

Волк П. П., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО СИСТЕМНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОЛЬДЕРНИХ СИСТЕМ

У статті обґрунтовано необхідність й розглянуто можливі підходи до системної оптимізації технологічних та конструктивних параметрів польдерних систем на основі системного підходу та системного аналізу з його невід'ємними складовими – методом оптимізації та моделювання складних об'єктів і систем. Визначено оптимальні модулі відкачки при різних конструкціях вузла відкачки польдерної системи, що включає в себе насосну станцію, «полку» та сифон з таким відповідним розподілом розрахункових витрат в цілому по системі та по елементах вузла відкачки відповідно: $Q_{ПС}^0 = 0,63 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{НС}^0 = 0,50 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{полки}^0 = 0,01 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{сифон}^0 = 0,12 \text{ м}^3/\text{с}$. Обґрунтовано економічно оптимальні технологічні та конструктивні рішення для об'єкта, що розглядається, є екологічно прийнятним у заданих умовах, оскільки середньозважене значення модуля дренажного стоку в межах системи та проектного терміну її функціонування $q_s = 0,38 \text{ л/с} \cdot \text{га}$, що відповідає екологічному рівню ефективності роботи дренажу, тобто $q_s \rightarrow \hat{q}_{екол}$.

Ключові слова: системна оптимізація, технологічні та конструктивні параметри, польдерні системи.

Сталий розвиток осушувальних меліорацій, як одного з найважливіших факторів інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та невід'ємної складової продовольчого і ресурсного забезпечення населення Полісся, потребує раціонального та ефективного використання водних, земельних й енергетичних ресурсів і, одночасно, забезпечення екологічної стійкості осушуваних територій.

Актуальність такого підходу визначається викликами сучасності щодо енергетичної, продовольчої та водної проблеми, що значно загострюється у зв'язку зі змінами кліматичних умов.

Як свідчить наявний досвід та практика, при проектуванні або експлуатації дренажних в тому числі польдерних систем (ПС) вини-

кає потреба переходу від розгляду їх не суто як технічних, а як складних природно-технічних еколого-економічних систем з відповідною зміною усієї методології, технічної та технологічної стратегії їхнього створення й функціонування, а також безпосереднього врахування мінливих у часі та невизначених за своїм характером природно-кліматичних умов, оскільки саме вони, разом із меліоративними чинниками, мають визначальний вплив на загальний еколого-економічний ефект (І.П. Айдаров, О.І. Голованов, Ю.М. Никольський, В.Є. Алексеєвський, Ю.М. Ліхацевич, Б.Б. Шумаков та ін.) [1-6].

На даний час в зоні осушувальних меліорацій технічно найбільш досконалими є осушувальні системи польдерного типу з механічним водопідйомом. Такі системи мають незаперечні переваги перед самопливними як з точки зору оперативності регулювання водного режиму, так і екології. Основним недоліком ПС є відносно висока вартість їх будівництва й експлуатації. Але, на шляху технічного удосконалення осушувальних систем майбутнє за системами з механічним водопідйомом, а в умовах періодичного затоплення територій повеневими і паводковими водами альтернативи польдерному осушенню немає, що вже досить розвинене, як в Україні так в країнах Східної та Західної Європи [5].

Необхідність додаткового зволоження осушуваних земель з зони західного Полісся було доведено дослідженнями А.М. Янголя, О.В. Скрипника, М. А. Доліда [6-7], іншими вченими.

При цьому, ПС, як відзначали В. Журавльов, М. Долід, та інші, відносно двостороннього регулювання водного режиму є досить зручними гідротехнічними комплексами. На них за допомогою зміни режиму відкачування води насосною станцією і своєчасним закриттям щитів шлюзів-регуляторів можна в певні періоди досягти на полях потрібного положення рівнів ґрунтових вод.

Питання регулювання водного режиму осушуваних земель на ПС у різних природно-кліматичних зонах розроблялися тільки на окремих ділянках, зокрема Leonardo Alfonso, Arnold Lobbrecht, Roland Price, Van Overloop P.J. розглядали оптимізацію рівнів води на системі [8; 10].

Тому сьогодні надзвичайно важливо стоїть питання щодо підвищення загальної технологічної, екологічної та економічної ефективності функціонування дренажних, насамперед польдерних систем.

Це дасть змогу підвищити технологічний та технічний стан польдерної системи, удосконалити режими та технології водорегулювання, роботу польдерної насосної станції, підвищити пожежну

безпеку осушуваних торфових ґрунтів, здійснити прогноз зміни їх еколого-меліоративного стану на найближчу і віддалену перспективу функціонування системи з урахуванням змін погодно-кліматичних умов.

Оскільки ПС представляють собою надзвичайно складний та специфічний об'єкт досліджень в силу умов їх створення та функціонування, порівняно з іншими традиційними дренажними системами, то за методологічну основу розв'язання означеної проблеми рекомендовано, а тому прийнято і нами системний підхід та системний аналіз з його невід'ємними складовими – методом оптимізації та моделювання складних об'єктів і систем. А при такій складності і комплексності проблеми виникає необхідність розробки і застосування сучасних оптимізаційних методів, що спрямовані на більш повне відтворення взаємозв'язків і взаємодій виробничих і природних процесів при функціонуванні ПС – рішенням комплексної оптимізаційної задачі з різнорідними елементами.

На сьогодні маємо численні приклади застосування оптимізаційного підходу для визначення параметрів дренажних систем і раціональних схем використання водних ресурсів при розробці методів прийняття й обґрунтування технічних рішень у проектах будівництва й реконструкції водогосподарських і меліоративних об'єктів, що досить інтенсивно розроблялись в 70-80-ті роки як для зони зрошувальних меліорацій (А.Є. Агрест, Л.М. Рекс, 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, І.В. Минаєв, І.С. Рабочев, Л.М. Рекс, П.Б. Свикліс, В.Ф. Шебеко та ін.) [12-14].

Тому розгляд ПС як складної природно-технічної еколого-економічної системи визначає необхідною умовою знаходження загального оптимуму в такій системі в цілому на основі *системної оптимізації*, суть якої полягає в знаходженні проміжних та локальних оптимумів для всіх її основних складових водорегулюючих елементів (насосна станція (НС), магістральний канал, шлюзи регулятори, дренаж тощо) та режимів їх роботи (модулі відкачки, водоподачі та ін.), за всіма основними змінними у просторі та часі факторами, що впливають на ефективність водорегулювання (клімат, рельєф, вирощуванні сільськогосподарські культури, ґрунти, ґрунтово-меліоративних різниць, схеми та технології водорегулювання та ін.) [14].

Це ж стосується пошуку оптимуму також за усіма складовими системи *ефект–режим–технологія–конструкція* й реалізації відповідної моделі оптимізації у їх взаємозв'язку.

Таким чином, оптимізація параметрів різнорідних показників ефективності першочергових меліоративних заходів на діючих ПС може бути представлена як

задані параметри економічного та екологічно ефекту \Leftrightarrow оптимальні модулі відкачки \Leftrightarrow оптимальні параметри НС.

При цьому модуль відкачки виступає ключовою ланкою такої підсистеми, як основний забезпечуючий чинник водорегулювання. Тоді, функціональний зв'язок між його складовими у загальному випадку визначає необхідність застосування системної оптимізації, коли послідовно розглядаються різні рівні прийняття рішень в часі за різними критеріями оптимізації щодо оптимізації параметрів модулів відкачки, за якими обґрунтовуються конструктивні параметри НС та інших елементів ПС у їх взаємозв'язку.

На стадії експлуатації діючої ПС, за аналогією з [5] оптимальні параметри модуля відкачки можуть бути обґрунтовані за такою комплексною оптимізаційною моделлю

$$\begin{cases} D_0 = \min_{\{i\}} \sum_{n=1}^{n_p} D_{ip} \cdot \alpha_p, i = \overline{1, n_i}; \\ q_0 = \min_{\{i\}} \sum_{n=1}^{n_p} |q_s - \hat{q}_{екол}| \cdot \alpha_p, i = \overline{1, n_i}, \end{cases} \quad (1)$$

де D_0 – оптимальне значення критерію чистого доходу D за i -м варіантом ПР сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$, грн/га; α_p – відомі (визначені або задані) значення повторюваності чи часток можливого стану типових метеорологічних режимів у розрахункові періоди вегетації сукупності $\{p\}$, $p = \overline{1, n_p}$ в межах проектного терміну функціонування об'єкта,

$\sum_{p=1}^{n_p} \alpha_p = 1$; q_0 – оптимальне розрахункове значення модуля дренажного стоку за i -тим варіантом ПР, л/с·га; q_s – середньозважене значення модуля дренажного стоку в межах системи та проектного терміну функціонування об'єкта за i -тим варіантом ПР, л/с·га; $\hat{q}_{екол}$ – граничне значення модуля дренажного стоку, що відповідає екологічному рівню ефективності роботи дренажу в досліджуваних умовах, л/с·га; i – варіанти ПР сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$ щодо типу, конструкції та параметрів дренажу.

За економічний критерій оптимізації приймається показник чистого доходу D , що досягається за рахунок отримання певного об'єму вирощуваної сільськогосподарської продукції на меліорованих землях при застосуванні різних варіантів технологічних рішень сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$ – можливих способів і схем водорегулювання на системі, зумовлених її типом, конструкцією, водозабезпеченістю тощо

$$D_i = V_i - C_i, \quad i = \overline{1, n_i}. \quad (2)$$

У цьому випадку умовою оптимізації виступає максимізація показника чистого доходу

$$D_i \rightarrow \max, \quad i = \overline{1, n_i}, \quad (3)$$

а функцією цілі буде

$$D_0 = \max_{\{i\}} D_i = \max_{\{i\}} [V_i - (A_i + C_i^{cz} + C_i^M + C_i^e)], \quad i = \overline{1, n_i}. \quad (4)$$

Відповідно на стадії реконструкції оптимальні параметри НС та інших елементів ПС обґрунтовуються за такою за такою комплексною оптимізаційною моделлю [14]

$$\begin{cases} ZP_0 = \min_{\{i\}} \sum_{n=1}^{n_p} ZP_{ip} \cdot \alpha_p, i = \overline{1, n_i}; \\ q_0 = \min_{\{i\}} \sum_{n=1}^{n_p} |q_s - \hat{q}_{екол}| \cdot \alpha_p, i = \overline{1, n_i}, \end{cases} \quad (5)$$

де ZP_0 – оптимальне значення критерію за i -м варіантом ПР сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$, грн/га;

За загальний економічний критерій оптимізації приймаються приведені витрати Z , зведені до порівняльного вигляду ZP за обсягом (вартістю) V отримуваної продукції у варіантах технічних рішень сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$ – типах і конструкціях ПС, зумовлених прийнятими способами і схемами водорегулювання [4]

$$ZP_i = Z_i \cdot k_{Z_i}^V = (C_i + E_n K_i) / V_i \quad i = \overline{1, n_i} \quad (6)$$

де $k_{Z_i}^V$ – коефіцієнт зведення приведених витрат Z_i за обсягом (вартістю) V_i отриманої продукції по варіантах технічних рішень сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$, який визначається оберненим співвідношенням $1/V_i$; C_i – поточні витрати на отримання продукції по варіантах тех-

нічних рішень; E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень K_i за відповідними варіантами технічних рішень.

Умовою оптимізації в цьому випадку виступає мінімізація показника приведених витрат, тобто

$$ZP_i \rightarrow \min, \quad i = \overline{1, n_i}, \quad (7)$$

а функцією цілі

$$ZP_0 = \min_{\{i\}} ZP_i, \quad i = \overline{1, n_i}. \quad (8)$$

У виразі (2) поточні витрати C_i на отримання продукції складаються із сільськогосподарських C_i^{cz} і експлуатаційних C^e витрат. Останні включають відрахування на амортизацію і ремонт A_i , меліоративні витрати C_i^M на догляд за системою та витрати на воду C_i^s для проведення зволожувальних заходів на осушуваних землях.

Тоді вираз (5) набуває вигляду

$$ZP_0 = \min_{\{i\}} \left\{ \frac{(A_i + C_i^{cz} + C_i^M + C_i^s) + E_n K_i}{V_i} \right\}, i = \overline{1, n_i}. \quad (9)$$

Оскільки робота дренажу на ПС в режимі осушення призводить до посилення промивного водного режиму в різні за умовами теплої вологозабезпеченості періоди вегетації і, як наслідок, зниження родючості ґрунтів через вимивання поживних речовин та порушення структури ґрунту, критерієм екологічної оптимальності ПР може виступати відхилення середньозваженого значення модуля дренажного стоку в межах системи та проектного терміну функціонування об'єкта q_s від граничного його значення $\hat{q}_{екол}$, що відповідає екологічному рівню ефективності роботи дренажу в умовах досліджуваного об'єкта, тобто $q_s \rightarrow \hat{q}_{екол}$. Мінімізація модуля дренажного стоку призводить до підвищення загальної вологозабезпеченості в межах ДС що надзвичайно актуально для осушуваних торфових ґрунтів в умовах змін клімату.

Експериментально визначено, що залежно від гранулометричного складу осушуваних ґрунтів екологічно оптимальні модулі дренажного стоку складають у середньому $\hat{q}_{екол} = 0,2...0,4$ л/с-га.

Вирішення зазначених питань було реалізовано на прикладі польдерної осушувально-зволожувальної системи «Бірки» (Рівненська область Володимирецький р-н), типової для даного регіону і

введеної в експлуатацію в 1978 р. Площа системи брутто – 544,9 га, нетто – 516,9 га. Гончарний дренаж закладений на площі 444 га, площа торфовищ становить 89% від площі брутто системи, двостороннє регулювання можливо на площі 177,9 га. Площа польдера з механічним водовідведенням становить 470 га (рисунок).

Водоприймачем системи є річка Стир, яка на даній ділянці є типовою рівнинною річкою. Дамби обвалування польдера є торф'яними (частково можуть підтоплюватися в залежності від водності року). Вони захищають осушені землі від затоплення протягом всього року. Відкриті канали бокової мережі збирають воду і відводять її в провідні канали старшого порядку, які, в свою чергу, подають її в магістральний канал до насосної станції. У посушливі періоди вода з системи не відкачується, а залишається для підгрунтового зволоження. Відведення надлишкової води здійснюється електрифікованою насосною станцією і самопливом.

Характерною особливістю системи «Бірки» є те, що за конструкцією побудови тут є можливість реалізації практично всіх основних технологій водорегулювання осушуваних земель: осушення з механічною відкачуванням і систематичним дренажем, попереджувальне шлюзування і підгрунтове зволоження, також може бути застосовано зрошення дощуванням.

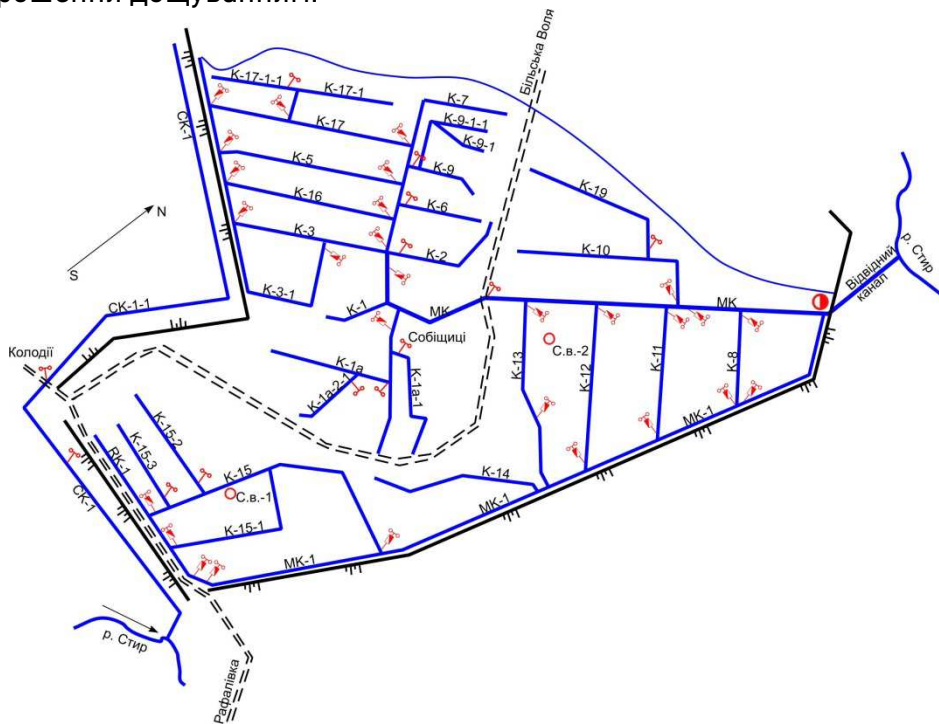


Рисунок. Схема осушувально-зволожувальної системи «Бірки»

Обґрунтування оптимальних технологічних (модуль відкачки) та конструктивних параметрів (вузла відкачки) ПС «Бірка» здійснюється на основі машинного експерименту за відповідним комплексом прогнозно-оптимізаційних моделей, використання яких регламентовано галузевими нормативами, розроблених на кафедрі водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування [14].

Послідовність виконання експерименту представлено за наступною схемою:

1. Обґрунтування оптимальних параметрів модуля відкачки для діючої системи, коли НС з «полкою» (проріз в дамбі для самопливного скидання відкачуваної води) працює в діапазоні від 0 до $2,0 \text{ л/с} \cdot \text{га}$;

2. Обґрунтування оптимальної конструкції та параметрів вузла відкачки ПС, який включає в себе діючу НС з «полкою» та додатково запроектований сифон для розвантаження НС.

3. Культури проектної сівозміни: озима пшениця з врожайністю (40 ц/га) частка культури в сівозміні 0,2%; картопля (400 ц/га), 0,2%. Овочі (300 ц/га), 0,1%; трави (400ц/га) 0,5%. Ґрунти – торф'яні середньої потужності добре розкладені середньої зольності на алювіальних супісках.

За результатами прогнозно-оптимізаційних розрахунків визначено оптимальний модуль відкачки ПС «Бірка» становить $0,95 \text{ л/с} \cdot \text{га}$ з показником чистого доходу, визначеного за оптимізаційною моделлю (1) $D_0 = 381544,3$ тис. грн/га.

У свою чергу, для оптимального модуля відкачки за рахунок реконструкції оптимальна конструкція вузла відкачки ПС, визначена за оптимізаційною моделлю (6) при $ZP_0 = 32356,4$ тис. грн, включає в себе НС, «полку» та сифон з таким відповідним розподілом розрахункових витрат в цілому по системі та по елементах вузла відкачки відповідно: $Q_{ПС}^0 = 0,63 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{НС}^0 = 0,50 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{полки}^0 = 0,01 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{сифон}^0 = 0,12 \text{ м}^3/\text{с}$.

Визначені економічно оптимальні технологічні та конструктивні рішення для об'єкта, що розглядається, є екологічно прийнятним у заданих умовах, оскільки середньозважене значення модуля дренажного стоку в межах системи та проектного терміну її функціонування $q_s = 0,38 \text{ л/с} \cdot \text{га}$, що відповідає екологічному рівню ефективності роботи дренажу, тобто $q_s \rightarrow \hat{q}_{екол}$.

Таким чином, застосування системної оптимізації дає змогу на стадії експлуатації чи реконструкції діючої ПС обґрунтувати її технологічні та конструктивні параметри при створенні та функціонуванні водогосподарсько-меліоративних об'єктів на еколого-економічних засадах у змінних кліматичних умовах.

1. Шумаков Б. Б. Мелиорация в XXI веке. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1996. № 3. С. 4–6.
2. Айдаров И. П., Голованов А. И., Никольский Ю. Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель : рекомендации. М. : Агрометеиздат, 1990. 60 с.
3. Коваленко П. І. Актуальні проблеми використання водних ресурсів і меліорованих земель на сучасному етапі. *Журнал меліорація і водне господарство*. 2011. Вип. 99. С. 2–16.
4. Рокочинський А. М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах : монографія / за ред. академіка УААН Ромащенко М. І. Рівне : НУВГП, 2010. 351 с.
5. Bart Schultz., 2008. Water management and flood protection of the polders in the Netherlands under the impact of climate change and man-induced changes in land use. *Journal of water and land development*. No. 12, 2008. P. 71–94.
6. Лихацевич А. П. Обоснование расчетной модели режима орошения многолетних трав и овощных культур в условиях Беларуси : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 06.01.02. Минск, 1993. 48 с.
7. Долид М. А. Совершенствование методики расчета основных элементов и конструкции польдерных систем Западного Полесья УССР : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Киев, 1983. 22 с.
8. Leonardo Alfonso, Arnold Lobbrecht, Roland Price. / Optimization of water level monitoring network in polder systems using information theory. December 2010 *Water Resources Research* 46(12). Pages: 1–13. DOI: 10.1029/2009WR008953.
9. Van Overloop P. J. (2006). Drainage control in water management of polders in the Netherlands. *Irrigation and Drainage Systems*, 20 (1), pp. 99–109.
10. Peter Kovalenko, Anatoliy Rokochinskiy, Jerzy Jeznach, Pavlo Volk, Roman Koptiuk, Nataliia Prykhodko. Evaluation of climate change in Polissia region and ways of adaptation to it. *Journal of Water and Land Development*. Volume 41: Issue 1. 2019. P. 72–82. DOI: <https://doi.org/10.2478/jwld-2019-0030>. URL: <https://content.sciendo.com/view/journals/jwld/41/1/article-p77.xml>. (дата звернення: 15.04.2019).
11. Карук Б. П. Системный подход к оценке воздействия на окружающую среду объектов осушительной мелиорации в Украине. *Теория и практика эколого-мелиоративного мониторинга в Украинском Полесье* : сб. докл. К., 1992. С. 22–32.
12. Рекс Л. М. Системные исследования мелиоративных процессов и систем. М. : Аслан, 1995. 192 с.
13. Меліорація та облаштування Українського Полісся : колективна монографія / за ред. д.с-г.н., професора, акад. НААН Я. М. Гадзала, д.т.н., професора, членкор. НААН В. А. Сташука, д.т.н., професора А. М. Рокочинського. Херсон :

ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. Т. 1. 932 с. **14.** Рокочинський А. М. Системна оптимізація водорегулювання як необхідна умова створення та функціонування водогосподарсько-меліоративних об'єктів на еколого-економічних засадах. *Меліорація і водне господарство*. 2016. Вип. 104. С. 67–71. **15.** Anatoliy Rokochinskiy, Pavlo Volk, Oleg Pinchuk, Vasyl Turcheniuk, Nadiia Frolenkova, Ievgenii Gerasimov. Forecasted estimation of the efficiency of agricultural drainage on drained lands. *Journal of Water and Land Development*. Volume 40. Issue 1. 2019. P. 149–153. DOI:<https://doi.org/10.2478/jwld-2019-0016>. URL: <https://content.sciendo.com/view/journals/jwld/40/1/article-p149.xml> (дата звернення: 15.04.2019).

REFERENCES:

1. Shumakov B. B. Melioratsiia v XXI veke. *Melioratsiia i vodnoe khoziaistvo*. 1996. № 3. S. 4–6.
2. Aidarov I. P., Holovanov A. I., Nikolskii Yu. N. Optimizatsiia meliorativnykh rezhimov oroshaemykh i osushaemykh selskokhoziaistvennykh zemel : rekomendatsii. M. : Ahrometeoizdat, 1990. 60 s.
3. Kovalenko P. I. Aktualni problemy vykorystannia vodnykh resursiv i meliorova-nykh zemel na suchasnomu etapi. *Zhurnal melioratsiia i vodne hospodarstvo*. 2011. Vyp. 99. S. 2–16.
4. Rokochynskiy A. M. Naukovi ta praktychni aspekty optymizatsii vodrehuliuвання osushuvanykh zemel na ekolooho-ekonomichnykh zasadakh : monohrafiia / za red. akademika UAAN Romashchenka M. I. Rivne : NUVHP, 2010. 351 s.
5. Bart Schultz., 2008. Water management and flood protection of the polders in the Netherlands under the impact of climate change and man-induced changes in land use. *Journal of water and land development*. No. 12, 2008. R. 71–94.
6. Likhatchevich A. P. Obosnovanie raschetnoi modeli rezhima orosheniia mnoholetnykh trav i ovoshchnykh kultur v usloviiakh Belarusi : avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk : 06.01.02. Minsk, 1993. 48 s.
7. Dolid M. A. Sovershenstvovanie metodiki rascheta osnovnykh elementov i konstruksii poldernykh sistem Zapadnoho Polesia USSR : avtoref. dis. ... kand. tenkh. nauk. Kyev, 1983. 22 s.
8. Leonardo Alfonso, Arnold Lobbrecht, Roland Price. / Optimization of water level monitoring network in polder systems using information theory. December 2010 *Water Resources Research* 46(12). Pages: 1–13. DOI: 10.1029/2009WR008953.
9. Van Overloop P. J. (2006). Drainage control in water management of polders in the Netherlands. *Irrigation and Drainage Systems*, 20 (1), pp. 99–109.
10. Peter Kovalenko, Anatoliy Rokochinskiy, Jerzy Jeznach, Pavlo Volk, Roman Koptyuk, Nataliia Prykhodko. Evaluation of climate change in Rolissia region and ways of adaptation to it. *Journal of Water and Land Development*. Volume 41: Issue 1. 2019. P. 72–82. DOI: <https://doi.org/10.2478/jwld-2019-0030>. URL: <https://content.sciendo.com/view/journals/jwld/41/1/article-p77.xml>. (data

zvernennia: 15.04.2019). **11.** Karuk B. P. Sistemnyi podkhod k otsenke vozdeistviia na okruzhaiushchuiu sredu obektov osushitelnoi melioratsii v Ukraine. Teoriia i praktika ekoloho-meliorativnoho monitorinha v Ukrainskom Polese : sb. dokl. K., 1992. S. 22–32. **12.** Reks L. M. Sistemnye issledovaniia meliorativnykh protsessov i sistem. M. : Aslan, 1995. 192 s. **13.** Melioratsiia ta oblashtuvannia Ukrainskoho Polissia : kolektyvna monohrafiia / za red. d.s-h.n., profesora, akad. NAAN Ya. M. Hadzala, d.t.n., profesora, chlen-kor. NAAN V. A. Stashuka, d.t.n., profesora A. M. Rokochynskoho. Kherson : OLDI-PLluS, 2017. T. 1. 932 s. **14.** Rokochynskiy A. M. Systemna optymizatsiia vodrehuliuвання yak neobkhidna umova stvorennia ta funktsionuvannia vodo-hospodarsko-melioratyvnykh obiektiv na ekoloho-ekonomichnykh zasadakh. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo*. 2016. Vyp. 104. S. 67–71. **15.** Anatoliy Rokochinskiy, Pavlo Volk, Oleg Pinchuk, Vasyl Turcheniuk, Nadiia Frolenkova, Ievgenii Gerasimov. Forecasted estimation of the efficiency of agricultural drainage on drained lands. *Journal of Water and Land Development*. Volume 40. Issue 1. 2019. P. 149–153. DOI: <https://doi.org/10.2478/jwld-2019-0016>. URL: <https://content.sciendo.com/view/journals/jwld/40/1/article-p149.xml> (data zvernennia: 15.04.2019).

Volk P. P., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor
(National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO SYSTEM OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL AND STRUCTURAL PARAMETERS OF POLDER SYSTEMS

The article substantiates the necessity and discusses possible approaches to system optimization of technological and polder systems (PS) design parameters on the basis of system approach and system analysis with its integral components - the optimization method and complex objects modeling and systems. The most advanced are polder type drainage systems with mechanical lifting. Such systems are better in operative regulation of the water regime and ecology than the gravity-flowing.

The main disadvantage of PS is the high cost of construction and usage.

The future of technical improvement of drainage systems is the future of systems with mechanical lifting. We don't have alternative to the

polder drainage during the periodic flooding. The polder systems are complex natural-technical ecological and economic systems. Therefore, finding the overall optimum in such a system is determined on the basis of system optimization. It is to find the optimal parameter values for the main components of the water control elements (pumping station, main channel, drop-gate sluice, drainage etc.) and operating modes (pump, water delivery etc.); the main factors that affect the effectiveness of water management (climate, relief, cultivation of crops, soils, soil and reclamation differences, schemes and technologies of water management etc.). The optimal pumping modules for different pump structures of the polder system, which includes a pumping station, a contour channel and a siphon with distribution of estimated costs, are determined: $Q_{PS}^0 = 0,63 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{HC}^0 = 0,50 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{CC}^0 = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{SIPH}^0 = 0,12 \text{ m}^3/\text{s}$. Economically-optimized technological and design solutions for the object. It is environmentally for the given conditions, because the weighted average value of the drainage module within the system and the design term of its functioning.

It is proved that the application of system optimization at the stage of operation or reconstruction of the existing PS allows to substantiate its technological and structural parameters in the creation and operation of water management and reclamation facilities on ecological and economic bases in changing climatic conditions.

Keywords: system optimization, technological and design parameters, polder system.

Волк П. П., к.т.н., доцент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СИСТЕМНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЬДЕРНЫХ СИСТЕМ

В статье обоснована необходимость и рассмотрены возможные подходы к системной оптимизации технологических и конструктивных параметров польдерных систем на основе системного подхода и системного анализа с его неотъемлемыми составляющими –

методом оптимизации и моделирования сложных объектов и систем. Определены оптимальные модули откачки при различных конструкциях узла откачки польдерной системы, включающей в себя насосную станцию, «полка» и сифон с таким соответствующим распределением расчетных расходов в целом по системе и по элементам узла откачки соответственно: $Q_{ПС}^0 = 0,63$

$м^3/с; Q_{НС}^0 = 0,50 м^3/с; Q_{полки}^0 = 0,01 м^3/с; Q_{сифон}^0 = 0,12 м^3/с$. Обоснованно экономически оптимальные технологические и конструктивные решения для рассматриваемого объекта, являются экологически приемлемым в заданных условиях, поскольку средневзвешенное значение модуля дренажного стока в пределах системы и проектного срока ее функционирования $q_s = 0,38 л / с \cdot га$, что соответствует экологическому уровню эффективности работы дренажа, то есть $q_s \rightarrow \hat{q}_{экол}$.

Ключевые слова: системная оптимизация, технологические и конструктивные параметры, польдерные системы.
