

Купар Б.И., Грыцюк Ю.И. Современные технологии проектирования веб-сайтов

Рассмотрен вопрос создания веб-сайтов с использованием современных технологий CMS Drupal. Несмотря на то, что разработка динамических интерактивных сайтов занимает много времени и усилий, однако на сегодня этот вопрос с успехом решают "Системы управления содержанием" (CMS – Content Management System). С помощью бесплатной системы Drupal можно реализовать много задач, которые возникают при разработке веб-сайтов.

Kupar B.I., Gryciuk Yu.I. Modern technologies of planning of web sites

The question of creation of web sites is considered with the use of modern technologies of CMS Drupal. In spite of the fact that development of dynamic interactive sites occupies a lot of time and efforts, however for today this question with success is decided by "Control the system by maintenance" (CMS – Content Management System). By the free system of Drupal it is possible to realize a lot of tasks which arise up at development of web sites.

УДК 330.45

Доц. Б.Ю. Кишакевич, канд. екон. наук – Дрогобицький ДПУ ім. Івана Франка

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ ЕКОНОМІЧНОГО КАПІТАЛУ

Розглянуто основні методи оптимальної алокації економічного капіталу. Показано взаємозв'язок зважених алокацій із традиційними методами розподілу капіталу під ризиком. Визначено необхідні та достатні умови наявності ефекту диверсифікації та запропоновано методику обчислення прибутку від нього.

Ключові слова: алокація економічного капіталу, стохастичне домінування, зважені алокації, залишковий ризик, ефект диверсифікації, CVaR, економічний капітал.

Актуальність проблеми. Проблемі оптимального розподілу економічного капіталу присвячено багато теоретичних та практичних розробок. Водночас, коли декомпозиція суми загального економічного капіталу (або капіталу під ризиком) банку чи страхової компанії в окремі субпортфелі або бізнес-одиниці, стала стандартом у фінансовій практиці, науковці досі дискутують щодо методології визначення оптимальної алокації капіталу. Зазвичай, відмінності у підходах до розподілу капіталу полягають у використанні різних мір ризику та критеріїв оптимізації. Дослідження потребує також ефект диверсифікації після розподілу економічного капіталу, внаслідок якого утворюється додатковий прибуток, який повинен був би враховуватись регулятором.

Аналіз останніх наукових досліджень. Проблемі розподілу економічного капіталу між окремими субпортфелями або підрозділами фінансової компанії присвячено чимало наукових досліджень, здебільшого закордонних авторів. Так, у роботах Яна Дхаена [1], Д. Вінке [2], Р. Кааса [3], А. Цанакаса [4] методику оптимального розподілу капіталу розглядають не лише як важливу складову ризик-менеджменту, але й як ефективний інструмент визначення прибутковості окремих підрозділів або видів діяльності компанії. Е. Фурман [5] та Р. Зітікіс [5] дослідили застосування зважених розподілів економічного капіталу. М. Гувертс [6] проаналізував взаємозв'язок між різними принципами алокації капіталу із адитивними, суперадитивними та субадитивними мірами ризику.

Мета дослідження – постановка та розв'язання основних задач оптимізації розподілу капіталу, визначення необхідних та достатніх умов наявності ефекту диверсифікації при алокації та обчислення прибутку, який виникає за наявності залишкового ризику після розподілу капіталу під ризиком.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо портфель окремої фінансової компанії, сформований із n втрат, які є випадковими величинами $X_1, X_2, \dots, X_n$. Припустимо, що втрати X_i мають обмежене математичне сподівання. Функцію розподілу X_i позначимо $F_{X_i}(x)$.

Загальні втрати портфеля визначаються сумою:

$$S = \sum_{i=1}^n X_i. \quad (1)$$

S будемо інтерпретувати як загальні втрати деякої фінансової компанії (банк, страхова компанія тощо), а X_i – як втрати відповідних підрозділів компанії (субпортфелів).

Припустимо також, що фінансова компанія уже визначилась із величиною K економічного капіталу, яка повинна бути розподілена між її підрозділами. Нам потрібно знайти такі невід'ємні дійсні числа $K_1, K_2, \dots, K_n$, які задовольняють таке обмеження:

$$\sum_{i=1}^n K_i = K. \quad (2)$$

Для цього рівня довіри $p \in (0,1)$ позначимо величину Value at risk (VaR) або квантиля випадкової змінної втрат X через $F_X^{-1}(p)$, яка є неспадною, неперервною зліва функцією

$$F_X^{-1}(p) = \inf \{x \in R \mid F_X(x) \geq p\}, \quad p \in (0,1). \quad (3)$$

Обернену, неперервну справа функцію розподілу $F_X^{-1+}(p)$ випадкової величини X визначимо так:

$$F_X^{-1+}(p) = \sup \{x \in R \mid F_X(x) \leq p\}, \quad p \in (0,1). \quad (4)$$

Надалі ми будемо використовувати ще й α – змішану обернену функцію розподілу $F_X^{-1(\alpha)}$, яка визначається так:

$$F_X^{-1(\alpha)}(p) = \alpha F_X^{-1}(p) + (1-\alpha) F_X^{-1+}(p) \quad p \in (0,1), \alpha \in [0,1]. \quad (5)$$

Основним завданням розподілу економічного капіталу є питання вибору оптимального принципу розподілу. Для цього насамперед потрібно визначитись із критерієм оптимізації. Більшість методів алокації капіталу зводяться до пропорційного принципу, який передбачає визначення певної міри ризику $\pi(\cdot)$ і надання кожному субпортфелю капіталу $K_i = \frac{K}{\sum_{i=1}^n \pi(X_i)} \pi(X_i)$,

($i=1, \dots, n$). Проте, накладання обов'язкової умови адитивності для міри ризику не завжди має під собою економічне підґрунтя. Часто для визначення оптимального розподілу економічного капіталу доцільно використовувати концепцію "залишкового ризику", яка передбачає наявність ефекту диверсифікації та виконання умови суперадитивності відповідною мірою ризику [6, с.15].

Залишковий ризик – це ризик, що залишився після проведення розподілу економічного капіталу між субпортфелями: $\max(X_i - K_i, 0) = (X_i - K_i)_+$. Розглянемо таку нерівність, яка буде виконуватись із ймовірністю 1:

$$(\sum_{i=1}^n X_i - K)_+ \leq \sum_{i=1}^n (X_i - K_i)_+. \quad (6)$$

Ця нерівність показує, що сума залишкових ризиків субпортфелів, які сформувались після алокації відповідних капіталів K_i ($i=1, \dots, n$), є стохастичною домінантою першого порядку над залишковим ризиком, який утворився після алокації економічного капіталу K . Нагадаємо, що випадкова величина X буде стохастичним домінантом першого порядку над випадковою величиною Y , якщо $\Pr[X > \alpha] \geq \Pr[Y > \alpha]$ для довільного α [5, с. 1].

Фактично, нерівність (6) переконливо підкреслює переваги об'єднання ризиків. Варто зазначити, для того, щоб нерівність (6) виконувалась, достатньо, щоб була властивість суперадитивності розподілу $\rho(\cdot)$:

$$\sum_{i=1}^n \rho(X_i) = \sum_{i=1}^n K_i \leq K. \quad (7)$$

Таким чином, для довільної міри ризику, яка підтримує стохастичну домінацію, матимемо

$$\pi(\sum_{i=1}^n X_i - K)_+ \leq \pi(\sum_{i=1}^n (X_i - K_i))_+, \quad K = \sum_{i=1}^n K_i. \quad (8)$$

У ролі критерію оптимізації розподілу економічного капіталу можна взяти задачу мінімізації залишкового ризику субпортфелів після здійснення алокації капіталу. Така постановка задачі оптимізації є цілком природною, оскільки основною метою алокації економічного капіталу є зменшення величини капіталу під ризиком. Отже, можна сформулювати таку задачу мінімізації:

$$\min_{\rho(\cdot)} \pi(\sum_{i=1}^n (X_i - \rho(X_i - \rho(X_i)))_+) \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n \rho(X_i) = K. \quad (10)$$

Очевидно, що міра ризику, яка підтримує стохастичне домінування є сумісною із ефектом диверсифікації. Візьмемо в ролі міри ризику π математичне сподівання $E[\cdot]$, яке, як відомо, підтримує стохастичне домінування, а, отже, і дає змогу отримати ефект диверсифікації. У цьому випадку задачу оптимізації (9-10) перепишемо так:

$$\min_{K_1, \dots, K_n} E\left(\sum_{j=1}^n [(X_j - K_j)_+]\right), \quad \sum_{i=1}^n K_i = K. \quad (11)$$

Розв'яжемо цю задачу та знайдемо прибуток від диверсифікації. Для подальшого розв'язання використаємо властивість комонотонності, яка відіграє дуже важливу роль в аналізі ризику. Якщо ризики $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ є взаємоне-залежними, мають спільну cdf, обмежену дисперсію σ^2 , то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \text{Var}\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i\right] = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sigma^2}{n} = 0. \quad (12)$$

Якщо ж, ризики є комонотонними, тоді

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \text{Var}\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i\right] = \lim_{n \rightarrow \infty} \text{Var}\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{Y_i}^{-1}(U)\right] = \sigma^2. \quad (13)$$

Тут U є випадковою змінною, яка рівномірно розподілена на одиничному відрізку $[0,1]$. Отже, внаслідок об'єднання комонотонних ризиків не спостерігається ефекту зниження загального ризику (зменшення дисперсії середнього значення ризиків) [2, с. 2]. Цією властивістю часто користуються у розв'язуванні задач на знаходження оптимального розподілу економічного капіталу між субпортфелями.

Визначення 1. Множина $S \in R^n$ буде комонотонною, якщо для довільних $(y_1, y_2, \dots, y_n) \in S$ та $(z_1, z_2, \dots, z_n) \in S$, з того, що $y_i < z_i$ для деякого i , випливає, що $y_j \leq z_j$ для довільного j .

Можна довести, що n -вимірний випадковий вектор $\bar{Y} = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$ буде комонотонним тоді і лише тоді, коли $\bar{Y} = (F_{Y_1}^{-1}(U), F_{Y_2}^{-1}(U), \dots, F_{Y_n}^{-1}(U))$. [1, с. 584].

У роботі [3, с. 77] доведено, що якщо n -вимірний випадковий вектор $\bar{Y} = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$ є комонотонним і має однаковий маргінальний розподіл із $\bar{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ тоді

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n \leq_{cx} Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n. \quad (14)$$

Введемо поняття комонотонної суми S^c :

$$S^c = \sum_{i=1}^n F_{X_i}^{-1}(U). \quad (15)$$

Розв'язуючи задачу (11) з допомогою множників Лагранжа, отримаємо, що

$$K_i^* = F_{X_i}^{-1(\alpha)}(F_{S^c}(K)) = F_{X_i}^{-1(\alpha)}(F_{X_1^c + \dots + X_n^c}(K)), \quad i = 1, \dots, n \quad (16)$$

$\alpha \in [0,1]$ отримуємо як розв'язок рівняння:

$$F_{S^c}^{-1(\alpha)}(F_{S^c}(K)) = K. \quad (17)$$

Тут $F_{X_1^c + \dots + X_n^c}$ є функцією розподілу комонотонного вектора, $(X_1^c, \dots, X_n^c)$ який має такі ж функції маргінального розподілу, що й вектор $(X_1, X_2, \dots, X_n)$.

Важливим етапом алокації економічного капіталу є аналіз залишкового ризику після того, коли було виконано розподіл основної суми капіталу K . Залишковий ризик фінансової компанії загалом після розподілу економічного капіталу становитиме $X_1 + X_2 + \dots + X_n - K$. Сума залишкових ризиків кожного субпортфеля матиме вигляд: $(X_1 - K_1)_+ + \dots + (X_n - K_n)_+$.

У загальному випадку ефект диверсифікації спостерігатиметься, якщо залишковий ризик компанії буде меншим від суми залишкових ризиків субпортфелів після алокації економічного капіталу.

Оскільки, у розв'язуванні задачі (7) ми скористались властивістю (10) для комонотонних векторів, то очевидно, що буде така нерівність:

$$E[X_1 + X_2 + \dots + X_n - K]_+ \leq \sum_{i=1}^n E\left[\left(X_i - F_{X_i}^{-1(\alpha)}\left(F_{X_1^C + \dots + X_n^C}(K)\right)\right)_+\right] = E[(X_1^C + \dots + X_n^C - K)_+] \quad (18)$$

Використавши нерівність (18), можна визначити числове значення ефекту диверсифікації залишкового ризику компанії. З цією метою введемо поняття прибутку від диверсифікації DP (diversification profit):

$$DP = E[(X_1^C + \dots + X_n^C - K)_+] - E[X_1 + X_2 + \dots + X_n - K]_+ \quad (19)$$

Якщо у ролі міри ризику взято математичне сподівання, то очевидно, що ефект диверсифікації буде завжди невід'ємним. Тепер можемо отриманий прибуток DP заново розподілити між субпортфелями компанії, використовуючи довільний принцип алокації капіталу. Оскільки більшість принципів розподілу капіталу на основі використання міри ризику π так чи інакше зводяться до пропорційного розподілу, то ми його також застосуємо для розподілу по субпортфелях одержаного прибутку DP:

$$DP_j = \frac{DP}{\sum_{i=1}^n \pi\left(X_i - F_{X_i}^{-1(\alpha)}\left(F_{X_1^C + \dots + X_n^C}(K)\right)\right)} \pi\left(X_j - F_{X_j}^{-1(\alpha)}\left(F_{X_1^C + \dots + X_n^C}(K)\right)\right) \quad (20)$$

Використавши математичне сподівання в ролі міри ризику, рівняння (20) перепишемо як

$$DP_j = \frac{DP}{E[(X_1^C + \dots + X_n^C - K)_+]} E\left(X_j - F_X^{-1(\alpha)}\left(F_{X_1^C + \dots + X_n^C}(K)\right)\right) \quad (21)$$

Розглянемо тепер більш загальну задачу оптимізації розподілу економічного капіталу:

$$\min_{K_1, \dots, K_n} \sum_{j=1}^n E[w_j |X_j - K_j|] \quad (22)$$

$$\sum_{j=1}^n K_j = K \quad (23)$$

Тут w_i – випадкова невід'ємна змінна, яка може бути інтерпретована як вага кожної із можливих різниць $|X_j - K_j|$. Використавши співвідношення

$$|x| = 2(x)_+ - x, \quad (24)$$

ми отримаємо еквівалентну задачу мінімізації:

$$\min_{K_1, \dots, K_n} \sum_{j=1}^n E\left[w_j (X_j - K_j)_+\right] \quad \sum_{j=1}^n K_j = K \quad (25)$$

Розв'язок цієї задачі будемо шукати з використанням w_i зваженої функції розподілу X_i

$$F_{X_i}^{(w_i)}(x) = E[w_i |X_i \leq x] F_{X_i}(x) \quad (26)$$

У роботі [4, с. 19] доведено, що задача оптимізації (25) еквівалентна такій задачі:

$$\min_{K_1, \dots, K_n} \sum_{j=1}^n E\left[\left(F_{X_j}^{(w_j)}\right)^{-1}(U) - K_j\right]_+, \quad \sum_{j=1}^n K_j = K \quad (27)$$

Враховуючи розв'язок попередньої задачі (11), легко бачити, що оптимальним розв'язком задачі (25) буде

$$K_i^* = (F_{X_i}^{(w_i)})^{-1(\alpha)} (F_{\bar{S}^c} (K)) = (F_{X_i}^{(w_i)})^{-1(\alpha)} (F_{\bar{X}_1^c + \dots + \bar{X}_1^c} (K)). \quad (28)$$

Аналогічно до попередньої задачі (11), тут також використовується комонотонна сума $\bar{S}^c$:

$$\bar{S}^c = \sum_{i=1}^n (F_{X_i}^{(w_i)})^{-1} (U) \quad (29)$$

Розглянемо тепер дещо складнішу квадратичну задачу розподілу економічного капіталу:

$$\min_{K_1, \dots, K_n} \sum_{j=1}^n E \left[w_j (X_j - K_j)^2 \right] \quad \sum_{j=1}^n K_j = K. \quad (30)$$

Для спрощення додатково вважатимемо, що $E[w_i] = 1, (i=1, \dots, n)$. Застосувавши метод множників Лагранжа, отримаємо такий розв'язок:

$$K_i = K - \sum_{j=1(j \neq i)}^n E[w_j X_j] \quad i=1, \dots, n \quad (31)$$

Звідси видно, що у випадку, коли $K = \sum_{j=1}^n E[w_j X_j]$, правило алокації (31) спроститься до

$$K_i = E[w_i X_i]. \quad (32)$$

Внаслідок ми отримали так звану зважену алокацію економічного капіталу. Загалом зважена алокація може бути представлена як розв'язок задачі мінімізації $\min_{\alpha} E[(X - \alpha)^2 w]$ [5, с. 5].

Подальший вибір оптимального розподілу економічного капіталу залежить від виду функцій w_i . Якщо w_i буде функцією від X_i , тоді розподіл капіталу залежатиме лише від фінансового стану конкретної бізнес-одиниці (субпортфеля), і не залежатиме від загальної структури портфеля компанії. У цьому випадку міра ризику $E[w_i(X_i)X_i]$ кожній втраті X_i ставить у відповідність очікуване зваженого значення такої втрати, причому більша вага відповідає більшому значенню втрат. Підбираючи різні функції ваги $w_i(X_i)$, можна отримати добре відомі принципи алокації економічного капіталу. Наприклад, якщо взяти

$$w_i(X_i) = \frac{I(X_i > F_{X_j}^{-1(p)})}{1-p}, \quad i=1, \dots, n. \quad (33)$$

для деякого $p \in (0,1)$, тоді $E[w_i(X_i)X_i]$ буде дорівнювати Conditional value at risk (CVaR):

$$E[w_i(X_i)X_i] = CV\alpha R_p(X_i). \quad (34)$$

Якщо ж для особи, яка приймає рішення щодо способу алокації капіталу, доступна лише інформація про структуру портфеля загалом і недоступними залишаються статистичні дані, які характеризують субпортфелі зокре-

ма, тоді доцільно обирати функціональну залежність лише від агрегованих втрат S : $w_i = w(S)$. Аналогічно до попереднього випадку, якщо покласти

$$w(S) = \frac{1(S > F_S^{-1(p)})}{1-p} \quad i = 1, \dots, n. \quad (35)$$

для деякого $p \in (0,1)$, то ми тоді також отримаємо, що

$$E[w(S)X_i] = CV\alpha R_p(S). \quad (36)$$

За такого розподілу капітал K_i , який потрапить до i -го субпортфеля, визначається зваженим математичним сподіванням втрат X_i , причому більша вага відповідає більшим агрегованим втратам портфеля. Безперечно, що зважені алокації охоплюють дуже широкий клас принципів розподілу економічного капіталу

Висновки. Під час визначення оптимального розподілу економічного капіталу можна використовувати концепцію "залишкового ризику", яка передбачає наявність ефекту диверсифікації. Ми довели, що за будь-якої міри ризику, яка зберігає стохастичне домінування, та під час суперадитивності або адитивності розподілу капіталу, спостерігатиметься ефект диверсифікації, прибуток від якого повинен враховувати регулятор, і який можна визначити як різницю між сумою залишкових ризиків субпортфельів та залишковим ризиком компанії після алокації економічного капіталу.

У дослідженні розглянули широкий клас зважених розподілів капіталу та довели, що багато відомих принципів алокації економічного капіталу є їхнім частковим випадком. Перевагою такого підходу є його надзвичайна гнучкість, адже, змінюючи функцію ваги w_i менеджмент фінансової компанії має змогу підбирати різні критерії оптимізації розподілу капіталу між субпортфелями залежно від конкретних стратегічних цілей компанії.

Література

1. **Dhaene J.** Risk Measures and Comonotonicity: A Review // Jan Dhaene, Steven Vanduffel and others / Stochastic Models. – Vol. 22-2006. – PP. 573-606. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=892185.
2. **Dhaene J.** The Concept of Comonotonicity in Actuarial Science and Finance: Applications // R. Kaas, J. Dhaene, D. Vyncke, M.J. Goovaerts, M. Denuit / Insurance: Mathematics & Economics. – Vol. 31. – 2002. – № 2. – PP. 133-161. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=886281.
3. **Kaas R.** A simple geometric proof that comonotonic risks have the convex-largest sum / R. Kaas, J. Dhaene, D. Vyncke, M.J. Goovaerts, M. Denuit // Astin Bull. – 2002, № 32. – С. 71-80. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.actuaries.org/LIBRARY/ASTIN/vol32no1/71.pdf>.
4. **Dhaene J.** Optimal Capital Allocation Principles / J. Dhaene, A. Tsanakas, E. Valdez, S. Vanduffel // FBE Research Report AFI_0936 (January 24, 2009). – С. 1-24. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.ssrn.com/abstract=1332264>.
5. **Furman E.** Weighted Risk Capital Allocations Insurance / E. Furman, R. Zitikis // Mathematics and Economics. – 2003. – Vol. 43, No. 2. – PP. 263-270. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1101946.
6. **Dhaene J.** Economic Capital Allocation Derived from Risk Measures / J. Dhaene, Marc Goovaerts, Rob Kaas // North American Actuarial Journal. – 2003. – Vol. 7, No. 2. – PP. 44-59. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.ssrn.com/abstract=887022>.

Кишакевич Б.Ю. Оптимизация распределения экономического капитала

Рассмотрены основные методы построения оптимальной аллокации экономического капитала. Показана взаимосвязь взвешенных аллокаций из традиционными методами распределения капитала под риском. Определены необходимые и достаточные условия существования эффекта диверсификации и предложен подход к вычислению прибыли от него.

Ключевые слова: аллокация экономического капитала, стохастическое доминирование, взвешенные аллокации, остаточный риск, эффект диверсификации, CVaR, экономический капитал.

Kyshakevych B. Yu. Optimization of economic capital allocation

The main methodologies of constructing of optimal risk capital allocation were discussed. Relationships between weighted risk capital and traditional allocations were shown. Diversification effect profit, which arise due to usage of risk measures that preserve stochastic domination was calculated

Keywords. Economic capital allocation, stochastic dominance, weighted allocation, residual risk, diversification effect, CVaR, economic capital.

УДК 336.717 *Аспір. В.Л. Кльоба¹ – Університет банківської справи НБУ, м. Київ*

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ БАНКІВСЬКОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ

Головною метою, що стоїть перед правлінням кожного банку, є дотримання режиму роботи, за якого досягався б компроміс між прагненнями акціонерів підвищити прибуток банку і вимогами органів регулювання знизити ризик та забезпечити надійність. Отже, керівникам банків потрібен механізм, який забезпечує прийняття рішень у галузі управління фінансами та враховує вплив чисельних взаємопов'язаних економічних чинників. Такий механізм пропонують економіко-математичні моделі управління фінансами, які набувають значного поширення і є одним із головних інструментів фінансових менеджерів банку.

Вступ. Економіко-математичне моделювання є актуальним методом дослідження та прогнозування економічних процесів, який, застосовуючи комп'ютерну техніку, програмне забезпечення та інтелектуальні здібності спеціалістів, може без значних матеріальних затрат допомогти вдосконалити управління банківською діяльністю. Використання економіко-математичних методів і моделей може дати відповідь на багато важливих питань пов'язаних з підвищенням ефективності банківських установ [6].

Вітчизняні вчені-економісти О. Васюренко [3], А. Мороз [2], М. Савлук [2], Л. Примостка [4], С. Реверчук [5], Т. Клебанова [8], В. Геєць [9], О. Пшенишнюк [11], та інші внесли значний науковий внесок у розвиток банківської справи. Але на сьогодні багато питань банківської практики потребують подальшого дослідження та розроблення сучасних підходів до їхнього вирішення. Зокрема, на наш погляд, необхідно більш ефективно застосовувати економіко-математичне моделювання для підвищення ефективності уп-

¹ Наук. керівник: доц. А.А. Засядько, д-р техн. наук – Університет банківської справи НБУ