

УДК 626.01:626.82:338.001.36

ІНТЕГРОВАНІЙ ПІДХІД В УПРАВЛІННІ ПРОТИФІЛЬТРАЦІЙНИМИ ЗАХОДАМИ НА ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМАХ

В.І. ПЕТРОЧЕНКО, канд. техн. наук,
О.В. ПЕТРОЧЕНКО, канд. техн. наук
Інститут водних проблем і меліорації НААН

Розроблено науково-методичні основи інтегрованого підходу в управлінні протифільтраційними заходами на водогосподарських системах. На стадії прийняття проектних рішень в основу інтегрованого управління покладено методичні принципи синтезу і порівняльного аналізу альтернативних варіантів здійснення кожного протифільтраційного заходу. На стадії прийняття управлінських рішень в основу інтегрованого управління покладено методичні принципи пріоритетного вкладення інвестицій в здійснення протифільтраційних заходів в межах однієї або декількох водогосподарських систем.

Ключові слова: водогосподарська система, фільтрація, збитки, протифільтраційна споруда, відвернені збитки, індекс дохідності інвестицій

Проблема та її актуальність. Основою гідротехнічних споруд водогосподарських систем є ґрунт, через який з водних об'єктів шляхом інфільтрації можуть втрачатись значні об'єми води. Фільтрація води негативно впливає на стійкість підпірних споруд, призводить до виникнення аварійних ситуацій. Унаслідок фільтрації на водогосподарських системах не тільки втрачається товарна споживча вода, а й підтоплюються, заболочуються і засолюються землі прилеглих територій. Отже, фільтрацію води на водогосподарських системах слід розглядати як окремий вид шкідливої дії вод.

До середини минулого століття основними протифільтраційними матеріалами гідротехнічних споруд були глина, бетон та асфальт. З початку 60-х років минулого століття з розвитком хімічної промисловості у багатьох країнах світу протифільтраційні екрани почали будувати з полімерної плівки [1, 2]. В Україні широкого застосування набула гідротехнічна стабілізована поліетиленова плівка за ГОСТ 10354-82. Від початку впровадження полімерних плівок у водогосподарському будівництві донині основним інноваційним напрямком удосконалення проектних рішень протифільтраційних споруд є розроблення та застосування нових більш надійних полімерних матеріалів – армованих плівок, полімерних листів, геомембран тощо. Проте, за цей період технологія будівництва протифільтраційних споруд з полімерних матеріалів майже не змінилась. Так при спорудженні ґрунто-пліткових екранів на каналах, водоймах, полігонах побутових відходів ще й досі використовують недостатньо ефективну технологію, за якою передбачено виконання значних об'ємів земляних робіт: розробка

надпліркового шару ґрунту; переміщення ґрунту на значну відстань у відвал; підготовка ґрунтової основи під укладання плівки; переміщення ґрунту з відвалу на попередньо розстелене полотнище з плівки [2, 3].

Під час розробки проектів протифільтраційних споруд (екранів, діафрагм, завіс тощо) за критерій оцінки споруд проектувальники обирають їх надійність та здатність виконувати необхідні протифільтраційні функції. Економічну ефективність проектних рішень зазвичай визначають вже по завершенню розробки проектів без урахування комплексу багатьох важливих показників складної водогосподарської системи, таких як відвернені протифільтраційними заходами економічні, екологічні і соціальні збитки, довговічність споруд та їх системну структурно-функціональну підпорядкованість тощо.

Для усунення зазначеного недоліку в даній статті робиться спроба науково-методичного обґрунтування інтегрованого підходу до управління протифільтраційними заходами на стадії прийняття проектних рішень для забезпечення високої конкурентоспроможності заходів, а також на стадії прийняття управлінських рішень для забезпечення ефективного вкладення інвестицій у протифільтраційні заходи. Актуальність дослідження підтверджується прийнятим у жовтні 2016 р. Законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» [4].

Гіпотезою дослідження є припущення щодо можливості досягнення високої ефективності протифільтраційного захисту на гідротехнічних спорудах і водогосподарських системах шляхом розробки та впровадження

інтегрованого підходу в управлінні проти-фільтраційними заходами.

Мета дослідження. Розробка науково-методичних засад інтегрованого підходу в управлінні заходами захисту від шкідливої дії фільтрації на водогосподарських системах.

Методика дослідження. У роботі застосовано системний та аналітичний методи дослідження комплексу факторів, що впливають на ефективність протифільтраційних заходів на водогосподарських системах.

Задачі дослідження скоординовано в такому порядку:

- обґрунтування єдиного інтегрованого критерію оцінки економічної, екологічної і соціальної ефективності протифільтраційних заходів;

- розробка методичних принципів диференційованого аналізу показників ефективності протифільтраційних заходів;

- обґрунтування процедури пошуку найбільш ефективного варіанта протифільтраційного заходу за величиною індексу дохідності інвестицій;

- обґрунтування методичного підходу до розробки плану інтегрованого управління протифільтраційними заходами на водогосподарських системах.

Результатом дослідження є новий інтегрований підхід в управлінні протифільтраційними заходами на водогосподарських системах, наукове обґрунтування та методичне забезпечення якого складається з чотирьох розділів.

1. Обґрунтування єдиного інтегрованого критерію оцінки економічної, екологічної і соціальної ефективності протифільтраційних заходів.

Противільтраційні заходи на водогосподарських системах здійснюються для відвернення збитків від шкідливої дії фільтрації, які за характером поділяються на економічні, екологічні і соціальні. З огляду на різний характер збитків задача оптимізації проектних рішень протифільтраційних заходів вважається багатокритеріальною. До того ж, якщо функцію оптимізації скласти за кожним окремим видом відвернених збитків, вона буде ще й багатоцільовою. Відомо, що для розв'язання багатокритеріальних задач виникає потреба певного узгодження між усіма критеріями [5]. Таким узгоджувальним фактором є оцінювання у грошових одиницях як економічних, так і екологічних і соціальних збитків від фільтрації. Це дає підставу покласти економічний критерій в основу єдиного інтегрованого критерію оцінки ефективності протифільтраційних заходів.

В енциклопедії сучасної України водне господарство визначено як галузь економіки [6]. З огляду на це принцип обрання економічного критерію за основу єдиного інтегрованого критерію оцінки ефективності протифільтраційних заходів є достатньо обґрунтованим. Розглядаючи проблему протифільтраційного захисту на гідротехнічних спорудах і водогосподарських системах з позицій системного аналізу, можна встановити, що серед багатьох економічних показників за єдиний інтегрований критерій ефективності протифільтраційних заходів слід обрати індекс дохідності інвестицій, оскільки інші економічні показники інтегровані в ньому, або є залежними від нього:

$$I_{ms} = \frac{\sum P_1}{\sum H_1} = \frac{\sum P_T}{\sum H_T}; \quad (1)$$

$$E_1 = \sum \text{ЧП}_1 = \sum P_1 - \sum H_1 = (I_{ms} - 1) \sum H_1; \quad (2)$$

$$E_T = \sum \text{ЧП}_T = \sum P_T - \sum H_T = (I_{ms} - 1) \sum H_T; \quad (3)$$

$$P_{ms} = \frac{\sum P_1 - \sum H_1}{\sum H_1} = \frac{\sum P_T - \sum H_T}{\sum H_T} = I_{ms} - 1, \quad (4)$$

де I_{ms} – індекс дохідності інвестицій протифільтраційного заходу; T – розрахунковий термін отримання ефекту від здійснення протифільтраційного заходу, рік; $\sum P_1$ – сума позитивних ефектів від здійснення протифільтраційного заходу, що припадає на один рік, тис. грн./рік; $\sum H_1$ – сума негативних ефектів від здійснення протифільтраційного заходу, що припадає на один рік, тис. грн./рік; $\sum P_T$ – сума позитивних ефектів від здійснення протифільтраційного заходу, що припадає на T років, тис. грн.; $\sum H_T$ – сума негативних ефектів від здійснення протифільтраційного заходу, що припадає на T років, тис. грн.; E_1 і $\sum \text{ЧП}_1$ – річний економічний ефект і чистий позитивний ефект (прибуток), що припадає на один рік, тис. грн./рік; E_T і $\sum \text{ЧП}_T$ – повний економічний ефект і чистий позитивний ефект (прибуток), що припадає на T років, тис. грн.; P_{ms} – рентабельність здійснення протифільтраційного заходу.

2. Розробка методичних принципів диференційованого аналізу показників ефективності протифільтраційних заходів.

Економічні показники протифільтраційних заходів, що входять у формули (1)–(4), потребують їх диференційованого аналізу. За цільовим призначенням протифільтраційні заходи здійснюються для відвернення збитків від шкідливої дії фільтрації за усіма видами їх прояву: втрата товарної води з каналів і водойм; руйнування земляних дамб; підто-

плення сільгоспугідь і населених пунктів; засолення і заболочення земель; руйнування укосів та облицювань зрошувальних каналів ґрунтовими водами, що піднялись унаслідок фільтрації; руйнування заглиблених гідротехнічних споруд та ін.

Збитки від фільтрації, як і збитки від інших видів шкідливої дії вод, наприклад паводків [7], визначають за формулою:

$$Z_1 = Z_1^{екн} + Z_1^{екл} + Z_1^{сч}, \quad (5)$$

де Z_1 – загальні річні збитки від фільтрації, що мали місце до здійснення протифільтраційного заходу, тис. грн./рік; $Z_1^{екн}$, $Z_1^{екл}$ і $Z_1^{сч}$ – річні економічні, екологічні і соціальні збитки, тис. грн./рік.

Збитки $Z_1^{екн}$, $Z_1^{екл}$ і $Z_1^{сч}$ розраховують диференційовано, використовуючи методики [7, 8].

Здійснення певного протифільтраційного заходу збитки від фільтрації можуть бути повністю або частково відвернені. У разі повного відвернення протифільтраційним заходом збитків маємо співвідношення:

$$Z_1 = BZ_1, \quad (6)$$

де BZ_1 – загальні відвернені річні збитки, або сумарні річні економічні, екологічні і соціальні відвернені збитки, тис. грн./рік.

У разі неповного (часткового) відвернення збитків маємо співвідношення:

$$Z_1 = BZ_1 + HBZ_1, \quad (7)$$

де HBZ_1 – частина загальних річних збитків, які через неповний захист від фільтрації на водогосподарському об'єкті не були відвернені, тис. грн./рік.

Економічні, екологічні і соціальні складові збитків Z_1 , відвернених збитків BZ_1 і невідвернених збитків HBZ_1 , співвідносяться подібно співвідношенню (7):

$$Z_1^{екн} = (BZ_1^{екн} + HBZ_1^{екн}); \quad (8)$$

$$Z_1^{екл} = (BZ_1^{екл} + HBZ_1^{екл}); \quad (9)$$

$$Z_1^{сч} = (BZ_1^{сч} + HBZ_1^{сч}). \quad (10)$$

Індекс дохідності інвестицій $I_{нз}$, який прийнято за інтегрований показник ефективності заходів, згідно (1) визначають через суми позитивних $\sum \Pi_1$ і $\sum \Pi_T$ та суми негативних $\sum H_1$ і $\sum H_T$ ефектів після їх розрахунку за формулами:

$$\sum \Pi_1 = C_v (Q_{\phi}^{max} - Q_{\phi}) + (BZ_1^{екн} + BZ_1^{екл} + BZ_1^{сч}); \quad (11)$$

$$\sum \Pi_T = \sum \Pi_1 T; \quad (12)$$

$$\sum H_1 = \left(\frac{K}{T} + b \right) + HBZ_1 = \left(\frac{B_{нфм} + B_{ем} + 3n}{T} + b \right) + (HBZ_1^{екн} + HBZ_1^{екл} + HBZ_1^{сч}); \quad (13)$$

$$\sum H_T = (K + bT) + HBZ_1 T = \left[(B_{нфм} + B_{ем} + 3n) + bT \right] + (HBZ_1^{екн} + HBZ_1^{екл} + HBZ_1^{сч}) T, \quad (14)$$

де C_v – ціна товарної води, грн./м³; Q_{ϕ}^{max} – фільтраційні втрати води протягом року до здійснення протифільтраційного заходу, тис. м³/рік; Q_{ϕ} – фільтраційні втрати води протягом року після здійснення заходу, тис. м³/рік; K – капіталовкладення в будівництво або реконструкцію протифільтраційних споруд, тис. грн.; $B_{нфм}$ – витрати на придбання матеріалів протифільтраційних споруд, тис. грн.; $B_{ем}$ – витрати на експлуатацію машин під час будівництва або реконструкції протифільтраційних споруд, тис. грн.; $3n$ – заробітна плата, тис. грн.; b – річні експлуатаційні витрати по обслуговуванню протифільтраційних споруд, тис. грн./рік.

За результатами розрахунку за формулами (1)-(4) і (11)-(14) економічні показники протифільтраційного заходу відображають стовпчиком гістограми (рис. 1), який будують у системі координат $\sum H_1 O_1 I$ за таким принципом. На осі $O_1 \sum H_1$ відображають значення $\sum H_1$ і $\sum H_T$, розраховані за формулами (13) і (14). На осі $O_1 I$ у довільному масштабі відображають точку $I=1$. У цьому ж масштабі на осі $O_1 I$ відображають значення $I=I_{нз}$, розраховане за формулою (1). Через точку $I=1$ проводять вісь рентабельності $O_P P$, на якій відображають значення рентабельності $P=P_{нз}$, розраховане за формулою (4). За таких умов на стовпчику гістограми (рис. 1) точки $I_{нз}$

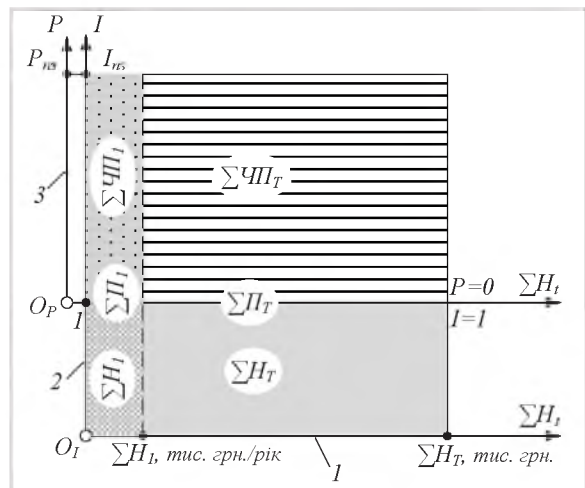


Рис. 1. Графічне відображення економічних показників ефективності протифільтраційного заходу на стадії його диференційованого аналізу:

1 – вісь суми негативних складових заходів;
2 – вісь індексу дохідності інвестицій;
3 – вісь рентабельності

і P_{nz} співпадають, а їх значення різняться на одиницю.

Стовпчик гістограми на рис. 1 містить повну інформацію щодо економічних показників протифільтраційного заходу. Суму негативних складових $\sum H_1$ і $\sum H_T$, а також індекс дохідності інвестицій I_{nz} і рентабельність P_{nz} протифільтраційного заходу відображено точками та лінійними відрізками на осях системи координат $\sum H_i O_I$. Крім того, негативні ефекти $\sum H_1$ і $\sum H_T$ відображено площею прямокутників, з основою $O_1 \sum H_1$ і $O_1 \sum H_T$ та висотою $I=1$. Позитивні ефекти $\sum P_1$ і $\sum P_T$ відображено площею прямокутників, з основою $O_1 \sum H_1$ і $O_1 \sum H_T$ та висотою $I=P_{nz}$. Чисті позитивні ефекти $\sum ЧП_1$ і $\sum ЧП_T$ (річний і загальний прибуток) відображено площею прямокутників з основою $O_1 \sum H_1$ і $O_1 \sum H_T$ та висотою $P=P_{nz}$.

3. Обґрунтування процедури пошуку найбільш ефективного варіанта протифільтраційного заходу за величиною індексу дохідності інвестицій.

Зваживши на значну кількість показників, що позитивно і негативно впливають на ефективність протифільтраційних заходів, а також на альтернативність цих показників та їх параметрів, запишемо формулу індексу дохідності інвестицій (1) в диференційованому вигляді, розклавши згідно (11) суму позитивних ефектів $\sum P_1$ і згідно (13) суму негативних ефектів $\sum H_1$:

$$I_{nz} = \frac{\sum P_1}{\sum H_1} = \frac{Ц_v(Q_\phi^{max} - Q_\phi) + (BZ_1^{екн} + BZ_1^{екл} + BZ_1^{сц})}{\left(\frac{B_{пфм} + B_{см} + 3n}{T} + b\right) + (HBZ_1^{екн} + HBZ_1^{екл} + HBZ_1^{сц})}. \quad (15)$$

Неважко встановити, що чисельник і знаменник у формулі (15) є залежними від величини фільтраційних втрат води Q_ϕ на певному об'єкті водогосподарської системи, де необхідно здійснити протифільтраційний захист. При цьому наведена в чисельнику формули (15) функціональна залежність суми позитивних ефектів $\sum P_1(Q_\phi)$ від фільтраційних втрат Q_ϕ , є характеристикою об'єкта протифільтраційного захисту, а наведена в знаменнику формули (15) функціональна залежність суми негативних ефектів від фільтраційних втрат води $\sum H_1(Q_\phi)$ є характеристикою варіанта здійснення протифільтраційного заходу. Зваживши на це, доцільно спочатку встановити експериментальні (розрахункові) значення $[(Q_\phi)_j, (\sum P_1)_j]$ залежності $\sum P_1(Q_\phi)$, а потім їх використовувати

під час проведення аналізу та обґрунтування ефективності кожного альтернативного варіанта протифільтраційного заходу на певному водогосподарському об'єкті.

Результати розрахунку j -х позитивних $(\sum P_1)_j$ і негативних $(\sum H_1)_j$ ефектів відображають графічно, використовуючи наведену на рис. 2 комбіновану систему координат, що містить вісь 1 фільтраційних втрат OQ_ϕ , вісь 2 позитивних ефектів $O\sum P_1$, вісь 3 негативних ефектів $O\sum H_1$ і вісь 4 індексу дохідності інвестицій O_I .

Найбільш складним етапом процедури пошуку ефективного варіанта протифільтраційного заходу є знаходження розрахункових точок $[(Q_\phi)_j, (\sum P_1)_j]$ (поз. 11-16 на рис. 2), за якими можна побудувати графік 17 функції $\sum P_1(Q_\phi)$. Для цього на осі фільтраційних втрат OQ_ϕ на інтервалі $0 < Q_\phi < Q_\phi^{max}$ довільно обирають точки $(Q_\phi)_j$ (поз. 5-10 на рис. 2), а потім розраховують суму позитивних ефектів $(\sum P_1)_j$, що відповідають значенням фільтраційних втрат $(Q_\phi)_j$.

Для цього спочатку, залежно від характеристики водогосподарського об'єкта і прилеглої території, виконують гідрогеологічні, гідравлічні, агроекологічні та інші дослідження, за результатами яких визначають фізичні показники збитків, залежних від фільтраційних втрат $(Q_\phi)_j$. А потім за методиками [7, 8] здійснюють грошову оцінку збитків та визначають суму позитивних ефектів $(\sum P_1)_j$.

Серед багатьох альтернативних варіантів здійснення протифільтраційного заходу найбільш ефективний варіант визначають за такою процедурою. Враховують таку ієрархічну підпорядкованість складових проектного рішення протифільтраційного заходу на водогосподарській системі: конструктивне рішення протифільтраційної споруди \rightarrow технологічне рішення будівництва споруди \rightarrow засоби механізації будівництва споруди. Оскільки конструктивне рішення протифільтраційної споруди займає вищий ієрархічний рівень, пошук ефективного проектного рішення протифільтраційного заходу починають з аналізу альтернативних конструктивних рішень протифільтраційної споруди.

Технологічні рішення і засоби механізації обирають за критерієм найменших капітальних та експлуатаційних витрат на здійснення протифільтраційного заходу. Для кожного альтернативного варіанта конструктивного рішення протифільтраційної споруди послідовно визначають параметри споруди, за яких відбуваються фільтраційні втрати $(Q_\phi)_j$, що відповідають точкам 5-10 (рис. 2).

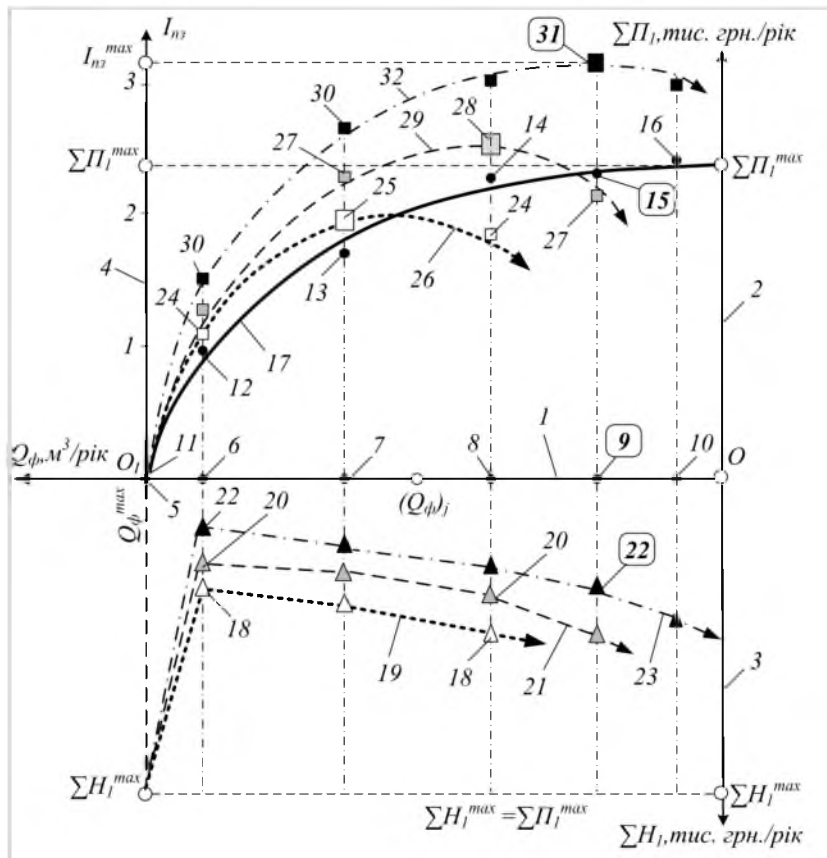


Рис. 2. Графічна інтерпретація процедури пошуку найбільш конкурентоспроможного варіанта протифільтраційного заходу на водогосподарській системі:

1 – вісь фільтраційних втрат; 2 – вісь суми позитивних ефектів заходу; 3 – вісь суми негативних ефектів заходу; 4 – вісь індексу дохідності інвестицій; 5, 6, 7, 8, 9, 10 – довільно обрані значення фільтраційних втрат на водному об'єкті; 11, 12, 13, 14, 15, 16 – значення суми позитивних ефектів $(\Sigma \Pi_i)_j$, розраховані за формулою (11); 17 – графік функції $\Sigma \Pi_i(Q_\phi)$; 18 – значення суми негативних ефектів ΣH_i за першим конструктивним варіантом протифільтраційної споруди, розраховані за формулою (13); 19 – графік функції $\Sigma H_i(Q_\phi)$ за першим варіантом споруди; 20 – значення суми негативних ефектів ΣH_i за другим варіантом споруди, розраховані за формулою (13); 21 – графік функції $\Sigma H_i(Q_\phi)$ за другим варіантом споруди; 22 – значення суми негативних ефектів ΣH_i за третім варіантом споруди, розраховані за формулою (13); 23 – графік функції $\Sigma H_i(Q_\phi)$ за третім варіантом споруди; 24, 25 – значення індексу дохідності інвестицій I_{nz} за першим варіантом споруди, розраховані за формулою (16); 26 – графік функції $I(Q_\phi)$ за першим варіантом споруди; 27, 28 – значення індексу дохідності інвестицій I за другим варіантом споруди, розраховані за формулою (16); 29 – графік функції $I(Q_\phi)$ за другим варіантом споруди; 30, 31 – значення індексу дохідності інвестицій I за третім варіантом споруди, розраховані за формулою (16); 32 – графік функції $I(Q_\phi)$ за третім варіантом споруди

Відповідно до кожного значення $(Q_\phi)_j$ за формулою (13) розраховують суму негативних ефектів $(\Sigma H_i)_j$. На рис. 2, наприклад, наведено результати розрахунку суми негативних ефектів $(\Sigma H_i)_j$ для трьох варіантів протифільтраційної споруди. За першим варіантом по розрахункових точках 18 побудовано графік 19 функції $\Sigma H_i = \Phi_{nz}(Q_\phi)$. Аналогічно за другим варіантом споруди по точках 20 побудовано графік 21, а за третім варіантом споруди по точках 22 побудовано графік 23.

Для кожного варіанта за розрахунковими точками суми позитивного $(\Sigma \Pi_i)_j$ і суми негативного $(\Sigma H_i)_j$ ефектів визначають індекс дохідності інвестицій:

$$I_{nz}(Q_\phi)_j = (\Sigma \Pi_i)_j / (\Sigma H_i)_j. \quad (16)$$

Для першого варіанта протифільтраційної споруди на рис. 2 наведено розрахункові точки 24 і 25 індексу дохідності інвестицій $I_{nz}(Q_\phi)_j$, за якими побудовано графік 26 з найбільшим значенням $I_{nz}(Q_\phi)$ в точці 25. Для другого варі-

анта споруди наведено розрахункові точки 27 і 28 індексу дохідності інвестицій $I_{nz}(Q_\phi)$, за якими побудовано графік 29 з найбільшим значенням $I_{nz}(Q_\phi)$ в точці 28. Для третього варіанта споруди наведено розрахункові точки 30 і 31 індексу дохідності інвестицій $I_{nz}(Q_\phi)$, за якими побудовано графік 32 з найбільшим значенням $I_{nz}(Q_\phi)$ в точці 31.

За наведеною та графічно інтерпретованою на рис. 2 процедурою пошуку проектного рішення протифільтраційного заходу найбільш ефективним визначено рішення, в основу якого покладено, наприклад, третій конструктивний варіант протифільтраційної споруди. Фільтраційні втрати Q_ϕ за цим варіантом на рис. 2 відображено точкою 9, суму позитивних ефектів $\sum P_1$ точкою 15, суму негативних ефектів точкою 22, індекс дохідності інвестицій I_{nz} точкою 31.

За наведеною та графічно інтерпретованою на рис. 2 процедурою пошуку проектного рішення протифільтраційного заходу найбільш ефективним визначено рішення, в основу якого покладено, наприклад, третій конструктивний варіант протифільтраційної споруди. Фільтраційні втрати Q_ϕ за цим варіантом на рис. 2 відображено точкою 9, суму позитивних ефектів $\sum P_1$ точкою 15, суму негативних ефектів точкою 22, індекс дохідності інвестицій I_{nz} точкою 31.

4. Обґрунтування методичного підходу до розробки плану інтегрованого управління протифільтраційними заходами на водогосподарських системах.

Розробку плану інтегрованого управління протифільтраційними заходами на водогосподарських системах виконують у три стадії.

На першій стадії здійснюють передпроектні дослідження водогосподарських систем, обґрунтовують та визначають за вищенаведеною процедурою комплекс ефективних проектних рішень протифільтраційних заходів на одній чи декількох водогосподарських системах. Результатом першої стадії інтегрованого управління є гістограма, складена зі стовпчиків (рис. 1), кожен з яких відображає окремий попередньо обґрунтований протифільтраційний захід і займає відповідне місце в ранжованому за величиною індексу дохідності інвестицій ряду гістограми.

На другій стадії розроблюють проекти протифільтраційних заходів, за результатами яких корегують гістограму ефективних протифільтраційних заходів.

На третій стадії на основі розроблених проектів протифільтраційних заходів і гістограми з відображенням їхніх економічних показників розроблюють план інтегрованого управління протифільтраційними заходами на водогосподарських системах, який слугує основою прийняття управлінських рішень щодо пріоритетного вкладення інвестицій в окремі протифільтраційні заходи.

Висновки. Враховуючи актуальність впровадження інтегрованого управління водними ресурсами, науково обґрунтовано інтегрований підхід в управлінні протифільтраційними заходами на водогосподарських системах, за яким здійснюють диференційований аналіз кожного заходу на стадії прийняття проектних рішень та інтегрований аналіз комплексу заходів в межах однієї або декількох водогосподарських систем на стадії прийняття управлінських рішень.

З позицій системного аналізу обґрунтовано доцільність розрахунку у грошових одиницях як економічних, так і екологічних і соціальних збитків від шкідливої дії фільтрації на водогосподарських системах, а оцінювання ефективності протифільтраційних заходів запропоновано здійснювати за єдиним інтегрованим критерієм – індексом дохідності інвестицій.

Процедуру пошуку найбільш ефективних варіантів проектних рішень протифільтраційних заходів запропоновано здійснювати за наведеними методичними принципами шляхом диференційованого аналізу структурних конструктивно-технологічних складових водогосподарських систем, а також розрахунку позитивних і негативних ефектів та індексу дохідності інвестицій для кожного протифільтраційного заходу.

Запропоновано методичний підхід до розробки плану інтегрованого управління протифільтраційними заходами на водогосподарських системах, за яким передбачено три стадії управління заходами: наукове обґрунтування передпроектних рішень; проектування заходів; прийняття управлінських рішень щодо вкладення інвестицій у здійснення протифільтраційних заходів.

Бібліографія

1. *The first plastic lining is installed in New South Wales. – Power Farming and Better Farming Digest an Australia and New Zealand, 1958, №7. – P 131.*
2. *Панасенко Г. А. Применение пластмассовых пленок в качестве противофильтрационных покрытий // Гидротехническое строительство. 1967. №1. С. 55-57.*

3. Кричевский И. Е. Опыт проектирования, строительства и эксплуатации полимерных пленочных экранов сооружений по защите окружающей среды в СССР и за рубежом (Обзорная информация). ЦБНТИ Минводхоза СССР. Обзорная информация, 1979, №9. 65 с.

4. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» від 4 жовтня 2016 року №1641-VIII.

5. Лотов А. В. Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. Москва: МАКС Пресс, 2008. 197 с.

6. Водне господарство // Енциклопедія сучасної України. Київ: 2006. Т 5. 1009 с.

7. Петроченко В. І., Сташук В. А. Еколого-економічна ефективність протифільтраційних заходів. – Київ: ДУЕВР, 2009. 62 с.

8. Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру. Затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 15 лютого 2002 р. № 175.

В. И. Петроченко, А. В. Петроченко

Интегрированный подход в управлении противофильтрационными мероприятиями на водохозяйственных системах

Разработаны научно-методические основы интегрированного подхода в управлении противофильтрационными мероприятиями на водохозяйственных системах. На стадии принятия проектных решений в основу интегрированного управления положены методические принципы синтеза и сравнительного анализа альтернативных вариантов осуществления каждого противофильтрационного мероприятия. На стадии принятия управленческих решений в основу интегрированного управления положены методические принципы приоритетного вложения инвестиций в осуществление противофильтрационных мероприятий в рамках одной или нескольких водохозяйственных систем.

V. I. Petrochenko, O. V. Petrochenko

Integrated approach to the control of anti-filtration measures on water supply systems

The scientific-methodical bases of the integrated approach to the control of anti-filtration measures in water management systems have been developed. At the stage of design decision making, integrated guidance is based on the methodological principles of synthesis and comparative analysis of alternative options for each anti-filtering measure. At the stage of making managerial decisions based on the integrated management, the methodical principles of priority investment investing in the implementation of anti-filtering measures within the framework of one or several water management systems are laid.