

УДК 643/645:303725(477)

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТІВ ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА У ЖКГ

**Горошкова Л.А.**, д.е.н., доцент кафедри менеджменту організацій та логістики, академік Академії економічних наук України

**Волков В.П.**, д.т.н., проф., проректор з науково-педагогічної роботи, академік Академії економічних наук України

**Коваленко Г.В.**, аспірант кафедри менеджменту організацій та логістики ДВНЗ «Запорізький національний університет»

### **Горошкова Л. А., Волков В.П., Коваленко Г.В. Оцінка ефективності проектів державно-приватного партнерства у ЖКГ**

Показано, що традиційні показники доцільності реалізації проекту, як чистий дисконтований дохід (NPV), внутрішня норма рентабельності (IRR) та термін окупності (PP) використовуються за умови, що відомі грошові потоки проекту. На практиці, це не завжди так, що і дозволило запропонувати для оцінки реальних інвестиційних проектів державно-приватного партнерства у житлово-комунальному господарстві використати математичний апарат нечітких множин, коли певну частину параметрів проекту можуть оцінити експерти.

Доведено, що особливістю проектів у сфері ЖКГ є одночасне досягнення економічної і соціальної ефективності, тобто параметри оцінки проекту мають бути одночасно кількісними і якісними. Показано, що одночасно оцінити кількісні і якісні показники можливо за умови використання математичного апарата теорії нечітких множин.

Встановлено, що використання математичного апарата нечітких множин щодо оцінки інвестиційних проектів, буде сприяти підвищенню достовірності прогнозних розрахунків щодо економічної і соціальної ефективності реалізації програм та проектів.

### **Goroshkova L., Volkov V., Kovalenko G. The Estimation of efficiency of the projects of state-private partnership in a housing and municipal services**

Is shown, that traditional parameters of expediency of realization of the project, as pure discount the income (NPV), internal norm of profitability (IRR) and term of pay back (PP) are used under condition of, when the money flows of the project are known. In practice, it not always so, as has allowed to offer for an estimation of the real investment projects of state-private partnership in a housing and municipal services to use the mathematical device of indistinct sets, if the certain part of parameters of the project can be estimated by the experts.

Is proved, that the feature of the projects in sphere of a housing and municipal services is their simultaneously economic and social efficiency, that is the parameters of an estimation of the project are simultaneously quantitative and qualitative. Is shown what simultaneously to estimate quantitative and qualitative parameters probably under condition of use of the mathematical device of the theory of indistinct sets.

Is established, that use of the mathematical device of indistinct sets for an estimation of the investment projects, promotes increase of reliability forecast of accounts of economic and social efficiency of realization of the programs and projects.

### **Горошкова Л. А., Волков В.П., Коваленко Г.В. Оценка эффективности проектов государственно-частного партнерства в ЖКХ**

Показано, что традиционные показатели целесообразности реализации проекта, такие как чистый дисконтированный доход (NPV), внутренняя норма рентабельности

(IRR) и срок окупаемости (PP) используются при условии, что известные денежные потоки проекта. На практике, это не всегда так, что и позволило предложить для оценки реальных инвестиционных проектов государственно-частного партнерства в жилищно-коммунальном хозяйстве использовать математический аппарат нечетких множеств, когда определенную часть параметров проекта могут оценить эксперты.

Доказано, что особенностью проектов в сфере ЖКГ есть одновременное достижение экономической и социальной эффективности, то есть параметры оценки проекта должны быть одновременно количественными и качественными. Показано, что одновременно оценить количественные и качественные показатели возможно при условии использования математического аппарата теории нечетких множеств.

Установлено, что использование математического аппарата нечетких множеств для оценки инвестиционных проектов, будет способствовать повышению достоверности прогнозных расчетов экономической и социальной эффективности реализации программ и проектов.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.** Інвестиційний стан суспільства є ключовою складовою економічною безпекою держави, що формується, перш за все, на рівні галузей національного господарства. За таких умов проблема пошуку оптимальних механізмів регулювання інвестиційних процесів на галузевому рівні набуває особливої актуальності. В першу чергу це стосується такої соціально орієнтованої галузі, як житлово-комунальне господарство, стан якої є незадовільним, що викликає занепокоєння.

**Аналіз основних досліджень чи публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор.** Сучасними аспектами вирішення проблем розвитку ЖКГ займаються Дорофійко В.В., Запатріна І.В., Качала Т.М., Кизим М.О., Тищенко О.М., Поважний О.С. та ін. [1-3]. Результати власних досліджень проблеми наведені в [3-8].

**Виокремлення невирішених проблем, яким присвячена стаття.** Зазначені особливості зумовлюють доцільність пошуку шляхів та можливостей залучення інвестиційних ресурсів у житлово-комунальному господарстві на засадах державно-приватного партнерства та розробки відповідного методологічного апарату оцінки ефективності таких проектів.

**Формування цілей статті.** Метою роботи є дослідження можливостей використання державно-приватного партнерства в процесі побудови ефективної моделі розвитку житлово-комунального господарства, а саме розробки методології оцінки та управління інвестиційними проектами в галузі на засадах державно-приватного партнерства з урахуванням її специфіки.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** В Україні держава не спроможна в повній мірі задовольнити потреби у фінансових ресурсах такої соціально важливої галузі, як ЖКГ. Її важливість зумовлена тим, що галузь надає послуги, формує базові умови життя населення. Це, у свою чергу, впливає на соціально-економічну ситуацію у регіоні. Тому найбільша зацікавленість у оптимізації фінансування ЖКГ та вдосконаленні нормативно-правового забезпечення державно-приватного партнерства є на регіональному рівні.

Сьогодні в Україні є умови для реалізації державно-приватного партнерства у житлово-комунальному господарстві. Прийнято низку нормативно-правових актів і програм, зокрема Закони України «Про концесію» (16.07.1999 р.), «Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2009 – 2014 роки» (11.06.2009 р.), Концепція розвитку державно-приватного партнерства у житлово-комунальному господарстві (16.09.2009 р.) і «Про державно-приватне партнерство (01.07.2010 р.).

Доцільним є об'єднання зусиль і фінансових ресурсів держави та приватних інвесторів для модернізації ЖКГ і відновлення житлового фонду. При цьому необхідно не тільки справедливо розподіляти отримані прибутки, а й ризики, пов'язані з діяльністю у цій сфері.

Закон України «Про державно-приватне партнерство» передбачає справедливий розподіл ризиків між державою і приватними інвесторами. Проте, зарубіжні фахівці вважають, що на початковому етапі розвитку ДПП доцільним буде ризик в більшій мірі покласти на державного партнера. З часом, по мірі отримання позитивного досвіду, ризик можливо розподілити більш справедливим чином.

В процесі реалізації ДПП доцільними є використання не договорів оренди, а концесії. Це, з одного боку, забезпечить підвищення гарантій для приватного бізнесу щодо окупності інвестицій. З іншого – сприятиме процесу модернізації основного капіталу ЖКГ.

Особливістю ЖКГ є те, що галузь в усьому світі є капіталоємною, для окупності інвестицій необхідні десятки років. Тому для того, щоб приватні інвестори були зацікавлені у інвестуванні в ЖКГ, необхідно створювати сприятливі для цього умови. В Україні ця проблема набуває особливої актуальності у зв'язку з тим, що недостатнім є фінансування галузі за рахунок бюджетних коштів, у тому числі спрямування інвестицій у основний капітал.

Одним з напрямів використання можливостей ДПП є реалізація проектів підвищення енергоефективності вітчизняного ЖКГ. Аналіз закордонного досвіду розв'язання проблем енергоефективності свідчить про можливість економії паливно-енергетичних ресурсів за рахунок впровадження енергозощаджуючих технологій, матеріалів та організаційних заходів. Досвід запровадження в Німеччині заходів енергозощадження підтверджує, що на шляху подолання адміністративно-господарсько-фінансових перешкод важливе значення має поєднання таких компонентів, як інформація, законодавчі вимоги, податки та активна позиція громади, фінансова підтримка. Залучення інвестиційних ресурсів приватного бізнесу на засадах ДПП – найбільш оптимальний шлях підвищення енергоефективності вітчизняного ЖКГ.

Важливим питанням, що постає перед будь-яким інвестором – це економічна ефективність проекту та термін його окупності. Особливістю проектів у сфері ЖКГ є їх одночасно економічна і соціальна ефективність, тобто параметри оцінки проекту є одночасно кількісними і якісними. Це важливо враховувати при виборі варіанта інвестиційного проекту, що буде реалізований на засадах ДПП. Одночасно оцінити кількісні і якісні показники можливо за умови використання математичного апарата теорії нечітких множин.

Нечіткі множини були визначені Л.Заде у 1965 році [9]. З одного боку вони дали можливість звести якісні експертні оцінки до кількісних, числових. З іншого – нечіткі множини надають експерту можливість більш гнучко оцінювати числові показники. У загальному випадку показник доходу, наприклад, можливо оцінити песимістично ( $a_{пес}$ ), оптимістично ( $a_{опт}$ ) і найбільш ймовірно ( $a_{імов}$ ). Отриману таким чином інформацію можливо об'єднати у вигляді нечіткого трикутного числа  $A = (a_{пес}, a_{імов}, a_{опт})$ . Надалі отримані нечіткі числові показники порівнюються з показниками для інших об'єктів.

Нечітка множина  $A$  задається за допомогою функції приналежності –  $\mu_A(x)$ , значення якої є числом між 0 та 1, що показує приналежність елемента  $x$  до множини  $A$ . На відміну від звичайних множин, існують і проміжні ступені приналежності, наприклад,  $\mu_A(x) = 0,5$ .

Будемо вважати, що нечітка множина  $A$  нормується, тобто існує такий елемент  $\mu_A(x) = 1$ . У випадку двох нечітких множин  $A$  і  $B$ , функції приналежності будуть мати вигляд:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

для операції об'єднання  $A \cup B$ , перетинання  $A \cap B$  та доповнення  $\bar{A}$  нечітких множин.

На практиці використовують нечіткі числа у трикутному та трапецевидному вигляді.

Трапецевидне число має функцію приналежності, що задається формулою:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \text{ } x > a_4 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_2 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \end{cases}$$

де  $a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4$ .

Воно позначається як  $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ . У випадку, коли  $a_2 = a_3$ , отримуємо трикутне число:  $A = (a_1, a_2, a_4)$ .

Якщо  $A$  – нечітке число, а  $\mu_A(x)$  – його функція приналежності, тоді значення  $\mu_A(x)$  показує можливість того, що нечітка величина  $A$  прийме значення  $x$ .

Таким чином, можливо запропонувати проведення оцінки інвестиційної привабливості проекту у ЖКГ у такій послідовності:

1) Визначення основних кількісних і якісних параметрів проекту, що будуть використані для його інтегральної оцінки.

2) Кількісне оцінювання проекту за допомогою критерія нечіткого NPV, що є сумою нечітких дисконтованих значень для усіх компонент грошового потоку проекту.

Традиційними показниками доцільності реалізації проекту є чистий дисконтований дохід (NPV), внутрішня норма рентабельності (IRR) та термін окупності (PP). В теорії, ці показники використовуються за умови, що відомі грошові потоки проекту. Але, на практиці, це не завжди так. Саме тому доцільно для оцінки реальних інвестиційних проектів у ЖКГ використати математичний апарат нечітких множин, коли певну частину параметрів проекту можуть оцінити експерти.

В теорії нечітких множин грошовий потік проекту можливо задати у вигляді нечіткого трапецевидного числа  $C_t = (c_{t1}, c_{t2}, c_{t3}, c_{t4})$ . Аналогічним чином представимо у вигляді нечіткого числа і ставку дисконтування  $r = (r_1, r_2, r_3, r_4)$ . Нечітке NPV є сумою нечітких дисконтованих значень для усіх компонент грошового потоку проекту:

$$NPV = \sum_{t=0}^T PV(C_t).$$

У свою чергу, дисконтовані значення  $PV(C_t)$  отримують шляхом застосування принципу розширення до класичної формули  $PV(C_t) = \frac{C_t}{(1+r)^t}$ . У підсумку отримаємо дисконтований чистий грошовий потік у момент часу  $t$ :

$$PV(C_t) = \left( \frac{\max(c_{t1},0)}{(1+r_4)^t} + \frac{\min(c_{t1},0)}{(1+r_1)^t}, \frac{\max(c_{t2},0)}{(1+r_3)^t} + \frac{\min(c_{t2},0)}{(1+r_2)^t}, \frac{\max(c_{t3},0)}{(1+r_2)^t} + \frac{\min(c_{t3},0)}{(1+r_1)^t}, \frac{\max(c_{t4},0)}{(1+r_1)^t} + \frac{\min(c_{t4},0)}{(1+r_4)^t} \right)$$

Таким чином, отримаємо:

$$NPV = \left( \sum_{t=0}^T d_{t1}, \sum_{t=0}^T d_{t2}, \sum_{t=0}^T d_{t3}, \sum_{t=0}^T d_{t4} \right),$$

де  $PV(C_t) = (d_{t1}, d_{t2}, d_{t3}, d_{t4})$ .

3) Розрахунок нечіткого числа, що є унормованою оцінкою групи кількісних показників проекту за формулою (1) (нечітке NPV):

$$\bar{B} = (b_1/M, b_2/M, \dots, b_n/M), \quad (1)$$

де

$\bar{B}$  – нечітке число, що лежить в інтервалі від 0 до 1;

$b_1, b_2, \dots, b_n$  – кількісна оцінка проекту;

$M$  – середнє значення сукупності кількісних оцінок параметрів проекту;

$n$  – кількість оцінюваних параметрів.

4) Проведення експертної оцінки ризиків проекту за бальним методом з використанням імовірнісних методів. Оцінити ризики проектів можливо також на основі методології теорії нечітких множин. Такий підхід передбачає використання величин NPV. З урахуванням того, що одним з критеріїв інтегральної оцінки нами запропоновано використати нечітке NPV, ризики доцільно оцінювати на основі незалежних величин.

5) Розрахунок нечіткого числа, що є оцінкою якісних параметрів проекту за формулою (2):

$$\bar{A} = (a_1, a_2, \dots, a_n), \quad (2)$$

де

$\bar{A}$  – нечітке число, що лежить в інтервалі від 0 до 1;

$a_1, a_2, \dots, a_n$  – числові характеристики параметрів проекту;

$n$  – кількість оцінюваних параметрів;

6) Визначення ваги кількісних ( $y$ ) і якісних ( $x$ ) характеристик проекту.

7) Розрахунок інтегральної оцінки проекту за формулою:

$$X = (x \times a_1 + y \times b_1/M; x \times a_2 + y \times b_2/M; \dots, x \times a_n + y \times b_n/M),$$

де

$y$  – кількісні характеристики проекту;

$x$  – якісні характеристики проекту;

$n$  – кількість оцінюваних параметрів;

8) Проведення оцінки усього обраного переліку параметрів проекту;

9) Рейтингова оцінка параметрів проекту.

Для порівняння нечітких чисел (складання рейтингу) скористаємось такими методами:

1) Метод Чью-Парка.

Фіксується параметр  $w$  (довільне число). Кожному трапецевидному числу  $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$  ставиться у відповідність чітке число:

$$sr(A) = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4} + w \frac{a_2 + a_3}{2}.$$

Впорядкування здійснюється в міру зростання  $sr(A)$ .

2) Метод Чанга.

Трапецевидні числа  $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$  впорядковуються в міру зростання їх величин:

$$\text{ch}(A) = \frac{a_3^2 + a_3 a_4 + a_4^2 - a_1^2 - a_1 a_2 - a_2^2}{6}.$$

3) Метод Кауфмана-Гупти

Визначають такі три величини:

$$\text{kg}_1(A) = \frac{a_1 + 2a_2 + 2a_3 + a_4}{6};$$

$$\text{kg}_2(A) = \frac{a_3 + a_4}{2};$$

$$\text{kg}_3(A) = a_4 - a_1.$$

Вважаємо, що  $A \geq B$ , якщо  $\text{kg}_1(A) \geq \text{kg}_1(B)$  або  $\text{kg}_1(A) = \text{kg}_1(B)$  та  $\text{kg}_2(A) > \text{kg}_2(B)$ , або  $\text{kg}_1(A) = \text{kg}_1(B)$ ,  $\text{kg}_2(A) = \text{kg}_2(B)$  та  $\text{kg}_3(A) > \text{kg}_3(B)$ .

4) Метод Джейн

Задається порядок в наборі нечітких чисел  $A_1, A_2, \dots, A_n$ . Вважаємо, що можливі значення чисел з цього набору лежать у проміжку від  $b_1$  до  $b_2$ . Тоді нечітке число  $B = (b_1, b_2, \infty, \infty)$  можливо розглядати як нечітку множину «великих чисел». Для кожного  $A_i$  розглядається ступінь, в якому число  $A_i \in$  «великим»:

$$\text{Pos}(A_i \in B) = \max \min(\mu_{A_i}(x), \mu_B(x)).$$

Набір  $A_1, A_2, \dots, A_n$  впорядковується в міру зростання величини  $\text{Pos}(A_i \in B)$ , де  $\in$  – знак приналежності.

5) Метод Дюбуа-Прада.

Як і у попередньому методі Джейн, розглядається набір нечітких чисел  $A_1, A_2, \dots, A_n$ . Кожному числу  $A_i$  відповідає його ступінь домінування над іншими числами:

$$\text{PD}(A_i) = \text{Pos}(A_i \geq \max_{j \neq i} A_j) = \min \max_{j \neq i} \min(\mu_{A_i}(x), \mu_{A_j}(y)).$$

Числа впорядковуються в міру зростання величини  $\text{PD}(A_i)$ .

Умовою ефективної взаємодії держави та бізнесу в реалізації проектів є сприятливий інвестиційний клімат у країні. На нашу думку, одним з факторів, що створює умови, сприятливі для інвестування, є тарифна політика у ЖКГ.

З ефективністю системи ДПП в Україні, на нашу думку пов'язане ще одне питання – тарифна політика природної монополії, якою є ЖКГ. Однією з умов щодо ефективності реалізації проектів ДПП у сфері ЖКГ є їх довготривалий характер. Вважається, що середній термін окупності інвестиційних проектів у цій сфері складає 5 – 10 років. Від рівня тарифів (цін) залежить прибуток, що може бути отриманий в процесі реалізації проектів і, як наслідок термін окупності. Тому, на нашу думку, фактором ризику є тарифна політика у ЖКГ. Зменшити ризик інвестора можливо за рахунок стабільної політики ціноутворення впродовж періоду реалізації проекту. Часті зміни тарифів можливо вважати дестабілізуючим фактором, що підвищує рівень невизначеності і ризику щодо очікуваних термінів окупності проектів.

**Висновки з проведеного дослідження.** Встановлено, що використання математичного апарату нечітких множин щодо оцінки інвестиційних проектів державно-приватного партнерства у ЖКГ, буде сприяти підвищенню достовірності прогнозних розрахунків щодо економічної і соціальної ефективності реалізації програм та проектів.

Доведено, що для оцінки реальних інвестиційних проектів у ЖКГ доцільно використовувати математичний апарат нечітких множин. З урахуванням високої енергоемності вітчизняного ЖКГ, при оцінці інноваційно-інвестиційних проектів запропоновано використовувати додатковий до фінансових критеріїв показник енергоемності проекту.

## Список використаних джерел:

1. Запатрина И.В. Жилищно-коммунальная инфраструктура: реформы и система их финансового обеспечения: Монография / И.В.Запатрина. – Киев.: Ин-т эк-ки и прогнозир., 2010. – 336 с.
2. Реформування житлово-комунального господарства: теорія, практика, перспективи: Монографія / О.М.Тищенко, М.О.Кизим, Т.П.Юр'єва, С.Ю.Юр'єва, І.В.Покуца. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2008. – 368 с.
3. Наукові засади реформування і розвитку житлово-комунального господарства: Монографія / Поважний О.С., Попов О.П., Запатрина І.В., Волков В.П. та ін. Черкаси: Брама-Україна, ЧДТУ, 2011. – 436 с.
4. Волков В.П. Моделювання умов безбитковості функціонування житлово-комунального господарства України / В.П.Волков, Л.А.Горошкова // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності: Збірник наукових праць. – Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2013. – Вип. 1. – Т. 1 – С.179–183.
5. Волков В.П. Складові фінансово-економічної безпеки житлово-комунального господарства України / В.П.Волков, В.Шмаль, Л.А.Горошкова // Комунальне господарство міст: Науково-технічний збірник. – Харків: Харківська національна академія міського господарства, 2013. – Вип.108. – С.279 - 285.
6. Волков В.П. Якість житлово-комунальних послуг як складова системи соціальної відповідальності підприємств галузі / В.П.Волков, Л.А.Горошкова, В.Шмаль // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Економіка»: Збірник наукових праць. – Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2014. – Вип.3 (44). – С.86-90.
7. Пат. 82983 Україна, МПК (2013.01) G06Q90/00; G06Q10/06 (2012.01). Спосіб прогнозування розвитку складних систем / Волков В.П., Горошкова Л.А.; заявник та патентовласник ДВНЗ «Запорізький національний університет» МОН України. – №u201301645; заявл. 11.02.2013 р.; опубл. 27.08.2013 р., Бюл. № 16.
8. Пат. 87905 Україна, МПК (2014.01) G06Q90/00; G06Q10/06 (2012.01). Спосіб оцінки житлово-комунальних послуг / Волков В.П., Горошкова Л.А.; заявник та патентовласник ДВНЗ «Запорізький національний університет» МОН України. – №u201310288; заявл. 21.08.2013 р.; опубл. 25.02.2014 р., Бюл. № 4.
9. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к пинятию приближенных решений / Л.А.Заде. – М.:Мир, 1976. – 165 с.

**Ключові слова:** державно-приватне партнерство, теорія нечітких множин, житлово-комунальне господарство, нерухомість

**Ключевые слова:** государственно-частное партнерство, теория нечетких множеств, жилищно-коммунальное хозяйство, недвижимость

**Key words:** state-private partnership, theory of indistinct sets, housing and communal services, real estate