

УДК 631.16:502.63

СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ ВОДО- ТА ЕНЕРГОКОРИСТУВАННЯ НА РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ НА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ЗАСАДАХ

В.О. ТУРЧЕНЮК, канд. тех. наук,

Н.А. ФРОЛЕНКОВА, канд. екон. наук,

А.М. РОКОЧИНСЬКИЙ, док. тех. наук

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

У роботі обґрунтовано необхідність проведення системної оптимізації параметрів водо- та енергокористування при функціонуванні рисових зрошувальних систем, викладені методичні підходи і результати, сформульовані підходи до вибору проектних критеріїв та умов економічної й екологічної оптимізації при побудові комплексних оптимізаційних моделей у проектах їх реконструкції та експлуатації з урахуванням кліматологічної стратегії управління такими об'єктами.

Ключові слова: системна оптимізація, природно-меліоративний режим, рисова зрошувальна система, еколого-економічні засади

Постановка проблеми. У світлі сучасних економічних та екологічних вимог до такого роду об'єктів, якими є рисові зрошувальні системи (РЗС), виникає потреба переходу від звичної практики розгляду їх не суто як технічних, а як складних природно-технічних еколого-економічних систем із 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 природно-меліоративний режим (ПМР) земель РЗС та відповідний еколого-економічний ефект [1, 2].

Як показують практика і накопичений досвід, вирішення такої складної проблеми для існуючих РЗС, які по суті є також і еколого-економічними об'єктами, вимагає застосування відповідних комплексних і системних рішень, насамперед системної оптимізації їх водо- та енергокористування на еколого-економічних засадах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Суть системної оптимізації полягає у знаходженні в ідеалі всіх проміжних і локальних оптимумів за всіма основними елементами технології водорегулювання (насосна станція, водоподаюча мережа, дренажно-скидна мережа, водоподача, водовідведення), всіма основними змінними факторами в просторі і часі, які впливають на ефективність водорегулювання та природно-меліоративний режим РЗС в цілому (клімат, рельєф, склад культур сівозміни, гідрогеологічні

умови та ін.) для всіх рівнів реалізації відповідної моделі оптимізації. Отже, оскільки в складних природно-технічних еколого-економічних системах, згідно [3,2], має місце виражений зв'язок виду *ефект-режим-технологія-конструкція*, то для діючих РЗС системна оптимізація полягає в оптимізації параметрів ПМР, удосконаленні технології водорегулювання та конструктивних рішень щодо їх забезпечення.

Оптимізація ПМР РЗС, виходячи з необхідності створення та підтримання промивного водного режиму на зрошуваних засоленних землях як основного фактора забезпечення їх сприятливого еколого-меліоративного стану, а також підвищення загальної технічної, технологічної, економічної і екологічної ефективності системи, може бути зведена до оптимізації інтенсивності фільтрації при поверхневому поливі провідної культури рису за рахунок відповідного співвідношення між подачею і відведенням води при відповідному режимі зрошення. Саме фільтраційний режим, який формується на поливних рисових картах у період підтримання шару води, а також у подальшому у поза вегетаційний період, визначає їх загальний еколого-меліоративний стан, а також дає оцінку технологічній ефективності роботи дренажної мережі в різні періоди функціонування РЗС.

Методика досліджень. Традиційним, вже класичним шляхом управління та вибору рішень є *оптимізаційний підхід*. Він передбачає чітку (кількісно виражену у скалярному вигляді) формалізацію задачі управління, розробку моделей процесів, що протікають в об'єкті, і моделей впливу на об'єкт.

Формально модель для вибору рішень складається із цільової функції і набору обмежень, одним з яких є власне модель об'єкта. Знаючи критерій оптимізації U і моделі $F(u)$ впливу управлінських дій u на критерій U , можна визначити оптимальне рішення U_0 як таке, що екстремізує відповідний критерій якості

$$U_0 = U^{-1}[\text{extr}_{u \in \Omega} F(u)], \quad (1)$$

де Ω – область, в якій виконуються обмеження, що мають місце при реалізації моделі.

Загальна структура вирішення такого питання передбачає вибір критерію, формування умови й прийняття функції оптимізації, вибір структури розрахунків відповідно до рівня сформульованого завдання і, зрештою, побудову економіко-математичної моделі та її реалізацію.

Отже, за результатами вищезрозглянутих передумов, що пов'язані з загальною постановкою і шляхами розв'язання проблеми оптимізації водного і загального ПМР, а також за відповідними підходами до розв'язування оптимізаційних задач у складних природно-технічних еколого-економічних системах, якими є рисові зрошувальні системи, модель оптимізації технології водо- та енергокористування на РЗС відповідно до прийнятого за основу оптимізаційного підходу [2,5] може бути подана в загальному вигляді як

$$U_0 = \text{extr}_{\{i\}} U_i, \quad i = \overline{1, n_i}, \quad (2)$$

де U_0 – екстремальне значення за прийнятою умовою обраного критерію оптимізації U , що відповідає оптимальному (раціональному) рішенням із сукупності можливих альтернативних варіантів $I = \{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$.

Мета та завдання досліджень. Метою роботи є підвищення ефективності функціонування рисових зрошувальних систем шляхом оптимізації їх водо- та енергокористування й природно-меліоративного режиму на еколого-економічних засадах.

Для досягнення вказаної мети вирішували такі завдання:

- розвиток теоретичних основ і розробка сучасних підходів до системної оптимізації технічних і технологічних рішень з водо- та енергокористування на РЗС на еколого-економічних засадах щодо різних рівнів прийняття у часі в проектах їх реконструкції та експлуатації;

- дослідження, аналіз і оцінка режимних, технологічних та технічних аспектів водо- та енергокористування на РЗС у їхньому взає-

мов'язку в змінних природно-агроекологічних умовах;

- розробка загальних принципів побудови та реалізації моделей оптимізації технічних і технологічних рішень з водо- та енергокористування на РЗС на еколого-економічних засадах.

Результати досліджень. На підставі та в розвиток [2, 1], системна оптимізація на еколого-економічних засадах водо- та енергокористування на відповідних рівнях їх прийняття в часі може бути реалізована за відповідними комплексними моделями.

На стадії проекту при обґрунтуванні оптимальних параметрів конструктивних рішень з урахуванням кліматологічної стратегії управління об'єктом модель має вигляд

$$\begin{cases} ZP_{ik}^0 = \min_{\{i\}} \sum_{p=1}^{n_p} [(C_i + E_p K_i) + R_i] \cdot a_p / W_i; i = \overline{1, n_i}; k = \overline{1, n_k}; s = \overline{1, n_s}; \\ Z_{ik}^0 = \min_{\{i\}} \sum [Z_{jks} - \hat{Z}_j] \cdot a_p; j = \overline{1, n_j}; i = \overline{1, n_i}; k = \overline{1, n_k}; s = \overline{1, n_s} \end{cases} \quad (3)$$

де ZP_{ik}^0 - мінімальне значення приведених витрат за прийнятою умовою обраного критерію економічної оптимальності, що відповідає оптимальному проектному рішенням із сукупності можливих варіантів $I = \{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$;

Z_{jks} - сукупність $\{j\}$, $j = \overline{1, n_j}$ критеріїв (фізичних показників) екологічної ефективності водорегулювання на РЗС за сукупністю проектних рішень (ПР) $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$, відповідною технологією водорегулювання $\{s\}$, $s = \overline{1, n_s}$;

\hat{Z}_j - відповідні лімітуючі показники екологічної ефективності, що розглядаються; α_p - відомі (встановлені або задані) значення повторюваності чи часток можливого стану типових метеорологічних режимів у розрахункові періоди вегетації сукупності $\{p\}$, $p = \overline{1, n_p}$ у межах проектного терміну функціонування об'єкта, $\sum_{p=1}^{n_p} \alpha_p = 1$; W_i - обсяг (вартість) отриманої продукції за варіантами режимних, технологічних та технічних рішень сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$; C_i - поточні витрати на отримання продукції за варіантами ПР; E_p - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень K_i за відповідними варіантами ПР; R_i - погоднокліматичний ризик за відповідними варіантами проектних рішень, визначається за виразом

$$\overline{R}_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (W_j - \overline{W}_{nm})^2 \cdot \alpha_{pj}} = \sqrt{\sum_{j=1}^m R_{ij}^2 \cdot \alpha_{pj}}, \quad i = \overline{1, n_i}, \quad (4)$$

де W_j - вартість валової продукції за фактичною врожайністю, отриманою за i -тим

варіантом ПР, $zрн/za$; \bar{W}_{nm} – вартість валової продукції за потенційно можливою врожайністю на об'єкті, $zрн/za$.

За аналогією, на стадії експлуатації для діючих РЗС модель має такий вигляд

$$\begin{cases} D_{i_s} = \max_{(i)} \sum_{k=1}^{n_k} [W_i - C_i - R_i] \cdot a_{i_s}; i = \overline{1, n_i}; k = \overline{1, n_k}; s = \overline{1, n_s}; \\ Z_{jks}^0 = \min_{(j)} \sum_{i=1}^{n_i} [Z_{jks} - \hat{Z}_j] \cdot a_{i_s}; j = \overline{1, n_j}; i = \overline{1, n_i}; k = \overline{1, n_k}; s = \overline{1, n_s}, \end{cases} \quad (5)$$

де D_{i_s} – максимальне значення показника чистого доходу, що досягається за рахунок отримання певного обсягу вирощуваної сільськогосподарської продукції при застосуванні різних варіантів технологічних рішень сукупності $\{i\}$.

За аналогією з [2], екологічна умова оптимізації на рисовому полі і на системі в цілому розглядається нами за визначеною, обґрунтованою і прийнятою сукупністю фізичних показників (критеріїв) оцінювання водного, сольового і загального ПМР: за режимом РГВ у позавеgetаційний період (Hg); тривалістю його стояння нижче критичної глибини (T); інтенсивністю фільтраційних процесів під затопленим рисовим полем (V); ступенем засолення кореневмісного шару ґрунту (S); зрошувальною нормою (M); мінералізацією ґрунтових вод (G) та ін.:

$$Z_{jks} = (Hg_{ks}, T_{ks}, V_{ks}, S_{ks}, M_{ks}, G_{ks}), \quad j = \overline{1, n_j}, \\ k = \overline{1, n_k}, \quad s = \overline{1, n_s} \quad (6)$$

За такими показниками, порівняно з їх граничними значеннями відповідно до конкретних ґрунтово-меліоративних умов об'єкта, що досліджується, можна передбачати направленість процесів, які відбуваються на рисовому полі і системі в цілому, тобто неявно оцінити екологічний ефект від реалізації меліоративних заходів.

Обґрунтування оптимальних загального природно-меліоративного та ґрунтових режимів, відповідно до параметрів технологічних та технічних проектних рішень на РЗС за інтегральною оцінкою сукупності показників їхньої екологічної ефективності, може бути достатньо ефективно виконане на основі методу Б.П. Карука [6], згідно з яким характеристику екологічної надійності варіанту меліоративного проекту можна представити у вигляді вектора H з компонентами H_z

$$H = H_z / z = 1, 2, \dots, N / , \quad (7)$$

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

За припущення, що в системі факторів всі вони є однаково важливими, відсутність певного елементу можна вважати як відповідне зменшення міри екологічної надійності, тому тут компоненти H_z приймають відповідні значення за умови, що

$$H_z = \begin{cases} 1, & \text{якщо } H_z \leq H_{nz}; \\ 0, & \text{якщо } H_z > H_{nz}, \end{cases} \quad (8)$$

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

Тоді коефіцієнт екологічної надійності варіанту меліоративного проекту можна визначити за формулою

$$k_n = \frac{\sum_{z=1}^N H_z}{N} \quad (9)$$

Такий коефіцієнт є наближеною оцінкою екологічної стійкості проекту і ступінню врахування факторів екологічної надійності його функціонування.

У розвиток та на відміну від розглянутого підходу нами пропонується більш гнучкий інструмент визначення компоненти H_z , коли вона приймає всі можливі значення в інтервалі $[0, 1]$ за умови, що

$$H_z = \begin{cases} H_z = 1 - \frac{H_{nz} - H_{fz}}{H_{nz}}, & \text{якщо } H_{fz} \leq H_{nz}; \\ H_z = 1 + \frac{H_{nz} - H_{fz}}{H_{nz}}, & \text{якщо } H_{fz} \geq H_{nz}, \end{cases} \quad (10)$$

де H_{fz} – фактичне значення z -го показника екологічної ефективності; H_{nz} – відповідно нормативне, критичне або допустиме його значення, яке відповідає \hat{Z}_j .

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 залежно від постановки завдання використовувати різні, переважно експертні, методи оцінювання та будь-який комплекс різномірних показників.

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

$$0,5 < k_n \leq 1,0. \quad (11)$$

Запропонована схема оцінювання екологічної надійності меліоративного проекту є досить універсальною, оскільки в якості скла-

дових елементів надійності може виступати будь-який комплекс факторів як кількісних, так і якісних, які характеризують еколого-меліоративний стан території.

Як показують результати проведених досліджень, режимним показником, який характеризує фільтраційні процеси та необхідний рівень промивності на рисовому полі, виступає швидкість вертикальної фільтрації. Оптимальні параметри показника швидкості вертикальної фільтрації було обґрунтовано нами за еколого-меліоративним підходом на основі визначення показника екологічної надійності згідно з формулами (7)-(10). Для подальшої оцінки екологічної надійності варіантів розроблених технологічних та конструктивних рішень щодо параметрів швидкості вертикальної фільтрації на рисовому чеку, яка відображає одночасно режимний та технологічний аспекти водорегулювання на РЗС, розглядалися нами при її зміні в реальних умовах від 0,5 до 18 мм/добу. Узагальнені результати такої оцінки наведені в таблиці 1.

Наведені результати засвідчують, що оскільки екологічно оптимальні загальний природно-меліоративний та ґрунтові режими земель РЗС за розглянутою методикою забезпечуються за умови дотримання обмеження, що $0,75 < k_n \leq 1,0$, то швидкість фільтрації (6...10 мм/добу) забезпечує створення мінімально необхідного промивного водного режиму, з яким пов'язане в цілому ефективне функціонування РЗС, що підтверджується оцінкою її екологічної надійності, при якій $k_n = 0,8...0,87$.

Таким чином, при обґрунтуванні у подальшому оптимальних параметрів технологічних та конструктивних рішень розробленого нами комплексу заходів у відповідних моделях оптимізації (3) та (5) в якості екологічної умови оптимізації розглядалось обмеження, що швидкість фільтрації при реалізації економічно оптимальних рішень приймає значення, наближені до обґрунтованих оптимальних, тобто $V_f \Rightarrow V^o$.

Відповідно виконані розрахунки з визначення оптимальних технологічних параметрів за економічним критерієм ефективності функціонування РЗС показали, що оптимальною часткою рису в сівозміні є його частка 50...60%, а оптимальною з точки зору отримання максимального чистого прибутку 26602 грн/га є зрошувальна норма рису 18 тис. м³/га.

При оптимальній величині зрошувальної норми рису $M^o = 18$ тис.м³/га та відповідним сумарним об'ємом перекачаної води $W_{\Pi}^o = 27,5$ тис. м³/га визначено, що оптимальні затрати електроенергії на РЗС складають $Q^o = 1,78$ тис. кВт·год/га. До того ж, реконструкція насосних станцій на РЗС з переходом на сучасне насосно-силове обладнання дасть змогу знизити показник затрат електроенергії ще на 20...40%.

Щодо конструкції та оптимальних параметрів дренажно-скидної мережі за розглянутими розробками нами були сформовані варіанти досліджень, за якими була здійснена оптимізація основних конструктивних елементів Придунайських РЗС з урахуванням оптимальних параметрів середньої швидкості

1. Оцінка екологічної надійності варіантів ПР залежно від створюваної швидкості вертикальної фільтрації на рисових картах-чеках

Швидкість вертикальної фільтрації V_f , мм/добу	Компонента Hz за Hg	Компонента Hz за T	Компонента Hz за S	Компонента Hz за G	Компонента Hz за M	Коефіцієнт екологічної надійності, k_n
0,5	0,80	0,82	0,51	0,43	0,24	0,56
1,0	0,95	0,98	0,55	0,50	0,28	0,65
2,0	1,00	1,00	0,67	0,60	0,33	0,72
4,0	0,93	0,93	0,73	0,75	0,50	0,77
6,0	0,87	0,89	0,80	0,86	0,61	0,80
8,0	0,80	0,93	0,89	1,00	0,74	0,87
10,0	0,67	0,86	1,00	0,83	0,77	0,83
12,0	0,70	0,86	1,00	0,73	0,77	0,81
14,0	0,65	0,86	0,75	0,67	0,83	0,75
16,0	0,59	0,82	0,63	0,50	0,96	0,70
18,0	0,50	0,79	0,50	0,33	0,91	0,61

2. Основні результати оптимізаційних розрахунків для Придунайських РЗС щодо обґрунтування оптимальних параметрів дренажу на рисових картах-чеках

Варіанти ПР	Відстань між дренами	Глибина залягання РГВ в осінньо-зимовий період, м	Швидкість вертикальної фільтрації з поверхні рисового поля V, мм/добу	Капіталовкладення, грн	Амортизаційні відрахування, грн	Сільськогосподарські витрати, грн/га	Меліоративні витрати, грн./га	Вартість проектної валової продукції, грн.	Вартість фактичної валової продукції, грн.	Погодно-кліматичний ризик	Показник приведених витрат із врахуванням погодно-кліматичного ризику
1	50	1,86	27,1	74022,2	3701,1	10353,0	11768,7	55800	31248,0	21069,0	1,86
2	75	1,78	12,0	66702,5	3335,1	11764,9	11063,9	55800	39606,8	16193,2	1,32
3	85	1,75	9,4	65656,8	3282,8	13670,6	10938,6	55800	50889,6	4910,4	0,84
4	100	1,59	6,8	63565,4	3178,3	14125,8	10497,1	55800	53584,7	2215,3	0,74
5	125	1,49	4,7	61474,1	3073,7	13086,3	10718,8	55800	47430,0	8370,0	0,94
6	150	1,35	3,0	62519,8	3126,0	12187,1	10639,0	55800	42106,7	13693,3	1,16
7	175	1,23	2,2	60951,2	3047,6	10894,9	9023,6	55800	34456,5	21343,5	1,55
8	200	1,11	1,7	58337,0	2916,9	10248,3	8999,1	55800	30628,4	25171,6	1,83
9	225	0,95	1,3	57814,2	2890,7	9206,8	8982,4	55800	24462,0	31338,0	2,50
10	250	0,83	1,0	57291,4	2864,6	8856,3	8970,4	55800	22387,0	33413,0	2,80
11	300	0,60	0,7	56559,4	2828,0	7600,0	8954,8	55800	14948,8	40851,2	4,60
12	500	0,40	0,2	55200,0	2760	7286,1	8932,0	55800	13090,7	42709,3	5,34

вертикальної фільтрації на рисовому чеку для встановленого оптимального показника дольової частки рису в сівозміні – 50...60%:

- варіанти 1...3 – конструкція та параметри дренажу, згідно з рекомендаціями Мендуся С.П. [7]; варіанти 4...8 – удосконалена нами конструкція дренажно-скидної мережі на картах-чеках шляхом улаштування проміжних закритих дренажних колекторів [8]; варіанти 9...12 – конструкція та параметри існуючої дренажно-скидної мережі у вигляді відкритих каналів [5].

Узагальнені результати такої оцінки наведені в табл. 2, де показано, що економічно вигідним та екологічно прийнятним варіантом ПР щодо розрахункової відстані між дренажно-скидними каналами і додатковими закритими дренами-колекторами для умов ПРЗС є варіант із відстанню 100 м. Така міждренна відстань, на відміну від існуючої 200...500 м, забезпечує створення та підтримання на рисовому полі промивного водного режиму з оптимальною інтенсивністю вертикальної фільтрації 6...10 мм/добу.

Економічний критерій оптимізації становить $ZP_0 = 0,74$.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Застосування системної оптимізації дає змогу послідовно обґрунтувати оптимальні параметри різномірних режимних, технологічних та конструктивних рішень у їх взаємозв'язку з дотриманням сучасних економічних та екологічних вимог у проектах будівництва й реконструкції РЗС.

Системна оптимізація природно-меліоративного режиму РЗС на еколого-економічних засадах дає змогу підвищити загальну ефективність функціонування РЗС із врахуванням економічних та екологічних вимог через узгодження параметрів, рівня конструктивної та екологічної надійності й відповідно вартості цих рішень з рівнем створюваного загального ефекту при їхній реалізації.

Слід зазначити, що отримані загальні рекомендації мають у подальшому уточнюватися для умов кожного реального об'єкта, який буде розглядатися, за відповідними техніко-економічними та екологічними показниками.

Бібліографія

1. Рокочинський А.М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах.: монографія / За ред. акад. УАН Ромашенка М.І. Рівне: НУВГП, 2010. 351 с.

2. Рокочинский А.Н. Системная оптимизация водорегулирования на мелиорированных землях. // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья: сб. докл. междунар. науч. конф. (Минск, 14-17 сент. 2016 г.). В 2 т. Т. 2 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]. Минск: Беларуская навука, 2016. С. 111-114.

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

4. Рис в Україні: монографія / В.А. Сташук та ін. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 976 с.

5. Рис Придунав'я: [колективна монографія] / за ред. В.А. Сташука та ін. Херсон: Грінь Д.С., 2016. 620 с.

6. Карук Б.П. Экологическое обоснование проектов мелиоративных систем: конспект лекций. Киев: Изд. ВППК Минводстроя СССР, 1989. 110 с.

7. Мендусь С.П. Обґрунтування необхідності та посилення дренажності поливних карт рисових систем (на прикладі Придунайських рисових зрошувальних систем): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації». Рівне, 2012. 21 с.

8. Карта-чек рисової системи з закритою дренаю-колектором. Пат. на корисну модель № 104000, Е 02 В 13/00, 11/00. Україна. 2016. Бюл. №1.

В.А. Турченко, Н.А. Фроленкова, А.Н. Рокочинский
Системная оптимизация водо- и энергопользования на рисовых оросительных системах на эколого-экономических принципах

В работе обоснована необходимость проведения системной оптимизации параметров водо- и энергопользования при функционировании рисовых оросительных систем, изложены методические подходы и результаты, сформулированы подходы к выбору проектных критериев и условий экономической и экологической оптимизации при построении комплексных оптимизационных моделей в проектах их реконструкции и эксплуатации с учетом климатологической стратегии управления такими объектами.

V. Turcheniuk, N. Frolenkova, A. Rokochynskyy
Water and energy-management systematic optimization of rice irrigation systems based on ecology-economic principles

The work substantiates the necessity of systematic optimization of water and energy utilization parameters in the operation of rice irrigation systems, the methodological approaches and results are outlined, the approaches to the selection of project criteria and conditions of economic and ecological optimization in the course of construction of complex optimization models in projects of their reconstruction and operation taking into account the climatological strategies for managing such objects.