

*Chaplyha V. M., Chaplyha V. V.*

***The System of Situational expertly-analytical centers of the National bank of Ukraine***

*The features processes of acceptance reasonable decisions are analysed by the leading organs of the National bank of Ukraine in the conditions of political and economic instability and proposed construction methodology of the complex system of situational expertly-analytical centers, that will assist making and realization regulator policy effectiveness of the National bank of Ukraine taking into account risks, is offered.*

**Key words:** *the National bank of Ukraine, system of support of making decision, situational expertly-analytical center, geographically distributed structure, monitoring, intellectual situational analysis, risk-oriented approach.*

*Чаплыга Вячеслав Михайлович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики Львівського інституту банківської справи Університету банківської справи Національного банку України (м. Київ).*

*Чаплыга Володимир Вячеславович – асистент кафедри обліку і аудиту Львівського інституту банківської справи Університету банківської справи Національного банку України (м. Київ).*

УДК 336.71:519.86

*С. О. Хайлук*

**УРАХУВАННЯ СУДЖЕНЬ ЕКСПЕРТІВ ПРИ ОЦІНЦІ  
ЕФЕКТИВНОСТІ БАНКІВ НЕЧІТКИМ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ  
СЕРЕДОВИЩА ФУНКЦІОНУВАННЯ**

*Запропоновано двокрокову модель оцінки ефективності банків, що ґрунтується на нечіткому методі аналізу середовища функціонування і дозволяє при ранжируванні банків ураховувати судження експертів.*

**Ключові слова:** *ефективність банків, нечіткий метод аналізу середовища функціонування, двокрокова модель DEA.*

**Постановка проблеми.** Зміна економічних умов функціонування та світові кризові явища зумовили пошук багатьма фінансово-кредитними установами більш ефективних і дієвих способів управління їх діяльністю. Як результат, зросла увага банків до характеристик не тільки власної діяльності, а і до діяльності конкурентів. Внаслідок чого зросла і актуальність оцінки ефективності банку у порівнянні зі своїми суперниками. При цьому

---

© С. О. Хайлук, 2014

багатоаспектний характер показника ефективності банківської діяльності призводить до розробки та застосування з метою його оцінки великої кількості різних математичних методів та моделей [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наукові напрацювання в загальній теорії ефективності, рекомендації стосовно способів її оцінювання хоча і досить значні, проте проблеми визначення ефективності з урахуванням специфіки банківської діяльності залишаються недостатньо розробленими як в теоретичному, так і в методично-практичному аспектах [1; 2]. До того ж невіршеною частиною проблеми залишається вибір методу оцінки ефективності діяльності банку, що дозволяє отримати, з одного боку, статистично обґрунтовані та адекватні результати, а з іншого, – врахувати суб'єктивні думки експертів, що приймають рішення.

В попередніх працях автором було обґрунтовано з метою оцінки ефективності діяльності банків застосування методу аналізу середовища функціонування (Data Envelopment Analysis – DEA) – підходу, що базується на апараті математичного програмування і широко застосовується для порівняння вхідних і результатуючих показників діяльності множини однорідних об'єктів досліджень шляхом оцінки їх відносної ефективності [1]. Однак, традиційні методи DEA, такі як ССР та ВСС, вимагають точного вимірювання як вхідних, так і вихідних показників моделі [3]. Проте у реальному житті значення вхідних і вихідних величин часто є невизначеними або неточними. І навпаки, отримана неточна оцінка ефективності банків може бути результатом неточної, неповної, нечислової або недоступної вхідної інформації. Аналіз досліджень і публікацій показує, що в умовах невизначеності при побудові моделей оцінки ефективності на основі методу DEA використовують два підходи – стохастичний підхід і підхід на основі нечіткої логіки. Стохастичний підхід при цьому передбачає визначення функції розподілу ймовірностей помилок процесу [4; 5].

Однак стохастичний підхід має два недоліки, пов'язані з моделюванням невизначеності в задачах DEA:

- а) малий розмір вибірки, що зазвичай використовується, ускладнює використання стохастичних моделей;
- б) особам, що приймають рішення, необхідно визначити точний розподіл помилки (наприклад, нормальний або експоненціальний) для отримання точних результатів. Однак це припущення не може бути реалістичним, тому що апіорі існує дуже мало емпіричних даних для обґрунтованого вибору одного типу розподілу чи іншого.

Тому більш обґрунтованим є використання підходу на основі нечіткої логіки. Загалом різні дослідники пропонували різні нечіткі методи для боротьби з неточністю і невизначеністю даних в DEA. Серед них одним з найперспективніших, на наш погляд, є використання підходу нечіткого ма-

тематичного програмування шляхом включення нечітких вхідних і вихідних даних в модель DEA [6; 7].

Крім того, традиційні моделі DEA зазвичай не враховують експертні судження. І хоча деякі дослідники почали включати до моделей переваги осіб, що приймають рішення, їхні моделі все ж вимагають точного вимірювання вхідних і вихідних даних, наприклад праці [8; 9].

**Метою і завданням дослідження** є розробка двокрокової моделі оцінки ефективності діяльності банків на основі нечіткого методу аналізу середовища функціонування з урахування суджень експертів та побудови рейтингу банків, що досліджуються.

**Виклад основного матеріалу.** Як показали проведені дослідження, вибір підходу до оцінки ефективності банківської діяльності залежить від того змісту, що вкладає дослідник в дане поняття [1; 2]. Зауважимо, що в англійській мові поняттю «ефективність» відповідають як мінімум три «нетотожні» еквіваленти, а саме: effectiveness, efficiency, performance [10]. Кожне із них має своє трактування і може бути, на нашу думку, наближено визначено таким чином [2]:

effectiveness – результативність (або дієвість), здатність досягати цілі (незалежно від того, якою ціною це було досягнуто);

efficiency – продуктивність, що виражається в оптимальному співвідношенні отриманих результатів і витрачених ресурсів;

performance – ефективність, що показує відношення корисного ефекту (результату) до витрат на його одержання.

Вивчаючи ці три поняття, можна зауважити, що ефективність може розглядатися як своєрідне поєднання продуктивності та результативності і бути оцінена на їх основі. Для того, щоб оцінити ефективність, результативність і продуктивність банківської системи на рівні окремих банків, ми пропонуємо використовувати інноваційну двокрокову модель DEA, що ґрунтується на підході, закладеному Ц. Хо і Д. Зу в 2004 році [2; 10].

Загальну двокрокову модель оцінки ефективності з вхідними і вихідними змінними, що використовуються, представлено на *рис.*

З метою отримання оцінок діяльності банків з точки зору їх результативності та продуктивності пропонується використовувати один з найбільш розповсюджених методів оцінки ефективності банків в закордонних працях – метод аналізу середовища функціонування (DEA). DEA розглядає кожен банк як фірму, що використовує ресурси (inputs) для виробництва випуску (outputs) за допомогою деякої виробничої функції [3]. Відповідно один банк вважається ефективнішим за інший, якщо він досягає принаймні не меншого (покомпонентно) випуску, ніж інший при використанні не більшої кількості ресурсів (знову ж таки покомпонентно).

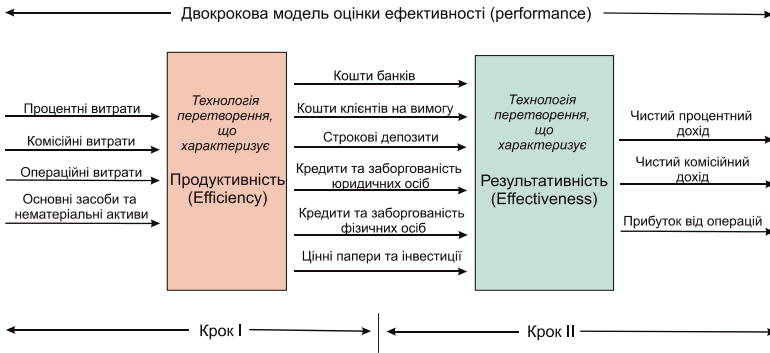


Рис. Схема двокрокової моделі оцінки ефективності банківської діяльності

Основні положення моделі з постійною віддачею від масштабу полягають у таких припущеннях. Припустимо, що оцінюються  $N$  DMUs. Для  $j$ -го DMU ( $j = 1, \dots, n$ ) вхідні і вихідні показники позначаються як  $x_{ij}$  ( $i = 1, \dots, m$ ) і  $y_{rj}$  ( $r = 1, \dots, s$ ) відповідно. Для розрахунку показника ефективності  $p$ -го банку  $\theta_p$  необхідно вирішити задачу лінійного програмування [3; 6]

$$\max \theta_p = \sum_{r=1}^s u_r y_{rp},$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ip} = 1,$$

за умови, що

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \forall j, \quad (1)$$

$$u_r, v_i \geq 0, \quad \forall r, i.$$

де  $u_r$  і  $v_i$  – ваговими коефіцієнти  $r$ -го вихідного й  $i$ -го вхідного показників відповідно.

Відмітимо, що банки, для яких  $\theta_p^* = 1$ , називаються ефективними, а ті банки, для яких  $\theta_p^* \neq 1$ , називають неефективними. Ефективні банки формують межу ефективності, що являє собою кусково-лінійну криву, яка сполучає найефективніші точки (точки, що характеризуються Парето-оптимальним відношенням кількості вхідних і вихідних параметрів). Спосіб побудови межі ефективності – це  $N$ -кратне рішення задачі лінійного програмування (1). Межа використовується як еталон для отримання чисельного значення ефективності кожного з оцінюваних банків. Ступінь ефективності банків визначається їх близькістю до межі ефективності в багатовимірному просторі вхідів / виходів.

Однак одним з основних недоліків цього методу є висока чутливість результатів, отриманих на його основі, до появи помилкових даних, статистичних шумів, а також до невеликих змін в даних і в специфікації моделі, що оцінюється. Тому початкові дані при оцінюванні за допомогою методу DEA повинні бути точними і приймати форму конкретних числових значень. Проте значення вхідних і вихідних даних щодо банківської діяльності часто є неточними або нечіткими. Це може бути пов'язано з помилками вимірювання, зі спотворенням економічного сенсу та значень деяких показників через недосконалість існуючої системи обліку й моніторингу, з обмеженістю і неповнотою інформаційної бази через небажання керівників достатньо повною мірою та об'єктивно надавати інформацію щодо стану об'єкта що досліджується, тощо. А така неточність ставить під сумнів обґрунтованість результатів оцінювання ефективності банків на основі даного методу.

З метою уникнення проблеми ми пропонуємо до використовувати модель DEA з нечіткими параметрами, яку запропонували А. Хатамі-Марбіні, С. Сааті та М. Тавана [6]. В даному підході невизначеність представляється у задачі лінійного програмування за допомогою нечітких коефіцієнтів і типова модель ССR з нечіткими коефіцієнтами приймає вигляд:

$$\max \theta_p = \sum_{r=1}^s u_r \tilde{y}_{rp},$$

$$\sum_{i=1}^m v_i \tilde{x}_{ip} = 1,$$

за умови, що

$$\sum_{r=1}^s u_r \tilde{y}_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \tilde{x}_{ij} \leq 0, \forall j, \quad (2)$$

$$u_r, v_i \geq 0, \quad \forall r, i.$$

де  $u_r$  і  $v_i$  ( $r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m$ ) – чіткі рішення змінних.

Нечітка модель DEA може бути використана для вирішення всіх видів нечітких форм числа. Якщо нечіткі коефіцієнти моделі (2) вважаються трикутними нечіткими числами і якщо  $\tilde{x}_{ij} = (x_{ij}^a, x_{ij}^m, x_{ij}^b)$  та  $\tilde{y}_{ij} = (y_{ij}^a, y_{ij}^m, y_{ij}^b)$ , то модель (2) прийме вигляд

$$\max \theta_p = \sum_{r=1}^s u_r (y_{rp}^a, y_{rp}^m, y_{rp}^b),$$

$$\sum_{i=1}^m v_i (x_{ip}^a, x_{ip}^m, x_{ip}^b) = 1,$$

за умови, що

$$\sum_{r=1}^s u_r (y_{rj}^a, y_{rj}^m, y_{rj}^b) - \sum_{i=1}^m v_i (x_{ij}^a, x_{ij}^m, x_{ij}^b) \leq 0, \forall j, \quad (3)$$

$$u_r, v_i \geq 0, \quad \forall r, i.$$

Варто зазначити, що нечітка модель DEA включає в себе кілька обмежень, які є лінійними нечіткими нерівностями (рівностями), і тому при знаходженні розв'язків вимагає порівняння двох нечітких чисел.

Для будь-якої пари нечітких чисел  $\tilde{A}$  і  $\tilde{B}$  функціями належності є  $\mu_{\tilde{A}}$  і  $\mu_{\tilde{B}}$  відповідно. Тоді рівень нечіткого домінування  $\tilde{A}$  над  $\tilde{B}$  може бути виражений таким чином:

$$\mu_{\tilde{A}}(\tilde{A}, \tilde{B}) = \begin{cases} 0, & E_2^a - E_1^b < 0, \\ \frac{E_2^a - E_1^b}{E_2^a - E_1^b - (E_1^a - E_2^b)}, & E_1^a - E_2^b < 0 < E_2^a - E_1^b, \\ 1, & E_1^a - E_2^b > 0 \end{cases} \quad (4)$$

де  $[E_1^a, E_2^a] = \left[ \int_0^1 f_a^{-1}(r) dr, \int_0^1 g_a^{-1}(r) dr \right]$  і  $[E_1^b, E_2^b] = \left[ \int_0^1 f_b^{-1}(r) dr, \int_0^1 g_b^{-1}(r) dr \right]$

є сподіваними інтервалами  $\tilde{A}$  і  $\tilde{B}$  відповідно.

Функції  $f^1(r)$  та  $g^1(r)$ ,  $r \in [0, 1]$  є оберненими функціями лівої і правої функцій належності відповідно. Якщо  $\mu_M(\tilde{A}, \tilde{B}) \geq \alpha$ , де  $\alpha \in (0, 1]$ , тоді говорять, що  $\tilde{A}$  більше або дорівнює  $\tilde{B}$  принаймні з рівнем значущості  $\alpha$ , що позначається як  $(\tilde{A}, \tilde{B})_\alpha$ , і еквівалентно:

$$\frac{E_2^a - E_1^b}{E_2^a - E_1^b - (E_1^a - E_2^b)} \geq \alpha \quad (5)$$

або

$$E_2^a(1 - \alpha) + \alpha E_1^a \geq E_1^b(1 - \alpha) + \alpha E_2^b \quad (6)$$

Тоді враховуючи (6), модель (3) можна переписати так:

$$\max \theta_p^\alpha = \sum_{r=1}^s EV(\tilde{y}_{rp}) u_r,$$

$$\sum_{i=1}^m [(1 - \alpha) E_2^{x_{ip}} + \alpha E_1^{x_{ip}}] v_i = 1,$$

за умови, що  $\sum_{r=1}^s [(1 - \alpha) E_2^{y_{rj}} + \alpha E_1^{y_{rj}}] u_r - \sum_{i=1}^m [(1 - \alpha) E_2^{x_{ij}} + \alpha E_1^{x_{ij}}] v_i \leq 0, \forall j, \quad (7)$

$$u_r, v_i \geq 0, \quad \forall r, i.$$

де  $EV(\tilde{y}_{rp}) = \frac{E_1^{y_{rp}} + E_2^{y_{rp}}}{2}$  - очікувані значення  $r$ -го нечіткого результуючого показника об'єкта дослідження, що розглядається.

Зауважимо, що  $[E_1^{x_{ij}}, E_2^{x_{ij}}]$  і  $[E_1^{y_{rj}}, E_2^{y_{rj}}]$  виходять з рівняння (4). Крім того,  $u_r^*$  і  $v_i^*$  є оптимальними рішеннями  $p$ -го банку для кожного  $\alpha \in [0, 1]$  у моделі (7).

Для конкретного значення  $\alpha \in [0, 1]$  модель (7) вирішується за допомогою програмного забезпечення, що дозволяє розв'язувати стандартні задачі лінійного програмування. Тоді оптимальна нечітка відносна ефективність  $\tilde{\theta}_p^{\alpha^*}$  для  $p$ -го об'єкта дослідження розраховується як:

$$\tilde{\theta}_p^{\alpha^*} = \left( \theta_p^{a(\alpha)}, \theta_p^{m(\alpha)}, \theta_p^{b(\alpha)} \right) = \left( \sum_{r=1}^s y_{rp}^a u_r^*, \sum_{r=1}^s y_{rp}^m u_r^*, \sum_{r=1}^s y_{rp}^b u_r^* \right). \quad (8)$$

При цьому, хоча всі оцінки ефективності об'єктів дослідження, що отримані на основі нечіткої моделі DEA, є математично обґрунтованими, дослідник може використовувати свої експертні судження та переваги. Змінити рейтинг банків відповідно до їх експертної пріоритетності можна, використовуючи нечіткі оцінки ефективності в рівнянні (8). З цієї метою досліднику пропонується визначити його пріоритетні нечіткі цілі на основі розгляду оптимальних нечітких оцінок ефективності  $p$ -го банку ( $\tilde{\theta}_p^{\alpha^*}$ ) для кожного  $\alpha$  рівня, що позначається як  $\tilde{G}_j = (g_j^a, g_j^m, g_j^b)$ . Функція належності нечіткої цілі для всіх банків може визначатися так:

$$\mu_{\tilde{G}_j}(z) = \begin{cases} 0, & z \leq \min_p \{ \theta_p^{a(\alpha)} \}, \\ \frac{z - \min_p \{ \theta_p^{a(\alpha)} \}}{\max_p \{ \theta_p^{b(\alpha)} \} - \min_p \{ \theta_p^{a(\alpha)} \}}, & \min_p \{ \theta_p^{a(\alpha)} \} \leq z \leq \max_p \{ \theta_p^{b(\alpha)} \}, \\ 1, & z \geq \max_p \{ \theta_p^{b(\alpha)} \} \end{cases} \quad (9)$$

Для сумісності оптимальної нечіткої ефективності  $\tilde{\theta}_p^{\alpha^*}$  з перевагами дослідника  $\tilde{\theta}_p^{\alpha^*}$  [7] пропонуємо використовувати індекс Ягера:

$$K_{\tilde{G}_j}^{\alpha}(z) = \int_{-\infty}^{+\infty} \mu_{\tilde{G}_j}(z) \cdot \mu_{\tilde{\theta}_p^{\alpha^*}}(z) dz / \int_{-\infty}^{+\infty} \mu_{\tilde{\theta}_p^{\alpha^*}}(z) dz. \quad (10)$$

У підсумку, балансове рішення визначається для кожного на основі рівняння [6]:

$$B_j(\alpha) = \alpha * K_{\tilde{G}_j}^{\alpha}(z). \quad (11)$$

де \* – алгебраїчний добуток.

Порядок ранжирування банків може бути розроблений на основі значення вищезазначеного індексу для кожного  $\alpha$  рівня.

**Висновки.** Запропонована в роботі двокрокова модель оцінки ефективності банків на основі методу аналізу середовища функціонування (DEA) з урахуванням нечітких параметрів дозволяє оцінювати ефективність об'єктів на основі даних про множину вхідних і вихідних змінних, даючи можливість уникнення застосування штучних вагових коефіцієнтів, що істотно збільшує

об'єктивність оцінки. Застосування ж інструментарію нечітких чисел у моделі дозволяє уникнути основного недоліку методу DEA – чутливості до статистичних шумів, а також до невеликих змін у даних і в специфікації моделі, – що забезпечує, у свою чергу, отримання стійких, статистично обґрунтованих та адекватних результативних оцінок ефективності діяльності банків. Модифікований індекс Ягера вводиться і використовується для складання рейтингу банків на основі отриманих оцінок, але з урахуванням переваг і суджень експертів та осіб, що приймають рішення.

#### Список використаних джерел:

1. Хайлук, С. О. Оцінка ефективності діяльності банків: порівняльний аналіз методів та моделей / С. О. Хайлук // Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики : збірник наукових праць ХІБС УБС НБУ. – Харків, 2010. – Вип. 1 (8) : у 2 ч. – Ч. 2. – С. 112–118.
2. Хайлук, С. О. Використання непараметричних методів оцінки ефективності, результативності та продуктивності діяльності вітчизняних банків / С. О. Хайлук, Т. М. Мельник // Актуальні проблеми економіки. – 2010. – № 11. – С. 263–272
3. Cooper, W. W. Data Envelopment Analysis. A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software / W. W. Cooper, L. M. Seiford, K. Tone. – Springer, 2007. – 488 p.
4. Хайлук, С. О. Використання бутстрап-методу при непараметричному оцінюванні ефективності банківської діяльності / С. О. Хайлук, С. М. Новак // Вісник Університету банківської справи Національного банку України – 2010. – № 3 (9). – С. 230–234.
5. Sengupta, J. K. A fuzzy systems approach in data envelopment analysis / J. K. Sengupta // Computers & Mathematics with Applications – Oxford, England, 1992. – № 24 (9). – P. 259–266.
6. Hatami-Marbini, A. Data Envelopment Analysis with Fuzzy Parameters: An Interactive Approach / A. Hatami-Marbini, S. Saati, M. Tawana // International Journal of Operations Research and Information Systems. – 2011. – № 2 (3). – P. 39–53.
7. Jiménez, M. Linear programming with fuzzy parameters: An interactive method resolution / M. Jiménez, M. Arenas, A. Bilbao, A., M. V. Rodríguez // European Journal of Operational Research, – 2007. – № 177(3). – P. 1599–1609.
8. Joro, T. An interactive approach to improve estimates of value efficiency in data envelopment analysis / T. Joro, P. Korhonen, S. Zionts // European Journal of Operational Research. – 2003. – № 149 (3). – P. 688–699.
9. Wong, B. Y. H. Using interactive multi objective methods to solve DEA problems with value judgments / B. Y. H. Wong, M. Luque, J. B. Yang // Computers & Operations Research. – 2009. – № 36 (2). – P. 623–636.
10. Kumar, S. Measuring efficiency, effectiveness and performance of Indian public sector banks / S. Kumar, R. Gulati. // International Journal of Productivity and Performance Management. – 2010. – Vol. 59, № 1. – P. 51–74.

**Хайлук С. А.**

*Учет суждений экспертов при оценке эффективности банков нечетким методом анализа среды функционирования*

*Предложена двухшаговая модель оценки эффективности банков, которая основана на нечетком методе анализа среды функционирования и позволяет при ранжировании банков учитывать предпочтения и суждения экспертов.*



**Ключевые слова:** *ефективність банку, нечеткий метод аналізу середовища функціонування, двухагова модель DEA.*

**Khayluk S. O.**

**Considering expert judgment in assessing the banks efficiency by fuzzy DEA**

*The two-stage model of the banks evaluation is suggested in the article. The developed model is based on data envelopment analysis with fuzzy parameters. It allows to take into account experts preferences when ranking banks.*

**Key words:** *efficiency of the banks, banks performance, Fuzzy DEA, two-stage DEA.*

*Хайлук Світлана Олексіївна – кандидат економічних наук, доцент, завідувач кафедри економічної кібернетики Севастопольського інституту банківської справи Університету банківської справи Національного банку України (м. Київ).*

УДК 330.4

*С. Г. Куліков, Ю. А. Мусієнко*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ОБСЯГУ КРЕДИТУВАННЯ ПРИВАТНОГО СЕКТОРУ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ РОЗВИТКУ КРАЇНИ**

*Запропоновано економетричну модель обсягу кредитування приватного сектору залежно від показників економічного і фінансового розвитку країни. Відповідно до цієї моделі визначаються періоди та обсяги надмірного рівня кредитування приватного сектору. Також визначено проблему формування контрциклічного буферу капіталу залежно від рівня кредитування приватного сектору.*

**Ключові слова:** *фільтр Ходріка – Прескотта, макропруденційний нагляд, контрциклічний буфер капіталу, рівноважний обсяг кредитування, авторегресійна модель із розподіленими лагами, регресія, статистична значущість, критерій Жарка – Бера, статистика Дарбіна – Уотсона.*

**Постановка проблеми.** *Надмірне кредитування було однією з основних причин світової фінансової кризи 2007–2008 рр. Для протидії впливу циклічних змін на банківський сектор регулятивними нормами Базель III запроваджується новий інструмент макропруденційного регулювання банківської системи – контрциклічний буфер капіталу. Регулятивні норми Базель III*

*© С. Г. Куліков, Ю. А. Мусієнко, 2014*