



УДК 330.4:005.53]:336.71

[https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-8\(50\)-389-400](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-8(50)-389-400)

**Грабарєв Андрій Володимирович** кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри інформатики та системології, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, м. Київ, <https://orcid.org/0000-0001-6165-0996>

**Мозгалі Ольга Петрівна** доктор економічних наук, професор, професор кафедри інформаційних систем в економіці, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, м. Київ, <https://orcid.org/0000-0003-2319-1383>

**Федоренко Олексій Дмитрович** магістр біології, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, <https://orcid.org/0009-0001-3907-9727>

**Мозговий Сергій Анатолійович** аспірант кафедри інформатики та системології, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, м. Київ, <https://orcid.org/0009-0008-4971-7092>

## ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ СИНЕРГЕТИЧНИХ ЕФЕКТІВ У РОЗВИТКУ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

**Анотація.** Досліджено економіко-математичні моделі з оцінювання синергетичних ефектів у банківській системі. Проаналізовано найбільш адекватну для забезпечення сталого розвитку соціально-економічної системи України модель банківської системи з децентралізованою схемою регулювання, де регулятором виступає НБУ, і горизонтальними зв'язками між банками. Визначено оцінку розкиду значень критерію результативності НБУ як регулятора банківської системи у результаті самостійних дій банків як нижнього рівня банківської системи при децентралізованій схемі регулювання і впливах зовнішніх чинників (оцінка колективного ризику банківської системи), а також мінімальний колективний ризик від самостійних дій банків (ціна децентралізації). Запропоновано механізм управління НБУ, що забезпечує ідеальну узгодженість інтересів. Доведено, що для забезпечення ефективного розвитку банківської системи доцільним вбачається впровадження



методів корпоративного управління в практику діяльності банківських установ і створення єдиної корпоративної інфраструктури банківської системи для підвищення функціонування як окремих банків, так і банківської системи загалом. Узагальнено схему інформаційно-логічної структури процесів функціонування банківської системи в контексті парадигми сталого розвитку економічної системи країни, що містить низку досліджених взаємопов'язаних між собою комплексів моделей: моделі дослідження показників функціонування банківської системи, моделі міжбанківської взаємодії, підтримки прийняття рішень, корпоративного управління, антикризового регулювання. Доведено твердження про умови формування зони компромісу стосовно встановлення доцільності функціонування і розвитку корпоративної інфраструктури банківської системи.

**Ключові слова:** економіко-математичне моделювання, парадигма сталого розвитку економічної системи, регуляторна функція НБУ, банківська система, інформаційно-логічна структура процесів функціонування банківської системи.

**Hrabariev Andrii Volodymyrovych** candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the Department of Informatics and Systemology Vadym Hetman Kyiv National University of Economics, Kyiv, <https://orcid.org/0000-0001-6165-0996>

**Mozgalli Olga Petrivna** doctor of economic sciences, professor, Professor of the Department of Information Systems in Economics Vadym Hetman Kyiv National University of Economics, Kyiv

**Fedorenko Oleksii Dmytrovych** master of biological sciences of Taras Shevchenko Kyiv National University, Kyiv, <https://orcid.org/0009-0001-3907-9727>

**Mozgovyi Sergii Anatoliyovych** graduate student of the Department of Informatics and Systemology Vadym Hetman Kyiv National University of Economics, Kyiv, <https://orcid.org/0009-0008-4971-7092>

## ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS FOR EVALUATING SYNERGETIC EFFECTS IN DEVELOPMENT BANKING SYSTEM OF UKRAINE

**Abstract.** Economic and mathematical models for evaluating synergistic effects in the banking system were studied. The most adequate model of the banking system with a decentralized regulatory scheme, where the NBU acts as the regulator,



and horizontal connections between banks, is analyzed to ensure the sustainable development of the socio-economic system of Ukraine. The assessment of the spread of the values of the criterion of the effectiveness of the NBU as a regulator of the banking system as a result of the independent actions of banks as a lower level of the banking system with a decentralized regulatory scheme and the influence of external factors (assessment of the collective risk of the banking system), as well as the minimum collective risk from the independent actions of banks (the price of decentralization) was determined. A management mechanism of the NBU, which ensures perfect alignment of interests, is proposed. It is proved that in order to ensure the effective development of the banking system, it is considered expedient to introduce corporate management methods into the practice of banking institutions and to create a single corporate infrastructure of the banking system to improve the functioning of both individual banks and banking systems in general. The diagram of the informational and logical structure of the banking system's functioning processes in the context of the paradigm of sustainable development of the country's economic system is summarized, containing a number of researched interrelated sets of models: models for researching indicators of the functioning of the banking system, models of interbank interaction, decision support, corporate management, anti-crisis regulation. The statement about the conditions for the formation of a compromise zone regarding the establishment of the expediency of the functioning and development of the corporate infrastructure of the banking system has been proven.

**Keywords:** economic-mathematical modeling, paradigm of sustainable development of the economic system, regulatory function of the NBU, banking system, informational and logical structure of banking system functioning processes.

**Постановка проблеми.** Для забезпечення високої надійності банківської діяльності всередині країни і зовнішньоекономічному просторі потрібно ґрунтовне напрацювання єдиної стратегії розвитку банківської системи. Втім наявні стратегії, створені банками і Національним банком України, містять різні трактування організації банківської діяльності, банківського нагляду і контролю. Виконання банками різноманітних функцій, таких як посередництво, контроль, моніторинг, зменшення витрат обігу, трансформація неліквідних активів у ліквідні зобов'язання, має велике значення для визначення темпів і пропорцій розвитку економічної системи України загалом. Опис функціонування банківської системи управління передбачає завдання порядку прийняття рішень – вибору параметрів регулювання, та інформованості її елементів – банків, у моменти прийняття рішень, а також принципів вибору при всіх можливих видах інформованості з погляду регулятора – Національного банку України. Вибір параметрів регулювання та передача інформації





банкам здійснюється регулятором для того, щоб у процесі функціонування банківської системи досягти виконання потрібних глобальних обмежень на її параметри функціонування та забезпечити умови сталого розвитку, а також підвищити результативність діяльності банківської системи. При цьому завдання корпоративного управління у банківській системі має сенс, якщо виконується умова узгодженості діяльності банків як елементів банківської системи. Інтереси банків і всіх зацікавлених сторін вважаються узгодженими, якщо регулятор може забезпечити стійке функціонування банківської системи. Проблема забезпечення стійкості функціонування банківської системи вирішується на основі поняття колективного ризику, що оцінюється величиною можливих втрат, пов'язаних із прийняттям рішень в умовах неповної інформації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні існують окремі розробки з аналізу ефективності діяльності банківської системи. Над проблемами оцінювання функціонування і розвитку економічних систем, зокрема банківської системи, працювали такі науковці, як Ahn B.S. [12], Báez A.H. [8], Cho S.S. [12], Debrayan B.H. [8], Kim C.Y. [12], Kumar S. [6], Rashmi S. [6], Srivastava Ashish K. [6], Srivastava Manish K. [6], Андреева Л.В. [1], Баранюк М.Р. [9], Бойко О.С. [3], Воробйов В.М. [3], Гаврилов О.В. [3], Гострик О.М. [10], Грабарев А.В. [9, 10, 11], Лебідь Р.Д. [4], Лук'яненко І.Г. [5], Мозгаллі О.П. [7, 9, 10, 11], Мозговий С.А. [11], Морозова О.Г. [1], Сидорова Т.А. [1]. Проте багато питань залишаються ще не вирішеними. На сьогодні є окремі розробки щодо аналізу продуктивності, або ефективності, кредитних організацій, описані у дослідженнях таких науковців, як [7, 9–11]. Однак багато питань лишаються досі не з'ясованими. По-перше, переважна більшість методів орієнтована на аналіз окремих банків, і їх застосування не дає відповіді на питання, яка величина ефективності банківської системи загалом. По-друге, лише останніми роками дослідникам стали доступні тривалі часові ряди, на підставі яких можна проводити аналіз динаміки ефективності, або потенціалу, банківської системи в часі, висвітлені у роботах [3, 7, 8]. Підходи до аналізу змін показників ефективності, або потенціалу, банківської системи в часі нині потребують додаткової систематизації. Також потрібна універсалізація методики аналізу потенціалу банківських систем, яка уможливить застосування розробленого економіко-математичного інструментарію у роботі з даними національних банківських систем. Звідси проблема адекватності оцінювання ефективності функціонування і розвитку банківської системи зберігає актуальність і потребує на всебічне дослідження.

**Мета статті:** дослідити економіко-математичні моделі з оцінки синергетичних ефектів у банківській системі.

**Виклад основного матеріалу.** Економічну ефективність процесів функціонування банківської системи в узагальненому вигляді можна визначити як



відношення результату, найважливішими показниками якого є обсяг фінансових потоків, до всіх використовуваних ресурсів. Нині пропонуються різні підходи та методики оцінки ефективності використання ресурсів банківської системи, причому ці методики використовуються для оцінки окремих аспектів ефективності використання конкретного ресурсу. Але в межах системного підходу виникає необхідність в комплексній оцінці ефективності банківської діяльності, яка є результатом використання потенціалу банківської системи.

Регуляторна діяльність НБУ передбачає передачу інформації про прогнозовані значення факторів, що впливають на функціонування всієї банківської системи та її елементів банкам. Якщо регуляторна функція НБУ зводиться лише до передачі інформації банкам про значення деяких параметрів, маємо задачу інформаційного регулювання. У дворівневій банківській системі, в якій НБУ провадить інформаційне регулювання, а банки пов'язані між собою колективним принципом поведінки, рішенням моделі регульованої рівноваги є рівновага, за Нешем. У такій моделі завдання регулятора полягає у переводі банківської системи у найбільш результативну ситуацію рівноваги, яка визначається рівнем інформованості банків [5].

Найбільш адекватною для забезпечення сталого розвитку соціально-економічної системи країни є модель банківської системи з децентралізованою схемою регулювання (регулятором – НБУ) і горизонтальними зв'язками між банками, для якої умовні математичні сподівання  $\hat{X}_i(x_i, B, p_i)$  критеріїв результативності  $E_i(x_i, B, \varphi)$  нижнього рівня банківської системи з погляду  $i$ -го банку мають вигляд  $\hat{X}_i(x_i, B, p_i) = v_i(x_i) - w_i(x_i) - \varepsilon(x_i, B, p_i)$ , де  $i = 1, \dots, n$  – кількість банків у банківській системі;  $x_i$  – ресурси  $i$ -го банку;  $B$  – параметр, що характеризує вплив діяльності банківської системи на зовнішнє середовище;  $p_i$  – вектор імовірностей значень випадкової величини  $\varphi$  (наприклад, вплив на розвиток соціальних проєктів);  $v_i(x_i)$  – прибуток  $i$ -го банку;  $w_i(x_i)$  – витрати  $i$ -го банку;  $\varepsilon(x_i, B, p_i)$  – інвестиції, що спрямовуються банками на потреби сталого розвитку соціально-економічної системи країни.

Регуляторний вплив НБУ полягає в передачі  $i$ -му банку інформації про значення  $B$  і вектору ймовірностей  $p_i$ , які є регулюючими факторами, значення яких відомі лише регулятору. При  $p_1 = p_2 = \dots = p_n = p$  управління регулятора є однорідним, в іншому разі – неоднорідними.

Інтереси НБУ описуються функцією  $E_{NBU}(x_1, \dots, x_n, B, \varphi) = \sum_{i=1}^n \beta_i E_i(x_i, B, \varphi)$ , де  $\beta_i > 0, i = 1, \dots, n$  (відрахування з прибутку на розвиток банківської системи) [7].

Визначено оцінку розкиду значень критерію результативності НБУ як регулятора банківської системи в результаті самостійних дій банків як



нижнього рівня банківської системи при децентралізованій схемі регулювання і впливах зовнішніх чинників (оцінка колективного ризику банківської системи), а також мінімальний колективний ризик від самостійних дій банків (ціна децентралізації). Пропонується механізм управління НБУ, що забезпечує ідеальну узгодженість інтересів, при якій ціна децентралізації дорівнює нулю [5].

На нижньому рівні банківської системи існують ситуації регульованої рівноваги, від яких залежить від типу переданої центром інформації та видом використовуваних НБУ управлінських впливів (однорідних і неоднорідних – різні  $p_i$ ). При цьому механізм інформаційного регулювання з неоднорідною стратегією забезпечує ідеальну узгодженість інтересів банків, а з однорідною стратегією не забезпечує. Оптимальна для регулятора ситуація неоднорідної рівноваги за будь-яких позитивних коефіцієнтах  $\beta_1, \dots, \beta_n$  є паретовською точкою для банків і глобальним максимумом для НБУ. У такий спосіб запропоновані механізми інформаційного регулювання дозволяють погоджувати інтереси банків й досягати більш високої результативності функціонування банківської системи та забезпечувати процеси сталого розвитку соціально-економічного середовища.

Для забезпечення ефективного розвитку банківської системи доцільним є впровадження методів корпоративного управління в практику діяльності банківських установ і створення єдиної корпоративної інфраструктури банківської системи для підвищення функціонування як окремих банків, так і банківської систем загалом [8].

При цьому особливого значення набуває створення умов для забезпечення позитивних синергетичних ефектів корпоративної взаємодії між елементами банківської системи. Для цього потрібно розвивати та підтримувати корпоративну інфраструктуру банківської системи, яка створює сприятливі умови для виникнення синергетичних ефектів [10].

Для дослідження процесів корпоративної взаємодії між елементами корпоративної інфраструктури банківської системи і проведення модельних експериментів доцільно використовувати теоретико-ігрові моделі, оскільки корпоративна інфраструктура банківської системи характеризуються наявністю розподіленого контролю, а банки здійснюють свою діяльність в умовах конфліктів і невизначеності.

У межах побудованих теоретико-ігрових моделей ефективність функціонування корпоративної інфраструктури банківської системи визначається як максимальне значення суми цільових функцій її елементів, а умовами виникнення синергетичних ефектів є наявність не пустої множини компромісів корпоративної взаємодії її елементів і забезпечення умови, що максимальне значення суми цільових функцій елементів корпоративної інфраструктури





банківської системи є більшим за сумарну ефективність функціонування елементів банківської системи.

Отримані результати доводять доцільність розвитку та підтримки функціонування корпоративної інфраструктури банківської системи, дозволяють підвищити вигоди окремих елементів банківської системи і оцінити синергетичні ефекти у розвитку банківської системи і, як наслідок, підвищити ефективність функціонування банківської системи загалом.

Оскільки підвищення ефективності функціонування банківської системи має безпосередній вплив на сталий розвиток, перспективними напрямками подальших досліджень є дослідження процесів взаємодії елементів корпоративної інфраструктури банківської системи із зовнішнім середовищем та встановлення можливості застосування принципів корпоративної взаємодії та виникнення синергетичних ефектів у таких процесах.

Оскільки корпоративні структури характеризуються наявністю розподіленого контролю, тобто суб'єкти управління підпорядковані одночасно декільком органам управління (діяльність банків регулюється акціонерами, радами директорів, НБУ тощо), і здійснюють свою діяльність в умовах конфліктів і невизначеності, для моделювання процесів корпоративної взаємодії доцільно здійснювати за допомогою теоретико-ігрових методів.

Нехай  $A = \{1, 2, \dots, a\}$  – множина центрів управління банківської системи, кожен з яких здійснює управління підпорядкованими йому банками  $B_i, i \in A$ ;  $x_{ji} \in X_{ji}$  – дія  $j$ -го банку, підпорядкованого  $i$ -му центру управління банківської системи ( $X_{ji}$  – підмножина скінчено-вимірного евклідового простору);  $x_i = \{x_{ji}\}_{j \in B_i}$  – вектор підпорядкованих  $i$ -му центру управління,  $x = (x_{ji})_{j \in B_i, i \in A}$  – матриця дій усіх банків;  $E_i(x_i)$  – прибуток, що отримує  $i$ -й центр управління банківської системи,  $r_{ji} = \{r_{ji}\}_{j \in B_i}$  – вектор витрат,  $s_{ji} = \{s_{ji}\}_{j \in B_i}$  – вектор стимулювання  $j$ -го банку  $i$ -м центром управління банківської системи.

Тоді цільова функція  $i$ -го центру управління банківської системи є різницею між доходом і сумарним стимулюванням, що надається

$$F_i(x_i) = E_i(x_i) - \sum_{j \in B_i} s_{ji}(x_{ji}), i \in A$$

підпорядкованими йому банками:

, а цільова функція  $j$ -го банку, підпорядкованого  $i$ -му центру управління банківської системи визначається як різниця між стимулювання і витратами:

$$f_{ji}(x_{ji}) = s_{ji}(x_{ji}) - r_{ji}(x_{ji}), j \in B_i, i \in A \quad (1)$$

Отже, маємо  $a$  дворівневих організаційних структур, в яких на верхньому рівні ієрархії перебуває центр управління банківської системи, а на нижньому – суб'єкти управління (банки), перед кожною з яких постає задача вибору такої системи стимулювання, яка б максимізувала цільову функцію (1).



Доведено, що задача вибору системи стимулювання має просте рішення – центру управління банківської системи достатньо використовувати компенсаторну систему стимулювання (банки при цьому отримують нульову корисність), виграш  $i$ -го центру управління банківської системи (значення

$$Z_i = \max_{x_i} F_i(x_i) = \max_{x_i} E_i(x_i) - \sum_{j \in B_i} s_{ji}(x_{ji}), \quad i \in A$$

його цільової функції) визначається як

а сумарна ефективність функціонування  $a$  елементів банківської системи

$$Z = \sum_{i \in A} Z_i$$

визначається як

Постає завдання визначення умов, за яких елементам банківської системи буде вигідно об'єднати свої зусилля для формування корпоративної інфраструктури банківської системи. За умов некооперативної рівноваги розв'язання цієї задачі тривіальне: кожен елемент банківської системи в межах корпоративної інфраструктури має отримувати не меншу корисність, ніж у попередніх періодах. Оскільки функції витрат банків сепарабельні, то необхідно проаналізувати лише стратегії центрів управління банківської системи [11].

Нехай  $i$ -й центр управління банківської системи отримує прибуток від діяльності банків  $e_i(x)$ ,  $i \in A$ . Розглянемо випадок, коли прибуток центрів управління банківської системи залежить не лише від діяльності безпосередньо його банків, як було розглянуто вище, а й від діяльності банків, підпорядкованих іншим центрам управління банківської системи.

Будемо вважати, що функції  $e_i$  задовольняють тим самим умовам, що й функції  $E_i$ ,  $i \in A$ . Взаємодія структурних елементів банківської системи полягає у тому, що  $i$ -ті центри управління призначають стимулювання  $j$ -м банкам, після чого банки здійснюють вибір своїх дій.

Оскільки кожний центр управління банківської системи в загальному випадку стимулює всі банки, цільова функція  $i$ -го центру управління буде

$$G_i(x) = e_i(x) - \sum_{k \in A} \sum_{j \in B_i} s_{jki}(x_{jk}), \quad i \in A$$

мати такий вигляд:

, де  $s_{jki}$  – стимулювання, що

надається  $ji$ -му банку  $k$ -м центром управління банківської системи, а цільова функція  $j$ -го банку, підпорядкованого  $i$ -му центру управління банківської

$$g_{ji}(x_{ji}) = \sum_{k \in A} s_{jki}(x_{jk}) - r_{ji}(x_{ji}), \quad j \in B_i, \quad i \in A$$

системи, набуде вигляд:

Доведено, що для аналізу ефективних за Парето рівноваг Неша ігри центрів управління банківської системи достатньо обмежитися розглядом функцій стимулювання такого виду:

$$s_{jki}(x_{ji}, y_{ji}) = \begin{cases} \lambda_{jik}, & x_{ji} = y_{ji}, \\ 0, & x_{ji} \neq y_{ji}, \end{cases} \quad \lambda_{jik} \geq 0, \quad j \in B_i, \quad i \in A. \quad (2)$$





Умова компенсації витрат банків має такий вигляд:

$$r_{ji}(y_{ji}) = \sum_{k \in A} \lambda_{jik}, \quad j \in B_i, \quad i \in A. \quad (3)$$

Якщо ці умови виконуються, кожен банк отримує в межах корпоративної інфраструктури корисність, яка не менша за корисність у попередньо розглянутій структурі банківської системи, тобто для банків формування корпоративної інфраструктури банківської системи буде вигідним. Тому доцільним є дослідження вигідності формування корпоративної інфраструктури банківської системи для центрів управління.

Нехай існує така система платежів від центрів управління банкам, що вигреш кожного із центрів управління не менший, ніж за умови незалежної діяльності кожного з них:

$$e_i(y) - \sum_{k \in A} \sum_{j \in B_i} \lambda_{jki} \geq Z_i, \quad i \in A. \quad (4)$$

Отримані результати свідчать, що умовою того, що система стимулювання є ефективною за Парето рівновагою Неша, яка реалізує вектор  $y$  дій банків,  $i$  є непустою множиною компромісу:

$$\theta(y) = \{ \lambda_{jik} \geq 0, \quad j \in B_i, \quad i, k \in A \mid (3) \wedge (4) \}.$$

Ефективність функціонування корпоративної інфраструктури банківської системи визначимо як максимальне значення суми цільових

$$Z^* = \max_x \sum_{j \in B} (e_i(x) - \sum_{j \in B_i} r_{ji}(x_{ji})), \quad i \in A$$

функцій її елементів:

$$y^* = \arg \max_x \sum_{j \in B} (e_i(x) - \sum_{j \in B_i} r_{ji}(x_{ji})), \quad i \in A$$

Нехай  $Z^* \geq Z$ . Тоді для того, щоб область компромісу була непустою, необхідно і достатньо, щоб виконувалась умова:  $Z^* \geq Z$ .

Для доведення необхідності цього твердження, припустимо, що існує вектор  $y$ , для якого  $\theta(y) \neq \emptyset$ . Тоді просумуємо (2) по  $j \in B_i$  і підставимо в отриманий результат (4). Отримаємо  $\forall x$  нерівність  $\sum_{i \in A} (e_i(y) - \sum_{j \in B_i} r_{ji}(y_{ji})) \geq Z$ .

Оскільки права частина нерівності не залежить від  $y$ , то нерівність є справедливою й для  $y^*$ , за якого досягається максимум лівої частини даної нерівності.

Нехай виконується умова  $Z^* \geq Z$  та  $\forall y \quad \theta(y) = \emptyset$ . Тоді  $\theta(y^*) = \emptyset$ . Це означає, що  $\forall \lambda_{jik}$ , що задовольняють (4), одночасно повинні виконуватись:

$$\sum_{k \in A} \sum_{j \in B_i} r_{ji}(y_{ji}^*) > \sum_{i \in B} \sum_{k \in A} \sum_{j \in B_i} \lambda_{jik} \quad \text{та} \quad \sum_{i \in B} \sum_{k \in A} \sum_{j \in B_i} \lambda_{jik} = \sum_{i \in A} (e_i(y^*) - Z_i), \quad \text{тобто}$$

$$\sum_{i \in A} e_i(y^*) - \sum_{k \in A} \sum_{j \in B_i} r_{ji}(y_{ji}^*) < \sum_{i \in A} Z_i, \quad \text{що суперечить умові } Z^* \geq Z.$$



Отже, твердження про умови формування області компромісу щодо визначення доцільності функціонування і розвитку корпоративної інфраструктури банківської системи доведено.

Змістовно це твердження може інтерпретуватись як наявність синергетичного ефекту в корпоративній структурі банківського сектору, тобто банківська система досягає більшої ефективності в умовах корпоративної організації її структури, ніж сума ефективностей її елементів.

З цього твердження випливає, що умова  $Z^* \geq Z$  є умовою вигідності функціонування та розвитку корпоративної інфраструктури банківської системи як з погляду банківської системи, так і з погляду досягнення цілей сталого розвитку, тому вона є мірилом визначення синергетичних ефектів у розвитку банківського сектору, а також критерієм стійкості корпоративної інфраструктури банківської системи.

**Висновки.** Банківські установи – один із головних інструментів здійснення економічних реформ, одна з найважливіших структур ринкової економіки. Потужна банківська система є необхідною умовою забезпечення сталого економічного зростання в країні, адже рівень розвитку економіки значною мірою залежить від стану банківської системи. Швидка зміна умов функціонування, відкритість зовнішньому середовищу, схильність до внутрішніх перетворень спонукають банківську систему до постійного удосконалення.

Для забезпечення ефективного функціонування банківської системи та фінансової підтримки сталого розвитку економіки країни загалом, необхідно спрямовувати процеси банківської діяльності на інноваційний розвиток і становлення інтелектуалізованої економіки в країні – забезпечувати трансформацію внутрішніх заощаджень в інвестиції із найменшими трансакційними витратами, сприяти ефективній алокації ресурсів; надавати кошти для реалізації інноваційних проектів, проектів щодо зміцнення інтелектуального потенціалу країни. Тобто система процесів функціонування банківської системи має бути інструментом реалізації концепції сталого розвитку, оскільки забезпечує перерозподіл фінансових потоків і є фінансовим підґрунтям для суспільно-економічної діяльності.

З цією метою було розроблено методологічні положення щодо підтримки процесів корпоративної взаємодії між банками та організаціями зовнішнього економічного середовища, а також методологію узгодження інтересів в межах окремих корпоративних структур (банків, організацій тощо) і полікорпоративних системах (банківській системі, економічній системі країни).

Узагальнена схема інформаційно-логічної структури процесів функціонування банківської системи в контексті парадигми сталого розвитку



економічної системи країни містить чотири взаємопов'язані між собою комплекси моделей: перший комплекс моделей містить моделі дослідження показників функціонування банківської системи, моделі міжбанківської взаємодії, підтримки прийняття рішень, корпоративного управління, антикризового регулювання. Другий комплекс моделей містить моделі взаємодії банківської системи з мікросередовищем. Це динамічні моделі процесів розвитку банківської системи, моделі корпоративної взаємодії, моделі підтримки прийняття рішень, логіко-ймовірнісні моделі управління ризиками [13]. Третій комплекс моделей містить моделі взаємодії банківської системи з макросередовищем, серед яких є моделі інформаційного управління, моделі мультиагентної взаємодії, моделі врахування й оцінювання синергетичних ефектів, сценарні моделі. Четвертий комплекс моделей містить моделі взаємодії банківської системи із глобальною світ-системою, серед яких – сценарні моделі, моделі інформаційного управління, моделі врахування й оцінювання синергетичних ефектів.

Розроблений цілісний комплекс економіко-математичних моделей дозволяє враховувати всі основні процеси функціонування банківської системи в економічному середовищі країни та проводити модельні дослідження їхньої ефективності, прогнозувати можливі сценарії розвитку банківської системи й ухвалювати необхідні рішення щодо регулювання банківською діяльністю.

#### **Література:**

1. Андрєєва Л.В., Морозова О.Г., Сидорова Т.А. Математичне моделювання в економіці. Київ : КНО, 2022. 248 с.
2. Інформаційні технології в банківській системі. URL: <http://it-tehnolog.com/informatsiyni-tehnologiyi/informatsiyni-tehnologiyi-v-bankivskiy-sistemi> (дата звернення: 20.02.2024).
3. Бойко О.С., Воробйов В.М., Гаврилов О.В. Математичне моделювання в управлінні якістю. Київ : Інфра, 2023. 304 с.
4. Лебідь Р.Д. Математичні методи моделювання систем. Київ : КМУЦА, 2020. 158 с.
5. Лук'яненко І.Г. Діагностика фінансових криз: аналіз, методи, моделі: монографія. Київ : НаУКМА, 2019. 198 с.
6. Fuzzy Logic based Model to Calculate the Economic Level of any Country / S. Kumar, Rashmi Singh, Manish K. Srivastava, Ashish K. Srivastava. URL: <https://www.ijbsac.org/wp-content/uploads/papers/v1i12/L00570311216.pdf> (дата звернення 11.01.2024).
7. Степаненко О.П. Моделі, методи та інформаційні технології підтримки процесів діяльності банківської системи. Монографія. 2-ге вид. Київ, 2020. 491 с. (дата звернення 1.03.2024).
8. Báez A.H., Debrayan V.H. Fuzzy Logic in Business, Management and Accounting. *Journal of Business and Management*. 2022. Vol. 08. № 06. URL: Article ID:104159,21 pages10.4236/ojbm.2020.86157 (дата звернення 15.02.2024).
9. Грабарев А.В., Мозгаллі О.П., Баранюк М.Р. Математичні методи та інформаційні технології у банках. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2024. Вип. № 60.





10. Грабарев А.В., Мозгаллі О.П., Гострик О.М. Моделювання процесів корпоративної взаємодії в банківській системі. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2024. Вип. № 1–2.

11. Грабарев А.В., Мозгаллі О.П., Мозговий С.А. Моделювання процесів банківської корпоративної взаємодії під час ухвалення рішень. *Успіхи і досягнення у науці*. Вип. № 1(1) 2024. С. 267-279.

12. Ahn B.S., Cho S.S., & Kim C.Y. The integrated methodology of rough set theory and artificial neural networks for business failure prediction. *Expert Systems with Applications*. 2020. № 18(2). P. 65-74 (дата звернення 12.02.2024).

13. Zabezpechennia stiikosti suchasnoi ekonomichnoi systemy-osnova ekonomichnoho rozvytku derzhavy SV Kozlovskiyi, HF Mazur - Investytsii: praktyka ta dosvid, 2017

### References:

1. Andreieva L.V., Morozova O.H., Sydorova T.A. Matematychnе modeliuвання v ekonomitsi. Kyiv : KNO, 2022. 248 s. [in Ukrainian].

2. Informatsiini tekhnolohii v bankivskii systemi. URL: <http://it-tehnolog.com/informatsiyni-tehnologiyi/informatsiyni-tehnologiyi-v-bankivskiy-sistemi> (data zvernennya: 20.02.2024) [in Ukrainian].

3. Boiko O.S., Vorobiov V.M., Havrylov O.V. Matematychnе modeliuвання v upravlinni yakistiu. Kyiv : Infra, 2023. 304 s. [in Ukrainian].

4. Lebid R.D. Matematychni metody modeliuвання system. Kyiv : KMUTsA, 2020. 158 s. [in Ukrainian].

5. Lukianenko I.H. Diahnostyka finansovykh kryzh: analiz, metody, modeli: monohrafiia. Kyiv : NaUKMA, 2019. 198 p. [in Ukrainian].

6. Fuzzy Logic based Model to Calculate the Economic Level of any Country / S. Kumar, Rashmi Singh, Manish K. Srivastava, Ashish K. Srivastava. URL: <https://www.ijbsac.org/wp-content/uploads/papers/v1i12/L00570311216.pdf> (date of application 11.01.2024) [in English].

7. Stepanenko O.P. (2020) Modeli, metody ta informatsiini tekhnolohii pidtrymky protsesiv diialnosti bankivskoi systemy [Models, methods and information technologies for supporting banking system activity processes]. Monohrafiia. 2-he vyd. Kyiv. 491 s. [in Ukrainian].

8. Báez A.H., Debrayan B.H. (2022) Fuzzy Logic in Business, Management and Accounting. *Journal of Business and Management*. Vol. 08. No. 06. URL: Article ID:104159,21 pages10.4236/ojbm.2020.86157 (date of application 15.02.2024) [in English].

9. Hrabariiev A.V., Mozghalli O.P., Baraniuk M.R. (2024). Matematychni metody ta informatsiini tekhnolohii u bankakh [Mathematical methods and information technologies in banks]. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu «Ostrozka akademiia» seriia «Ekonomika»*. Vyp. № 60 [in Ukrainian].

10. Hrabariiev A.V., Mozghalli O.P., Hostryk O.M. (2024) Modeliuвання protsesiv korporatyvnoi vziaimodii v bankivskii systemi [Modeling processes of corporate interaction in the banking system]. *Naukovi visnyk Odeskoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu*. Vyp. № 1–2 [in Ukrainian].

11. Hrabariiev A.V., Mozghalli O.P., Mozghovyi S.A. (2024) Modeliuвання protsesiv bankivskoi korporatyvnoi vziaimodii pid chas ukhvalennia rishen [Modeling the processes of banking corporate interaction during decision-making]. *Uspikhy i dosiahnennia u nauksi*. Vyp. № 1(1). S. 267-279 [in Ukrainian].

12. Ahn B.S., Cho S.S., & Kim C.Y. (2020) The integrated methodology of rough set theory and artificial neural networks for business failure prediction. *Expert Systems with Applications*. № 18(2). P. 65-74 (date of application 12.05.2024) [in English].

13. Zabezpechennia stiikosti suchasnoi ekonomichnoi systemy-osnova ekonomichnoho rozvytku derzhavy SV Kozlovskiyi, HF Mazur - Investytsii: praktyka ta dosvid, 2017