

УДК 574.606.502.3

ОЦІНКА ПРІОРИТЕТНОСТІ ВАРІАНТІВ ЗДІЙСНЕННЯ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА КРИТЕРІЯМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Л.Я. Аніщенко

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач лабораторії*
Контактний тел. 8 (057) 702-15-82
E-mail: sbs@niiep.kharkov.ua

Б.С. Свєрдлов

Старший науковий співробітник*
Контактний тел. 8 (057) 702-15-82

Л.А. Пісня

Кандидат технічних наук, провідний науковий
співробітник*
Контактний тел. 8 (057) 702-15-82

*Лабораторія інженерної екології, ОВНС і екологічної
експертизи
Український науково-дослідний інститут екологічних
проблем
вул. Бакуліна, 6, м. Харків

Проаналізовано проблему вибору варіанту технології гідроінженерних робіт за критеріями екологічної безпеки. На прикладі оцінки пріоритетності варіантів реконструкції водосховища Відсічне на р. Тетерів показані можливості і переваги запропонованого експертно-аналітичного методу прийняття рішень

Ключові слова: гідроінженерні роботи, екологічна безпека, експертно-аналітичний метод прийняття рішень

Проанализирована проблема выбора варианта технологии гидроинженерных работ по критериям экологической безопасности. На примере оценки приоритетности вариантов реконструкции водохранилища Отсечное на р. Тетерев показаны возможности и преимущества предложенного экспертно-аналитического метода принятия решений

Ключевые слова: гидроинженерные работы, экологическая безопасность, экспертно-аналитический метод принятия решений

The problem of the choice of the variant of the technology of hydraulic engineering works on the criteria of ecological safety is analyzed. Based on the example of the estimation of the priority of the variants of the reconstruction of Vidsichne reservoir possibilities and advantages expert-analytical of the method of decision making are shown

The keywords: hydraulic engineering works, ecological safety, the expert-analytical method of decision making

1. Вступ. Постановка проблеми

Як показано в роботах [1-5], за допомогою процедур оцінки впливу на навколишнє середовище можливе управління планованою діяльністю при гідротехнічному будівництві.

Одним з основних джерел впливу при проведенні різного роду гідротехнічних заходів на річках і водосховищах є гідроінженерні роботи, пов'язані з днопоглибленням водного об'єкта [2, 4].

Фактори впливу на водне середовище днопоглиблення як джерела впливу є однаковими для різних водних об'єктів: пошкодження і поглиблення дна; суспендування і реседиментація донних відкладень;

заняття територій заплави і надзаплавних терас і намивання на них ґрунту; надходження зворотних вод з берегових відвалів. Відповідно, подібними є і первинні процеси, які виникають під впливом цих факторів: знищення біоценозів бентосу; підвищення концентрації забруднюючих речовин у воді; знищення навколводних біогеоценозів; поширення у водному середовищі вібрації при роботі будівельних механізмів; зміна морфометричних, гідрологічних і гідрогеологічних параметрів об'єкта; зміна умов формування якості води.

Кількісні характеристики факторів і первинних процесів впливу прямо залежать від масштабів днопоглиблювальних робіт, які визначаються об'ємами ви-

імки ґрунту, площами пошкодження дна і прилеглих територій.

Вторинні або опосередковані процеси впливу, які ініціюються первинними процесами, залежать від факторів середовища: морфометрії водного об'єкта, складу донних відкладень і гідрологічних умов середовища [6-8], а тому і екологічні наслідки, що спричиняються ними, різні для різних водних об'єктів [4].

Із сказаного виходить, що при оцінці впливу планованої діяльності на навколишнє середовище на етапі вибору варіанту технології реалізації проекту [9] основним завданням ОВНС є оптимізація факторів впливу відносно процесів впливу з урахуванням факторів середовища.

В існуючих нормативно-методичних документах методологія такої оптимізації відсутня і є невирішеною частиною загальної проблеми вибору варіанта технології планованої діяльності.

Нижче таку методологію подано на прикладі вибору варіанту реконструкції водосховища Відсічне на р. Тетерів.

2. Постановка завдання

Водосховище Відсічне (рис. 1) було побудоване на р. Тетерів у 1970 р. в каскаді водосховищ: Чуднівське, Денишівське, Відсічне, Житомирське, для усунення дефіциту водних ресурсів, викликаного нерівномірністю розподілу річкового стоку [4, 10].

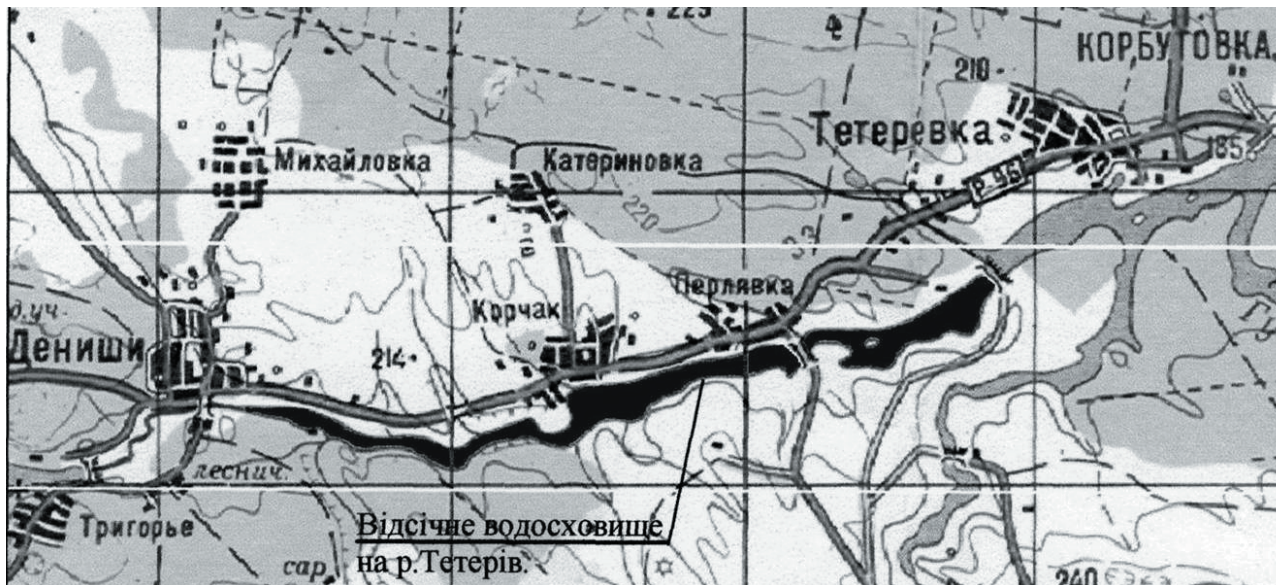


Рис. 1. Карта-схема розташування водосховища Відсічне на р. Тетерів

були у літній період, коли у водосховищі відбувалося максимальне спрацювання рівня води і поглиблювався дефіцит кисню. Саме активізацією у цей період хімічних відновних процесів у донних відкладеннях можна пояснити різке збільшення у воді розчинних форм заліза і марганцю. У товщі води ці метали знову переходили у окислену форму і утворювали чорний осад у системі водопостачання, що викликало скарги населення Житомира.

В результаті багаторічної експлуатації склалася ситуація, при якій меженного об'єму річкового стоку разом з корисними об'ємами водосховищ не вистачає для забезпечення потреб водопостачання у гостропосушливі роки. Причиною зменшення корисного об'єму водосховищ є замулення, викликане такими факторами:

- надходження твердого стоку продуктів водної ерозії з поверхневим стоком з водозбірної площі;
- змив з берегів у результаті хвильової берегової абразії та коливань рівня води;
- накопичення планктонного детриту та продуктів розкладу фітомаси вищих водних рослин;
- осадження пилу на водну поверхню та випадіння аерозолів з атмосферними опадами.

Основна частина мулистих відкладень від змиву берегів та рослинних залишків накопичується у мілководній зоні. Твердий стік продуктів ерозії, планктонний детрит і тверді атмосферні опади відкладаються більш рівномірно.

Перебої у водопостачанні викликані не тільки зменшенням об'єму водосховищ, але й погіршенням якості води у водосховищі Відсічне, з якого здійснюється забір питної води для м. Житомира.

Аналіз відомчих даних щодо якості води у водосховищі Відсічне за 1996-2006 рр. засвідчив, що разом з мулонакопиченням у водосховищі спостерігалось підвищення значень перманганатної окислюваності, вмісту заліза та, особливо, марганцю (рис. 2). Найпомітнішими негативні зміни показників якості води

Таким чином, в результаті взаємодії гідрологічних і морфометричних факторів впливу водосховища та факторів навколишнього середовища водосховище як суб'єкт впливу перестало відповідати цілям його створення. Подальше усталене водопостачання м. Житомира водою нормативної якості по екологічних і водогосподарських критеріях виявилось неможливим без реконструкції водосховища Відсічне. Метою реконструкції визначено збільшення корисного об'єму

водосховища і запобігання погіршенню якості води в межень, зокрема при максимальному спрацьовуванні. Збільшення об'єму водосховища можливе за рахунок видалення донних відкладень (мулу) з глибинної частини, поглиблення мілководь і підвищення нормального підпірного рівня (НПР) шляхом нарощування гребеня водопідіймальної греблі.

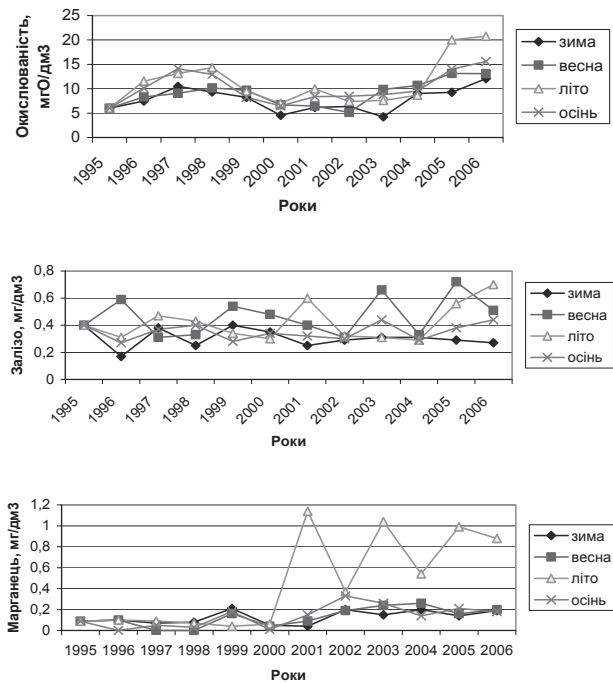


Рис. 2. Динаміка значень показників якості води у водосховищі Відсічне за 1995-2006 роки (окислюваність, залізо, марганець)

Варіанти реконструкції, розглянуті на стадії проекту: 1) видалення донних відкладень (мулу) з глибинної частини з поглибленням мілководь; 2) видалення донних відкладень без поглиблення мілководь з підвищенням НПР; 3) видалення донних відкладень з поглибленням мілководь і підвищенням НПР.

Усі три варіанти реконструкції чинять складний комплексний вплив на навколишнє середовище.

Тому при виборі варіанту враховувалася різна значущість оцінюваних факторів і процесів впливу по відношенню до прогнозованого нового стану середовища, що стало можливим завдяки застосуванню експертно-аналітичного методу прийняття рішень [3, 11].

3. Одержання результатів

З врахуванням характеристик факторів, процесів і наслідків впливу, відповідних до різних варіантів реконструкції, була виконана декомпозиція задачі вибору технології реконструкції у вигляді ієрархії з рівнями субкритеріїв (СК), критеріїв (К), факторів впливу (Ф) і варіантів реконструкції (ВР) (рис. 3).

Сутність зв'язків між елементами ієрархії розкрито у табл. 1.

Відповідно до таблиці, для кожної групи елементів нижчого рівня, пов'язаних з певним елементом вищого рівня, складалася матриця попарних порівнянь, де для кожної з можливих пар елементів нижчого рівня експертно визначалося чисельне значення переваги одного елемента над іншим по відношенню до пов'язаного з ними елемента вищого рівня. Значення переваги встановлювалося за шкалою відносної важливості факторів, запропонованою Т. Сааті [12] та уніфікованою нами для розширеного кола задач (табл. 2).

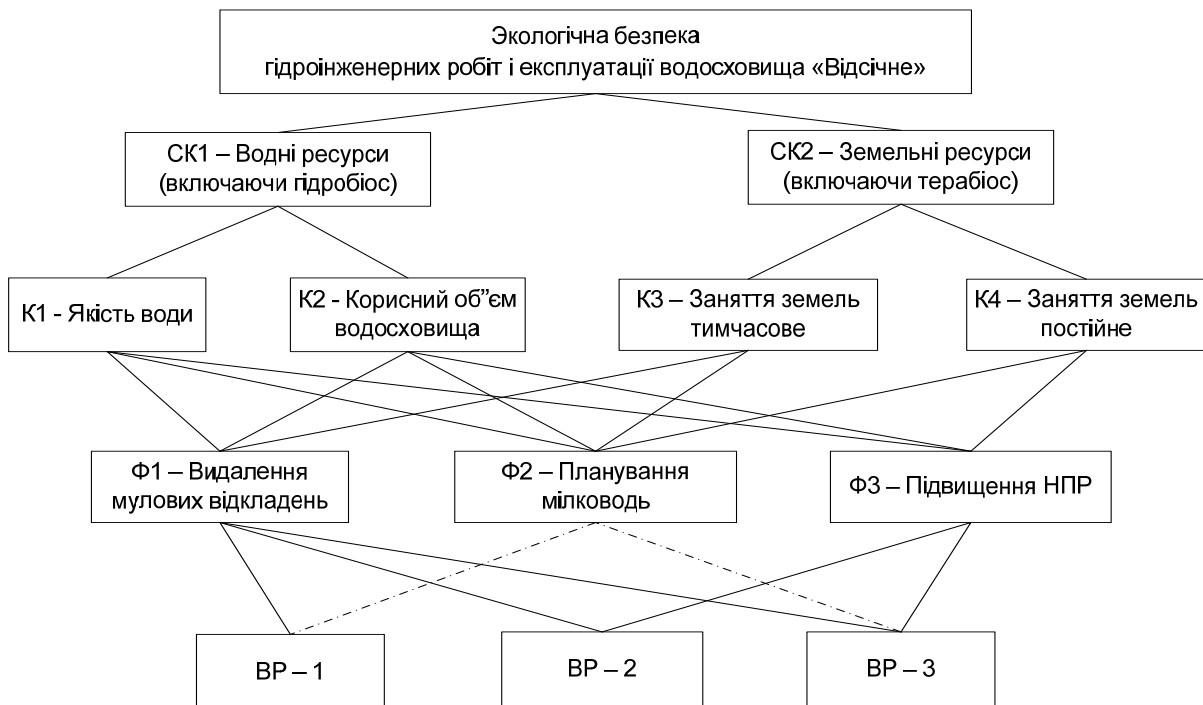


Рис. 3. Декомпозиція задачі вибору технології реконструкції водосховища Відсічне

Таблиця 1

Характеристика зв'язків між елементами суміжних рівнів ієрархії для вибору найбільш екологічно безпечного варіанту реконструкції водосховища Відсічне

№ групи та назва елемента більш високого рівня	Елементи більш низького рівня, пов'язані з відповідним елементом більш високого рівня	Пояснення сутності зв'язку
Зв'язки між метою і елементами рівня субкритеріїв (яким чином за допомогою субкритеріїв СК забезпечується вибір екологічно найбезпечнішого варіанту реконструкції водосховища)		
1. Екологічна безпека гідроінженерних робіт і експлуатації водосховища	СК1 – Водні ресурси (включаючи гідробіос)	Сукупність критеріїв екологічної безпеки водокористування, використаних при виборі варіанту реконструкції водосховища.
	СК2 – Земельні ресурси (включаючи терабіос)	Сукупність критеріїв екологічної безпеки землекористування в зоні впливу водосховища, використаних при виборі варіанту його реконструкції.
Зв'язки між елементами рівня субкритеріїв і елементами рівня критеріїв (яким чином з окремих критеріїв К екологічної безпеки гідроінженерних робіт і експлуатації водосховища формуються певні субкритерії СК при виборі варіанту його реконструкції)		
2. СК1 – Водні ресурси (включаючи гідробіос)	К1 – Якість води	Враховується значущість прогнозованих змін сукупності показників якості води і складу гідробіосу для екологічної безпеки водокористування.
	К2 – Корисний об'єм водосховища	Враховується значущість передбачуваних змін корисного об'єму водосховища для екологічної безпеки водокористування.
3. СК2 – Земельні ресурси, (включаючи терабіос)	К3 – Заняття земель тимчасове	Враховується значущість тимчасового заняття земельних угідь відвалами ґрунту та мулу з подальшою рекультивацією для екологічної безпеки водокористування.
	К4 – Заняття земель постійне	Враховується значущість втрат затоплюваних земельних угідь для екологічної безпеки водокористування.
Зв'язки між елементами рівня критеріїв і елементами рівня факторів впливу (яким чином окремі фактори впливу Ф впливають на екологічну безпеку гідроінженерних робіт і експлуатації водосховища, виходячи з певних критеріїв К)		
4. К1 – Якість води	Ф1 – Видалення мулових відкладень	Після видалення відкладень (з глибин більше 2 м при НПП) зменшується споживання кисню донними біоценозами, ліквідується джерело евтрофування і надходження важких металів у товщу води. Зменшується інтенсивність цвітіння води. У період проведення днопоглиблювальних робіт інтенсифікація вищезгаданих негативних процесів за рахунок втрат ґрунту при роботі земснаряду і надходження дренажних вод із берегових відвалів, підвищення каламутності води і ймовірності спалаху розвитку фітопланктону, втрати кормової бази бентоїдних риб.
	Ф2 – Планування мілководь	Зменшення вторинного забруднення води відмерлою біомасою вищої водної рослинності, зменшення евтрофування і надходження важких металів у товщу води після поглиблення мілководь і планування прибережної смуги. У період проведення днопоглиблювальних робіт інтенсифікація вищезгаданих негативних процесів за рахунок втрат ґрунту при роботі механізмів і надходження дренажних вод із берегових відвалів, підвищення каламутності води і ймовірності спалаху розвитку фітопланктону, втрати кормової бази і рослиноїдних риб.
	Ф3 – Підвищення НПП	Поліпшення якості води за рахунок скорочення періодів максимального спрацювання рівня води з найгіршими умовами для формування якості води і життєдіяльності гідрофауни водосховища. Забруднення води внаслідок затоплення прибережної рослинності і ґрунтів: підвищення вмісту органічних речовин, біогенних елементів, зниження концентрації розчиненого кисню
5. К2 – Корисний об'єм водосховища	Ф1 – Видалення мулових відкладень	Збільшення корисного об'єму водосховища на 1820 м ³
	Ф2 – Планування мілководь	Збільшення корисного об'єму водосховища на 1270 м ³
	Ф3 – Підвищення НПП	Збільшення корисного об'єму водосховища на 1150 м ³

Продовження таблиці 1

6. КЗ – Заняття земель тимчасове	Ф1 – Видалення мулових відкладень	Тимчасове відведення деградованих і малоцінних земельних ділянок площею 39,5 га під складування відкладень, мула, з подальшою їх рекультивацією і використанням як пасовищ.
	Ф2 – Планування мілководь	Тимчасове відведення деградованих і малоцінних земельних ділянок площею 27,5 га під складування ґрунтів, видалених при поглибленні мілководь до глибини 2 м і виположуванні укосів, із подальшою їх рекультивацією і використанням як пасовищ.
7. К4 – Заняття земель постійне	Ф2 – Планування мілководь	Затоплення 11 га прибережної смуги при виположуванні укосів, виключаючи найбільш екологічно цінні ділянки мілководь у місцях впадіння бічних приток, де планувальні роботи не передбачаються.
	Ф3 – Підвищення НПР	Затоплення берегової смуги загальною площею 20 га, включаючи найбільш екологічно цінні ділянки у місцях впадіння бічних приток.
Зв'язки між елементами рівня факторів впливу і елементами рівня варіантів реконструкції водосховища (як саме за різних варіантів ВР реконструкції водосховища генеруються певні фактори впливу Ф)		
8. Ф1 – Видалення муло-вих відкла-день	ВР-1	Усі три варіанти реконструкції водосховища передбачають однаковий об'єм видалення відкладень, одні і ті ж ділянки проведення днопоглиблювальних робіт і складування донних відкладень.
	ВР-2	
	ВР-3	
9. Ф2 – Планування мілководь	ВР-1	Варіант 1 передбачає планування лише наявних мілководь
	ВР-3	Варіант 3 передбачає планування як наявних мілководь, так і мілководь, утворених унаслідок підвищення НПР
10. Ф3 – Підвищення НПР	ВР-2	Обидва варіанти передбачають одне й те саме підвищення НПР
	ВР-3	

Таблиця 2

Уніфікована шкала попарного експертного оцінювання (зважування)

Бал за шкалою Т.Сааті	Вербально-аргументована оцінка	Примітка (коментар) щодо оцінювання пар елементів ієрархії
0	Елементи не можна порівняти з погляду досягнення поставленої мети	Відсутність взаємного зв'язку і впливу
1	Елементи рівноцінні з погляду досягнення мети	Об'єкти порівнянні і/або взаємозв'язані. Немає даних про переваги
2	Слабка перевага одного елементу порівняно з іншим	Кількість надійних і достовірних даних про переваги є недостатньою для прийняття гарантованого рішення про перевагу
3	Хоч би один з фактів свідчить про перевагу одного елементу над іншим	Хоч би одному з показників (характеристик) одного елементу можна гарантовано надати перевагу при порівнянні з іншим елементом
4	Середня перевага одного елементу над іншим	Більше одного показника гарантовано підтверджують перевагу одного елементу над іншим, але таких менше половини
5	Явна перевага одного елементу над іншим	Не менше ніж половині показників (критеріїв) одного елементу можна гарантовано надати перевагу при порівнянні з іншим, при цьому половина всіх даних надійні і достовірні з погляду наявної статистики або хоч би ймовірності
6	Середня перевага між "явною" і "очевидною" одного елементу над іншим	Більш ніж половина показників (критеріїв) підтверджує перевагу одного елементу над іншим (а половина тих, що залишилися можуть підтвердити перевагу)
7	Очевидна перевага одного елементу над іншим	Домінування одного елементу над іншим є очевидним і практично підтвердженим або не викликає сумнівів
8	Більш ніж очевидна перевага одного елементу над іншим, але ще не абсолютна	Перевага одного елементу над іншим не викликає сумнівів, але говорити про абсолютну перевагу не можна
9	Абсолютна перевага одного елементу над іншим	Перевага одного елементу над іншим є незаперечною і підтвердженою всіма даними, включаючи помилку вимірювань

Найбільш складним виявилось оцінювання відносної важливості факторів впливу Ф1...Ф3 щодо критерію К1 „якість води” (табл. 2, група 4), оскільки при цьому необхідно було враховувати різну спрямо-

ваність дії цих факторів на якість води у експлуатаційний і у будівельний періоди. Матрицю попарних порівнянь, одержану за результатами експертного оцінювання, наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Матриця попарних порівнянь пріоритетності факторів впливу Ф1...Ф3 відносно критерію К1 „якість води”

	Ф1-Видалення мулових відкладень	Ф2-Планування мілководь	Ф3-Підвищення НПР
Ф1-Видалення мулових відкладень	1	5	7
Ф2-Планування мілководь	1/5	1	3
Ф3-Підвищення НПР	1/7	1/3	1

Вектори локальних пріоритетів: $W(\Phi1)=0,731$; $W(\Phi2)=0,188$; $W(\Phi3)=0,081$
 Оцінка узгодженості матриці: 0,056 (задовільною є оцінка узгодженості $<0,1$)
 Індекс узгодженості матриці: 0,032
 Лямбда max: 3,065

Після розв'язання аналогічно побудованих матриць для усіх груп таблиці 2 у процесі процедури синтезу були визначені глобальні пріоритети для кожного

рівня (рис. 4), для ієрархії в цілому (рис. 5) і оцінено спільну узгодженість усіх матриць, яка приблизно дорівнювала 0,000.

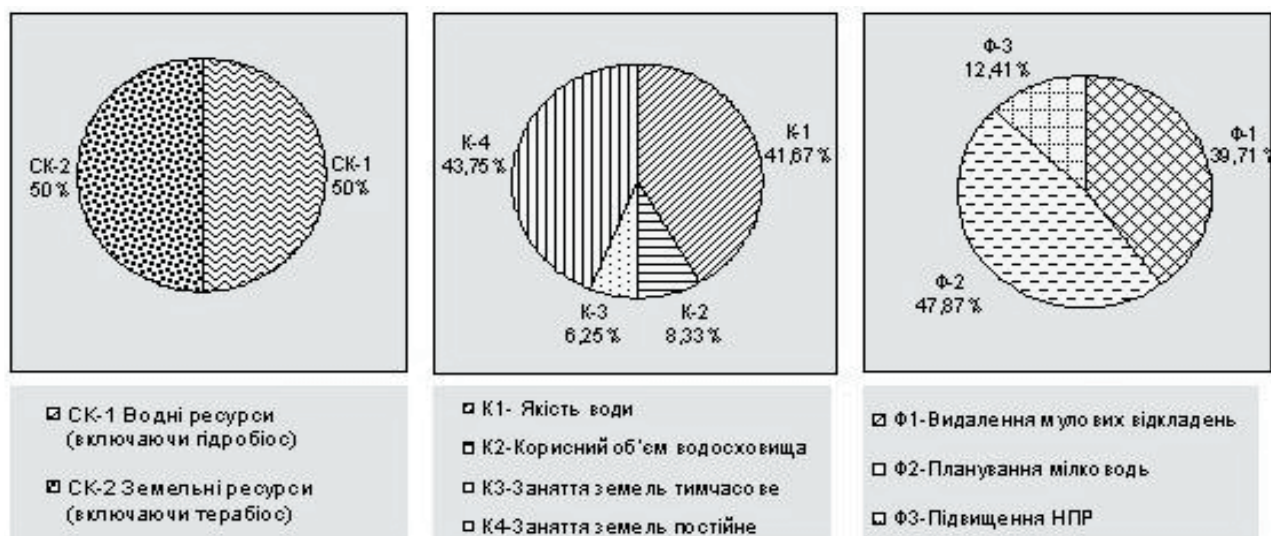


Рис. 4. Глобальні оцінки пріоритетів окремих рівнів ієрархії для вибору найбільш екологічно безпечного варіанту реконструкції водосховища Відсічне

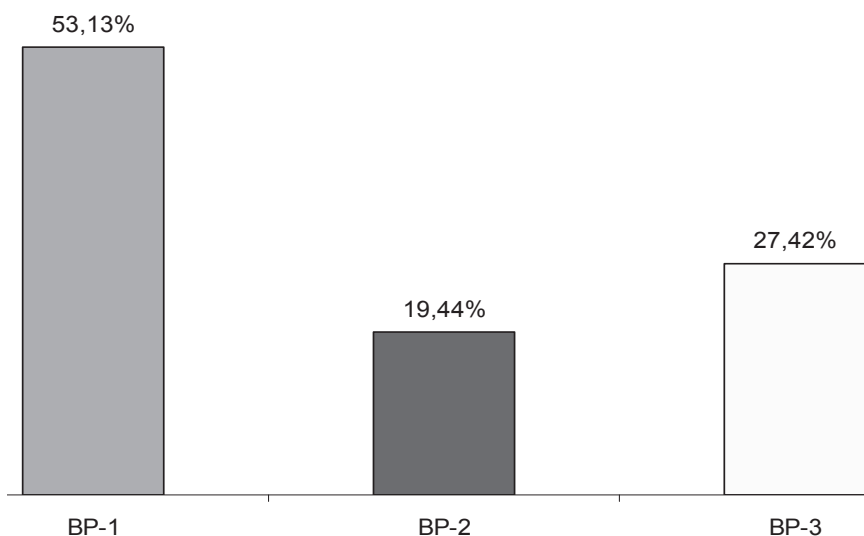


Рис. 5. Інтегральні (глобальні) оцінки пріоритетів варіантів технології реконструкції водосховища Відсічне BP-1...BP-3

Таким чином, за результатами порівняння варіантів перевага належить варіанту 1, який і був обраний основним проектним варіантом.

4. Висновки

1. За допомогою процедури оцінки впливу на навколишнє середовище є можливим управління планованою діяльністю при гідротехнічному будівництві.

2. Одним з основних джерел впливу гідроінженерних робіт є днопоглиблення.

3. Фактори і первинні процеси впливу днопоглиблення як джерела впливу є однаковими для різних водних об'єктів, тому на початкових стадіях ОВНС вибір варіанту гідроінженерних робіт можливий за ключовими показниками.

4. Вторинні процеси впливу, що ініціюються первинними процесами, залежать від морфометрії водного об'єкта, складу донних відкладень і гідрологічних умов середовища, тому на завершальних стадіях ОВНС для вибору варіанту технології доцільно застосувати метод експертно-аналітичних процедур, що враховує залежності і зв'язки між факторами впливу і факторами середовища.

5. Вибір технології реконструкції для водосховища Відсічне показав можливості і переваги запропонованого експертно-аналітичного методу прийняття рішень.

Література

1. Анищенко Л.Я. Методология комплексной оценки воздействия гидротехнического строительства на окружающую среду. // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. – 2005. – № 6. – С.35-38.
2. Анищенко Л.Я. Комплексная оценка воздействия создания глубоководного судового хода в многорукавной дельте. // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. – 2006. – № 1. – С.29-34.
3. Анищенко Л.Я. Управление экологической безопасностью гидроинженерных работ, проводимых с целью развития судоходства. // *IV Міжнародна наук.-практ. конф. „Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення“*: Зб. наук. ст. у 2-х т. Т.1. /УкрНДІЕП. – Харків: Райдер. – 2008. – С. 281-288.
4. Анищенко Л.Я., Свердлов Б.С. Особенности оценки влияния на водную экосистему днопоглобляющих работ у разных классов водных объектов. // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. – 2008. – № 3. – С. 5-12.
5. Анищенко Л.Я. Моделирование, прогноз и комплексная оценка воздействия на окружающую среду как система управления экологической безопасностью протяженных гидротехнических сооружений. // *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*: Зб. наук. праць. Випуск XXX. /УкрНДІЕП. – Харків: Райдер. – 2008. – С. 100-129.
6. Романенко В.Д., Окснюк О.П., Жукинський В.Н., Стольберг Ф.В., Лаврик В.И. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. – К.: *Наук. думка*. – 1990. – 256 с.
7. Анищенко Л.Я. Моделирование влияния создания водохранилищ на внутриводоемные процессы. // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. – 2008. – № 2. – С. 85-89.
8. Немировская Н.А., Бреховских В.Ф. и др. Гидроэкология: оценка экологических последствий проведения дночерпательных работ в водных объектах. // *Инженерная экология*. – 2008. – № 2. – С. 43-52.
9. ДБН А.2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – К.: *Держкомбударх, Мінекобезпеки України*. – 2004. – 19 с.
10. Васенко А.Г., Верниченко Г.А. Комплексне планування та управління водними ресурсами. *Розд. 2. Комплексне планування та управління водними ресурсами на прикладі басейну р.Тетерів*. – К.: *Ін-т геогр. НАНУ*. – 2001. – С.127-367.
11. Анищенко Л.Я. Теоретическое обоснование комбинированного метода принятия решений в задачах многокритериальной комплексной оценки воздействия и управления экологической безопасностью протяженных гидротехнических сооружений. // *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. Харьков. – 2009. – № 2/2 (38). – С. 21-28.
12. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети /Науч. ред. А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: *Изд-во ЛКИ*. – 2008. – 360 с.