

ЗАСТОСУВАННЯ SFA-МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БАНКІВСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

APPLICATION OF SFA MODELING FOR ASSESSMENT OF BANKING ACTIVITY EFFICIENCY

Кишакевич Б.Ю.

доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри економіки та менеджменту,
Дрогобицький державний педагогічний університет
імені Івана Франка

Кубай Р.Ю.

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Дрогобицький державний педагогічний університет
імені Івана Франка

Мажаров Д.В.

аспірант,
Дрогобицький державний педагогічний університет
імені Івана Франка

Розглянуто основні підходи до оцінювання технічної та алокативної ефективності. Проаналізовано особливості застосування у банківській практиці Stochastic Frontier Approach (SFA) підходу до визначення ефективності діяльності банку. Відзначено, що крім застосування функції Кобба-Дугласа у ролі виробничої функції доцільно також використовувати більш гнучкішу транслогарифмічну функцію.

Ключові слова: технічна ефективність, алокативна ефективність, оцінка ефективності, SFA підхід, функція Кобба-Дугласа, ефективність масштабу.

Рассмотрены основные подходы к оценке технической и аллокативной эффективности. Проанализированы особенности применения в банковской практике Stochastic Frontier Approach (SFA) подхода к определению эффективности деятельности банка. Отмечено, что кроме применения функции Кобба-Дугласа в роли производственной функции целесообразно использовать более гибкую транслогарифмичную функцию.

Ключевые слова: техническая эффективность, аллокативная эффективность, оценка эффективности, SFA подход, функция Кобба-Дугласа, эффективность масштаба.

The main approaches to the evaluation of technical and allotatory efficiency are considered. The peculiarities of the application of the Stochastic Frontier Approach (SFA) in banking practice for the analysis of the bank efficiency are analyzed. It is noted that in addition to the use of the Cobb-Douglas function as a production function, it is also useful to use a more flexible translogarithmic function.

Keywords: Technical efficiency, allocative efficiency, performance evaluation, SFA approach, Cobb-Douglas function, scale efficiency.

Постановка проблеми. Сьогодні науковці відзначають зростання інтересу фінансистів та банкірів до проблем оцінювання ефективності діяльності як самих фінансових установ, так і управлінських рішень топ-менеджменту, які є визначальними у формуванні стратегії розвитку банків та інших фінансових компаній. Найвідомішими підходами до оцінювання ефективності вважаються DEA (data envelopment analysis) та SFA (stochastic frontier analysis). Кількість розроблених SFA моделей для різних

галузей економіки та різного типу підприємств постійно зростає, проте вони відрізняються насамперед набором вихідних параметрів, що характеризують результативність певного виду діяльності. Усе це зумовлює потребу у дослідженні особливостей побудови такого типу моделей для банківського сектору з метою врахування цілої низки факторів, які притаманні банківській діяльності, та проведення якісного аналізу джерел технічної неефективності конкретного банку.

Огляд останніх наукових досліджень та публікацій. Проблема оцінювання ефективності різного виду бізнесів з допомогою SFA (stochastic frontier analysis) підходу присвячено чимало наукових досліджень як вітчизняних, так і зарубіжних авторів, серед яких насамперед слід виокремити Т. Куелі, Д. Рао, Дж. Батасе [1], Х. Сана, М. Білал, А. Нісар [2], А. Фонтані, Л. Віталі [3], А. Пілявського, Ю. Матсів, О. Вовчак [4], Д. Айгнера, К. Ловела, П. Шмідта [5], В. Мінсен, Ван дер Брук [6], Х. Зобаера, А. Каміла, А. Батена [7], Х. Шермана, Ф. Голда [8], Б. Кишакевич [9]. Проте проблеми аналізу технічної ефективності у банківському бізнесі не завжди знаходять повноцінне висвітлення у науковій літературі, оскільки SFA-моделювання передбачає наявність функціональної залежності між вхідними та вихідними параметрами, яка значною мірою залежить від специфіки банку та особливостей банківської системи країни.

Мета статті – дослідження особливостей використання Stochastic Frontier Approach (SFA) підходу до оцінювання ефективності в банківській діяльності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування сучасних підходів до вимірювання ефективності пов'язують із роботами Фаррелла (1957), який започаткував дослідження цієї проблематики, використовуючи ідеї Дебре (1951) і Копманса (1951). Він припустив, що ефективність фірми складається з двох основних компонентів: технічної ефективності (TE), що відображає здатність фірми отримати максимальний випуск продукції із заданих вхідних ресурсів, та алокативної ефективності (AE), що характеризує здатність фірми використовувати свої ресурси в оптимальних пропорціях з урахуванням цін на них та технологій виробництва. Композиція цих двох мір дає показник економічної ефективності (EE) або загальної ефективності (OE) згідно із Фарреллом. Технічна ефективність може бути розкладена на два складники: ефективність масштабу (SE), що відображає

оптимальний або найбільш продуктивний розмір масштабу (MPSS), і чисту технічну ефективність (PTE), яка відображає ефективну реалізацію виробничого плану під час перетворення вхідних ресурсів у вихідні (або, іншими словами, технічна ефективність без ефективності масштабу).

Для ілюстрації своїх ідей Фаррелл використовував DMU (decision making unit) у CRS-моделі із двома входами (x_1 і x_2) та одним виходом (y). За допомогою ізокванти SS' повністю ефективних DMU, яка представлена на рис. 1, можна оцінити технічну та алокативну ефективність.

DMU вважається технічно ефективним, якщо його функціонування можна зобразити точкою на ізокванті (наприклад, точкою Q). Таким чином, якщо DMU використовує вхідні параметри, які представлені точкою P для продукування одиниці випуску, тоді його діяльність вважається технічно неефективною. Кількісно така неефективність визначається довжиною QP , яка представляє розмір вхідних ресурсів, зменшення яких не спричинить зменшення випуску. Технічна ефективність DMU може бути обчислена таким чином:

$$TE_i = OQ / OP = 1 - QP / OP \quad (1)$$

TE прийматиме значення від 0 до 1. Якщо $TE = 1$, говорять, що DMU є повністю ефективним, при $TE = 0$ – повністю неефективним. Якщо відомо відношення цін вхідних ресурсів, яке визначається кутом нахилу ізокошти AA' , тоді алокативна ефективність може бути теж обчислена за формулою:

$$AE_i = OR / OQ, \quad (2)$$

оскільки довжина RQ являє собою необхідне зменшення виробничих витрат, які б мали місце, якщо б виробництво перебувало в алокативній та технічно ефективній точці Q' , а не у технічно ефективній, але алокативно неефективній точці Q . Отримані коефіцієнти ефективності дають змогу отримати загальну ефективність або економічну ефективність, яка визначається із такого відношення:

$$OE_i = OR / OP, \quad (3)$$

де довжина RP може бути теж проінтерпретована як зменшення витрат. Загальна ефективність є добутком алокативної та технічної ефективності:

$$TE_i \times AE_i = (OQ / OP) \times (OR / OQ) = (OR / OP) = OE_i. \quad (4)$$

Важливо відзначити, що всі три показники ефективності змінюються від нуля до одиниці. Описаний вище спосіб зазвичай називається «input-oriented» або «input minimising», оскільки він фокусується на тому, наскільки вхідні ресурси можуть бути зменшені без скорочення випуску продукції, та визначає міру ефективності. Аналогічно можна використовувати орієнтовані на випуск «output-oriented» або «output-maximising» міри, які визначають рівень потенційного зростання випуску без збільшення вхідних ресурсів.

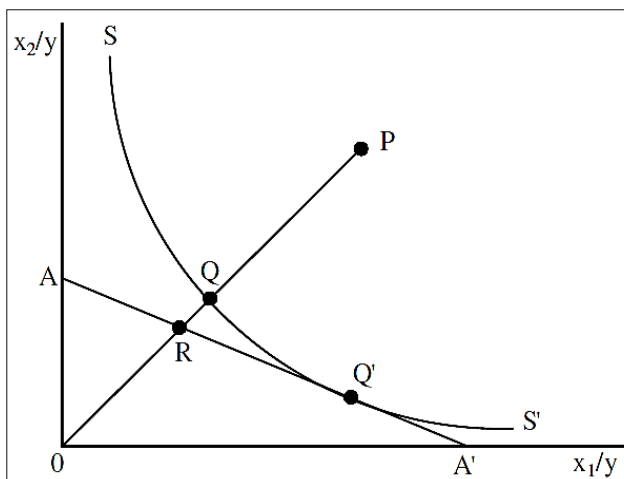


Рис. 1. Алокативна та технічна ефективності

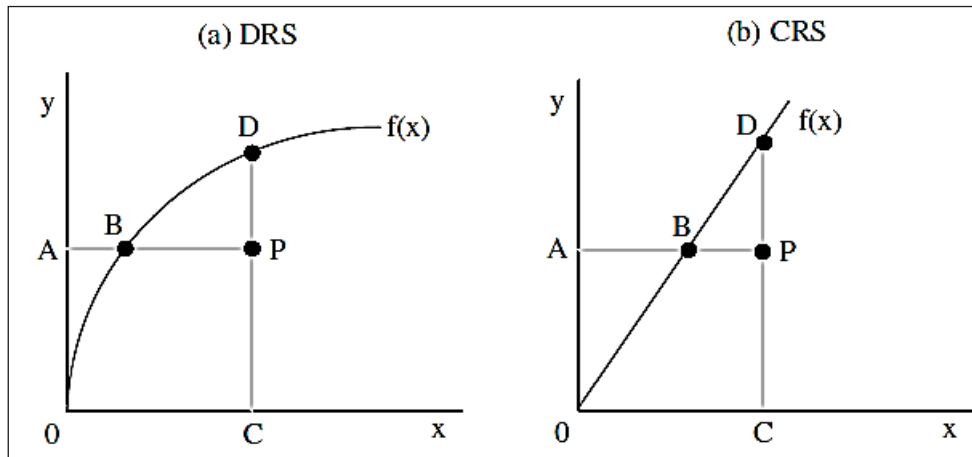


Рис. 2. Міри технічної ефективності та ефект масштабу (Return to scale)

Найпростіше різницю між орієнтованими та вхід та випуск мірами можна продемонструвати на прикладі DMU із одним входом і одним випуском, який подано в роботі [1]. Так, на рис. 2а зображено спадаючий ефект масштабу (decreasing returns to scale (DRS)), який описується функцією $f(x)$, та деякий неефективний DMU, який представлений точкою P. Орієнтована на вхід («input oriented») міра ефективності для такого DMU визначатиметься відношенням AB/AP , тоді як для орієнтованої на випуск міри – CP/CD . Постійний ефект масштабу (constant returns to scale (CRS)) проілюстровано на рис 2б, де має місце $AB/AP=CP/CD$.

На рис. 3. показано різницю у визначенні технічної ефективності для CRS та VRS виробничих меж. У разі CRS технічна ефективність пункту P буде PPC, тоді як при VRS – PPV. Різницю між ними PCPV називають неефективністю масштабу (scale inefficiency). Такий підхід можна представити таким чином:

$$TE_{CRS} = AP_C / AP, \quad (5)$$

$$TE_{VRS} = AP_V / AP, \quad (6)$$

$$SE = AP_C / AP_V. \quad (7)$$

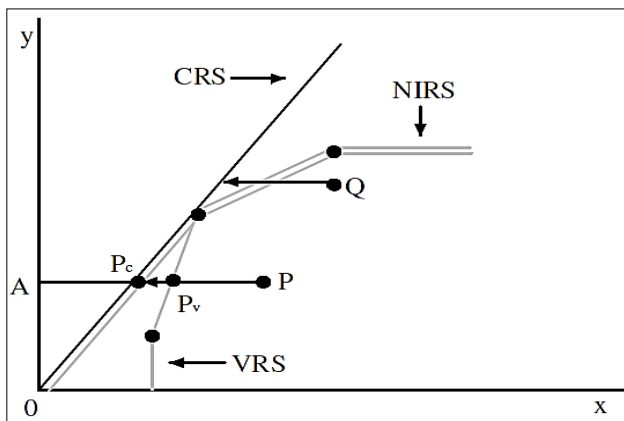


Рис. 3. CRS та VRS виробничі межі для одного входу та одного виходу

Очевидно, що у цьому разі матиме місце рівність:

$$AP_C / AP = (AP_V / AP) \times (AP_C / AP), \quad (8)$$

а отже, технічна ефективність в CRS моделі матиме вигляд:

$$TE_{CRS} = TE_{VRS} \times SE. \quad (9)$$

Оскільки ϵ мірою чистої технічної ефективності, то

$$TE = PTE \times SE. \quad (10)$$

Таким чином, технічна ефективність в CRS-моделі є добутком чистої технічної ефективності та ефективності масштабу.

Якщо має місце не спадаючий ефект масштабу (NIRS), то можна визначити, чи для DMU характерним є зростаючий IRS, чи спадний ефект DRS-ефект масштабу. Зокрема, якщо VRS-оцінка є рівною NIRS-оцінці, тоді DMU функціонує у відповідності із DRS. З другого боку, якщо VRS-оцінка не дорівнює NIRS-оцінці, тоді DMU функціонує у відповідності із IRS. Якщо ж VRS оцінка є рівною CRS-оцінці, тоді DMU функціонує у відповідності із MPSS або оптимальних масштабів.

Розглянуті міри ефективності передбачають наявність відомої виробничої функції, проте на практиці побудувати таку функцію не завжди легко. У зв'язку із цим ізокванту ефективності, як правило, отримують на основі наявних статистичних даних. Зазвичай для цього використовують параметричні та непараметричні методи. До параметричних належать Stochastic Frontier Approach (SFA), Thick Frontier Approach (TFA) та Distribution Free Approach (DFA), тоді як до непараметричних – Data Envelopment Analysis (DEA) та Free Disposal Hull (FDH) (див. рис. 4).

Першою роботою, у якій було використано SFA підхід для аналізу ефективності банківської діяльності, було дослідження Г. Шермана та Ф. Голда [8] ефективності філіалів банків. Згодом SFA-підхід почали досить часто використовувати у банківській та фінансовій практиці під час оцінювання ефективності фінансових установ.

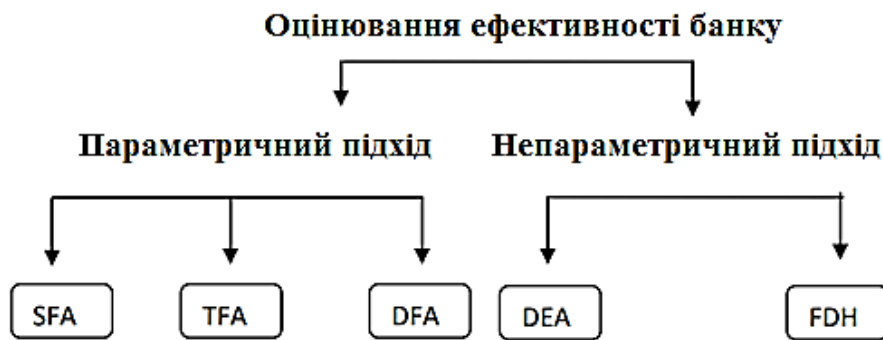


Рис. 4. Основні моделі оцінювання економічної ефективності банку

Параметричний підхід є досить популярним в економічних дослідженнях, оскільки він допускає наявність стохастичної похибки і пропонує багато можливостей для удосконалення математичного інструментарію. Так, у дослідженні [1] проведено аналіз ефективності пакистанських банків за період з 2005 до 2013 року на основі Stochastic Frontier Approach (SFA) підходу. У результаті автори вказують на значний потенціал аналізованих банків, які можуть зменшити неефективність витрат в середньому на 32,52%, або, іншими словами, вони можуть використовувати лише 66,48% своїх ресурсів для досягнення наявних результатів. У роботі [3] методом SFA було здійснено аналіз ефективності італійських банків. Вихідними параметрами було вибрано процентний дохід плюс дивіденди, непроцентний дохід, позики та цінні папери. Вхідними параметрами було взято витрати на оплату праці, відношення виплачених відсотків та усіх зобов'язань, адміністративні витрати, вартість капіталу.

Робота [4] присвячена дослідженню ефективності українських банків за допомогою stochastic frontier analysis (SFA) в докризовий 2008 рік. Як показав проведений аналіз, ефективність українських банків змінюється у межах від 0,5224 до 0,9869 із середнім значенням 0,8734. У моделі авторами було використано такі змінні, як сукупні кошти, видані кредити, цінні папери та інші активи, вартість залучених коштів, витрати на оплату праці, сукупні адміністративні видатки, капітал банку [4, с. 56].

Stochastic Frontier Analysis (SFA) є методом граничного аналізу, який передбачає наявність функціональної залежності між вхідними та вихідними параметрами. Модель на основі стохастичної виробничої функції була запропонована незалежно Д. Айгнером, С. Ловелом, П. Шмідтом у роботі [5] та В. Міусеном, Ван дер Бруком у роботі [6]:

$$\ln y_{it} = f(x_{j,it}, t, \beta) + \varepsilon_{it}, \quad (11)$$

де $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$, $v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$, $u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2)$.

Рівняння (1) можна переписати у вигляді:

$$y_{it} = \exp f(x_{j,it}, t, \beta) \cdot \exp v_{it} \cdot \exp(-u_{it}), \quad (12)$$

де $f(\cdot)$ – функція, яка найбільш вдало описує взаємозв'язок між вхідними та вихідними даними (наприклад, Коба-Дугласа, Translog);

y_{it} – представляє вихід i -го DMU в момент часу t ;

$x_{j,it}$ – відповідне значення j -го входу i -го DMU в момент часу t ;

β – вектор невідомих параметрів, які зазвичай отримують з допомогою методу максимальної правдоподібності.

Відстань від фактичної точки виробництва до виробничої границі $e^{v_{it}-u_{it}}$ представлятиме сукупну похибку. Симетрична випадкова похибка v_{it} представляє статистичний шум. Симетричне збурення v_{it} утворюється завдяки впливу неконтрольованих чинників і робить границю стохастичною. Невід'ємна змінна u_{it} асоціюється із технічною неефективністю. Статистичний шум виникає в результаті ненавмисного упущення відповідних вхідних даних, від помилок оцінювання та помилок наближення, пов'язаних із вибором виробничої функції.

Технічна ефективність визначається як відношення реального значення вихідного значення y_{it} з (2) до максимально можливого досяжного граничного значення $y_{\max} = e^{f(x_{j,it}; \beta_{it})} \cdot e^{v_{it}}$. Іншими словами, технічна ефективність може бути отримана із такого співвідношення:

$$TE_i = \frac{e^{f(x_{j,it}; \beta_{it})} \cdot e^{v_{it}} \cdot e^{-u_{it}}}{e^{f(x_{j,it}; \beta_{it})} \cdot e^{v_{it}}}. \quad (13)$$

Технічна ефективність представляє собою умовне математичне сподівання експоненти технічної неефективності:

$$TE_{it} = E[e^{-u_{it}} | (v_{it} - u_{it})]. \quad (14)$$

Легко бачити, що технічна ефективність TE_{it} змінюється від 0 до 1, оскільки u_{it} – невід'ємна випадкова змінна. Причому при $TE_{it} = 1$ можна стверджувати, що DMU є технічно ефективним, тоді при $TE_{it} < 1$ оцінює рівень потенціальної можливості DMU для досягнення максимально значення випуску за існуючих вхідних даних.

У разі використання SFA найпершим завданням є вибір виробничої функції, у ролі якої можуть бути використані функція Кобба-Дугласа, CES, транслогарифмічна функція, узагальнена функція Леонтєєва, нормалізована квадратична функція вартості та її різновиди тощо. На практиці під час реалізації емпіричних досліджень у різних галузях економіки найчастіше використовують функцію Кобба-Дугласа та транслогарифмічну функцію. Дуже часто неточності та помилки під час моделювання трапляються насамперед через надмірну популярність функції Кобба-Дугласа під час вибору виробничої функції, оскільки вона передбачає накладання досить строгих обмежень на параметри задачі. Через це, попри застосування функції Кобба-Дугласа, доцільно також використовувати гнучкішу транслогарифмічну функцію.

Модель стохастичної границі на основі функції Кобба-Дугласа матиме вигляд:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln x_{j,it} + v_{it} - u_{it} \quad (15)$$

На основі транслогарифмічної функції:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln x_{j,it} + \sum_{j=1}^k \sum_{m=1}^k \beta_{jm} \ln x_{j,it} \ln x_{m,it} + v_{it} - u_{it} \quad (16)$$

У роботі [7] у ролі залежної змінної було взято сукупні активи банку ТЕА, незалежних змінних – сукупні накладні витрати (Total Overhead Expenses (TOE)), сукупні депозити (Total deposits (TD)), час (TIME). У цьому дослідженні час було використано як незалежну змінну. Рівняння для отримання виробничої границі на основі функції Коба-Дугласа матиме вигляд:

$$\ln TEA_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln TD_{it} + \beta_2 \ln TOE_{it} + \beta_3 \ln TIME + v_{it} - u_{it} \quad (17)$$

Таким чином, однією із ключових проблем, які виникають у використанні SFA під час оцінювання ефективності банківських установ, є вибір вихідних параметрів, що характеризують результативність банківської діяльності. У відповідності із виробничим підходом результативність вимірюють за допомогою кількості та типу транзакцій і рахунків, тоді як у ролі входу беруть зазвичай трудові ресурси та капітал. У посередницькому підході банки розглядаються як фінансові посередники, які використовують депозити, трудові ресурси та капітал для продукування кредитів та інвестицій. У цьому разі депозити, трудові ресурси та капітал трактують як вхідні змінні, розмір кредитів та інвестицій – як вихідні параметри.

Висновки. Стохастичний граничний аналіз (Stochastic frontier approach) є досить зручним та гнучким інструментом оцінювання технічної ефективності суб'єктів господарювання, який дає змогу враховувати фактор часу. Проте отримана за допомогою SFA оцінка ефективності матиме досить обмежене застосування для управлінських цілей та розроблення стратегії розвитку фінансової установи, якщо ігнорувати аналіз причин неефективності. Для цього доцільно проводити додатково дослідження джерел технічної неефективності, таких як, наприклад, особливості менеджменту банку, вплив форми власності, конкурентного середовища, якості банківських продуктів, ефективності філіальної мережі тощо.

Крім цього, сьогодні не існує критеріїв якості таких моделей, що ускладнює вибір коректної моделі для аналізу конкретних даних і зумовлює необхідність враховувати рівень гетерогенності та мету дослідження.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Coelli T.J., Rao D.S.P. and Battase G.E. (1998), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Boston: KluwerAcademicPublishers.
2. Khalil Sana; Mehmood Bilal; Ahmad Nisar / Cost Efficiency of Pakistani Banking Sector: A Stochastic Frontier Analysis // *Journal of Commerce* (22206043). 2015, Vol. 7 Issue 3, p. 110–126. 17 p.
3. Fontani A., Vitali L. Cost Efficiency of Italian Commercial Banks: A Stochastic Frontier Analysis / *Universal Journal of Industrial and Business Management* Vol. 2(3), 2014. – Pp. 80–91.
4. Anatol I. Pilyavskyy, Yuriy I. Matsiv, Ol'ha D. Vovchak. Cost efficiency of ukrainian banks. does it make difference? // *Zeszyty Naukowe Wydziału Informatycznych Technik Zarządzania Wyższej Szkoły Informatyki Stosowanej i Zarządzania Współczesne Problemy Zarządzania* Nr 1/2012 – Pp. 53–62.
5. Aigner D., Lovell C.A.K., Schmidt P. [1977]: Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics* vol. 6, no. 1, pp. 21–37.
6. Meeusen W., van den Broeck J. [1997]: Efficiency estimation from Cobb-Douglas production function with composed error. *International Economic Review* no. 18, pp. 435–444.
7. Md. Zobaer Hasan, Anton Abdulbasah Kamil, Adli Mustafa, Md. Azizul Baten. A Cobb Douglas Stochastic Frontier Model on Measuring Domestic Bank Efficiency in Malaysia // *plos / Published: August 10, 2012.* <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042215>
8. Sherman H.D., Gold F. (1985) Bank branch operating efficiency: Evaluation with data envelopment analysis. *Journal of Banking and Finance* 9: 279–315.
9. Кишакевич Б.Ю. Аналіз оптимальних стратегій портфельної конкурентної моделі ринку акцій / Б.Ю. Кишакевич, А.К. Прикарпатський, І.П. Твердохліб // *Доп. НАН України.* – 2009. – № 1. – С. 40–47.