УДК 626.01:626.82:338.001.36

**ІНТЕГРОВАНИЙ 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 будування протифільтраційних споруд з полімерних матеріалів майже не змінилась. Так при спорудженні ґрунто-плівкових екранів на каналах, водоймах, полігонах побутових відходів ще й досі використовують недостатньо ефективну технологію, за якою передбачено виконання значних об’ємів земляних робіт: розробка надплівкового 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].

*© В.І. Петроченко, О.В. Петроченко, 2017*

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 протифільтраційними 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** єновий 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.***

Протифільтраційні заходи на водогосподарських системах здійснюють 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](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D1%96%D1%8F_%D1%81%D1%83%D1%87%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8) 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:

; (1)

; (2)

; (3)

 , (4)

де *Іпз* – індекс дохідності інвестицій протифільтраційного заходу; *Т* – розрахунковий термін отримання ефекту від здійснення протифільтраційного заходу, рік; ∑*П1* – сума позитивних ефектів від здійснення протифільтраційного заходу, що припадає на один рік, тис. грн./рік; ∑*Н1* – сума негативних ефектів від здійснення протифільтраційного заходу, що припадає на один рік, тис. грн./рік; ∑*ПТ* – сума позитивних ефектів від здійснення протифільтраційного заходу, що припадає на *Т* років, тис. грн.; ∑*НТ* – сума негативних ефектів від здійснення протифільтраційного заходу, що припадає на *Т* років, тис. грн.; *Е1*і ∑*ЧП1* – річний економічний ефект і чистий позитивний ефект (прибуток), що припадає на один рік, тис. грн./рік; *ЕТ*і ∑*ЧПТ* – повний економічний ефект і чистий позитивний ефект (прибуток), що припадає на *Т* років, тис. грн.; *Рпз* – рентабельність здійснення протифільтраційного заходу.

1. ***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 здійснюють для відвернення збитків від шкідливої дії фільтрації за усіма видами їх прояву: втрата товарної води з каналів і водойм; руйнування земляних дамб; підтоплення 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:

*З1 = З1екн + З1екл + З1сц* , (5)

де *З1* – загальні річні збитки від фільтрації, що мали місце до здійснення протифільтраційного заходу, тис. грн./рік; *З1екн*, *З1екл* і *З1сц*– річні економічні, екологічні і соціальні збитки, тис. грн./рік.

Збитки *З1екн*, *З1екл* і *З1сц* розраховують диференційовано, використовуючи методики [7, 8]. Здійсненням певного протифільтраційного заходу збитки від фільтрації можуть бути повністю або частково відвернені. У разі повного відвернення протифільтраційним заходом збитків маємо співвідношення:

 *З1*=*ВЗ1*, (6)

де *ВЗ1* – загальні відвернені річні збитки, або сумарні річні економічні, екологічні і соціальні відвернені збитки, тис. грн./рік.

У разі неповного (часткового) відвернення збитків маємо співвідношення:

*З1*=*ВЗ1*+*НВЗ1*, (7)

де *НВЗ1* – 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 *З1*, відвернених збитків *ВЗ1* і невідвернених збитків *НВЗ1*, співвідносяться подібно співвідношенню (7):

*З1екн* =(*ВЗ1екн* +*НВЗ1екн)*; (8)

 *З1екл*=(*ВЗ1екл* +*НВЗ1екл)*; (9)

 *З1сц* =(*ВЗ1сц*+*НВЗ1сц).*  (10)

Індекс дохідності інвестицій *Іпз*, який прийнято за інтегрований показник ефективності заходів, згідно (1) визначають через суми позитивних ∑*П1* і ∑*ПТ* та суми негативних ∑*Н1* і ∑*НТ* ефектів після їх розрахунку за формулами:

 ; (11)

; (12)

 ; (13)

 , (14)

де *Цв* – ціна товарної води, грн./м3; *Qфmax* – фільтраційні втрати води протягом року до здійснення протифільтраційного заходу, тис. м3/рік; *Qф* – фільтраційні втрати води протягом року після здійснення заходу, тис. м3/рік; *К* – капіталовкладення в будівництво або реконструкцію протифільтраційних споруд, тис. грн.; *Впфм* – витрати на придбання матеріалів протифільтраційних споруд, тис. грн.; *Вем* – витрати на експлуатацію машин під час будівництва або реконструкції протифільтраційних споруд, тис. грн.; *Зп* – 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 ∑*НtОІІ*за таким принципом. На осі *ОІ*∑*Нt* відображають значення ∑*Н1*і ∑*НТ*, розраховані за формулами (13) і (14). На осі *ОІІ*  у довільному масштабі відображають точку *І*=1. У цьому ж масштабі на осі *ОІІ* відображають значення *І*=*Іпз*, розраховане за формулою (1). Через точку *І*=1 проводять вісь рентабельності *ОРР*,на якій відображають значення рентабельності *Р*=*Рпз*, розраховане за формулою (4). За таких умов на стовпчику гістограми (рис. 1) точки *Іпз* і *Рпз* співпадають, а їх значення різняться на одиницю.



**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*

Стовпчик гістограми на рис. 1 містить повну інформацію щодо економічних показників протифільтраційного заходу. Суму негативних складових ∑*Н1* і ∑*НТ* , а також індекс дохідності інвестицій *Іпз* і рентабельність *Рпз* протифільтраційного заходу відображено точками та лінійними відрізками на осях системи координат ∑*НtОІІ.*Крім того, негативні ефекти ∑*Н1* і ∑*НТ* відображено площею прямокутників, з основою *ОІ*∑*Н1* і *ОІ*∑*НТ* та висотою *І*=1. Позитивні ефекти ∑*П1* і ∑*ПТ* відображено площею прямокутників, з основою *ОІ*∑*Н1* і *ОІ*∑*НТ* та висотою *І*=*Іпз.* Чисті позитивні ефекти ∑*ЧП1* і ∑*ЧПТ* (річний і загальний прибуток) відображено площею прямокутників з основою *ОІ*∑*Н1* і *ОІ*∑*НТ* та висотою *Р*=*Рпз*.

1. ***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 ∑*П1* і згідно (13) суму негативних ефектів ∑*Н1*:

  . (15)

Неважко встановити, що чисельник і знаменник у формулі (15) є залежними від величини фільтраційних втрат води *Qф* на певному об’єкті водогосподарської системи, де необхідно здійснити протифільтраційний захист. При цьому наведена в чисельнику формули (15) функціональна залежність суми позитивних ефектів ∑*П1*(*Qф*) від фільтраційних втрат *Qф*, є характеристикою об’єкта протифільтраційного захисту, а наведена в знаменнику формули (15) функціональна залежність суми негативних ефектів від фільтраційних втрат води ∑*Н1*(*Qф*) є характеристикою варіанта здійснення протифільтраційного заходу. Зваживши на це, доцільно спочатку встановити експериментальні (розрахункові) значення [(*Qф*)*j*, (∑*П1*)*j*] залежності ∑*П1*(*Qф*), 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 (∑*П1*)*j* і негативних (∑*Н1*)*j* ефектів відображають графічно, використовуючи наведену на рис. 2 комбіновану систему координат, що містить вісь 1 фільтраційних втрат *ОQф*, вісь 2 позитивних ефектів *О*∑*П1*, вісь 3 негативних ефектів *О*∑*Н1* і вісь 4 індексу дохідності інвестицій *ОІІ*.



**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* (∑*П1*)*j, розраховані за формулою (11); 17 – графік функції* ∑*П1*(*Qф*)*; 18 – значення суми негативних ефектів ∑Н1 за першим конструктивним варіантом протифільтраційної споруди, розраховані за формулою (13); 19 – графік функції ∑Н1(Qф) за першим варіантом споруди; 20 – значення суми негативних ефектів ∑Н1 за другим варіантом споруди, розраховані за формулою (13);21 – графік функції ∑Н1(Qф)за другим варіантом споруди; 22 – значення суми негативних ефектів ∑Н1 за третім варіантом споруди, розраховані за формулою (13); 23 – графік функції ∑Н1(Qф)за третім варіантом споруди; 24, 25 – значення індексу дохідності інвестицій Іпз за першим варіантом споруди, розраховані за формулою (16); 26 – графік функції І(Qф)за першим варіантом споруди; 27, 28 – значення індексу дохідності інвестицій І за другим варіантом споруди, розраховані за формулою (16); 29 – графік функції І(Qф)за другим варіантом споруди; 30, 31 – значення індексу дохідності інвестицій І за третім варіантом споруди, розраховані за формулою (16); 32 – графік функції І(Qф)за третім варіантом споруди*

Найбільш складним етапом процедури пошуку ефективного варіанта протифільтраційного заходу є знаходження розрахункових точок [(*Qф*)*j*, (∑*П1*)*j*] (поз. 11-16 на рис. 2), за якими можна побудувати графік 17 функції ∑*П1*(*Qф*). Для цього на осі фільтраційних втрат *ОQф* на інтервалі 0<*Qф*< *Qфmax*довільно обирають точки (*Qф*)*j* (поз. 5-10 на рис. 2), а потім розраховують суму позитивних ефектів (∑*П1*)*j*, що відповідають значенням фільтраційних втрат (*Qф*)*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 (*Qф*)*j*. А потім за методиками [7, 8] здійснюють грошову оцінку збитків та визначають суму позитивних ефектів (∑*П1*)*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 → технологічне рішення будівництва споруди → 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 (*Qф*)*j*, що відповідають точкам 5-10 (рис. 2). Відповідно до кожного значення (*Qф*)*j* за формулою (13) розраховують суму негативних ефектів (∑*Н1*)*j.* На рис. 2, наприклад, наведено результати розрахунку суми негативних ефектів (∑*Н1*)*j* для трьох варіантів протифільтраційної споруди. За першим варіантом по розрахункових точках 18 побудовано графік 19 функції ∑*Н1*=*Фпз*(*Qф*). 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 (∑*П1*)*j* і суми негативного (∑*Н1*)*j* ефектів визначають індекс дохідності інвестицій:

  *Іпз* (*Qф*) *j* =(∑*П1*)*j  /* (∑*Н1*)*j* . (16)

Для першого варіанта протифільтраційної споруди на рис. 2 наведено розрахункові точки 24 і 25 індексу дохідності інвестицій *Іпз* (*Qф*)*j*, за якими побудовано графік 26 з найбільшим значенням *Іпз*(*Qф*) в точці 25. Для другого варіанта споруди наведено розрахункові точки 27 і 28 індексу дохідності інвестицій *Іпз*(*Qф*)*j*, за якими побудовано графік 29 з найбільшим значенням *Іпз*(*Qф*) в точці 28. Для третього варіанта споруди наведено розрахункові точки 30 і 31 індексу дохідності інвестицій *Іпз* (*Qф*)*j*, за якими побудовано графік 32 з найбільшим значенням *Іпз*(*Qф*) 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 *Qф* за цим варіантом на рис. 2 відображено точкою 9, суму позитивних ефектів ∑*П1* точкою 15, суму негативних ефектів точкою 22, індекс дохідності інвестицій *Іпз* точкою 31.

1. ***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**

|  |
| --- |
|  *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.* *Панасенко Г. А. Применение пластмассовых пленок в качестве противофильтрационных покрытий // Гидротехническое строительство. 1967. №1. С. 55-57.* 1. *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.*
2. *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.*
3. *Лотов А. В. Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. Москва: МАКС Пресс, 2008. 197 с.*
4. *Водне господарство //* [*Енциклопедія сучасної України*](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D1%96%D1%8F_%D1%81%D1%83%D1%87%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8)*. Київ: 2006. Т. 5.  1009 c.*
5. *Петроченко В. І., Сташук В. А. Еколого-економічна ефективність протифільтраційних заходів. – Київ: ДІУЕВР, 2009. 62 с.*
6. *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 поход 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, О. 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.*