

УДК 631.62(043.5)

**ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ПАРАМЕТРІВ
ДРЕНАЖУ ЗА МНОЖИННИМИ ЗМІННИМИ УМОВАМИ
ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТА**

А.М. РОКОЧИНСЬКИЙ, П.П. ВОЛК, Л.М. ПАЛЛУ

Національний університет водного господарства та природокористування

*Розглянуто підходи до побудови й реалізації моделі оптимізації
конструкції та параметрів сільськогосподарського дренажу осу-*

© А.М. Рокочинський, П.П. Волк, Л.М. Паллу, 2013

Меліорація і водне господарство. 2013. Вип. 100

шувальних систем за множинними змінними природно-агромеліоративними умовами реального об'єкта з прикладом розрахунку.

Ключові слова: конструкція, параметри, дренаж, модель оптимізації, осушувальна система, множинні змінні умови, об'єкт

Накопичений досвід показує, що рівень прийнятих рішень, зокрема щодо осушувальних систем та їхніх складових, і відповідно рівень їхньої надійності й вартості не відповідають ефективній продуктивності осушуваних земель через недосконалість існуючих методів розрахунку [1]. Тому при створенні та функціонуванні водогосподарсько-меліоративних об'єктів слід застосовувати оптимізаційні підходи, які враховують сучасні економічні та екологічні вимоги в комплексі [1, 2].

Відповідно всі складові моделі оптимізації, такі як техніко-економічні показники, що входять до складу економіко-математичної моделі (капітальні вкладення, вартість отриманої продукції рослинництва, поточні сільськогосподарські, амортизаційні та меліоративні витрати й ін.), а також екологічні показники (критерії) водного і загального природно-меліоративного режимів осушуваних земель визначаються прийнятими конструкціями та параметрами сільськогосподарського дренажу, є змінними і залежать від багатьох чинників, головними з яких є конструктивно-технологічні, природно-кліматичні, ґрунтово-меліоративні, агротехнічні й інші умови об'єкта. Вони схематично можуть бути представлені у вигляді вихідних даних для постановки й розв'язування оптимізаційних задач через сукупності відповідних множинних змінних показників:

- *конструктивно-технологічні множинні змінні:* види дренажу за матеріалом виготовлення сукупності $\{b\}$, $b = \overline{1, n_b}$; конструкції дренажу за різними діаметрами труб сукупності $\{d\}$, $d = \overline{1, n_d}$; конструкції фільтрів дренажу сукупності $\{\varphi\}$, $\varphi = \overline{1, n_\varphi}$; розрахункові схеми роботи дренажу щодо наявних ґрунтово-меліоративних різниць сукупності $\{m_g\}$, $m_g = \overline{1, n_{m_g}}$; розрахункові модулі дренажного стоку щодо різних рівнів ефективності роботи дренажу сукупності $\{q_r\}$, $q_r = \overline{1, n_{q_r}}$, $r = \overline{1, n_r}$ ($r = 1$ – екологічний, $r = 2$ – технологічний, $r = 3$ – економічний, $r = 4$ – критичний);

- *прогнозно-імітаційні множинні змінні:* метеорологічні станції чи пости в межах систем сукупності $\{\omega\}$, $\omega = \overline{1, n_\omega}$; розрахункові за умовами тепло- й вологозабезпеченості періоди вегетації сукупності

$\{p\}$, $p = \overline{1, n_p}$; види осушуваних ґрунтів сукупності $\{g\}$, $g = \overline{1, n_g}$; вирощувані культури проектної сівозміни сукупності $\{k\}$, $k = \overline{1, n_k}$; способи водорегулювання сукупності $\{s\}$, $s = \overline{1, n_s}$ (у нашому разі $s = 1$ – осушення).

Таким чином, згідно з [1, 2] модель оптимізації конструкції й параметрів дренажу при його роботі в режимі осушення з урахуванням множинних змінних природно-агромеліоративних умов реального об'єкта у загальному випадку може бути подана у вигляді:

$$ZP^0 = \min_{\{i\}} \sum_{m_g=1}^{n_{mg}} \sum_{g_m=1}^{n_{gm}} \sum_{k=1}^{n_k} \left(\sum_{p=1}^{n_p} ZP_{ipkg_m m_g} \cdot \alpha_p \right) \cdot f_k \cdot f_{g_m} \cdot f_{m_g}, \quad i = \overline{1, n_i}, \quad (1)$$

де ZP^0 – приведені витрати за оптимальним варіантом проектного рішення щодо конструкції та параметрів сільськогосподарського дренажу; i – варіанти проектних рішень сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$ щодо типу, конструкції та параметрів сільськогосподарського дренажу; $ZP_{ipkg_m m_g}$ – значення критерію за відповідними варіантами проектного рішення щодо основних факторів впливу множинних змінних природно-агромеліоративних умов досліджуваного об'єкта; α_p – відомі (визначені або задані) значення повторюваності чи часток сукупності $\{p\}$, $p = \overline{1, n_p}$ можливого стану типових метеорологічних режимів у розрахункові періоди вегетації в межах проектного терміну функціонування системи, $\sum_{p=1}^{n_p} \alpha_p = 1$; f_k, f_{g_m}, f_{m_g} – частки розповсюдження відповідно культур проектної сівозміни, ґрунтових умов, ґрунтово-меліоративних різниць у межах об'єкта.

Представлена структура загальної моделі оптимізації достатньою мірою відповідає суті процесів, що відбуваються на осушуваних землях.

Остаточний вигляд загальних розрахункових моделей оптимізації параметрів й конструкції дренажу визначається за прийнятою n -рівневою ($v = \overline{1, n_v}$) структурою виконання оптимізаційних розрахунків залежно від рівня сформульованого завдання – знаходження оптимуму відповідно до ієрархічної структури побудови системи. У нашому разі ($n_v = 4$): $v = 1$ – на рівні культури проектної сівозміни; $v = 2$ – на рівні ґрунту; $v = 3$ – на рівні ґрунтово-меліоративної різниці; $v = 4$ – на рівні системи в цілому.

Тоді з урахуванням викладеного та принципів побудови загальних моделей оптимізації вихідні моделі оптимізації з обґрунтування конструктивних рішень та параметрів дренажу можуть мати вигляд:

- на рівні культур проектної сівозміни, $v = 1$

$$ZP^0_{kg_m m_g} = \min_{\{i\}} ZP_{ikpg_m}, \quad i = \overline{1, n_i}, \quad k = \overline{1, n_k}, \quad g_m = \overline{1, n_{g_m}}, \quad (2)$$

де

$$ZP_{ikpg_m} = \sum_{p=1}^{n_p} \frac{1}{V_{ikpg_m}} (C_{ipkg_m} + E_n \cdot K_i + R_{ikpg_m}) \cdot \alpha_p, \quad i = \overline{1, n_i}, \quad k = \overline{1, n_k}, \quad (3)$$

$$g_m = \overline{1, n_{g_m}};$$

- на рівні ґрунтів у межах системи та її структурних елементів, $v = 2$

$$ZP^0_{g_m} = \min_{\{i\}} \sum_{k=1}^{n_k} (ZP_{kg_m}) \cdot f_k, \quad i = \overline{1, n_i}, \quad g_m = \overline{1, n_{g_m}}; \quad (4)$$

- на рівні ґрунтово-меліоративних різниць, $v = 3$

$$ZP^0_{m_g} = \min_{\{i\}} \sum_{g_m=1}^{n_{g_m}} (ZP_{g_m m_g}) \cdot f_{g_m}, \quad i = \overline{1, n_i}, \quad m_g = \overline{1, n_{m_g}}; \quad (5)$$

- на рівні системи, $v = 4$

$$ZP^0 = \min_{\{i\}} \sum_{m_g=1}^{n_{m_g}} ZP_{m_g} \cdot f_{m_g}, \quad i = \overline{1, n_i}. \quad (6)$$

Зв'язок між параметрами дренажу та створеним економічним ефектом реалізується через відповідний зв'язок між варіантами конструктивних рішень з очікуваною ефективною врожайністю вирощуваних культур проектної сівозміни.

При цьому екологічний ефект оцінюється за отриманими розрахунковими значеннями модулів дренажного стоку щодо різних рівнів ефективності роботи дренажу за розглянутими варіантами проектних рішень [3].

За аналогією з [2] принципи побудови та реалізації моделі оптимізації ґрунтуються на пов'язаних між собою конструктивно-технологічному, прогнозно-імітаційному й оптимізаційному блоках моделей для обґрунтування оптимальних параметрів і конструкції дренажу з урахуванням множинних змінних природно-агромеліоративних умов реального об'єкта, їхнього впливу на врожай вирощуваних культур та створюваний економічний й екологічний ефект. Тому характерними особливостями розробленої структури є блочна її побудова та реалізація.

Узагальнена схема виконання оптимізаційних розрахунків щодо конструкції та параметрів дренажу виглядає таким чином (рисунок):

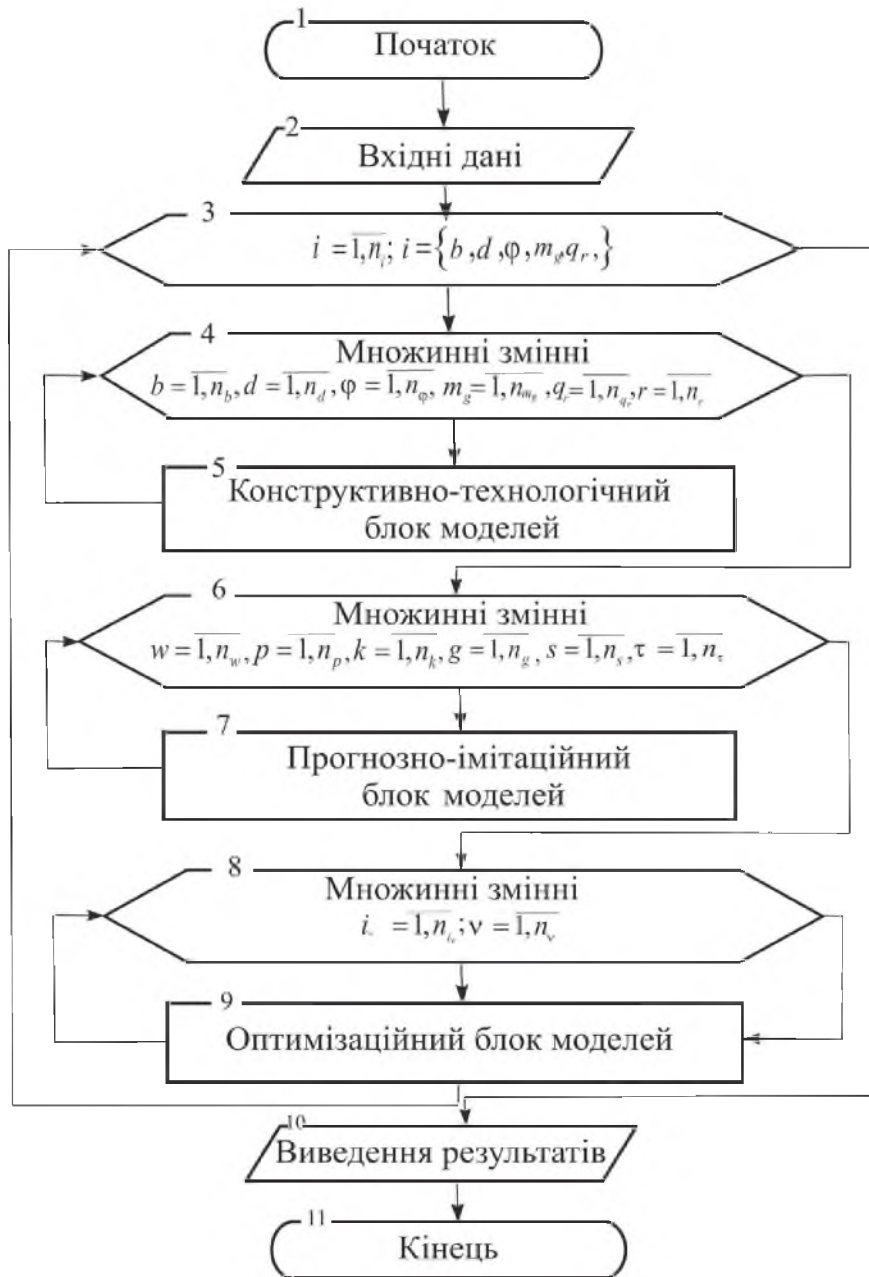


Рис. 1. Схема оптимізаційних розрахунків з обґрунтування оптимальних параметрів й конструкції сільськогосподарського дренажу

- блок формування вихідних даних за сукупностями основних впливаючих природно-кліматичних, ґрунтово-меліоративних, конструктивно-технологічних й інших чинників (блок 2);

• блок формування варіантів проектних рішень сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$ за можливими конструктивно-технологічними змінними дренажу $i = \{b, d, \varphi, m_g, q_r\}$, $i = \overline{1, n_i}$ (блок 3);

• блок конструктивно-технологічних множинних змінних щодо дренажу за сукупностями: $\{b\}$, $b = \overline{1, n_b}$; $\{d\}$, $d = \overline{1, n_d}$; $\{\varphi\}$, $\varphi = \overline{1, n_\varphi}$; $\{m_g\}$, $m_g = \overline{1, n_{m_g}}$; $\{q_r\}$, $q_r = \overline{1, n_{q_r}}$, $r = \overline{1, n_r}$ (блок 4);

• блок конструктивно-технологічних моделей передбачає обґрунтування й визначення модулів дренажного стоку за варіантами проектних рішень сукупності $\{q_{ri}\}$, $q_{ri} = \overline{1, n_{q_{ri}}}$, $r = \overline{1, n_r}$, $i = \overline{1, n_i}$ та відповідних відстаней між дренами сукупності $\{B_{ri}\}$, $B_{ri} = \overline{1, n_{B_{ri}}}$, $r = \overline{1, n_r}$, $i = \overline{1, n_i}$ (блок 5);

• блок формування прогнозно-імітаційних множинних змінних досліджуваного об'єкта за сукупностями: $\{\omega\}$, $\omega = \overline{1, n_\omega}$; $\{p\}$, $p = \overline{1, n_p}$; $\{g\}$, $g = \overline{1, n_g}$; $\{k\}$, $k = \overline{1, n_k}$; $\{s\}$, $s = \overline{1, n_s}$ (у нашому разі $s = \overline{1, n_s}$ – осушення); $\{\tau\}$, $\tau = \overline{1, n_\tau}$ (блок 6);

• блок прогнозно-імітаційних розрахунків передбачає реалізацію відповідного комплексу моделей з прогнозою оцінки на довготерміновій основі кліматичних умов місцевості [4], водного режиму, технологій водорегулювання [5] та продуктивності осушуваних земель [6] й визначення диференційованих значень урожайності вирощуваних культур за варіантами проектних рішень сукупності $\{Y_{ri}\}$, $Y_{ri} = \overline{1, n_{Y_{ri}}}$, $r = \overline{1, n_r}$, $i = \overline{1, n_i}$ (блок 7);

• блок формування оптимізаційних множинних змінних сукупності $\{i_v\}$, $i_v = \overline{1, n_{i_v}}$, $v = \overline{1, n_v}$ (блок 8);

• блок оптимізаційних розрахунків передбачає визначення критеріїв оптимізації за варіантами проектних рішень $\{ZP_i\}$, $i = \overline{1, n_i}$, за рівнями ієрархії реалізації моделі оптимізації $\{ZP_{iv}\}$, $i = \overline{1, n_i}$, $v = \overline{1, n_v}$ та оптимальне рішення щодо конструкції і параметрів дренажу в заданих умовах $i_0 = \{ZP_0, q_0, B_0\}$ (блок 9);

• блок формування й виводу будь-яких проміжних (за необхідності) та остаточних результатів прогнозно-оптимізаційних розрахунків на будь-якому етапі їхнього виконання (блок 10).

Приклад розрахунку з обґрунтування конструкції й параметрів сільськогосподарського дренажу реалізовано для умов реального об'єкта на землях СВК «Першотравневий» осушувальної системи «Іква» Рівненської області. Дослідна ділянка загальною площею 12 га. Ґрунти на ділянці представлені дерновими слабопідзолистими

піщаними на пісках з коефіцієнтом фільтрації ($k_{\phi} = 1,0$ м/добу) та часткою ($f_{g_m} = 0,1$), дерново-опідзоленими глейовими зв'язносупіщаними ($k_{\phi} = 0,7$ м/добу, $f_{g_m} = 0,3$) та торфовими середньопотужними малозольними ($k_{\phi} = 0,4$ м/добу, $f_{g_m} = 0,6$). На ділянці реконструкції вкладається пластмасовий дренаж з круглою перфорацією і піщано-гравійною засипкою діаметром 63 мм. Сівозміна на масиві представлена трьома культурами – озима пшениця ($f_k = 0,3$), картопля ($f_k = 0,2$) та багаторічні трави на сіно ($f_k = 0,5$). Результати розрахунку з обґрунтування конструкції й параметрів сільськогосподарського дренажу для досліджуваного об'єкта наведено в таблиці.

Отримані результати розрахунку для умов досліджуваного об'єкта показують, що оптимальна відстань між дренами на рівні культури змінюється від 12 м для картоплі на торфах до 39 м для трав на пісках за відповідної зміни розрахункового модуля дренажного стоку від економічного 0,8 до екологічного рівня 0,4 л · с/га. Відповідно для рівнів ієрархії щодо ґрунтової та ґрунтово-меліоративної різниць, які на даному об'єкті збігаються, оптимальні відстані між дренами змінюються від 12 м для торфу до 19 м для піску. Оптимальне проектне рішення для рівня системи в заданих умовах становить 12 м міждренної відстані при відповідних значеннях розрахункового (технологічного щодо рівнів ефективності роботи дренажу) модуля дренажного стоку $q_0 = 0,65$ л · с/га та критерію оптимізації $ZP_0 = 0,583$.

Висновок. Застосування оптимізаційного підходу дасть змогу обґрунтувати конструкції й параметри сільськогосподарського дренажу з урахуванням множинних природно-агромеліоративних умов реального об'єкта з дотриманням сучасних економічних та екологічних вимог у проектах будівництва й реконструкції осушувальних систем.

1. *Рокочинський А.М.* Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах: монографія / Рокочинський А.М.; за ред. М.І. Ромащенко. – Рівне: НУВГП, 2010. – 351 с.

2. *Волк П.П.* Обґрунтування необхідності удосконалення методів оптимізації конструкції та параметрів сільськогосподарського дренажу на осушуваних землях / П.П. Волк, А.М. Рокочинський // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво: міжвід. наук.-техн. зб. – Рівне: НУВГП, 2009. – Вип. 34. – С. 83–88.

*Результати розрахунку з обґрунтування конструкції й параметрів сільськогосподарського дренажу
для досліджуваного об'єкта*

Вид ґрунту (g_m)	Культура (k)	На рівні культури			На рівні ґрунту			На рівні ґрунто- вомеліоративної різниці			На рівні системи		
		(q_0)	(B)	(ZP_k)	(q_0)	(B)	(ZP_{kg_m})	(q_0)	(B)	($ZP_{g_m m_g}$)	(q_0)	(B)	(ZP_0)
Дернові сла- бопідзолисті піщані на пісках ($f_{g_m} = 0,1$)	Озима пшениця ($f_k = 0,3$)	0,55	30,00	0,931									
	Картопля ($f_k = 0,2$)	0,80	19,00	0,632	0,8	19,00	0,632	0,8	19,00	0,632			
	Багаторічні трави ($f_k = 0,5$)	0,4	39,00	0,948									
Дерново- опідзолені глейові зв'язно- супіщані ($f_{g_m} = 0,3$)	Озима пшениця ($f_k = 0,3$)	0,6	21,00	0,922									
	Картопля ($f_k = 0,2$)	0,7	14,00	0,615	0,7	14,00	0,615	0,7	14,00	0,615			
	Багаторічні трави ($f_k = 0,5$)	0,5	24,00	0,892									
Торфові середньопо- тужні мало- зольні ($f_{g_m} = 0,6$)	Озима пшениця ($f_k = 0,3$)	0,5	18,00	0,871									
	Картопля ($f_k = 0,2$)	0,65	12,00	0,583	0,65	12,00	0,583	0,65	12,00	0,583	0,65	12,00	0,583
	Багаторічні трави ($f_k = 0,5$)	0,4	22,00	0,872									

3. Волк П.П. Обґрунтування модуля дренажного стоку в оптимізаційних розрахунках сільськогосподарського дренажу на еколого-економічних засадах / П.П. Волк, А.М. Рокочинський // Вісн. НУВГП, вип. 2(54). – (Серія «Технічні науки»). – Рівне, 2011. – С. 5–13.

4. НТД Метеорологічне забезпечення інженерно-меліоративних розрахунків у проектах будівництва й реконструкції осушувальних систем: посібник до ДБН В.2.4.-1-99 «Меліоративні системи та споруди». – (Розділ 3. Осушувальні системи). – Рівне: НУВГП, 2008. – 64 с.

5. Тимчасові рекомендації з прогновної оцінки водного режиму та технологій водорегулювання осушуваних земель у проектах будівництва й реконструкції меліоративних систем. – Рівне: НУВГП, 2011. – 54 с.

6. Обґрунтування ефективної проектної врожайності при будівництві й реконструкції осушувальних систем : посібник до ДБН В.2.4.-1-99 «Меліоративні системи та споруди». – (Розділ 3. Осушувальні системи) / [А.М. Рокочинський, С.В. Шалай, В.М. Бежук, В.А. Сташук]. – Київ–Рівне, 2006.– 50 с.

Рассмотрены подходы к построению и реализации модели оптимизации конструкции и параметров сельскохозяйственного дренажа осушительных систем с учётом множественных изменчивых природно-агромелиоративных условий реального объекта с примером расчёта.

The approaches to modeling the agriculture drainage construction and parameters optimization on drainage systems taking into account multiple variable nature-agroland reclamation conditions of real object with the examples of calculation have been considered.