

11. World trade in 2002 - Overview / Офіційний сайт World Trade Organization станом на 07.05.2006; <http://www.wto.int>.
12. World trade in 2001 – Overview / Офіційний сайт World Trade Organization станом на 07.05.2006; <http://www.wto.int>.
13. The ISO Survey of Certifications – 2004 / Офіційний сайт International Organization for Standardization станом на 07.05.2006; <http://www.iso.org>.
14. Deutschland als Handelspartner / Офіційний сайт Statistisches Bundesamt Deutschland станом на 10.05.2006; <http://www.destatis.de>.
15. UK Trade in Goods Analysed in Terms of Industries Quarter 4 2005 / Офіційний сайт National Statistics станом на 10.05.2006; <http://www.statistics.gov.uk>.
16. Exports of goods on a balance-of-payments basis, by product / Офіційний сайт Statistics Canada станом на 10.05.2006; <http://www.statcan.ca>.
17. Trade by countries according SITC-classification / Офіційний сайт Statistics Netherlands станом на 10.05.2006; <http://www.cbs.nl>.
18. Грошев И.В. Организационная культура: Учебное пособие / И.В. Грошев, П.В. Емельянов, В.М. Юрьев. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 288 с.

Иванилова Н.М.

МОДЕЛЮВАННЯ ЦІНИ СПОТ НА ДЕРЕГУЛЬОВАНОМУ РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Перехід від ціноутворення на базі витрат виробників та посередників, що забезпечують трансмісію та дистрибуцію електроенергії, до ціноутворення на ринкових засадах обумовив принципову зміну підходів до моделювання цін на електроенергію. Будучи визначеними в результаті регулярних торгів, ціни на дерегульованих ринках набувають певних специфічних рис, які не були типовими для них раніше. Виявилось, що попит та пропозиція на цей тип товару суттєво залежать від впливу великої кількості факторів, що мають різну природу (економічну, технологічну, тощо). Більшість з них має стохастичний характер, обумовлюючи в результаті їх взаємодії наявність різномірної невизначеності. Як наслідок, ринкові ціни типово мають досить складну динаміку, що помітно відрізняє електроенергію від інших товарів і робить задачу їх адекватного моделювання складною і неоднозначною.

Низькоеластичний попит в поєднанні з об'єктивно присутньою в динаміці невизначеністю розподіляють дерегульований ринок електроенергії на два – ринок поточних операцій спот та ринок строкових операцій. Традиційно ціни, що встановлюються на ринку спот, є визначальними на ринку, оскільки вони також є базою для визначення ціни на строкових ринках. На сьогодні існує значна кількість досліджень, які намагаються надати формальний опис їх поведінки, що дозволив би проводити якісний змістовий аналіз та одночасно забезпечував би задовільні прогнози. Проблемою, що досліджується в даній роботі, є аналіз існуючих підходів моделювання, виявлення їх недоліків і обмежень у застосуванні. Пропонується власна модель формування ціни спот. Проводиться попередній аналіз її властивостей.

Аналіз поточних публікацій і останніх досліджень.

На ранніх етапах розвиток моделювання пішов двома основними напрямками, які можна умовно назвати фундаментальним та статистичним. До певної міри цей розподіл існує і зараз. Прибічники *фундаментального підходу* намагаються описати процес встановлення рівноважних цін як результат вибору оптимальної стратегії ринковими агентами, що приймають до уваги стан попиту та максимізують свою корисність, в залежності від типу конкуренції, що складається на ринку. Їх перевагою є можливість безпосереднього врахування впливу окремих факторів, що є суттєвими для ринку. З боку попиту це є передусім його мультисезонність, його неоднорідність з боку окремих груп споживачів, а з боку пропозиції – ціни на паливо, що використовують станції, технологічні особливості, що впливатимуть на маржинальні витрати, наявність строкових контрактів, що зменшують ризик цінних коливань, тощо. Декілька підходів до опису олігополістичного ринку конкурують в дослідженнях цього типу, серед яких можна виділити два базові – моделювання ринку за Курно та моделювання за допомогою визначення рівноваги функцій пропозиції ринкових агентів. Останні є узагальненням моделі Курно у тому сенсі, що припускають, що об'єм випуску q , яку встановлюють учасники олігополістичного ринку, залежить від ціни p , що складається на ринку. Загальний підхід рівноваги функцій пропозиції був запропонований Клемперером та Мейером (1989). Його застосування до аналізу дерегульованих ринків електроенергії було зроблене в роботах Гріна та Ньюбері (1992), Болдуїка, Гранта, Кана (2002) та інших.

Як відзначає більшість авторів, моделювання за допомогою функцій пропозиції більше відповідає реальному процесу встановлення ціни на електроенергію, оскільки на відміну від моделі Курно може відобразити стратегію пропозиції ринкових агентів. Однак, цей метод має суттєвий недолік – для моделей з детермінованим попитом він виявляється більше ніж один рівноважний стан. До найбільш помітних робіт фундаментального підходу відносяться дослідження Бушнела (2005), Гріна та Ньюбері (1992), Бессембіндера та Лемона (2002), чисельні праці Боренштейна, Волака, Пауела, Йоскова, Тіроля та інших.

¹ Варто відмітити, що у випадку електроенергії ця залежність є складнішою і не визначається шляхом безпосереднього розрахунку оцінки очікуваної майбутньої величини ціни на товар.

На відміну від фундаментального, *статистичний підхід* абстрагується від природи факторів, що впливають на динаміку цін. Внутрішня структура цін сприймається як „чорна скринька”. Моделі цього типу зосереджуються на адекватному описі найбільш характерних рис поведінки цін у часі. Як наслідок, ці моделі часто виявляються значно точнішими при побудові прогнозів, ніж фундаментальні моделі.

Результати чисельних досліджень властивостей поведінки цін на електроенергію (Бенф, Кокенбаккер (2005), Лусія та Шварц (2002), Пилипович (1997), Денг (2000), Геман та Ронкороні (2006) та багато інших) можна підсумувати у виявлених їх характерних рисах: вони мають виражену нелінійну стохастичну природу; коливаються навколо середнього рівня; містять виражену мультисезонність; є надмірно волатильні; мають дисперсію, неоднорідну у часі; мають швидко зростаючі піки без пролонгованого ефекту (дивись рис. 1).

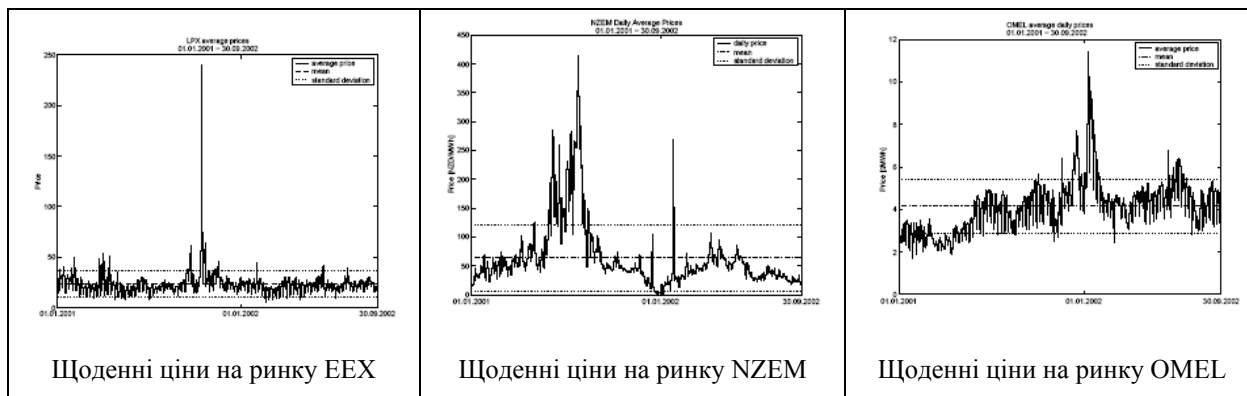


Рис.1. Типова динаміка цін на кількох існуючих дерегульованих ринках.

Джерело: Deidersen, Truck (2002, pp.4-5)

Серед найбільш успішних знахідок прибічників цього підходу є використання для опису динаміки цін стохастичного процесу Орнштейна-Уленбека, який визначається рівнянням:

$$dP_t = \lambda(\mu - P_t)dt + \sigma dB_t,$$

де P_t - ціна спот, λ - швидкість повернення до середнього, μ - середній рівень, до якого повертаються ціни; σ - волатильність. Інша можлива модель, що описує процес повернення до середнього:

$$d \ln P_t = \lambda(\mu - \ln P_t)dt + \sigma dB_t$$

Ця модель називається геометричним процесом Орнштейна-Уленбека. Вона охоплює більшість з суттєвих рис поведінки спот-цін на електроенергію: описує повернення до середнього, може враховувати сезонні ефекти і випадкові піки. Геометрична версія моделі, на відміну від арифметичної, охоплює волатильність, що залежить від цін.

Економічна природа надзвичайно великих стрибків, що відбуваються на ринку в результаті надзвичайних коливань детермінантів попиту чи пропозиції криється в обмеженості трансмісійних потужностей, а також у способі формування пропозиції електроенергії від станцій з різними граничними витратами. Формально ці піки можуть бути відображені або з застосуванням спеціальних дифузійних процесів замість броунівського руху, або введенням у броунівський рух стрибків. У останньому випадку часто використовується розширення броунівського руху – процес стрибкової дифузії. У найпростішому випадку стрибки можуть бути додані до моделі введенням в рівняння пуасонівського процесу.

З певними модифікаціями означені процеси складають основу більшості моделей цього типу. Розглянемо деякі найбільш відомі.

Лусія та Шварц (2002) запропонували модель

$$dP_t = -\lambda(P_t - a)dt + \sigma dW_t, \quad S_t = \exp(f(t) + P_t),$$

де $f(t)$ - детерміністична функція від t для опису сезонних ефектів.

Пилипович (1997) запропонував інше пояснення динаміки цін з використанням OU (λ, a, σ) процесу:

$$dP_t = \lambda(L_t - P_t)dt + P_t \sigma dW_t^{(1)}, \quad L_t = \exp(\mu t + \sigma W_t^{(2)}),$$

де $W_t^{(i)}$ - незалежні броунівські рухи.

Приклад моделі, що містить інкорпорований доданок, який описує цінові піки, наводиться у роботі Барлоу (2002):

$$dP_t = -\lambda(P_t - A_t)dt + \sigma dW_t^{(1)} + dN_t^v, \quad A_t = \mu t + \sigma W_t^{(2)}, \quad S_t = \exp(P_t)$$

де N_t^v - пуасонівський процес з мірою стрибку $v(dx)$.

Нарешті, згадаємо одну з найбільш відомих статистичних моделей, яка була розроблена Геман, Ронкороні (2002):

$$d \ln P_t = D\mu(t)dt + \theta_1 [\mu(t) - \ln X(t^-)]dt + \sigma dW(t) + h(t^-)dJ(t),$$

де функція тренду задається у вигляді:

$$\mu(t; \alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \zeta) = \alpha + \beta t + \gamma \cos[\varepsilon + 2\pi t] + \delta \cos[\varepsilon + 4\pi t],$$

стрибкова компонента будується таким чином:

$$\text{напрямок: } h(t^-) = \begin{cases} 1 & \text{якщо } P(t^-) < \mu(t) + \Delta, \\ -1 & \text{інакше.} \end{cases}$$

розмір: $J(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} J_i$, де величини J_i задовольняють розподілу, який задається функцією p з параметрами θ_3 і ψ ;

$$\text{інтенсивність: } \eta(t) = \theta_2 * \left(2 / (1 + |\sin[\pi(t - \tau) / k]|) - 1 \right).$$

Недоліком цих моделей є їх обмежена пояснювальна здатність. Динаміка, яку вони відображують, є наслідком змін у факторах, що визначають ринкові попит та пропозицію в кожний окремий момент часу, але відокремити їх вплив у цього класу моделях не є можливим. Вирішення питання пояснення динаміки прибічники фундаментального підходу запропонували через динамічні олігополістичні моделі. Певні з цих моделей враховують обмеження, які, як правило, розподіляються на дві групи: техніко-економічні (обмеження потужностей розподільної системи, обмеженість потужностей виробників, енергетичний баланс об'ємів енергії, що виробляється та споживається в кожний момент часу, тощо) та ринкові, що описують умови рівноваги на ринку, входу та виходу з ринку окремих агентів, та інше. Стохастичність в цих моделях враховується переважно у вигляді компоненти, що описує агрегатні шоки попиту (пропозиції), але припущення про їх характер не дозволяють зробити висновки, чи відповідає динаміка ціни, що прогнозується за цими моделями, знахідкам статистичного підходу.

Альтернативний і найбільш цікавий, з нашої точки зору, шлях було обрано Барлоу (2002). Він запропонував модель, яка має просте мікроекономічне підґрунтя. Пропозиція моделюється як нестохастична і незалежна від t функція $u_t(x)$, попит $d_t(x)$ - такий, що залежить від стохастичного процесу Орнштейна-Уленбека D_t . Їх визначають в кожний момент часу t ціну x за наступними рівняннями:

$$u_y(x) = g(x), d_t(x) = D_t$$

Барлоу зробив припущення, що функція $u_t(\bullet)$ є зростаючою, $d_t(\bullet)$ зменшується, і що ціна в кожний момент часу t є однозначною величиною P_t such that $u_t(P_t) = d_t(P_t)$. Використавши умову рівності попиту пропозиції та задавши $g(t)$ у формі $g(x) = a_0 - b_0 x^\alpha$, він отримав модель

$$P_t = \begin{cases} \left(\frac{a_0 - D_t}{b_0} \right)^{1/\alpha}, & D_t < a_0 - \varepsilon_0 b_0, \\ \varepsilon_0^{1/\alpha}, & D_t \geq a_0 - \varepsilon_0 b_0 \end{cases}$$

Барлоу показав, що в умовах зроблених ним припущень, якщо попит визначено як процес Орнштейна-Уленбека, ціна спот також є процесом Орнштейна-Уленбека. Цей підхід відкриває шлях до поєднання фундаментального і статистичного підходів, яким ми плануємо скористатися для побудови власної моделі ціни спот на дерегульованому ринку електроенергії.

Постановка цілей

Наступне дослідження ціноутворення переслідує такі цілі:

- запропонувати модель формування ціни спот на основі динамічної моделі олігополістичного ринку з врахуванням стохастичного характеру попиту та пропозиції;
- проаналізувати умови, при яких динаміка ціни спот може бути визначена як процес Орнштейна-Уленбека.

Виклад основного матеріалу

На олігополістичному ринку працюють n виробників електроенергії, кожний з яких в кожен момент часу t оптимізує свій прибуток π_i у вигляді:

$$\max \pi_{it}(p_t) = p_t * (D_t(T_t) - (\sum_{j \neq i} S_j(p_t) + Q_{jt})) - C_j(D(T_t) - (\sum_{j \neq i} S_j(p_t) + Q_{jt})) + (p_i^c - p)Q_{it}$$

де $D_t(T_t)$ - стохастична функція попиту, задана процесом Орнштейна-Уленбека; T_t - функція, що визначає залежність попиту від фундаментальних факторів; $S_i(p_t)$ - функція пропозиції фірми i ;

$(D_i(T_t) - (\sum_{j \neq i}^n S_{jt}(p_t) + Q_j))$ - об'єм залишкового попиту; $C_i(\bullet)$ - функція витрат фірми i ; Q_{it} - обсяг

електроенергії, що продається фірмою i за контрактом в період часу t ; p_i^C - ціна угоди за контрактом який реалізується в період часу t . В цій моделі ми розглядатимемо контракти на різницю - найбільш типові контракти, що укладаються на дерегульованому ринку електроенергії.

Визначимо ринковий попит в період часу t як $D_t = T_t - \sigma_t X_t$, де X - процес Орнштейна-Уленбека $OU(\lambda, 0, 1)$. Функція T_t описує довгострокову тенденцію зміни ціни (тренд), який визначається як $T_t = T(F) + \delta(t)$. Доданок $T(F)$ визначає детерміновану функцію залежить від таких факторів, як рівень економічної активності, частина крупних промислових споживачів, тощо. Доданок $\delta(t)$ визначає фактор сезонності попиту. За аналогією до моделі Барлоу побудуємо його таким, що враховує тижневі, місячні та річні коливання: $\delta(t) = a_w \cos(2\pi * 52)(t - t_0) + a_m (\cos(2\pi * 12)(t - t_1)) + a_y \cos((2\pi)(t - t_0))$. Доданок X , що визначає стохастичну поведінку попиту, описуватиме властивість попиту повернення до середнього рівня, який визначатиметься фундаментальними факторами.

Функція пропозиції фірми i $S_i(p_t)$ може бути визначена різними шляхами. Найпростіший вид функції – лінійний (найчастіше з нульовим перетином осі ординат) або кусочно-лінійний, коли вигляд функції змінюється в залежності від інтервалів, в які попадає ринкова ціна. Прикладом лінійної функції пропозиції є наступна:

$$q_i(p) = \beta_i(p - \alpha_i),$$

де α і β - параметри, визначені для фірми i . Більш складний вигляд функції пропозиції також повинен враховувати максимально припустиму ціну \bar{p} , яка можлива на ринку (це обмеження є типовим для цього класу моделей). Іноді додатково накладають обмеження і на найменшу можливу ціну.

Включення до цільової функції ринкового агента обсягів продажу електроенергії за контрактами на різницю має особливий сенс. По-перше, наявність певної кількості контрактів, що гарантують продажі за відомою ціною, зменшує рівень цінової невизначеності, що має бути враховане в моделі. По-друге, стратегічний ефект, що пов'язує строкові ціни p^C і ціни спот p , а відповідно, строкові ринки та ринки спот, може бути проаналізований за допомогою цієї моделі безпосередньо.

Підхід, запропонований в роботі Барлоу і використаний в цій роботі, є багатообіцяючим. На відміну від переважної більшості товарів, що обертаються в економіці, динаміка цін на товари, що торгуються на дерегульованих ринках, досліджена або може бути досліджена досить повно через наявність історичних записів про результати торгів. Намагання її моделювання за допомогою динамічних олігополістичних моделей часто давало обмежені результати, оскільки типово при їх побудові не накладаються обмеження, які б відповідали за відповідність прогнозованої моделлю цінової динаміки до реальної. Запропонована модель створює умови для більш адекватного аналізу структурних особливостей ринку електроенергії, що дозволило б проводити дослідження не тільки поведінки окремих ринкових агентів, але в перспективі й взаємодії окремих ринків, передбачаючи наслідки прийняття рішень з високою ступінню вірогідності.

Висновки

1. Запропонована в роботі модель є продовженням напрямку моделювання ціноутворення на дерегульованих ринках електроенергії, вперше запропонованого Барлоу. Він поєднує в собі як мікроекономічний аналіз ринку, який базується на дослідженні умов врівноваження попиту та пропозиції, так і безпосереднє врахування певних специфічних рис, що притаманні динаміці цін саме цього товару.

2. На відміну від роботи Барлоу, який обмежився описом ринку через стохастичні функції попиту та пропозиції, не деталізуючи їх, в роботі моделюється ціноутворення як результат взаємодії функцій пропозиції конкуруючих виробників електроенергії. Використовується припущення про стохастичний характер не тільки попиту, але й пропозиції.

Перспективи подальших досліджень

Перспективи подальших досліджень можна визначити наступним чином:

1. Визначення фундаментальних факторів, що суттєво впливають на попит та пропозицію на ринку спот та їх подальше включення в модель.
2. Теоретичний аналіз властивостей побудованої моделі (наявність єдиного рівноважного стану, аналіз моделі на чутливість, тощо).
3. Перевірка прогнозованої якості побудованої моделі на даних існуючих ринків електроенергії.

Джерела та література

- Baldick, R., Grant, R., Kahn, E. (2000). Linear Supply Function Equilibrium: Generalizations, Application, and Limitations. *POWER WP - 078*
- Barlow, M. A Diffusion Model for Electricity Pricing. - *Mathematical Finance*, Vol. 12, No. 4, 2002. – P.287-298
- Benth, F. E., Koekebakker, S. (2005) Stochastic Modelling of Financial Electricity Contracts. University of

Oslo, WP No. 24

Bessembinder, H., Lemmon, M. (2002) Equilibrium Pricing and Optimal Hedging in Electricity Forward Markets. *Journal of Finance*, Vol. 57 -pp.1347-1382

Bushnell, J. Oligopoly Equilibria in Electricity Contract Markets. – University of California Energy Institute, Working Paper, 2005

Day, Ch. J., Hobbs, B. F. Oligopolistic Competition in Power Networks: A Conjectured Supply Function Approach.

Deng, S. (2000). Stochastic Models of Energy Commodity Prices and Their Implications: Mean Reversion with Jumps and Spikes. Working Paper, PWP-073, University of California Energy Institute

Geman, H., Roncoroli, A. (2006) Understanding the Fine Structure of Electricity Prices. –The Journal of Business, forthcoming in Vol. 79 (5).

Green, R. J. and Newbery, D. M. Competition in the British Electricity Spot Market. – Journal of Political Economy, Vol. 100, 1992. – P.929-953;

Klemperer, P., Mayer, M. (1989). Supply Function Equilibria in Oligopoly Under Uncertainty. *Econometrica*, Vol. 57. – P. 1243-1277

Lucia, J., Schwartz, E. S. Electricity Prices and Power derivatives: Evidence from the Nordic Power Exchange. –*Review of Derivatives Research*, Vol. 5, No. 1, 2002.– P.5-50

Powell A. Trading Forward in an Imperfect Market: The Case of Electricity in Britain. –The Economic Journal, Vol. 103, No. 417, 1993.– P.444-453;

Івко А.В.

ЕФЕКТ ФІНАНСОВОГО ЛЕВЕРИДЖУ ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ СТРУКТУРОЮ КАПІТАЛУ

В умовах переходу до ринку управління формуванням і використанням капіталу, в системі найбільш важливих ланок фінансового менеджменту підприємств, виходить на якісно новий рівень. Підвищується рівень самостійності суб'єктів підприємницької діяльності як в цілому, так і у виборі джерел фінансування своєї діяльності зокрема.

При цьому одним з найважливіших питань є управління структурою капіталу підприємства. Адже від структури джерел фінансування підприємства значною мірою залежить його фінансова стійкість та кредитоспроможність.

Основна маса фінансових ресурсів підприємства, як правило, формується за рахунок власного капіталу. Але існує думка, що підприємство яке функціонує без позичкових коштів, працює неефективно. З іншої сторони підприємства, капітал яких сформований переважно за рахунок позичкових коштів, знижує свою фінансову стійкість, і як наслідок – кредитоспроможність, через велику залежність від позичкового капіталу.

Більшості суб'єктів господарювання в процесі ведення фінансово-господарської діяльності доводиться використовувати позичковий капітал, зокрема, у формі банківських кредитів. Необхідно відзначити, що всупереч досить поширеній думці, кредити не завжди можуть приносити додатковий прибуток. При цьому важливим критерієм є ефективність використання такого капіталу. Враховуючи, що основною часткою позичкового капіталу більшості вітчизняних підприємств є саме кредити банків, ефективне управління портфелем банківських кредитів в системі управління структурою капіталу набуває особливої актуальності.

Одним з найважливіших інструментів при визначенні ефективності використання зазначеного капіталу може бути ефект фінансового левериджу. Цей механізм широко застосовується в західних країнах в умовах ринкової економіки але, зважаючи на низьку поінформованість вітчизняних економістів з ринковими інструментами управління, майже не використовується в практичній діяльності українських підприємств.

Фінансовий леверидж є механізмом, який характеризує використання підприємством позичкових засобів, яке впливає на зміну коефіцієнта рентабельності власного капіталу. Питання теорії та методології застосування ефекту фінансового левериджу розглядалися багатьма ученими-економістами як західними, так і вітчизняними: Ю. Бриггем, Л. Гапенски [4]; И.А. Бланк [2], Е.С. Стоянова [5] тощо.

Ефект фінансового левериджу (далі – ЕФЛ) – це показник, що відображає рівень прибутку (або збитків), що додатково генерується, на власний капітал при різній частці використання позичкових засобів.

Принциповий алгоритм розрахунку ЕФЛ наводиться Бланком І.А. [1, с. 360]:

$$\text{ЭФЛ} = (1 - C_{НП}) \times (КВР_A - ПС) \times \frac{ЗК}{СК}$$

де: ЭФЛ - ефект фінансового левериджа, що полягає в прирості коефіцієнту рентабельності власного капіталу, %;

$C_{НП}$ – ставка податку на прибуток, виражена десятковим дробом;

$КВР_A$ – коефіцієнт валової рентабельності активів (відношення валового прибутку до середньої вартості активів), %;

$ПС$ – середній розмір відсотків за кредит, що сплачуються підприємством за використання позикового капіталу, %;

$ЗК$ – середня сума використовуваного підприємством позикового капіталу;