оптимальних режимів меліорованих ґрунтів гумідної зони України* / С.Т. Вознюк, А.М. Рокочинський, В.С. Мошинський, В.А. Сташук, Н.А. Фроленкова та ін. – Рівне, 2005. – 50 с.

3. *Методы системного анализа в мелиорации и водном хозяйстве* / Под ред. чл.-кор. ВАСХНИЛ Б.Г.Штепы. - Л.: Гидрометеиздат, 1983.- 262 с.

4. *Науково-методичні та організаційні засади управління водогосподарсько-меліоративними об'єктами гумідної зони України за короткотерміновим метеорологічним прогнозом: Методичні рекомендації* / А.М. Рокочинський, В.А. Сташук, Я.Я. Зубик, Л.В. Зубик, Є.І. Покладньов та ін. – Рівне, 2005. – 53 с.

5. *Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель (рекомендации)* / Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н.- М.: Агротомиздат, 1990.-60с.

6. *Посібник до ДБН В.2.4-1-99 “Меліоративні системи та споруди” (Розділ 3. Осушувальні системи). Метеорологічне забезпечення інженерно-меліоративних розрахунків у проектах будівництва й реконструкції осушувальних систем* / А.М. Рокочинський, О.І. Галік, В.А. Сташук, Н.А. Фроленкова, В.А. Волощук та ін. – Рівне, 2008. – 64 с.

7. *Посібник до ДБН В.2.4-1-99 “Меліоративні системи та споруди” (Розділ 3. Осушувальні системи). Обґрунтування ефективної проектної врожайності на осушуваних землях при*

будівництві й реконструкції меліоративних систем / А.М. Рокочинський, С.В. Шалай, В.А. Сташук, В.Д. Дупляк та ін. – Рівне, 2006. – 50 с.

8. Принципы оптимизации управления водным режимом почв на осушительно-увлажнительных системах // Управление водным режимом мелиорированных земель / Афанасик Г.И., Армоник О.Р., Пятницкий В.Н., Финский А.И.- Минск: Ураджай, 1987.- С. 9-15.

9. Рокочинський А.М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах.: Монографія / За ред. академіка УААН Ромашенка М.І. – Рівне: НУВГП, 2010. – 351 с.

10. Технические указания по оптимизации параметров горизонтального дренажа на основании экономико-математического расчета при проектировании осушительных систем в Украинской ССР: НТД 33-63-090-89 / Лазарчук Н.А., Муранов В.Г., Черенков А.В., Рокочинский А.Н. – К.: Укрсприводхоз, 1989.–26с.

11. Технические указания по разработке с помощью ЭВМ системных планов водопользования для осушительно-увлажнительных систем Украины: НТД 33-04-01-91 / Лазарчук Н.А., Рокочинский А.Н., Гус В.М., Зубик Я.Я., Бежук В.М., Черенкова Л.П., Сташук В.А., Полякова М.И., Нагорная В.П., Дорошук А.Н. – К.: Укрсприводхоз, 1991. – 40 с.

12. Технические указания по созданию информационно-советующих систем управления осушительно-увлажнительными системами: НТД 33-04-03-92 / Лазарчук Н.А., Рокочинский А.Н., Черенков А.В., Гус В.М., Сташук В.А., Зубик Я.Я., Бежук В.Н., Черенкова Л.П. – К.: Укрсприводхоз, 1992. – 66 с.

13. Тимчасові рекомендації з оптимізації водорегулювання осушуваних земель у проектах будівництва й реконструкції водогосподарсько-меліоративних об'єктів / А.М. Рокочинський, В.А. Сташук, В.Д. Дупляк, Н.А. Фроленкова та ін. – Рівне, 2010. – 52 с.

14. Тимчасові рекомендації з прогнозної оцінки водного режиму та технологій водорегулювання осушуваних земель у проектах будівництва й реконструкції меліоративних систем / А.М. Рокочинський, В.А. Сташук, В.Д. Дупляк, Н.А. Фроленкова та ін. – Рівне, 2011. – 54 с.

15. Фроленкова Н.А. Еколого-економічне оцінювання в управлінні меліоративними проектами: Монографія / Н.А. Фроленкова, Л.Ф. Кожушко, А.М. Рокочинський. – Рівне: НУВГП, 2007. – 257 с.

16. Шалай С.В. Оцінка продуктивності осушуваних земель за довготерміновим прогнозом.: Монографія / С.В. Шалай, А.М. Рокочинський. – Рівне: НУВГП, 2011. – 149 с.

17. Шумаков Б.Б. Мелиорация в XXI веке / Б.Б. Шумаков // Мелиорация и водное хозяйство. - 1996.- №3.- С.4-6.

**А.Н. Рокочинский**

**Системная оптимизация водорегулирования как необходимое условие создания и функционирования водохозяйственно-мелиоративных объектов на эколого-экономических основах**

*В статье обоснована необходимость и рассмотрены возможные подходы к реализации системной оптимизации водорегулирования на мелиорированных землях при создании и функционировании водохозяйственно-мелиоративных объектов на эколого-экономических основах.*

**A.N. Rokochynsky**

**Systemic optimization of water regulation regime as necessary condition of creation and functioning of water management and reclamation objects on ecological and economic principles.**

*In the article substantiated necessity and considered potential approaches for realization of systemic optimization of water regulation regime at creation and functioning of water management and reclamation objects on ecological and economic principles.*