

## **Методика оцінки економічної ефективності інвестицій в енергозберігаючі проекти.**

Оцінка економічної ефективності в енергозберігаючі заходи проводяться в три етапи:

Етап 1. Розробка технічної частини аудиту – пропозицій щодо впровадження інженерно-технічних заходів.

При розробці заходів з енергозбереження розглядається декілька варіантів. На 1 етапі проводиться порівняння та вибір варіантів енергозберігаючих заходів по принципу мінімуму приведених витрат.

Етап 2. Економічна оцінка ефективності інвестицій в енергозберігаючий проект.

Економічна оцінка ефективності інвестицій проводиться шляхом аналізу формування повного додаткового (сумарного) доходу, що утворюється в результаті впровадження енергозберігаючих заходів з використанням методів дисконтування та нарощування (капіталізації) доходів. При цьому проводиться оцінка терміну експлуатації енергозберігаючих заходів (життя проекту). Результатом цього аналізу є отримання таких економічних показників, що характеризують вибраний варіант:

- простий термін окупності  $T_0$ , років;
- термін окупності з врахуванням дисконтування  $T_d$ , років;
- термін окупності з урахуванням нарощування  $T_n$ , років;
- розмір інвестицій (вартість енергозберігаючих заходів)  $K$ , тис. грн;
- чистий дохід,  $D$ , тис.ю грн.;
- чистий дисконтований дохід  $ЧДД$ , тис. грн.
- чистий нарощений дохід  $ЧНД$ , тис. грн;
- індекс дохідності дисконтований  $ІДд$ ;
- індекс дохідності нарощений  $ІДн$ ;

Етап 3. Порівняння інвестицій в енергозберігаючі заходи з іншими можливими варіантами використання коштів інвестора («портфельні інвестиції» або вкладання коштів в інші галузі виробництва).

Ця частина оцінки економічної ефективності інвестицій аналізує запропонований варіант впровадження енергозберігаючих заходів у взаємодії з аналізом загального економічного стану держави та динаміки економічних показників, що характеризують розвиток економіки.

### **1. Методика порівняння та вибір оптимального варіанту енергозберігаючих заходів по принципу мінімуму приведених витрат.**

Критерій приведених витрат та їх мінімум по своєму економічному змісту повністю відповідає методу попарного порівняння варіантів по строкам простої (бездисконтної) окупності, тому при впровадженні заходів з енергозбереження на системах тепlopостачання доцільно використовувати саме цей метод.

Ідея виконаних розрахунків строків окупності варіантів, що розглядались, полягає в порівнянні об'єму інвестицій та витрат коштів на експлуатацію котельні для існуючого стану та після впровадження енергозберігаючих заходів та описується формулою:

$$T_o = K / \Delta D \quad (a)$$

де  $T_o$  – простий строк окупності, років

$K$  - величина інвестицій (загальна вартість енергозберігаючих заходів по прийнятому варіанту) тис. грн

$\Delta D$  – проміжний дохід (економія річних витрат коштів від впровадження енергозберігаючих заходів, тис. грн.

Економія річних витрат коштів (проміжний дохід) визначається формулою:

$$\Delta D = V_{icn} - V_{zax} \quad (b)$$

де  $V_{icn}$  – загальні витрати на експлуатацію котельні при існуючому стані, тис. грн

$V_{zax}$  – загальні витрати на експлуатацію котельні після впровадження заходів з енергозбереження, тис. грн

Витрати коштів на експлуатацію котельні в загальному виді визначаються формулою:

$$V = V_{газ} + V_{вод} + V_{ел\ ен} + a + V_{обс} \quad (в)$$

де  $V$  - витрати коштів на експлуатацію котельні тис. грн./рік

$V_{газ}$  - річні витрати коштів на газ, тис. грн./рік

$V_{вод}$  - річні витрати коштів на воду, тис. грн./рік

$V_{ел\ ен}$  - річні витрати коштів на електроенергію, тис. грн./рік

$a$  - амортизація, тис. грн./рік

$V_{обс}$  - витрати коштів на обслуговування котельні, тис. грн./рік

Амортизація визначається за формулою:

$$a = K / T_{сл} \quad (г)$$

де  $T_{сл}$  – термін експлуатації енергозберігаючих заходів (строк життя проекту), років

Принцип мінімуму приведених витрат можливо описати формулою:

$$Pr = K e + E \longrightarrow \min \quad \text{тис. грн./рік}$$

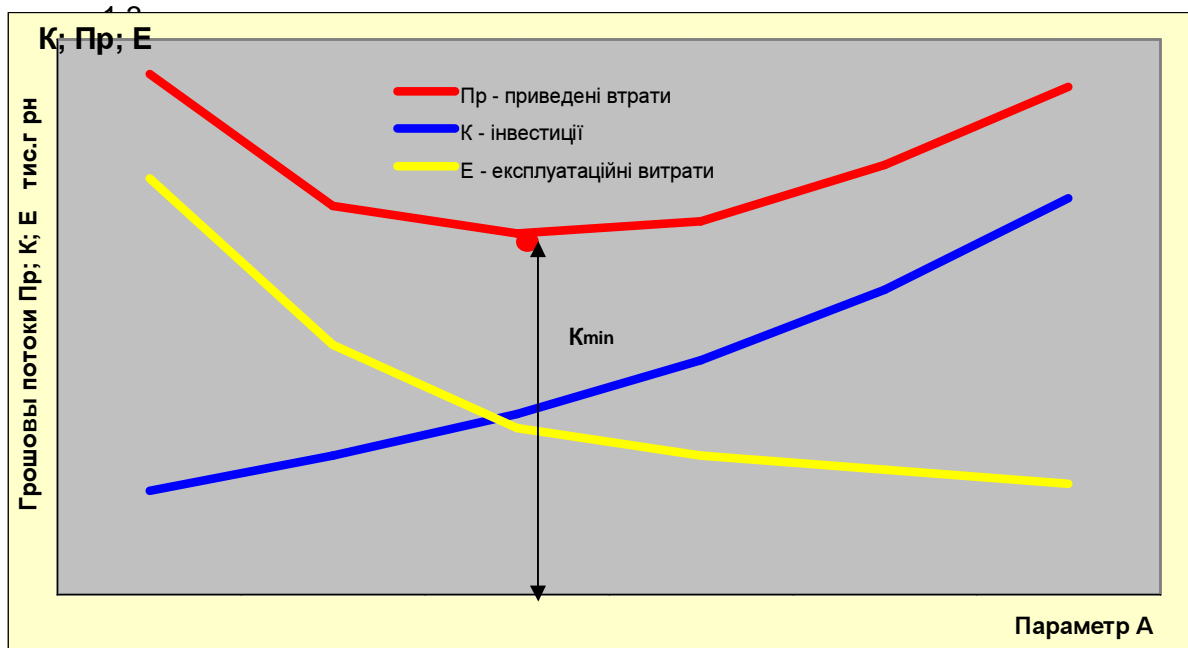
де  $Pr$  - приведені витрати на впровадження заходів, тис. грн./рік

$e$  - коефіцієнт ефективності, що враховує існуючі нормативи дисконту та ступінь ризиків (в цій роботі визначення коефіцієнта ефективності не проводиться)

Е - річні витрати на експлуатацію об'єкта енергозбереження.

Графічна інтерпретація цієї моделі представлена на рисунку 1:

Рисунок 1



Представлений графік є графіком залежності витрат та їх складових від деякого параметра А. Оптимальна ефективність варіанту відповідає мінімальному значенню приведених витрат.

При порівнянні невеликої кількості варіантів, що розглядались при проведенні обстеження, такий метод неоправдано громіздкий. Цілоком достатньо використаного методу порівняння простих строків окупності.

Метод мінімальних приведених витрат доцільно використовувати при вирішенні багатоваріантних задач. Наприклад, в області будівельної теплофізики при обґрунтуванні теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій.

## 2. Методика оцінки економічної ефективності вибраного варіанту енергозберігаючих заходів.

Ринкові критерії оцінки економічної ефективності інвестицій засновані на існуючих поняттях прибутку, інфляції, процентних та кредитних ставок, але найголовніше – на необхідності достовірно прогнозувати динаміку цих показників.

Вартісні фактори інвестицій (з часом) змінюються, отже вирішення питання оптимізації інвестицій залежить від вміння об'єктивно оцінювати та передбачати макро- та мікроекономічний хід подій. Навіть невелика помилка здатна суттєво змінити дійсну цінність інвестицій (капіталовкладень).

Основним економічним показником ефективності інвестицій є повний додатковий (сумарний) дохід (Д, грн), який може бути отриманий за термін експлуатації (термін життя) енергозберігаючих заходів ( $T_{сл}$ , років)

В залежності від того, яким чином використовуються потоки майбутніх доходів, їх або дисконтують (певним чином знижують для об'єктивного співставлення з величиною інвестицій на момент їх реалізації) або, виключаючи з грошового обороту, нарощують (капіталізують).

Якщо проміжні доходи  $\Delta D_i$  ( $i=1,2,\dots,T_{сл}$ ) грн./рік дисконтуються, то відповідну величину сумарного додаткового доходу позначимо як повний дисконтований дохід  $DD_{Тсл}$ , грн.

Якщо проміжні доходи наращуються (капіталізуються), то величину сумарного додаткового доходу позначимо як повний нарощений дохід  $ND_{Тсл}$ , грн.

Величина сумарного додаткового доходу визначається за допомогою:

- механізму дисконтування та нарощування (капіталізації) доходів, що надійдуть в майбутньому;
- оцінки терміну експлуатації енергозберігаючих заходів, що розглядаються  $T_{сл}$ ;
- оцінки діапазонів змін основних економічних показників (проміжних доходів  $\Delta D_i$ , що поступають в результаті інвестицій і відповідних норм дисконту  $r^*$ );
- методів економічного моделювання задач;
- способів прийняття рішень в умовах ризиків.

Повний дисконтований дохід  $DD_{Тсл}$  за термін експлуатації  $T_{сл}$  розраховується по формулі, що враховує різні величини щорічних доходів  $\Delta D_i$  різні норми дисконту  $r_i$

$$DD_{Тсл} = \frac{\Delta D_1}{1 + r_1} + \frac{\Delta D_2}{(1 + r_1)(1 + r_2)} + \dots + \frac{\Delta D_{Тсл}}{(1 + r_1)\dots(1 + r_{Тсл})} \quad (1)$$

де  $\Delta D_{Тсл}$  – повний дисконтований дохід за термін експлуатації заходів з енергозбереження

$r_i$  – норма дисконтів  $i$ -ої році, 1/рік, де  $i = 1, 2, \dots, T_{сл}$

$\Delta D_i$  – проміжний дохід в  $i$ -ої році, грн./рік

\*) – норма дисконту – одне з можливих значень показника, що відображає вигідність вкладення інвестицій в інші активи, замість енергозбереження. Це може бути ставка рефінансування національного банку, доходність державних цінних паперів, депозитних вкладів та т.і.

Застосувавши метод відтворення рівними частками, можливо представити формулу (1) в вигляді:

$$DD_{Тсл} = \Delta D \left[ \frac{1}{1 + r_1} + \frac{1}{(1 + r_1)^2} + \dots + \frac{1}{(1 + r_1)^{Тсл}} \right] \quad (2)$$

Вираз в дужках представляє собою геометричну прогресію, що зменшується. Сума  $T_{сл}$  членів геометричної прогресії визначається за відомою формулою, в результаті чого формула (2) набуває вигляд формули (3) та широко використовується в практиці економічних розрахунків

$$DD_{Тсл} = \Delta D \left[ 1 - (1 + r)^{-Тсл} \right] / r \quad (3)$$

У випадку, що розглядався вище проміжні доходи  $\Delta D_i$  дисконтувались, тобто приймали участь в обороті грошових коштів (витрачались на заробітну плату, погашення ссуд, виплату дивідендів та т.п.)

Далі розглянемо варіант, коли проміжні доходи  $\Delta D_i$  капіталізуються тобто нарощуються під проценти наприклад шляхом їх здачі в зайом. Тоді фактор дисконтування відсутній и кожне надходження проміжного доходу  $\Delta D_i$  нарощується на протязі строку експлуатації енергозберігаючих заходів. При такій умові аналогом формули ( 1 ) є формула ( 4 )

$$\text{НД}_{\text{Тсл}} = \Delta D_1 [(1+r_2)(1+r_3)\dots(1+r_{\text{Тсл}})] + \Delta D_2 [(1+r_3)(1+r_4)\dots(1+r_{\text{Тсл}})] + \dots + \Delta D_{\text{Тсл}} \quad (4)$$

Змінюючи порядок складових на протилежний та знову перейшовши на розрахункове значення доходів  $\Delta D$  та норм дисконту  $r$ , маємо:

$$\text{НД}_{\text{Тсл}} = \Delta D [1 + (1+r) + (1+r)^2 + \dots + (1+r)^{\text{Тсл}}] \quad (5)$$

Взявши суму  $\text{Тсл}$  членів геометричної прогресії, в даному випадку зростаючої, отримаємо:

$$\text{НД}_{\text{Тсл}} = \Delta D [(1+r)^{\text{Тсл}} - 1] / r \quad (6)$$

Важливим критерієм економічної ефективності інвестицій в заходи з енергозбереження є:

- простий термін окупності  $T_0$ , рік;
- величина інвестицій  $K$ , грн.;
- потік доходів  $\Delta D$  грн/рік

Простий термін окупності  $T_0$  дає першу уяву про те, чи приносять інвестиції додатковий дохід та як швидко це відбувається.

Очевидно, що терміни окупності інвестицій  $K$  з урахуванням дисконтування чи нарощення (капіталізації) проміжних доходів, що поступають, відповідно  $T_d$  та  $T_n$ , рік, визначаються шляхом прирівняння значень  $\text{ДД}_{\text{Тсл}}$  та  $\text{НД}_{\text{Тсл}}$  по формулам ( 3 ) та ( 6 ) величині  $K$ .

Нескладні перетворення дають відповідні формули:

$$T_d = -\ln(1 - T_0 r) / \ln(1 + r) \quad (7)$$

$$T_n = \ln(1 + T_0 r) / \ln(1 + r) \quad (8)$$

де  $T_0 = K / \Delta D \quad (9)$

Показник  $T_0$  являє собою термін окупності інвестицій без врахування дії часу на отримані в майбутньому доходи від інвестицій – бездисконтний (простий) термін окупності, рік. В директивній економіці цей термін приймався як головний критерій ефективності. Цей показник і в риночній економіці має певний економічний сенс, визначаючи як швидко почнуть окупатися вкладені кошти.

Розглянемо такий приклад інвестицій в енергозберігаючі заходи:

Вартість робіт по впровадженню заходів з енергозбереження (необхідні інвестиції)  $K =$

1200 т.грн

Щорічний проміжний дохід (економія коштів за рахунок впровадження заходів) становить

$\Delta D = 300,0$  тис. грн/рік

Термін експлуатації заходів з енергозбереження ( $T_{\text{ол}}$ ), становить 12 років

Приймемо розрахункову норму дисконту  $r = 0,15$  1/рік

Для техніко - економічної оцінки ефективності інвестицій в заходи з енергозбереження

необхідно визначити такі критерії економічної ефективності інвестицій:

- простий термін окупності  $T_o = 4,0$  роки

- дисконтований строк окупності:

$$T_d = -\ln(1 - T_o r) / \ln(1 + r) = 0,92 / 0,14 = 6,6 \text{ роки}$$

- строк окупності з урахуванням нарощування:

$$T_n = \ln(1 + T_o r) / \ln(1 + r) = 0,48 / 0,14 = 3,5 \text{ роки}$$

- чистий дисконтний дохід:  $ЧДД = ДД_{\text{Тол}} - K = 1626 - 1200 = 426$  тис. грн

- чистий нарощений дохід:  $ЧНД = НД_{\text{Тол}} - K = 8701 - 1200 = 7501$  тис. грн

- індекс дохідності дисконтний  $ІД_d = ДД_{\text{Тол}} / K = 1626 / 1200 = 1,4$

- індекс дохідності нарощений  $ІД_n = НД_{\text{Тол}} / K = 8701 / 1200 = 7,3$

Розробимо графік грошових потоків безперервної інвестиційної моделі при вказаних вище значеннях

$K$ ;  $\Delta D$  та  $r$  та складемо допоміжну таблицю 3

Табл. 1

№ п/п	Найменування показників	Значення показників (по рокам з нарощуванням) тис. грн													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Інвестиції К	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
2	Бездисконтний дохід Д	0	300,0	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	3300	3600	
3	Дисконтований дохід ДД	0	261	487,7	685	856,5	1006	1135,3	1248,1	1346	1431,48	1506	1570	1626,19	
4	Дохід з нарощуванням НД	0	300	645	1042	1498	2023	2626,1	3320	4118	5035,75	6091	7305	8700,5	

Рисунок 2



Строк експлуатації (строк життя) енергозберігаючих заходів прийнятий 12 років. Вертикальна лінія з цією абсцисою може бути поділена на декілька відрізків. Довжини цих відрізків відповідають значенням основних критеріїв економічної ефективності інвестицій:

- **a c** – повний дисконтований дохід  $ДД_{Тсл}$
- **c b** – чистий дисконтований дохід  $ЧДД = ДД_{Тсл} - K$
- **c d** - ідеалізований (умовний) чистий дохід (відповідає методам соціалістичної економіки).

Строк експлуатації енергозберігаючих заходів, що приймається в розрахунках, більш точно можна назвати строком життя проекту. Від прийнятого строку життя проекту залежить формування грошових потоків, тому строк життя проекту приймається по домовленості з інвестором та залежить від нормативного терміну експлуатації енергозберігаючого проекту. Індеси доходності (**ІДд** та **ІДн**) визначають чистий дохід на 1 грн вложений коштів за період часу  $T_{сл}$  (строк життя енергозберігаючих заходів)

Необхідно відзначити, що інвестиції можуть окупитись тільки в випадку коли:

$$T_0 r < 1$$

Якщо вказана нерівність не виконується, то інвестиції не окупляться взагалі. В цьому випадку або великий просий срок окупності, що свідчить про низьку економічну ефективність інвестицій, або велика розрахункова норма дисконту  $r$ , що свідчить про незадовільну економічну динаміку в країні, високу інфляцію

Для об'єктивної оцінки ефективності інвестицій дуже важливо вірно визначити ставку (норму) дисконту  $r$ .

Норма дисконту, що використовується для оцінки комерційної ефективності проекту в цілому, може встановлюватись у відповідності до вимог мінімально допустимої доходності коштів що інвестуються, в залежності від депозитних ставок банків першої категорії надійності (після виключення інфляції), а також ставки LIBOR по річним єврокредитам.

Норма дисконту, що не включає поправки на ризики, називається безризиковою нормою дисконту.

До норм дисконту вводяться поправки на ризик. В величину поправок на ризик враховується три типи ризиків, пов'язаних з реалізацією інвестиційного проекту:

- ризик на особливості країни;
- ризик ненадійності учасників проекту;
- ризик неоримання передбачених проектом доходів (технічні рішення проекту).

При прийнятті рішення про інвестування проекту техніко-економічні розрахунки уточнюються з використанням норми дискоту призначеного інвестором.

### 3. Методика порівняння інвестицій в енергозберігаючі заходи з іншими можливими варіантами використання коштів інвесторів.

В процесі прийняття рішень про використання грошових коштів інвесторами розглядаються декілька варіантів капітальних вкладень: інвестиції в енергозберігаючі заходи, «портфельні інвестиції (різні види вкладень коштів під проценти) чи інвестиції в інші галузі.

Найбільш значними оціночними показниками при цьому є чистий дисконтований дохід  $ЧДД$  та дисконтований індекс дохідності  $ІД_d$ . Через те, що ці критерії, визначаючи міру інтегрального ефекта, дають найбільш загальну характеристику економічного результату інвестування.

Розглянемо два варіанти інвестицій:

- 1 варіант: сума  $K$  інвестується в енергозберігаючі заходи;
- 2 варіант: сума  $K$  вкладається в «портфельні інвестиції», тобто повністю капіталізується (цінні папери, депозити, облігації)

Переваги одного з цих варіантів визначаються більшою величиною повного доходу за період експлуатації енергозберігаючих заходів  $T_{сл}$ .

В варіанті 1 величині повного доходу за період  $T_{сл}$  відповідає величина повного дисконтованого доходу  $ДД_{Тсл}$ , що визначається за формулами ( 2 ) та ( 3 ).

В варіанті 2 – величина повного доходу  $D$ , визначається за формулою:

$$D = K (1 + r)^{T_{сл}} \quad (A)$$

Прирівнявши величини повного доходу, що розраховується за формулою ( A ), до повного дисконтованого доходу  $ДД_{Тсл}$ , що розраховується за формулою ( 3 ), можна знайти таку величину норми дисконту  $r$ , яка забезпечить економічну еквівалентність двох варіантів інвестицій, що розглядаються.

Таким же чином можливо знайти норму дисконту  $r$ , що забезпечує пріоритет інвестицій в заходи з енергозбереження. Відповідний критерій має такий вигляд:

$$T_0 < [1 - (1 + r)^{-T_{сл}}] / (1 + r)^{T_{сл}} r \quad (B)$$

Крім варіанту інвестицій в енергозберігаючі заходи з врахуванням дисконтування проміжних доходів, з варіантом «портфельних інвестицій» доцільно порівнювати варіант інвестицій в енергозберігаючі заходи з врахуванням нарощення (капіталізації) проміжних доходів. Останній варіант також можливо розглядати як «портфельні інвестиції», але за дещо зміненою схемою. Таким чином, крім згаданих вище, існує третій варіант інвестицій:

- 3 варіант: інвестиції в енергозберігаючі заходи з врахуванням нарощування (капіталізації) отриманих проміжних доходів.

Дохідність цього варіанту визначається за формулою ( 6 ).

Той факт, що дохідність інвестицій з врахуванням нарощування завжди вище ніж дохідність інвестицій з врахуванням дисконтування проілюстрований на малюнку 4. Тому варіанти 2 та 3

не підлягають порівнянню – капіталізація проміжних доходів від інвестицій завжди вигідніше варіанту використання доходів в обороті.

Таким чином, необхідно по черзі порівнювати «портфельні інвестиції» (варіант 1) з інвестиціями в енергозберігаючі заходи по варіантам 2 та 3.

Методика порівняння з варіантом 2 розглядалась вище. Інвестиції в енергозберігаючі заходи з врахуванням нарощування доцільніші «портфельних інвестицій» в разі, якщо величина повного нарощеного доходу  $НД_{Тсл}$  визначена по формулі ( 6 ), перебільшує величину повного доходу  $Д$ , розрахованого по формулі ( А ), тобто:

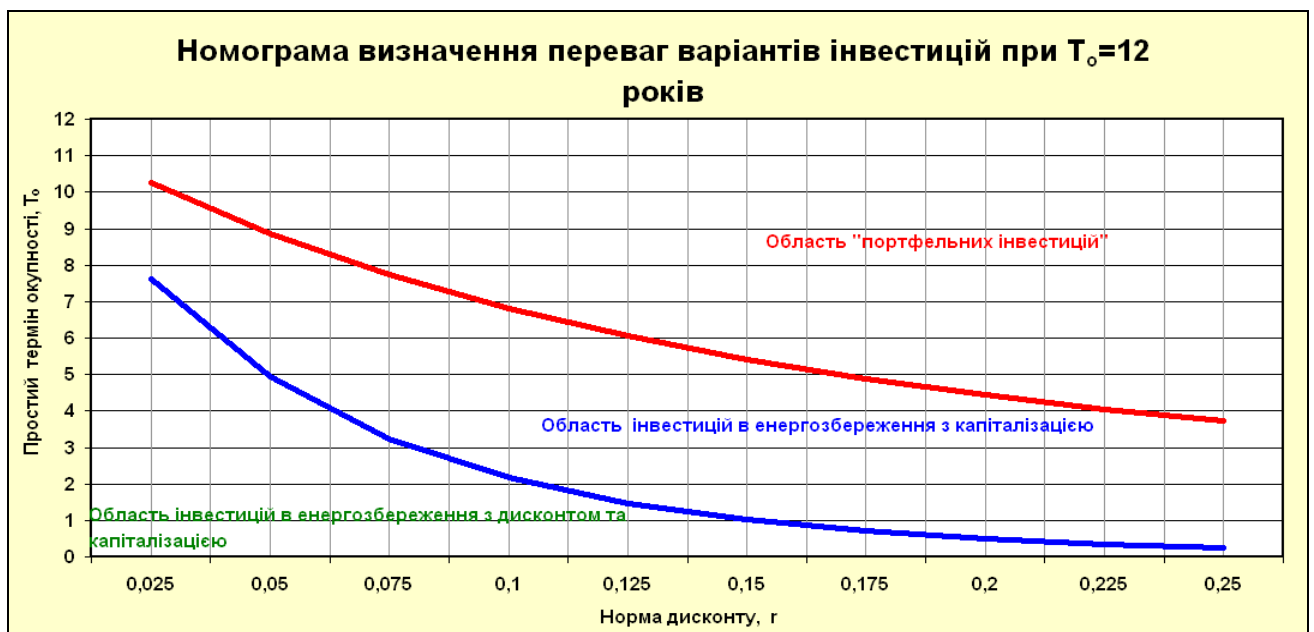
$$Д = К ( 1 + r )^{Тсл} < НД_{Тсл} = \Delta Д [ ( 1 + r )^{Тсл} - 1 ] / r \quad ( В )$$

Звідси:

$$Т_о < [ ( 1 + r )^{Тсл} - 1 ] / ( 1 + r )^{Тсл} r \quad ( Г )$$

Якщо на одному графіку сумістити залежності ( Б ) та ( Г ) при певному терміні експлуатації енергозберігаючих заходів, наприклад  $Т_{сл} = 12$  років, то отримаємо графік, що дає змогу робити висновки про вибір варіантів інвестицій в залежності від простого строку окупності  $Т_о$  та величини норми дисконту  $Г$ .

Рисунок 3



З графіку (номограми) (мал. 6) видно, що при нормі дисконту  $Г = 0,1$  та вище ефективність інвестицій в енергозберігаючі заходи в значній мірі обмежені (якщо підходити до них виключно з економічних позицій). Дійсно, вкладання коштів в енергозберігаючі заходи має сенс якщо бездисконтний термін окупності цих заходів становить не більше 3 - 4 років.

Такі номограми можуть бути розроблені для інших строків окупності  $T_{cl} = 5; 10; 15; 20; 25$  років. По цим номограмам можливо прослідкувати закономірність змін ефективності інвестицій при збільшенні довготривалості інвестицій.

Підвищення ефективності інвестицій можливе при зсуванні точок перетину значень  $T_0$  та  $\Gamma$ , що відповідають цим інвестиціям («робочих точок» відповідних інвестицій), в ліву частину номограм. Така ситуація можлива при зниженні норм дисконту (ступені інфляції, банківських ставок та ризиків). Це підтверджує відому тенденцію, що довготривалість інвестицій визначається ступінню економічного благополуччя країни, стабільністю економічного зростання, підходами до інноваційних процесів.

Облікова ставка – це основний монетарний інструмент Національного банку за допомогою якого встановлюється орієнтир, щодо вартості залучених грошових коштів.

Облікова ставка враховує:

- прогнозний та фактичний рівень інфляції та рівень інфляції за попередні періоди;
- темпи приросту грошової маси в обігу;
- динаміку процентних ставок на міжбанківському ринку кредитних ресурсів;
- динаміку процентних ставок за кредитами та депозитами банків.

При визначенні облікової ставки Національний банк враховує й інші фактори, які можуть вплинути на вартість коштів у національній валюті - інфляційні або девальваційні очікування, процентні ставки рефінансування, які використовуються центральними банками країн, що мають тісні торговельно-економічні зв'язки з Україною, тощо.

Діапазон змін облікової ставки Національного банку України на найближчі 5-10 років можливо очікувати на рівні 5-8 %. Відповідно діапазон змін норми дисконту можна прийняти на рівні 10-15% приймаючи до уваги, що завжди норма дисконту більша від облікової ставки.

Все, що сказано вище стосується безризикової норми дисконту.

На вимогу інвестора, зважаючи на ризики, які завжди мають місце, ставку дисконтування можна приймати на 2 – 3 % відсотка вище прогнозованої безризикової норми дисконтування.