

Н. В. Семенченко,  
к. е. н., доцент кафедри теоретичної та прикладної економіки,  
Національний технічний університет України "КПІ"

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕДУРИ ЗЛИТТЯ Й ПОГЛИНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ

*Для визначення доцільності злиття чи поглинання стороннього підприємства та аналізу можливих наслідків цієї процедури розглядається динамічна модель у вигляді зведеної до форми Коші системи чотирьох звичайних диференціальних неоднорідних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.*

*Основна увага приділяється стратегічному управлінню компанією — дослідженню можливих і допустимих заходів, що забезпечать збільшення частки підприємства на ринку з монополістичною (недосконалою) конкуренцією.*

*Пропонується методика аналізу успішності процедури злиття чи поглинання певної компанії через аналіз лінійного критерію реструктуризації із застосуванням експертних оцінок.*

*To determine the feasibility of a merger or acquisition of any foreign enterprise and analysis of possible consequences of this procedure is considered a dynamic model in a consolidated form to the shape of the Cauchy system of four ordinary differential inhomogeneous equations with constant coefficients.*

*Focuses on the strategic management of the company — the study of possible and permissible measures that will increase in the share of the enterprise market with monopolistic (imperfect) competition.*

*The technique of analyzing the success of a merger or acquisition of a certain company through the analysis of the linear criterion restructuring with application expertise.*

### ВСТУП

Структурування ринку в Україні все ще триває, і воно є основним чинником зростання кількості злиттів і поглинань. Це дає змогу вважати, що процеси в економіці, пов'язані зі зміною власників підприємств, триватимуть ще досить довго. Особливого масштабу вони набули протягом останніх 3—5 років, коли прискорився процес формування великого національного капіталу, який переріс у побудову бізнес-імперій найбільших українських олігархів. Активніше почали надходити іноземні інвестиції, що особливо помітно в банківській та страховій галузях, у секторах послуг та виробництва харчових продуктів.

Як вже зазначалося, злиття й поглинання дозволяють компаніям вирішувати ряд стратегічних задач, причому ініціатором цього процесу може бути як поглинач, так і власники (акціонери) компанії, що поглинається. Вся справа в тому, що невеликі підприємства почали відчувати, що вже не можуть успішно конкурувати на ринку, і в цій ситуації в них є практично лише два варіанти — або фінансування свого розвитку через залучення інвестиційних ресурсів (інвесторів треба шукати), або продаж компанії стратегічному інвестору з подальшим розвитком бізнесу вже всередині великого холдингу (теж треба шукати і покупця).

Звичайно, з іншого боку, дещо полегшує ситуацію те, що наряду з компаніями, зацікавленими в своїх продажах, знаходяться також і великі компанії, яким не вистачає певної ланки в їх структурі для успішного розвитку (зокрема, це вертикально інтегровані структури, але й при поглинанні однотипних компаній дохідна частина зростає значно швидше, ніж видаткова, тому горизонтальні поглинання теж для них вигідні).

Нестабільність правового поля в Україні, суттєві й часто не прогнозовані зміни ринкових умов, різні нюанси конкурентної боротьби, складні відносини з постачальниками та із збутовими структурами — всі ці фактори вимагають розробки та впровадження сучасних принципів і методів управління компанією, певних знань і навичок менеджерів усіх рівнів.

Вибір доцільної структури організації виробництва і функціонування управління в будь-якому підприємстві є дуже складною проблемою, що, на жаль, не допускає однозначного розв'язання. Проте, щоб визначити якісь об'єктивні засади доцільності застосування, зокрема, процесу злиття підприємств, розглядається та аналізується ряд чинників і серед них такі:

— розробка та вибір найкращої стратегії й тактики реформування і розвитку підприємства;

— детальний аналіз і розробка критеріїв порівняння варіантів його реструктуризації — злиття чи поглинання інших підприємств;

— вибір найкращої лінії поведінки з урахуванням мінімальної вартості ринкового середовища і отриманням найкращого прибутку.

У світовій економіці найпрогресивнішим та найефективнішим засобом управління організацією вважається стратегічне управління [1—4], яке відповідає змішаному (комбінованому) управлінню в теорії керування динамічними системами [5]. Воно складається з програмного управління та управління за зворотним зв'язком.

Управління за зворотним зв'язком дозволяє пристосовуватися до поточних (непрогнозованих) змін зовнішніх і внутрішніх умов функціонування (реалізовувати тактичні заходи — реакцію на непередбачуваний розвиток подій, зокрема на зміну обсягів продаж і на конкурентну боротьбу, що посилюється).

Інтегровану тактичну поведінку підприємства в просторі "виробництво — реалізація товарів чи послуг" пропонується моделювати, зокрема, системою чотирьох звичайних диференціальних неоднорідних рівнянь першого порядку із сталими коефіцієнтами і нестационарною правою частиною [6—9]:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= k_1 \left( \frac{u}{\alpha_2} - x_2 \right) + k_2 [q - (x_1 - x_3)], \\ \dot{x}_3 &= x_4, \\ \dot{x}_4 &= k_3 (x_2 - x_4) - k_4 [q - (x_1 - x_3)]. \end{aligned} \quad (1)$$

Тут  $x_2, x_4$  — відповідно кількість товару, яка щодоби виробляється і реалізується. Ці величини першим і третім рівняннями системи пов'язані з загальною кількістю виробленого і реалізованого товару на момент часу очевидними інтегральними співвідношеннями:

$$x_1(t) = \int_0^t x_2(\tau) d\tau, \quad x_3(t) = \int_0^t x_4(\tau) d\tau. \quad (2)$$

Друге й четверте рівняння системи (1) описують відповідно швидкості виробництва і реалізації товару (кількість товару за одиницю часу — одну добу; точкою позначена операція диференціювання). Якщо ці швидкості додатні, то

обсяги виробництва і реалізації зростають. Якщо швидкості дорівнюють нулю, то і виробництво, і реалізація стабільні. Нарешті, якщо швидкості від'ємні, то виробництво і реалізація товару спадають.

Знаки цих швидкостей визначаються правими частинами відповідних рівнянь, в яких стали додатні коефіцієнти  $k_j, j=1,4$ , характеризують оперативність реагування (швидкою) фірми на коливання умов як зовнішніх (наприклад, попиту на товар), так і внутрішніх (змінні  $x_j, j=1,4$ ) у процесі виробництва і реалізації товару.

Так, коефіцієнт  $k_1$  визначає, головним чином, проміжок часу, необхідний фірмі, щоб привести виробництво товару  $x_2$  у відповідність до зміни обсягу фінансування. Коефіцієнти  $k_2$  і  $k_4$  визначають проміжки часу, необхідні фірмі, щоб адекватно відреагувати процесами виробництва товару  $x_2$  (коефіцієнт  $k_2$ ) і його реалізації  $x_4$  (коефіцієнт  $k_4$ ) на зміну ситуації на складі: якщо, наприклад, кількість товару на складі зростає понад нормативний резерв  $q$ , то його виробництво  $x_2$  повинне протягом певної кількості днів поступово зменшуватися, а реалізація  $x_4$ , навпаки, — збільшуватися, щоб цей надлишок звести до нуля. Коефіцієнти  $k_2$  і  $k_4$  саме й визначають необхідні для цього кількості днів — окремо для виробництва і для реалізації. Нарешті, коефіцієнт  $k_3$  задає кількість днів, яка необхідна фірмі, щоб поставити добову реалізацію товару  $x_4$  у відповідність до його добового виробництва  $x_2$ , якщо останнє збільшилось чи зменшилось.

З прикладної теорії диференціальних рівнянь відомо, що ці коефіцієнти знаходяться в оберненій залежності від відповідних проміжків часу, тобто, якщо фірма через свою інертність спроможна відреагувати на зміну, наприклад, фінансування за 5 днів, то коефіцієнт  $k_1$  буде дорівнювати  $1/5$ . Тому, виходячи з реальних можливостей фірм і враховуючи певні нюанси їх діяльності, можна припустити, що всі коефіцієнти  $k_j, j=1,4$ , будуть менші за одиницю.

Величину  $u$  можна розглядати в системі (1) як механізм управління процесом виробництва товару, а рівняння (1) — як систему керування [5].

Добові витрати фірми можна задати формулою

$$u(x, t) = m(t) - b(t) + \frac{c}{6} \xi c x_4 \quad (3),$$

де  $m$  — заплановані добові витрати;  $b$  — добові непродуктивні (накладні) витрати (зокрема, віднесені до однієї доби витрати на охорону зовнішнього середовища, ремонт устаткування, обслуговування складної обчислювальної техніки, ремонтно-будівельні роботи, фінансування соціальних закладів тощо);  $c$  — ринкова ціна товару (тобто  $\frac{c}{6} c x_4$  — це надходження від добового продажу товару, причому коефіцієнт  $5/6$  відповідає 20% ПДВ),

$0 < \xi(t) \leq 1$  — деякий коефіцієнт, що дозволяє моделювати ситуацію, коли надходження  $\frac{c}{6} c x_4$  не повністю використовуються як внутрішні інвестиції на подальше виробництво товару.

Так, якщо попит перевищує пропозицію, то треба покласти  $\xi = 1$  і всі кошти, що надходять від продажу товару, направляти в його виробництво; в протилежному випадку надлишок коштів відправляється в банк (ця процедура не відображається в рівняннях (1)) і сприяє накопиченню інвестиційних коштів компанії.

Якщо  $x_1, x_3$  — це відповідно обсяги поточного виробництва і реалізації продукції, а  $\alpha_2, \alpha_4$  — питомі витрати на виготовлення і реалізацію одиниці продукції, то загальні поточні витрати  $U(t)$  фірми на  $t$ -й день року можна описати формулою:

$$U(t) = \alpha_2 x_1(t) + \alpha_4 x_3(t) + \alpha_1 t \quad (4),$$

де через позначені питомі невиробничі витрати.

Надходження  $C(t)$  від реалізації товару  $x_3$  можна обчислювати за формулою:

$$C(t) = \frac{c}{6} c x_3(t) \quad (5).$$

У результаті величина  $C(t) - U(t)$  буде визначати поточний прибуток  $P(t)$  фірми на  $t$ -й день року. Враховуючи (4) і (5), отримаємо для нього вираз:

$$P(t) = (\frac{c}{6} c - \alpha_4) x_3(t) - \alpha_2 x_1(t) - \alpha_1 t \quad (6).$$

Систему (1) із застосуванням виразу (3) неважко після незначних перетворень привести до вигляду:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= -k_2 x_1 - k_1 x_2 + k_2 x_3 + k_1 \xi \frac{c}{\alpha_2} x_4 + k_1 \frac{m-b}{\alpha_2} + k_2 q, \\ \dot{x}_3 &= x_4, \\ \dot{x}_4 &= k_4 x_1 + k_3 x_2 - k_4 x_3 - k_3 x_4 - k_4 q. \end{aligned} \quad (7).$$

Ця математична модель дозволяє впевнено використувати керування підприємством за принципом зворотного зв'язку, коли, наприклад, збільшення / зменшення попиту на товар чи послуги, що виробляються (пропонуються) фірмою-виробником, викликає відповідне збільшення / зменшення пропозиції. Таке керування дозволяє уникнути суттєвих збитків від надвиробництва та затоварювання складів. Вона також зручна тим, що її повний розв'язок дозволяє безпосередньо досліджувати і визначати вплив через величину  $m(t)$  на прибуток фірми кредитної політики (скільки, на який час і під які відсотки брати кредити або чи загалі вони потрібні), а маніпулюючи коефіцієнтом  $\xi$ , — визначати пряму залежність прибутку від внутрішніх інвестицій. Цей розв'язок також дозволяє враховувати маркетинг (зокрема, оцінювати фірмою свою частку ринку та свої можливості до її збільшення), детально досліджувати можливості, доцільність, затрати та наслідки від поглинання фірм-конкурентів з аналізом різних варіантів процедури злиття й поглинання.

Але треба зауважити, що при управлінні підприємством тільки за зворотним зв'язком хоча й можна зменшити ризик від можливих втрат через надлишкове виробництво товарів чи послуг, але така пристосованість до кон'юнктури ринку поведінка не супроводжується максимізацією прибутку.

Щоб отримувати більший прибуток, треба не пристосовуватися пасивно до ринкових умов, а намагатися активно впливати на них. Наприклад, при зменшенні попиту треба не згортати виробництво, відслідковуючи за принципом зворотного зв'язку коливання обсягів продажів, а посилюючи рекламу, поліпшуючи якість товару (послуг), впливаючи на конкурентів, намагатися збільшити попит на свій товар чи послуги, застосовувати злиття й поглинання з іншими компаніями. Це й досягається програмним (стратегічним) управлінням.

Програмне управління враховує цілі та стратегічні завдання, що постають перед фірмою-виробником, і всі ці її проблеми досить ефективно можна вирішувати із залученням відомих і добре розроблених математичних методів експертних оцінок, запропонувавши на їх основі певні критерії реструктуризації, що здатні суттєво полегшити підготовку, перебіг та передбачення наслідків злиття й поглинання підприємств. Ці критерії зручно використовувати у вигляді лінійної згортки:

$$I_j = \sum_{\xi=1}^N \beta_{j\xi} \Theta_{j\xi} \quad (8),$$

факторів якості злиття чи поглинання  $\Theta_{j\xi}$   $j$ -ї фірми з ваговими коефіцієнтами  $\beta_{j\xi}$ , що визначають значимість кожного з них. Ці коефіцієнти доцільно задавати формулою:

$$\beta_{j\xi} = \frac{1}{\Theta_{j\xi}^* - \Theta_{j\xi}^0} \quad (9),$$

з використанням максимальних  $\Theta_{j\xi}^*$  і мінімальних  $\Theta_{j\xi}^0$  значень факторів якості.

Критерії реструктуризації можна побудувати і на основі інших принципів та методів, наприклад, принципів гарантованого результату і врахування додаткових факторів, методів головного критерію, ідеальної чи оптимальної точок тощо [11—13].

Потрібно визнати, що лінійна згортка факторів якості (8) є достатньо обгрунтованим і логічно виправданим засобом розв'язання проблеми виявлення із замкнутої множини певних фірм-претендентів на злиття чи поглинання. Однак неодолим критерієм (8) вважається можливість компенсації надзвичайно малих (або, навпаки, великих) значень одних факторів якості досить великими (малими) значеннями інших, бо вагові коефіцієнти  $\beta_{j\xi}$  при факторах якості в різних фірм можуть бути різними. Та цей недолік можна якщо не повністю усунути, то значно применшити шляхом уведення об'єктивних (для всіх фірм однакових) вагових коефіцієнтів  $\beta_{j\xi}$  при відповідних параметрах довір'я. Тоді критерій (8) переписується у вигляді:

$$I_j = \sum_{\xi=1}^N \beta_{j\xi} \Theta_{j\xi}, \quad j = \overline{1, k}, \quad \sum_{\xi=1}^N \beta_{j\xi} = 1 \quad (10),$$

якщо  $\beta_{j\xi}$  задавати виразом:

$$\beta_{j\xi} = \frac{\beta_{j\xi}}{\sum_{\xi=1}^N \beta_{j\xi}} \quad (11),$$

причому будемо вимагати, щоб він приймав екстремальне значення:

$$I_j = \sum_{\xi=1}^N \beta_{j\xi} \Theta_{j\xi} \rightarrow \max \quad (12),$$

на множині факторів якості та їх вагових коефіцієнтів. Позначимо абсолютну максимальну критерію реструктуризації в (12) через  $I_*$ , а його мінімальне порогове значення (абсолютно мінімальний критерій), нижче якого  $j$ -а фірма не може вважатися шуканим претендентом, через  $I_0$ . Тоді для поточних значень критерію (10) матимемо подвійну нерівність:

$$I_0 \leq I_j \leq I_* \quad (13).$$

Для практичного використання критерію реструктуризації (12) необхідно:

— кожному фактору якості  $\Theta_{j\xi}$  поставити у відповідність певне число  $\hat{\Theta}_{j\xi}$ ,  $\xi = 1, N$ , тобто розв'язати для них задачу оцінювання:

$$\Theta_{j\xi} \rightarrow \hat{\Theta}_{j\xi} \quad (14);$$

— оскільки при цьому з'являється можливість упорядкувати фактори якості за їх значимістю (наприклад, у порядку зростання), то одночасно для них також розв'язується і задача ранжування:

$$\hat{\Theta}_{ji} > \hat{\Theta}_{jk} \rightarrow \Theta_{ji} > \Theta_{jk}, \quad i \neq k \quad (15);$$

— задати вагові коефіцієнти  $\beta_\xi$ , які, як вже підкреслювалось, визначають ступінь впливу відповідного фактора якості  $\Theta_{j\xi}$  на загальну оцінку прийнятності  $j$ -ї фірми (частку відповідного параметру в критерії (10)). При цьому чим меншим буде ваговий коефіцієнт  $\beta_\xi$ , тим більшим може бути відповідний йому фактор якості  $\Theta_{j\xi}$  у виразі (12) при фіксованому значенні  $I_j$  в (13);

— визначити числове значення критерію реструктуризації відповідно до (10), (14), (15) у вигляді:

$$\hat{I}_j = \sum_{\xi=1}^N \beta_\xi \hat{\Theta}_{j\xi} \quad (16),$$

і порівняти його з  $I_0$ . Якщо виявиться, що:

$$\hat{I}_j < I_0 \quad (17),$$

то така фірма відхиляється. Якщо ж:

$$\hat{I}_j \geq I_0 \quad (18),$$

то  $j$ -у фірму можна використати.

Характерно, що в критерії (16) деякі фактори якості в конкретній фірмі можуть бути нульовими, проте якщо інші її фактори виявляться набагато більшими, ніж у решти фірм, то за рахунок цього критерій реструктуризації  $I_j$   $j$ -ї фірми може перевищити порогове значення  $I_0$  в нерівності (18). Тому в критерії (16) важливим є не один якийсь доданок, а вся їх сукупність.

До визначення числових значень критерію реструктуризації (16) можна вказати наступні чотири основні підходи.

1. На основі детермінованих розрахункових значень  $\Theta_{j\xi}$  оцінок факторів якості  $\Theta_{j\xi}$  та їх вагових коефіцієнтів, а в загальному випадку розрахунковий метод визначення всіх компонентів критерію реструктуризації можливий лише за умови приведення оцінкових показників до спільної одиниці або безрозмірної форми.

2. На основі вірогідної інформації [13], коли повинні бути відомі функції розподілу або інші стохастичні характеристики випадкових величин, що входять у критерій (10) або (16), і може бути використаний математичний апарат теорії ймовірностей.

3. На основі введення гіпотез про можливу поведінку фірми в умовах невизначеності [11], коли відсутня достовірна інформація про ймовірність реалізації оцінок параметрів і коефіцієнтів в критерії (16) або неможливе її використання з певних причин.

4. На основі експертних оцінок [12; 14].

Можна навести й інші методи успішної ідентифікації величин, що входять у критерій реструктуризації, зокрема, велику групу методів розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації 14, ігровий підхід 15 тощо.

Проте, будь-який з цих шляхів визначення величин у своїй реалізації супроводжується низкою умов. Для різних методів ці умови різні. Наприклад, розв'язання задачі ідентифікації розрахунковим шляхом можливе, як правило, в тих випадках, коли критерій реструктуризації зводиться до певних економічних показників, що допускають числову інтерпретацію. В реальних умовах це не завжди можливо й доцільно. Тому практично для більшості випадків слід визнати достатньо перспективною і зручною саме експертну оцінку як факторів якості, так і їх вагових коефіцієнтів в критерії (12). Цей шлях має значні переваги, оскільки дозволяє враховувати (і оцінювати) різні неформалізовані фа-

ктори, які притаманні специфіці певних фірм в умовах невизначених вихідних даних і неможливості отримання кількісних оцінок іншим підходом. Але оскільки він дає суб'єктивні результати, то для підвищення їх достовірності бажано використовувати думку не окремої особи, а колективу експертів. Виявлення індивідуальних точок зору і формування на їх основі загального (колективного) рішення — основний зміст методу експертних оцінок.

Вірогідність результатів, які надає цей метод, багато в чому залежить від правильності вибору експертів, процентного співвідношення фахівців різних профілів у групі, їх компетентності у відповідних галузях. У даному випадку це повинні бути економісти (фінансисти), менеджери, аналітики і психологи. Крім високої професійної підготовки і великого досвіду в своїй сфері, кожний експерт повинен мати такі якості, як широка ерудиція, діловитість, об'єктивність [16].

Успіх у формуванні групи експертів може бути набагато вищим, якщо використовувати методи формалізованої оцінки їх компетентності, які базуються на спеціальному тестуванні, на взаємній оцінці і самооцінці експертів.

## ВИСНОВКИ

Насамкінець слід зазначити, що математична модель (7) дозволяє успішно розв'язувати проблему управління виробничою діяльністю фірми та досліджувати її стратегічні й тактичні наміри реструктуризації з аналізом їх наслідків.

Для успішної реалізації процедури злиття чи поглинання компанії ефективним є критерій (10) із застосуванням процедури (14)—(16), (18). На практиці найбільш зручною формою встановлення оцінок як факторів якості, так і їх вагових коефіцієнтів у цьому критерії можна вважати саме експертний підхід. При цьому важливим є напрям удосконалення методів формування групових рішень на основі індивідуальних з урахуванням компетентності кожного експерта саме в тому питанні, що розглядається.

## Література:

1. Немцов В.Д., Довгань А.Є. Стратегічний менеджмент. — К.: ТОВ "УВПК "ЕксОб", 2001. — 560 с.
2. Шершнева З.Є., Оборська С.В. Стратегічне управління: навч. посібник. — К.: КНЕУ, 1999. — 548 с.
3. Круглов И. Стратегическое управление компанией. — М.: Русская деловая литература, 1998. — 768 с.
4. Томпсон А.А., Стрикленд А.Дж. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегии: учебник для вузов / Пер. с англ. — М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. — 576 с.
5. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления: учеб. пособие для вузов. — М.: Высш. шк., 1989. — 447 с.
6. Семенченко Н.В. Динаміка виробничої діяльності фірми. Математична модель // Економіка та держава. — 2008. — № 11 (71). — С. 30—31.
7. Семенченко Н. Управління виробничою діяльністю фірми // Підприємництво, господарство і право. — 2008. — 148, № 4. — С. 152—154.
8. Semenchenko N.V. Control of firm economics by inverse communication // Abstracts of 10th International Conference "Stability, Control and Rigid Bodies Dynamics", June 5-10 2008, Donetsk (Ukraine). — Донецк: Ин-т прикл. математики и механики НАНУ, 2008. — С. 144.
9. Семенченко Н.В. Синтез неустойчивой по Ляпунову модели управления экономикой предприятия // IX Крымская Международная математическая школа "Метод функций Ляпунова и его приложения": Тез. докл.: Алушта, 15—20 сентября 2008 г. / Таврический национальный ун-т. — Симферополь: ТНУ, 2008. — С. 148.
10. Дубов В.А., Травник С.И., Якимец В.Н. Многовариантные модели формирования и выбора вариантов систем. — М.: Наука, 1986. — 296 с.
11. Макаров И.М., Виноградская Т.М. и др. Теория выбора и принятия решений. — М.: Наука, 1982. — 240 с.
12. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: Аксиомы и модели. — М., 1991. — 280 с.
13. Розен В.В. Цель оптимальность-решение. — М.: Наука, 1982. — 304 с.
14. Ляшко И.И., Тюптя В.И., Кигель В.Р. Диалоговые процедуры многокритериальной оптимизации. — К., 1985. — 184 с.
15. Мулен Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. — М.: Наука, 1990. — 240 с.
16. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. — М.: Наука, 1974. — 256 с.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2011 р.