



Наталія Миколаївна ТКАЧУК,

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту, фінансів, банківської справи та страхування
Хмельницького університету управління та права імені Леоніда Юзькова,
kamashik@ukr.net

УДК 336.771

НЕЛІНІЙНІСТЬ ТА ІНФОРМАЦІЯ ЯК ФАКТОРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ

Розглянуто вплив нелінійності та інформації на функціонування банків. Підкреслено зв'язок нелінійності банківської системи з нелінійною економічною парадигмою, що змінює сьогодні на традиційну лінійну парадигму розвитку економіки. Обґрунтовано доцільність вибору економічної синергетики як нової концептуальної теорії нелінійної парадигми. Акцентовано увагу на тому, що сутність нелінійності слід трактувати як багатоваріантність і альтернативність вибору шляхів розвитку, як незворотність і швидкість процесів, що відбуваються в банківському середовищі. Відзначено, що властивість нелінійності полягає в непропорційній реакції банківської системи на зміни внутрішнього та зовнішнього середовища, що робить можливим багатозначним наступний її розвиток у точках, де її функціонування відбувається в умовах невідомості. Доведено, що нелінійність банківської системи виявляється в таких її феноменах, як: неоднозначність, нестійкість і незворотність. На основі проведення порівняльної характеристики особливостей лінійних і нелінійних систем здійснено виокремлення



властивостей нелінійності розвитку банківської системи: емерджентності, біфуркації, флуктуації та незворотності. Підкреслено, що нелінійна динаміка дає можливість розкрити сутність процесу самоорганізації банківської системи як послідовну зміну окремих фаз порядку та хаосу в її розвитку. Ентропійно-інформаційна природа сучасної банківської системи зумовила необхідність визначення залежності ефекту її функціонування від показника порядку поведінки системи, що зумовлюється рівнем наповненості системи управлінською інформацією. Встановлено, що організованість і ефект діяльності банківської системи зростає зі збільшенням в ній обсягу управлінської інформації, й навпаки. Цей зв'язок має експоненційний вигляд і розкриває нелінійний характер розвитку банківської системи в постійному протистоянні між невпорядкованістю та інформацією в ентропійному аспекті дослідження. Запропоновано процес розвитку банківської системи розглядати як взаємодію лінійності та нелінійності, стійкості та нестійкості, постійності та структурних змін на противагу властивостям традиційної лінійності, неперервності та сталості, що повною мірою відображає синергетичне бачення розвитку складних економічних систем.

Ключові слова: банківська система, синергетика, нелінійна парадигма, нелінійність, нерівноважність, незворотність, впорядкованість, інформація, ентропія.

Під потужним натиском глобальних і національних інституційних та інноваційних факторів середовище функціонування банківської системи в сучасних умовах наповнене різноманітними коливаннями, які впливають на її розвиток й поведінку її елементів (банків) і можуть розладнати її режим функціонування. Зокрема зростає ризик її хаотизації й послаблення стійкості функціонування, погіршується конкурентноздатність й підвищується ймовірність банкрутства банків. В умовах посилення зовнішніх збурень та внутрішніх коливань перед вітчизняними банками постає завдання підтримки та підвищення ефективності функціонування. З цією метою доцільно проводити ентропійно-інформаційну інтерпретацію й досліджувати нетривіальні процеси за допомогою теорії інформації, економічної синергетики як нової концептуальної нелінійної парадигми.

Сучасні економічні системи, різновидом яких є банківська система, «приречені» на нестійке функціонування з типовою для них хаотичністю, що очевидно актуалізує завдання оптимального управління нестійкою системою. Тому незаперечної актуальності й теоретичної значущості набуває завдання дослідження особливостей ефективного функціонування банків, в умовах нелінійності з раптовими перебудова-



вами, повільними та швидкими, плавними та різкими фазами руху та з врахуванням зростаючого обсягу інформації..

Методологічні аспекти економічної синергетики відображенні в працях Р. Євстигнеєва, А. Євстигнеєвої, С. Єрохіна, С. Мочерного, Е. Петерса, І. Пригожина, В. Решетило, В. Тарасевича та ін. Нелінійність економічної динаміки на основі синергетичного підходу розглядаються в роботах Г. Іванченко, В. Мілованова, В. Цибульського та ін. Вплив ентропії та інформації на функціонування складних економічних систем відображено в фундаментальних дослідженнях Р. Клазіуса, А. Больцмана, Дж. Гіббса, Н. Вінера, М. Смолуховського, С. Чупрова та ін. Втім, залишаються малодослідженими питання нелінійності функціонування банківської системи та впливу потоку управлінської інформації на ефективність її розвитку. Саме це й обумовило вибір теми нашої роботи, визначило її мету та основні завдання.

Метою статті є висвітлення сутності та особливостей нелінійності й інформації як факторів забезпечення ефективного функціонування сучасної банківської системи.

Фінансові ринки в сучасних умовах функціонування є синергійними. Саме ця гіпотеза дає змогу розглядати розвиток складних економічних систем, до складу яких ми відносимо й банківську систему, як процес, в якому відбуваються не лише кількісні ускладнення та взаємодії, але й якісні, нелінійні трансформації складових і самої системи.

Еволюція і поступальний розвиток банківської системи сьогодні безпосередньо пов'язані, перш за все, з нелінійністю, що набуває універсального характеру. Для ґрунтовного дослідження особливостей розвитку банківських установ необхідним стає використання методології «нелінійного мислення», ідеї якої вперше були висунуті в 30-их роках ХХ ст. А. Мандельштамом, а основоположниками нелінійної науки вважаються також А. Пуанкаре, А. Андронон, І. Пригожин, Д. Тернавський та ін. Зазначені вчені були єдині в тому, що сучасні процеси тісно пов'язані з самоорганізацією, нерівноважністю та іншими властивостями нелінійності, що позитивно впливає на пошук та формування методологічних орієнтирів й дослідницьких стратегій, які дозволять переосмислити традиційне раціональне відношення до динаміки розвитку економічних суб'єктів, економічної системи та суспільства в цілому.

Поняття нелінійності є складним й багатограним, потребує ґрунтовного дослідження та вивчення задля пояснення впливу на ефективність функціонування банківської системи й можливості здійснення консолідаційних процесів у ній. З методологічного погляду нелінійність трактується через призму багатоваріантності та альтернативності вибору шляхів розвитку, через ідеї незворотності та швидкості процесів, що відбуваються в банківському середовищі. Варто відмітити, що поняття нелінійності тісно пов'язане з нелінійною парадигмою в економіці, яка дає можливість оцінювати та прогнозувати роз-



виток будь-якого процесу чи явища на основі врахування причинно-наслідкових зв'язків.

У сучасних умовах усвідомлення складності організації економічних систем гостро постає питання переосмислення лінійної, механістичної моделі розвитку економічних суб'єктів, що спрямована на підтримку й нарощення конкурентних переваг, притаманних для лінійної парадигми, коли розвиток організацій базувався на моделі рівноваги, а будь-які зміни трактувалися як порушення порядку й цілісності. На сьогодні будь-яка організація чи система задля забезпечення свого ефективного розвитку повинна еволюціонувати, або, як зазначає І. Пригожин, «знаходитися далеко від рівноваги» [1]. На думку В. Мавєвського, «еволюція — це універсальна форма руху, що охоплює всю економіку» [2]. Тому й відбувається заміщення проблематики стійкості та стабільності функціонування економічних систем «проблематикою становлення». Все, що відбувається сьогодні в соціально-економічному житті, має нелінійний характер й найбільш повно описується засобами нелінійної динаміки, тобто на основі нелінійної парадигми [3].

Як відомо, парадигма є вихідною концептуальною схемою, моделлю постановки проблем і методів їх вирішення, що панують упродовж конкретного історичного періоду в суспільстві [4, с. 877]. При цьому економічна парадигма здебільшого базується на уявленнях про реальність, які сформовані вченими, дослідниками, практиками. Економічна парадигма, як прийнятна в науці система понять, не чинить впливу на поведінку та розвиток самих економічних суб'єктів. Під нелінійною парадигмою в економіці слід розуміти концептуальну схему загальних уявлень і тенденцій функціонування економіки на основі законів нелінійності.

Традиційний для лінійної парадигми раціональний підхід до опису динаміки розвитку економічних процесів і систем виявив свою обмеженість у сучасних умовах нелінійної економіки, для якої характерне різноманіття зв'язків між суб'єктами, нераціональність попиту, гнучкість економічної поведінки, глобалізація конкуренції, консолідація й трансформація тощо. Тому можна стверджувати, що закони розвитку економіки та суспільства в сучасній інноваційній економіці базуються на законах нелінійності, в межах яких виокремлюють такі властивості [5]:

— властивість емерджентності полягає в тому, що в складній економічній системі з'являються ознаки, які не були притаманні її складовим елементам і підсистемам;

— властивість біфуркації передбачає якісні зміни системи за умови досягнення критичного порогового стану її розвитку;

— властивість флуктуацій, що сприяє виникненню множини дискретних варіантів і траєкторій розвитку системи;

— властивість незворотності полягає в неможливості повернення системи до попереднього якісного рівня, який дозволяє ефективно еволюціонувати системі.



Тому поява неочікуваних, якісних змін у розвитку складної економічної системи вважається закономірністю еволюційного процесу, а не виключною подією. Характерні відмінності лінійних і нелінійних систем подано в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика лінійних і нелінійних складних систем

Лінійні системи	Нелінійні системи
Відсутність залежності властивостей системи від процесів, що в них відбуваються	Властивості системи залежать від процесів, що в них відбуваються
Зворотність стану	Незворотність стану
Неперервність зміни важливих параметрів системи	Перервність характеристик зміни важливих параметрів системи
Передбачуваний характер змін у системі (детермінованість)	Залежність поведінки системи від випадкових подій (невизначеність)
Динамічна рівноважність	Динамічна нерівноважність
Відносна симетричність взаємодії внутрішніх і зовнішніх факторів	Несиметричність взаємодії внутрішніх і зовнішніх факторів
Незалежність ключових параметрів системи від часу та простору	Мінливість ключових параметрів системи від часу та простору
Відповідність принципу суперпозиції	Невідповідність принципу суперпозиції

Примітка: систематизовано автором за [6–7].

Варто також зауважити, що можливість надшвидкого розвитку процесів у відкритій економічній системі залежить безпосередньо від правильного розуміння сутності нелінійності, зокрема — позитивних зворотних зв'язків, які здатні прискорювати процеси самоорганізації та саморозвитку системи за рахунок вибору найбільш актуального та ефективного шляху з усіх можливих варіантів. Позитивний обернений зв'язок сприяє відхиленню системи від рівноважного стану й веде до її нестійкості, тоді як негативний обернений зв'язок змушує систему постійно повертатися до стану рівноваги [8].

У межах зазначених нами властивостей нелінійності сучасні банківські установи та банківська система є не просто сукупністю капіталу, майна та людських ресурсів, а виступає у якості відкритої цілеспрямованої системи, що здатна до самоорганізації, саморегулювання, яка прагне до самопідтримки певних законів свого розвитку під впливом зовнішнього та внутрішнього середовища; яка обмінюється із зовнішнім середовищем енергією, ресурсами, що призводить до зміни рівня її ентропії. Відтак можна відмітити, що в сучасній еволюційній економіці відбуваються відкриті, багатовимірні процеси складного еволюційного характеру, що базуються на якісних змінах, які ма-



ють прямий і безпосередній вплив і на функціонування банківської системи.

На думку І. Пригожина, порядок у нерівноважній системі утворюється з хаосу, в процесі якого внаслідок розсіювання енергії в системі виникає дисипативна структура, що пов'язано із суттєвим зменшенням енергії системи та зростанням її ентропії [8]. Як відомо, в нерівноважних середовищах втрата енергії компенсується її надходженням ззовні, саме завдяки цьому й відбувається процес самоорганізації системи. Принциповою умовою процесу самоорганізації банківської системи є переведення системи в нерівноважний стан, що можливо лише в тому випадку, коли система обмінюється зі своїм зовнішнім середовищем матеріально-енергетичними, фінансовими та інформаційними потоками й є досить чутливою до зовнішніх збурень. При цьому слід враховувати, що за умови нелінійності таких процесів навіть дуже незначні зовнішні збурення внаслідок їх багаторазового повторення й посилення можуть породжувати масштабні структурні зміни в системі.

У своєму дослідженні ми виходимо з того, що адаптивний розвиток банківської системи базується на вилученні інформації із зовнішнього середовища свого функціонування та її використання для якнайшвидшого пристосування системи до реєстрованих зовнішніх збурень. У ході здійснення такого інформаційного процесу система сама намагається оцінити характер і рівень проникаючих перешкод і наслідки їх впливу на її розвиток. За результатами такого аналізу в системі приймається рішення, спрямоване на нейтралізацію або послаблення негативного впливу збурень на стан системи за її цільовою траєкторією.

Нелінійна динаміка дає можливість розкрити сутність процесу самоорганізації системи як ланцюжок окремих фаз порядку та хаосу, що послідовно змінюють одне одного. Як бачимо, в основі такого процесу лежить принцип «розвитку через нестійкість», коли в упорядкованій системі зароджується хаос, що за умов сильної нерівноважності призводить до втрати системою її стійкості. З наступним наближенням системи до точки біфуркації охоплена хаосом нерівноважна система виявляється на роздоріжжі різноманітних траєкторій можливого наступного розвитку й під впливом найменших збурень здатна кардинально змінити напрямок вектора свого розвитку з наступним переважанням у ній порядку. Згодом, у результаті функціонування системи знову зростає хаос і розвиток системи продовжується далі за таким самим сценарієм. Оскільки необхідною передумовою нерівноважності системи є згадуваний вже нами її обмін матеріально-енергетичними, фінансовими та інформаційними потоками зі своїм оточенням, будь-які зовнішні збурення здатні вивести систему з рівноваги й втримати її в нестійкому стані.

Досліджуючи ентропійно-інформаційну природу банківської системи, що здатна до самоорганізації, знайдемо залежність ефекту її функціонування від показника порядку поведінки системи. Викорис-



таємо для цього запропоноване В. А. Трапезніковим статистичне тлумачення залежності ефекту функціонування економічної системи (E) від кількості введеної в неї інформації (I) й отримуємо таке формульне вираження цієї залежності [9, с. 51]:

$$\frac{A}{A_{\text{ііо}}} = \hat{a}^{\frac{-I}{I_0}}, \quad (1)$$

звідки отримуємо вираз для визначення ефекту функціонування системи:

$$E = E_{\text{max}} * e^{\frac{-I}{I_0}}, \quad (2)$$

де E — ефект функціонування економічної системи;
 E_{max} — ефект ідеально функціонуючої системи (гранично можливий ефект);

I — кількість введеної в систему інформації;

I_0 — обсяг інформації, притаманний для об'єкта управління.

У наведених формулах (1, 2) відслідковується взаємозв'язок організаційного, інформаційного, економічного та фінансового аспектів діяльності банківської системи, адже зі збільшенням у ній накопиченої керуючої інформації, зростає рівень її організованості та підвищується ефективність діяльності. Вираз (2) формалізує властиву банківській системі закономірність: із збільшенням в ній управлінської інформації підвищується організованість і ефект її діяльності, й навпаки. При цьому експоненційний вигляд такого зв'язку розкриває нелінійний характер її розвитку в боротьбі між невпорядкованістю та інформацією в ентропійному аспекті. Тому завдяки введенню до банківської системи відповідної кількості управлінської інформації (I) знижується її невпорядкованість (B), а ефект функціонування (E) зростає.

Аргументуємо залежність ефекту функціонування банківської системи (E) від міри порядку її поведінки (R). Для цього введемо показник відносної ентропії (R) до формули (2), який означає міру впорядкованості системи, визначається так [10]:

$$R = 1 - (H / H_m), \quad (3)$$

де H — ентропія джерела інформації;

R — міра впорядкованості (відносна ентропія);

H_m — максимально можлива ентропія джерела інформації.



Оскільки $I = R * H_m$, з підстановкою правої частини цієї формули у вираз (2), отримуємо таку залежність:

$$E = E_{\max} * \left(1 - e^{-\frac{R * H_m}{I_0}}\right) \quad (4)$$

Проаналізуємо цю залежність із відповідними висновками для банківської системи:

1. Комплексний вплив величин максимальної ентропії системи (H_m), обсягу інформації, що притаманний системі (I_0) і міри порядку (R) формує динаміку ефекту функціонування банківської системи (E);

2. Ефект функціонування банківської системи (E) буде зростати зі збільшенням показника порядку її поведінки (R). В окремому випадку значення максимальної ентропії (H_m) і закладеного в банківську систему обсягу інформації (I_0) фіксовані, тому ефект однозначно визначається показником порядку поведінки системи (R), тобто його збільшення забезпечує по експоненті зростання ефекту діяльності системи;

3. Із зростанням рівня невпорядкованості банківської системи та її максимальної ентропії (H_m) для стабілізації та підвищення ефективності функціонування (E) необхідно покращити рівень організованості системи за допомогою активного насичення її управлінською інформацією, що зумовлює збільшення показника порядку поведінки системи (R).

4. Із збільшенням обсягу інформації (I_0) в банківській системі посилюються вимоги до позитивної динаміки показника її поведінки (R) задля прискорення темпу нарощення ефекту її функціонування (E).

Отже, з позицій синергетики, еволюція банківської системи комбінує фази порядку та хаосу з урахуванням принципу «розвиток через нестійкість» [8]. В упорядкованій банківській системі зароджується хаос, під впливом якого в умовах сильної нерівноважності система втрачає свою стійкість і в точці біфуркації здатна кардинально змінити характер свого розвитку, після чого в ній знову відновлюється порядок. Подібні феномени банківської системи, що здатна до самоорганізації, формують напрямок подальших досліджень — поглиблення аналізу й комп'ютерне моделювання сценаріїв втрати та відновлення стійкості банківської системи в нестабільному середовищі.

Теорія катастроф інтерпретує еволюцію банківської системи в нерівноважному середовищі як відображення її функціонування «по кривій траєкторії»: переміщення із зони низької ефективності до більш вищої її рівня відбувається завдяки мобілізації усіх ресурсів системи і лише при переході системою через точку біфуркації вона притягується сама до стійкого найбільш вигідного для неї стану [11]. Необхідною передумовою прогресивного розвитку банківської системи є вміле адаптивне управління та ресурсний потенціал, що здатні надати



необхідного та достатнього прискорення її функціонування й забезпечити перехід банків до вищого стану ефективності та рентабельності.

Проведене дослідження дає змогу відзначити таке. Синергетична теорія трактує процес розвитку банківської системи як переважно нестійкий, оскільки властива їй нелінійність зумовлює високий рівень нестабільності поведінки її елементів. Саме нестійкість і нерівноважність є сьогодні головними умовами динамічного розвитку банківської системи. З позиції нелінійної динаміки поведінка банківської системи характеризується стадіями стійкого та нестійкого функціонування. Насичення банківської системи управлінською інформацією робить можливим витіснення з неї хаосу, підвищує її впорядкованість та ефект функціонування.

Еволюція банківської системи в нестійкому ринковому середовищі з хаотичними та впорядкованими стадіями поведінки базується на нелінійній динаміці; банківська система постійно відчуває вплив збурень та управлінської інформації, що надходить у систему, що впливає на рівень її ентропії. Насичення банківської системи управлінською інформацією робить можливим витіснення з неї хаосу, підвищує її впорядкованість та ефект функціонування.

Список використаних джерел

1. Пригожин И. А. Организация: системы и люди. М. : Политиздат, 1983. 176 с.
2. Маевский В. И. Введение в эволюционную макроэкономику. М. : Япония сегодня, 1997. 108 с.
3. Делокаров К. Х., Демидов Ф. Д. Глобализация и нелинейный мир. Сайт С. П. Курдюмова. URL : <https://bit.ly/2GKc5FO>.
4. Большой энциклопедический словарь. 2-е изд. СПб. : Норинт, Большая Российская энциклопедия, 2000. 1536 с.
5. Экономика и менеджмент в условиях нелинейной динамики / под ред. А. В. Бабкина. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. 773 с.
6. Марченко В. М. Самоорганізація злиття та поглинання: умови та потенціал. К. : НУХТ, 2011. 357 с.
7. Ерохин Е. А. Синергетическая парадигма современной экономической теории. *Актуальні проблеми економіки*. 2001. № 1–2. С. 4–18.
8. Пригожин И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой: пер. с англ. ; общ. ред. В. И. Аршинова, Ю. А. Климонтовича и Ю. В. Сачкова. М. : КомКнига, 2005. 296 с.
9. Трапезников В. А. Управление и научно-технический прогресс. М. : Наука, 1983. 224 с.
10. Чупров С. В. Энтропийно-информационный анализ самоорганизации и эффекта функционирования индустриальной экономической системы. *Известия Байкальского государственного университета*. 2017. Т. 27, № 3. С. 443–449. DOI: 10.17150/2500-2759.2017.27(3).443-449.



11. Арнольд В. И. Теория катастроф. 3-е изд. Москва : Наука, 1990. 127 с.

Рекомендовано до друку кафедрою менеджменту, фінансів,
банківської справи та страхування
Хмельницького університету управління та права імені Леоніда Юзькова
(протокол № 11 від 28 травня 2019 року)

Надійшла до редакції 01.06.2019

Tkachuk, N. M. Nonlinearity and Information as Factors of Ensuring Effective Functioning of the Banking System

The influence of non-linearity and information on functioning of banks has been considered in the article. The connection of nonlinear banking system with nonlinear economic paradigm which changes today linear paradigm of economic development for traditional has been underlined. The expediency of choosing economic synergetics as a new conceptual theory of a nonlinear paradigm has been grounded. The attention has been accented on the fact that the essence of nonlinearity should be interpreted as a multivariance and alternativeness of choice of ways of development as the irreversibility and speed of processes which are taking place in the banking environment. It has been noted that non-linearity property lies in disproportional reaction of the banking system to changes in the internal and external environment, which makes it possible and multialternative subsequent development of it at the points where its functioning takes place under uncertainty. It has been proven that nonlinearity of the banking system is manifested in such phenomena as ambiguity and irreversibility. On the basis of conducting of a comparative characteristic of linear and nonlinear systems, the severance of the properties of nonlinearities of the banking system development has been conducted: emergence, bifurcation, fluctuation and irreversibility. It has been emphasized that non-linear dynamics gives the possibility to reveal the essence of the process of self-organization of the banking system as a consequent change of the individual phases of order and chaos in its development. The entropy and informational nature of the modern banking system has stipulated the need for determining the dependence of the effect of its functioning from the indicator of the order of system behaviour which is stipulated by the level of filling of the system by management information. It has been established that organization and effect of the banking system's activity increases with the growth of management information in its volume, and vice versa. This connection has an exponential nature and reveals the nonlinear character of development of the banking system in constant confrontation between disorder and information in the entropy aspect of the study. The process of development of the banking system has been proposed, to consider it as interaction of linearity and nonlinearity, stability and instability, constancy and structural changes as opposed to the properties of traditional linearity, continuity and sustainability which fully reflects the synergetic vision of the development of complex economic systems.

Keywords: banking system, synergetics, nonlinear paradigm, nonlinearity, nonequilibrium, irreversibility, ordering, information, entropy.