

внести пропозиції щодо покращення протигазу РХ-4Е. Вони були включені до технічних вимог на новий респіратор, особливо щодо витримки температурного навантаження. Ці технічні вимоги розроблені у Відділі засобів захисту органів дихання НВО "Респіратор" НДІ гірничорятувальної справи у м.Донецьку. В результаті спільної роботи пожежного гарнізону м.Києва та працівників НВО "Респіратор" створений новий респіратор РХ-4П. Він має габаритні розміри 458x364x170 мм і призначений для роботи при температурі навколишнього середовища від -10 до +60 °С. Запуск проводиться при умовах, що відповідають умовам збереження, тобто при температурі навколишнього повітря вище +5 °С.

Таким чином, дослідження показали, що метрополітен є небезпечним об'єктом з пожежної безпеки та охорони праці пожежників. Для покращення умов гасіння пожеж постійно розробляються заходи щодо забезпечення пожежників надійними засобами захисту органів дихання, а саме створено протигаз РХ-4П, що пройшов апробацію в Київському гарнізоні пожежної охорони МВС України.

1. Овчаров В.К., Ильнинский Э.Г., Конопелько Е.И. Респираторы с химически связанным кислородом - средство защиты органов дыхания в экстремальных условиях // Организм и окружающая среда: жизнеобеспечение и защита человека в экстремальных условиях. Т. II. – М.: Слово, 2000. – С.30-31.

2. Овчаров В.К., Ильнинский Э.Г. Конопелько Е.И., Данилевский М.Т. Респиратор для ведения тяжелых работ, отвечающий европейским требованиям безопасности // Горноспасательное дело: Сб. научн. тр. НИИГД. – Донецк: Лебедь, 1998. – С.59-60.

*Отримано 28.08.2001*

УДК 336.01(477)

**І.М.СТЕПУРІН**

*Підприємство АТЗТ "Самміт", м.Київ*

## **ЕКОНОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ВИБОРУ КРИТЕРІЇВ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ**

Пропонується економетрична модель вибору критеріїв економічної ефективності інвестиційних проектів будівельних організацій.

Економіко-статистичні моделі часто складаються з регресійних рівностей і тотожностей, за якими визначають параметри економічних показників. Співвідношення між ними встановлюється за допомогою коефіцієнтів регресії, що розраховуються на базі статистичних даних у часі або в просторі. Вони допомагають оцінити вплив окремих економічних чинників на економічний процес, зіставити вплив випадкових і детермінованих факторів, оцінити альтернативи розвитку процесу. Го-

ловна особливість цих моделей визначається імовірним характером складових частин і зв'язків. Це знижує адекватність моделі реальному процесу.

Основні труднощі при використанні цих моделей виникають у зв'язку з методологією їх створення: апарат теорії ймовірностей та математичної статистики не враховує економічного змісту факторів, що входять до моделі, можливість виникнення помилкової кореляції або, навпаки, відсутність важливих чинників з точки зору економічної теорії, наявність автокореляції. Апарат кореляційного аналізу висуває ряд вимог до вхідної інформації, які не завжди можна виконати. Ця проблема частково вирішується за допомогою регресійних моделей.

Оцінка якості регресійних рівнянь проводиться за стандартними похибками рівнянь та їх параметрів і коефіцієнтом множинної детермінації. Зіставлення стандартних похибок з абсолютним значенням вимірюваної величини, на наш погляд, не є правомірним. Правильним, як нам здається, є порівняння стандартної похибки із середнім значенням приростів, що знаходить відображення в коефіцієнті множинної детермінації. Бажано, щоб він був у межах від 0,9 до 1. Коефіцієнт множинної детермінації показує, якою є частка змін факторів, він пояснюється змінами показника, на який ці фактори впливають. Треба також враховувати наявність або відсутність автокореляції, випадкових похибок. Використовується ще статистичний критерій регресійного рівняння – набір відповідних стандартних похибок для його коефіцієнтів. Він визначає зв'язок кореляції між показником і кожним фактором.

Зовнішні процеси неможливо точно передбачити, тому що на них впливають випадкові фактори. Недостатність і неточність інформації про досліджуваний процес посилюють невизначеність, тому використовуються економіко-математичні моделі, в яких безпосередньо враховуються випадковість і невизначеність значень параметрів, що входять до моделі. Однак виникають проблеми створення апарату перевірки адекватності отриманої моделі реальній ситуації. Як відомо, критерієм істини є практика, тому будь-яка побудована модель має бути перевірена на реальних об'єктах за отриманими результатами. Значну допомогу верифікації моделей можуть надати логічні зіставлення, статистичні критерії та економічні дослідження. Методи перевірки можуть виявити некоректність створеної моделі [1].

У ринкових умовах, особливо в країнах з перехідною економікою, виникає проблема одержання критерію економічної ефективності, за яким можна визначити доцільність здійснення інвестиційних проектів.

Найбільш поширеними є критерії “чистий дисконтний доход”, “внутрішня норма рентабельності” й “строк окупності”. Ці критерії мають переваги тоді, коли економіка знаходиться в стаціонарному середовищі, де дуже мало впливають конкурентні умови й випадкові фактори. У перехідний період до ринку на складові частини цих критеріїв має значний вплив навколишнє середовище зі стохастичними процесами. Тому при розрахунках цих критеріїв у сучасних умовах потрібно враховувати реальний вплив випадкових факторів.

Отже, пропонується економетрична модель, в якій ці стохастичні впливи враховуються статистично. Для цього визначається один із критеріїв і фактори, які на нього впливають, і розглядаються три види залежностей критерію від факторів:

$$K_1 = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i ;$$

$$K_2 = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i x_j ;$$

$$K_3 = \prod_{i=1}^n a_0 x^{a_i} ,$$

де  $K$  – значення критерію;  $x_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) – значення факторів.

Перша залежність є лінійною, друга – мультиплікативною, а третя – квадратичною.

У цих формулах невідомими виступають параметри  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n, a_{ij}$ , які обчислюють за методом найменших квадратів на підставі реальних статистичних даних для критеріїв і факторів. Тобто вважаємо, що є статистика для об'єктів  $1, 2, \dots, k, \dots, m$ :

$$x_k \quad (i = 1, 2, \dots, n; \quad k = 1, 2, \dots, m),$$

$$Y_k \quad (k = 1, 2, \dots, m),$$

де  $Y_k$  – значення критерію для  $k$ -го об'єкта.

На підставі цих даних за методом найменших квадратів розраховують параметри  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n, a_{ij}$  для кожного з трьох видів функцій для критерію і обчислюють для них середньоквадратичну похибку та коефіцієнти еластичності. Проводять аналіз коефіцієнтів еластичності на відповідність економічному змісту. Якщо ця відповідність є,

то така функція приймається.

З цих трьох функцій обирають ту, для якої середньоквадратична похибка найменша.

Для отримання стратегій використання інвестицій можна прийняти такі фактори:

$x_1$  – ресурсовіддача,  $x_2$  – фондовіддача,  $x_3$  – коефіцієнт ліквідності,  $x_4$  – коефіцієнт покриття,  $x_5$  – прибутковість акцій,  $x_6$  – коефіцієнт швидкої платоспроможності,  $x_7$  – коефіцієнт фінансової залежності,  $x_8$  – рентабельність продукції.

В економіко-статистичній моделі присутні фактори  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , показник-критерій  $y$  і параметри  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n, a_{ij}$ , що характеризують модель конкретного економічного процесу. Для їх знаходження можна застосувати математичні методи. Найбільш поширеним і точним є метод найменших квадратів. Розглянемо суть цього методу. Для конкретного економічного процесу проводять спостереження і підраховують дані про фактори й показник. На підставі цих даних знаходять такі значення параметрів  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n, a_{ij}$ , за яких буде найменшою сума квадратів відхилень теоретичних значень (обчислених за обраною функцією) від фактичних (спостережень) для обраного показника.

Метод найменших квадратів має ряд переваг порівняно з іншими методами. Ці методи можна оцінити за такими критеріями:

а) відсутність відхилення; б) найменша дисперсія; в) ефективність; г) найкраща лінійна оцінка без відхилення (Best Linier Unbiased Estimator (Blue)); д) достатність використання всієї вибіркової інформації.

Метод найменших квадратів показує відсутність відхилення, якщо немає стохастичного впливу, дає найменшу дисперсію, тобто він є ефективним і достатнім.

Оцінка Blue, якщо вона без відхилень, має найменшу дисперсію і є лінійною функцією від значень, які спостерігають. Таку оцінку має метод найменших квадратів.

Після того, як знайдено параметри  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ , треба перевірити отриману залежність на придатність цієї функції. Для цього спочатку розраховують кореляційну матрицю  $R$ , що складається з коефіцієнтів кореляції  $Ch_{ik}$  між  $i$ -тим фактором і  $k$ -тим фактором або показником.

Якщо серед  $U_{ik}$  є значні величини, то це означає, що між факторами  $i$  та  $k$  є значні зв'язки і це треба врахувати: замінити функцію (1) на функцію (3), в якій вже враховуються ці залежності у вигляді добутків  $x_i x_k$ .

За методом найменших квадратів знову визначимо параметри функції (3) і перейдемо до наступної перевірки на зміст. Для цього обчислюємо коефіцієнти еластичності  $E_i$  показника  $y$  за факторами  $x_i$ :

$$E_i = \frac{x_i}{y} \frac{\partial y}{\partial x_i}.$$

Якщо ці коефіцієнти не відповідають економічному змісту впливу фактора на показник, то цю функцію треба відкинути й знайти іншу. А коли вони відповідають економічному змісту (якщо показник повинен зростати разом із ростом фактора  $x_i$ , то має бути  $E_i > 0$ ; якщо показник зменшуватиметься із ростом фактора  $x_i$ , то має бути  $E_i < 0$ ), тоді переходимо до наступного кроку – обчислюємо середньоквадратичну похибку:

$$Q = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (y_j(t) - y_j)^2,$$

де  $y_j(t)$  – теоретичне значення показника  $y$  при реальних значеннях факторів  $x_{ij}$  за спостереженнями, а  $y_j$  – його фактичне значення. Наприклад, для функції (1)

$$y_j(t) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_{ij}.$$

Необхідно знайти стандартне відхилення  $S$ :

$$S = \sqrt{Q}$$

і порівняти його із середнім значенням показника:

$$y = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m y_j$$

за формулою  $R = 100 \cdot S / y$  у процентах, тобто  $R$  – це відносна похибка.

Якщо ця похибка завелика, потрібно цю функцію відкинути й шукати іншу; якщо ж вона задовольняє дослідника, переходять до наступного кроку – перевірки на адекватність. Для цього зменшують базу  $m$  спостережень на  $h$  будь-яких, тоді база матиме  $m-h$  точок спостережень. На цій базі обчислюють функцію і середнє квадратичне відхилення теоретичних значень показника від фактичних у цих  $h$  точках:

$$G = \frac{1}{h} \sum_{j \in M} (y_j(t) - y_j)^2,$$

де  $M$  – множина точок, відкинутих з бази.

Якщо  $G$  невелике порівняно з  $Q$ , то функція приймається.

На підставі дослідження інвестиційних проектів реальних будівельних організацій у ринкових умовах дійшли висновку, що для визначення потенціалу організації найбільш важливими показниками ефективності інвестицій є коефіцієнт реінвестицій  $y_1$  і величина позикового капіталу  $y_2$  (залучених інвестицій).

Досліджували 25 будівельних організацій. Залежність коефіцієнта реінвестування  $y_1$  знаходили від таких факторів:  $x_1$  – ресурсовіддача,  $x_4$  – коефіцієнта покриття,  $x_8$  – рентабельності продукції.

Залежність величини позикового капіталу  $y_2$  розраховували від факторів:  $x_3$  – коефіцієнта ліквідності,  $x_4$  – коефіцієнта покриття,  $x_6$  – коефіцієнта швидкої платоспроможності.

Застосовуючи метод найменших квадратів, отримали такі конкретні залежності:

$$y_1 = -0,0238 + 2,755x_8 + 0,089x_4 + 0,104x_1 + 0,091x_1x_4;$$

$$y_2 = -25,125 + 44,735x_3 + 2,334x_4 + 7,173x_6.$$

Для визначення мультикореляції були обчислені коефіцієнти кореляції:  $\chi_{18}=0,214$ ;  $\chi_{14}=0,314$ ;  $\chi_{74}=0,112$ ;  $\chi_{36}=0,151$ ;  $\chi_{46}=0,110$ ;  $\chi_{34}=0,252$ .

Ці коефіцієнти кореляції, за винятком  $\chi_{14}$ , невеликі, тому можна встановити, що між факторами, які входять до залежностей  $y_2$ , мультикореляція є малою, а для показника  $y_1$  потрібно врахувати залежність між факторами  $x_1$  та  $x_4$  шляхом додання до рівняння членів з

добутком  $x_1 x_4$ .

Розраховані коефіцієнти еластичності для  $y_1$  такі:

$$E_{11}=0,75; E_{14}=0,58; E_{18}=1,09,$$

для  $y_2$  такі:

$$E_{23}=1,15; E_{24}=0,71; E_{26}=1,21.$$

На підставі цих значень можна зробити висновок, що найбільш впливовими на коефіцієнт реінвестування факторами є ресурсовіддача і рентабельність продукції, а на величину позикового капіталу (залучених інвестицій) – коефіцієнт ліквідності та коефіцієнт швидкої платоспроможності.

Відносна похибка для коефіцієнта реінвестування дорівнює  $R_1=0,9\%$ , а для величини позикового капіталу  $R_2=2\%$ . Ці похибки не є великими, а це означає, що знайдені функції для  $y_1$  та  $y_2$  добре відтворюють апроксимацію реальних даних.

Для визначення ступеня адекватності отриманих функціональних залежностей базу даних було скорочено на п'ять організацій. Для цього були обчислені середньоквадратичні відхилення:

$$D_1 = \frac{G_1 \cdot 100}{Q_1} = 1,2\% \text{ – для коефіцієнта реінвестування;}$$

$$D_2 = \frac{G_2 \cdot 100}{Q_2} = 1,7\% \text{ – для величини залучених інвестицій.}$$

Як видно з цих значень (вони малі), величина адаптації є прийнятною.

Таким чином, отримані конкретні функціональні залежності критеріїв ефективності досліджуваних інвестиційних проектів для конкретної групи підприємств, які функціонують у ринкових умовах і на які впливають випадкові процеси, пов'язані з функціонуванням ринку. Ці залежності можна використати для оцінки потенційних інвестиційних проектів будівельних організацій, які за своїми показниками та факторами є аналогічними групі організацій, для яких ці залежності вже отримано. Такий метод дає змогу оцінити варіанти інвестицій для подібних будівельних організацій, які входять до “портфеля” потенційних кандидатів на інвестування.

1. Крушевський А.В. Справочник по экономико-математическим моделям и методам. – К.: Техніка, 1982. – 208 с.

*Отримано 15.08.2001*