

## Практичне заняття

### Тема заняття: Техніко-економічна оцінка реконструкції об'єктів водопостачання

Питання для перевірки засвоєння і контролю теоретичного матеріалу:

- В чому зміст загальної задачі реконструкції?
- Якими шляхами розв'язується загальна задача реконструкції?
- В чому головний зміст кожного окремого шляху розв'язування загальної задачі реконструкції?
- Якими економічними показниками характеризується кожний варіант реконструкції системи водопостачання?
- Що таке приведені витрати і як вони визначаються?
- Що таке термін окупності і як його визначити?
- Як визначається найбільш економічний варіант реконструкції?

**Мета заняття** – набути навички виконання аналізу економічних показників роботи інженерних об'єктів в системі водопостачання будівель.

#### Задача №1.

При розробці проекту системи водопостачання було розглянуто три варіанти з економічними показниками, які наведено в табл.1.

Таблиця 1 - Економічні показники варіантів, що розглядаються

Номер варіанту	Види витрат, тис. грн.	
	капітальні	експлуатаційні
I	$K_1$	$E_1$
II	$K_2$	$E_2$
III	$K_3$	$E_3$

Визначити, який з трьох варіантів, що порівнюються є самим оптимальним і знайти можливі річні економічні ефекти і фактичні терміни окупності.

Чисельні величини показників прийняти за останньою цифрою залікової книжки згідно з додатком А.

#### Розв'язування типової задачі.

Дано:  $K_1 = 4800$  тис. грн.,  $K_2 = 2980$  тис. грн.,  $K_3 = 3700$  тис. грн.,

$E_1 = 456,2$  тис. грн.,  $E_2 = 606,4$  тис. грн.,  $E_3 = 570$  тис. грн.

Для співставлення між собою всіх варіантів необхідно визначити приведені витрати для кожного з варіантів, виходячи з нормативного терміну окупності при коефіцієнті порівняльної ефективності  $E = 0,14$ .

$$П_i = E * K_i + E_i ,$$

де  $K_i$  – капітальні витрати для  $i$  – го варіанту,

$E_i$  – експлуатаційні витрати для  $i$  – го варіанту.

Тоді:

$$\Pi_1 = 0,14 \cdot 4800 + 456,9 = 1128,9 \text{ тис. грн.},$$

$$\Pi_2 = 0,14 \cdot 2980 + 606,4 = 1023,6 \text{ тис. грн.},$$

$$\Pi_3 = 0,14 \cdot 3700 + 570 = 1088 \text{ тис. грн.}$$

Таким чином, при нормативному термінові окупності найбільш економічним буде другий варіант, тому що у нього приведені витрати мінімальні. При цьому річні економічні ефекти можуть бути такими:

– другий варіант в порівнянні з першим дає економію:

$$\Delta\Pi_{1-2} = \Pi_1 - \Pi_2 = 1128,9 - 1023,6 = 105,3 \text{ тис. грн./ рік},$$

– другий варіант в порівнянні з третім дає економію

$$\Delta\Pi_{2-3} = \Pi_3 - \Pi_2 = 1088 - 1023,6 = 64,6 \text{ тис. грн. /рік},$$

– третій варіант в порівнянні з першим може дати економію:

$$\Delta\Pi_{1-3} = \Pi_1 - \Pi_3 = 1128,9 - 1088 = 40,9 \text{ тис. грн. / рік}.$$

### **Задача №2.**

Для умов попередньої задачі №1 визначити, які витрати треба зменшити і наскільки, щоб вкластися в нормативний термін окупності (7 років), якщо структура витрат характеризується даними, які наведені в табл. 2 і 3. Чисельні величини показників прийняти згідно з додатком А.

Таблиця 2 - Структура капітальних витрат за варіантами (у % від повної вартості)

Номер варіанту	Вартість будівель	Вартість механічного обладнання	Вартість гідравлічного обладнання і установок
I	$B_1$	$M_1$	$\Gamma_1$
II	$B_2$	$M_2$	$\Gamma_2$
III	$B_3$	$M_3$	$\Gamma_3$

Таблиця 3 - Структура експлуатаційних витрат за варіантами (у % від експлуатаційних витрат)

Номер варіанту	Заробітна плата	Реагенти і матеріали	Енергія	Інші
I	$Z_1$	$P_1$	$E_{H1}$	$I_1$
II	$Z_2$	$P_2$	$E_{H2}$	$I_2$
III	$Z_3$	$P_3$	$E_{H3}$	$I_3$

### **Розв'язування типової задачі.**

Нехай варіанти, що порівнюються, характеризуються даними, що наведені в табл. 1, 4 і 5.

Таблиця 4 - Структура капітальних витрат за варіантами (у % від повної вартості)

Номер варіанту	Вартість будівель	Вартість механічного обладнання	Вартість гідравлічного обладнання і установок
I	60	10	30
II	40	30	30
III	50	35	15

Таблиця 5 - Структура експлуатаційних витрат за варіантами (у % від експлуатаційних витрат)

Номер варіанту	Заробітна плата	Реагенти і матеріали	Енергія	Інші
I	25	37	30	8
II	30	14	50	6
III	35	18	40	7

Згідно з результатами розв'язування попередньої задачі кращим варіантом є другий варіант. Для того, щоб вкластися в нормативний термін окупності треба скорегувати відповідно витрати.

Розглянемо вираз для терміну окупності:

$$t = \frac{K_2 - K_1}{E_1 - E_2} = \frac{\Delta K}{\Delta E}, \quad (1)$$

де  $\Delta K$  – різниця капітальних витрат за варіантами,

$\Delta E$  – різниця експлуатаційних витрат за варіантами.

З цієї формули знаходимо, що при заданому терміні окупності  $t$  необхідне рішення можна отримати двома способами:

– зміною різниці капітальних витрат до величини:

$$\Delta K = \Delta E * t \quad (2)$$

при збереженні експлуатаційних витрат в варіантах, що порівнюються.

– зміною різниці експлуатаційних витрат до величини:

$$\Delta E = \Delta K / t \quad (3)$$

при збереженні капітальних витрат в варіантах, що порівнюються.

Виходячи з рівняння (2), різниця капітальних витрат при порівнянні між собою першого і другого варіантів повинна дорівнювати:

$$\Delta K_1 = (E_2 - E_1) * t = (606,4 - 456,9) * 7 = 1046,5 \text{ тис. грн.}$$

Якщо порівнювати другий і третій варіанти, то:

$$\Delta K_2 = (E_2 - E_3) * t = (606,4 - 570,0) * 7 = 254,8 \text{ тис. грн.}$$

При порівнянні третього і першого варіантів:

$$\Delta K_3 = (E_3 - E_1) * t = (570,0 - 456,9) * 7 = 791,7 \text{ тис. грн.}$$

Отримати таку різницю в капітальних витратах за варіантами можливо такими способами:

- збільшити капітальні витрати у кращого варіанта,
- зменшити капітальні витрати у гіршого варіанта.

Перший спосіб формальний, а не економічний, і він в даному випадку не може розглядатися.

При другому способі капітальні витрати у гірших варіантів мають стати такими:

а) при співставленні першого і другого варіантів, капітальні витрати у першого варіанта повинні бути:

$$K_1' = K_2 + \Delta K_1 = 2980 + 1046,5 = 4026,5 \text{ тис.грн.}$$

б) при співставленні другого і третього варіантів, капітальні витрати для третього варіанта повинні бути:

$$K_3' = K_2 + \Delta K_2 = 2980 + 254,8 = 3234,8 \text{ тис.грн.}$$

в) при співставленні першого і третього варіантів, капітальні витрати для першого варіанта повинні бути:

$$K_1'' = K_3 + \Delta K_3 = 3700 + 791,7 = 4491,7 \text{ тис.грн.}$$

Розглянемо, як зміняться приведені витрати, при зменшенні капітальних витрат у гірших варіантів.

Величина приведених витрат для першого варіанта залежить від того, з яким варіантом він порівнювався. Так, коли він порівнюється з другим варіантом

$$\Pi_1' = 456,9 + 0,14 * 4026,5 = 1020,61 \text{ тис.грн.,}$$

а при порівнюванні його з третім варіантом:

$$\Pi_1'' = 456,9 + 0,14 * 4491,7 = 1085,74 \text{ тис.грн.}$$

Для тих умов, які розглядаються, величина приведених витрат для другого варіанта залишається без змін, тобто

$$\Pi_2 = 1023 \text{ тис. грн.}$$

Для третього варіанта при його співставленні з другим приведені витрати стануть рівними

$$\Pi_3' = 570 + 0,14 * 3234,8 = 1022,87 \text{ тис.грн.}$$

Порівняльний аналіз нових приведених витрат показує, якщо зменшити для окремих варіантів капітальні витрати, то при цьому змінюється також і оптимальний варіант: замість другого оптимальним стане перший варіант. Це стане можливим тільки при зменшенні капітальних витрат для першого варіанта відносно вихідного на

$$\frac{K_1 - K_1'}{K_1} * 100 = \frac{4800 - 4026,5}{4800} * 100 = 16,1\%$$

Аналізуючи структуру капітальних витрат (табл.4) бачимо, що основна доля в них – це вартість будівель, а також гідравлічного обладнання і установок. Тому, якщо їх вартість зменшити на 16,1% , потрібний ефект буде досягнуто.

Розглянемо тепер, як зменшити термін окупності шляхом зміни експлуатаційних витрат, при якому зростає знаменник у формулі (1). Визначимо, якою повинна стати різниця експлуатаційних витрат в варіантах,

що порівнюються, для того, щоб термін окупності і дорівнював нормативному при умові збереження початкових капітальних витрат.

При співставленні першого і другого варіантів різниця експлуатаційних витрат повинна бути рівною

$$\Delta E_1 = (K_1 - K_2)/t = (4800 - 2980)/7 = 260 \text{ тис.грн.}$$

При співставленні другого і третього варіантів:

$$\Delta E_2 = (K_3 - K_2)/t = (3700 - 2980)/7 = 102,8 \text{ тис.грн.}$$

При співставленні першого і третього варіантів:

$$\Delta E_3 = (K_1 - K_3)/t = (4800 - 3700)/7 = 157,1 \text{ тис.грн.}$$

Одержати такі зміни експлуатаційних витрат можна двома способами:

- збільшенням експлуатаційних витрат у кращого варіанта,
- зменшенням експлуатаційних витрат у гіршого варіанта.

Перший спосіб з позицій економіки не має сенсу, при другому способі експлуатаційні витрати у гірших варіантів повинні стати такими:

а) при співставленні першого і другого варіантів експлуатаційні витрати у першого варіанта повинні стати рівними:

$$E_1' = E_2 - \Delta E_1 = 606,4 - 260 = 346,4 \text{ тис.грн.};$$

б) при співставленні другого і третього варіантів експлуатаційні витрати у третього варіанта повинні стати рівними:

$$E_3' = E_2 - \Delta E_2 = 606,4 - 102,8 = 503,6 \text{ тис.грн.};$$

в) при співставленні першого і третього варіантів експлуатаційні витрати у третього варіанта повинні стати рівними:

$$E_3'' = E_3 - \Delta E_3 = 570 - 157,1 = 412,9 \text{ тис.грн.}$$

Розглянемо, як зміняться приведені витрати при зменшенні експлуатаційних витрат у гірших варіантів.

Величина приведених витрат для першого варіанта, коли він порівнювався з другим могла би стати:

$$\Pi_{1 \text{ ек.}}' = 346,4 + 0,14 * 4800 = 1018,4 \text{ тис.грн.},$$

а при порівнянні його з третім варіантом:

$$\Pi_{1 \text{ ек.}}'' = 412,9 + 0,14 * 4800 = 1084,9 \text{ тис.грн.}$$

Для тих умов, які розглядаються, величина приведених витрат для другого варіанту залишається без змін. Тобто

$$\Pi_2 = 1023 \text{ тис.грн.}$$

Для третього варіанта при його співставленні з другим приведені витрати стануть рівними

$$\Pi_{3 \text{ ек.}}' = 503,6 + 0,14 * 3700 = 1021,6 \text{ тис. грн.}$$

Аналізуючи величини приведених витрат, бачимо, що в цьому випадку, як і у випадку зменшення капітальних витрат, змінюється оптимальний варіант: замість другого варіанту оптимальним стає також перший варіант. Проте для цього необхідно у першому варіанту знизити експлуатаційні витрати на:

$$\frac{E_1 - E_1'}{E_1} * 100\% = \frac{456,9 - 346,4}{456,9} * 100\% = 24,2\%$$

Розглядаючи структуру експлуатаційних витрат у першого варіанта, бачимо, що зниження в основному можливе за рахунок більш економного витрачання енергії, реагентів і матеріалів. Разом з тим необхідно звернути увагу на те, що відносне зниження цих складових економічних витрат високе: навіть якщо необхідне зниження планувати в рівних долях для них, то відносне зниження буде близьким до 30%, чого реально досягти нелегко. Враховуючи це, доцільно використати при оптимізації витрат метод, який би базувався як на зниженні капітальних, так і експлуатаційних витрат.

Додаток А.

Таблиця А1 – Чисельні величини вихідних даних

Показник	Одиниці вимірювання	Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K <sub>1</sub>	тис.грн	4900	5000	5100	5200	5300	5250	5150	5050	4950	5350
K <sub>2</sub>	тис.грн	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3450	3350	3250	3150
K <sub>3</sub>	тис.грн	3800	4000	4000	4100	4200	3850	3950	4050	4150	4250
E <sub>1</sub>	тис.грн	460	470	480	490	500	510	480	475	495	465
E <sub>2</sub>	тис.грн	610	620	615	625	635	640	620	615	625	635
E <sub>3</sub>	тис.грн	570	600	610	590	580	620	605	575	580	595

### Контрольні питання

1. Назвіть заходи до заходів щодо підвищення технологічної надійності водозабірних інженерних об'єктів.
2. Як визначається частота ушкоджень елементів мереж?
3. Яким чином контролюється якість очистки води на очисних спорудах?
4. Як оцінюється економічна ефективність роботи інженерних об'єктів водопостачання?
5. За якими показниками слід зупиняти водозабірний процес з підземного джерела на ремонтні роботи для заміни насосного обладнання?

### Література

1. ДБН В.2.5 – 74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01] Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 172 с. URL: [www.minregion.gov.ua/.../DBN\\_V.2.5-74\\_2013](http://www.minregion.gov.ua/.../DBN_V.2.5-74_2013) (дата звернення: 15.09. 2019).
2. ДСТУ 7525:2014 Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та контролювання якості . [Чинний від 2015-02-01] Вид. офіц. Київ: Міністерство економічного розвитку України, 2014. 26 с. URL: [www. http://icssc.org.ua/docs/dstu\\_7525\\_2014.pdf](http://icssc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf) (дата звернення: 28.09. 2019).
3. Эпоян С.М., Благодарная Г.И., Душкин С.С. Повышение эффективности работы сооружений при очистке питьевой воды: монография. Харьков: ХНАГХ, 2013. 190 с. URL:[http:// eprints.kname.edu.ua. pdf](http://eprints.kname.edu.ua.pdf). (дата звернення: 29.01. 2020).

