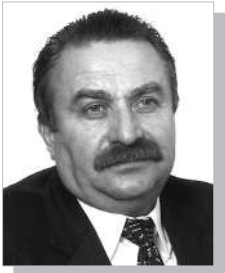


«САМООРГАНІЗОВАНА КРИТИЧНІСТЬ» — НАУКОВА ПАРАДИГМА В УМОВАХ ГІПЕРБОЛІЧНОГО ЗРОСТАННЯ

«SELF-ORGANIZED CRITICALITY» — SCIENTIFIC PARADIGM IN TERMS OF HYPERBOLIC GROWTH



Олександр МОРОЗОВ,
доктор технічних наук,
заслужений діяч науки і техніки
України, Національний технічний
університет України «Київський
політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Oleksandr MOROZOV,
Doctor of Engineering Sciences,
Honoured science and engineering
worker of Ukraine, National Technical
University of Ukraine "Igor Sikorsky
Kyiv Polytechnic Institute"

Тимур МОРОЗОВ,
кандидат економічних наук,
ДУ «Інститут економіки
та прогнозування НАН України», Київ

Timur MOROZOV,
Ph.D. in Economics,
Institute for Economics and
Forecasting, Ukrainian NAS, Kyiv



*Мета науки про самоорганізовану критичність –
внести ясність у фундаментальне питання
про те, чому природа складна, а не проста,
як це передбачають закони фізики.*

П.Бак

Вступ. Одними із найважливіших напрямків досліджень кризового стану та хаотизації соціально-економічних систем ієрархічних рівнів «Мега-Світ...», «Макро...», «Мезо...», «Мікро...», «Кванто-економ...» [1; 2], можна вважати, є проблеми формування нової парадигми управління економічними системами з урахуванням процесів їхнього розвитку і деградації, які викликані ускладненням елементів і зв'язків між ними. Все частіше в умовах гіперболічного зростання [3] з'являються фактори підвищення розмаїтості відгуків, виникнення складних видів поведінки, що знижують передбачуваність і керуваність систем. Здається, що тепер у пріоритетах нової парадигми управління неможливо обійтись без глибокого розуміння нелінійності й необоротності процесів економічного розвитку та деградації, не орієнтуватись на розкриття суті процесів самоорганізації економічних систем, не зважати на неперіодичне виникнення сильно нерівноважних умов (майданів, політичної бездарності тощо), що призводить до появи «самоорганізованої критичності» систем. Останні дослідження в цій галузі [4] показують, що, незважаючи на деякі руйнівні наслідки, що зазвичай супроводжують функціонування в сильно нерівноважних умовах, дестабілізація позитивно впливає на зростання організованості й внутріш-

ньої структурованості систем та призводить до утворення із «хаосу» впорядкованості й опірності зовнішнім впливам.

Постановка завдання. Мета. Методи досліджень. Ідею «самоорганізованої критичності» нині вже широко використовують в геофізиці і соціології, теорії прогнозу землетрусів і лінгвістиці, астрофізиці й економіці. Однак одну із перших ідей з визнання моментів критичності міждисциплінарних парадигм висловив ще Норберт Віннер як «загальну теорію управління і взаємозв'язку в техніці, в організмі, в суспільстві». Вже досить давно склалась така парадоксальна ситуація: фізики, біологи, математики і психологи на конференціях із кібернетики почали, наприклад, обговорювати сутність і шляхи моделювання економічних процесів. Ще більше це посилилось у міждисциплінарному підході – при появі *теорії самоорганізації*, або *синергетики* (від грецького «спільна дія»). Синергетика багато в чому вже змінила розуміння економічних процесів.

Однією із найбільш суттєвих змін стала пропозиція американського дослідника Томаса Куна в 1950-тих роках у книзі «Структура наукових революцій» [5]. Його ідея полягала у виділенні двох видів розвитку наукового знання і уявлень про так звану парадигму. У цей термін він вкладав два сенси. З одного боку, це яскраве, видатне досягнення, що змінює стандарт наукової діяльності, деяка концептуальна схема. З другого – моделі постановки проблем та їх вирішення. Однак Т.Кун не помітив особливого виду революцій у науці, пов'язаних із міждисциплінарними взаємодіями. Це реалізується, як трактує В.Стьопін [6], за рахунок «міждисциплінарних трансформацій».

У статті висвітлено результати аналітико-експериментальних досліджень проблеми самоорганізованої критичності економіко-інформаційних і виробничих процесів, їх характеристик і закономірностей в економічних системах п'яти рівнів. Доведено доцільність розкриття поняття теорії самоорганізованої критичності в рамках ціннісно-часової системи координат економіко-інформаційного простору для визначення розмірності параметрів нематеріальної потужності економічних систем.

The article describes the results of analytical and experimental studies of self-organized criticality of economic information and production processes, their characteristics and regularities in the economic systems of five levels. The feasibility to reveal the concept of the theory of self-organized criticality within the framework of the value-time system of coordinates of economic and information space for defining the dimension of parameters, the intangible power of economic systems has been shown.

На нашу думку, відбувається переорієнтація досліджень із процесів стабілізації на вивчення самоорганізації, зі стабільності – в галузь нестабільності й нерівновагової поведінки, з безперервності – на перегони, бифуркації й катастрофи, з детермінізму – на вивчення невизначеностей і розумне співвідношення детермінованих методів і статистичних законів. Наша нова парадигма передбачає перенесення акценту управління економічними системами із власне управління виробничими й пов'язаними з ними розподільчими процесами на забезпечення адаптивності, керованості й високої ефективності функціонування цих систем у процесі їхнього постійного розвитку й самовдосконалення. Самоорганізована критичність визначає детерміновану поведінку економічних систем, значення стійкості й критичні значення параметрів, що визначають тип поведінки, спирається на дослідження хаотичних систем і дивних атракторів, чутливих до початкових видів поведінки в умовах впливу невизначених факторів, описуваних статистичними залежностями і факторами імовірнісного й випадкового характеру. Самоорганізована критичність, на нашу думку, проникає навіть на поле «форсайтного» визначення сценаріїв розвитку соціально-економічних подій на майбутнє, коли у випадку виникнення навіть незначного стохастичного шуму він здатний істотно змінити траєкторію системи й зробити її абсолютно непередбаченою і, як наслідок, некерованою.

Коментар і пропозиції авторів. У хаосі «бурливого вітру світового економічного океану» борються із шквальними його поривами марно, даремно, некорисно і непотрібно. Ці явища потрібно зрозуміти і використовувати для досягнення цілей систем, зокрема формувати відповідні нові парадигми.

Отже, на нашу думку, підхід Т.Куна стосується в першу чергу безпосередньо динамічно нелінійних економічних систем, що розвиваються і деградують в умовах гіперболічного зростання й можуть отримати пояснення на основі нової наукової парадигми, тобто «самоорганізованої критичності». Фактично ми цю парадигму попередньо визначаємо так: **«Всі проблеми деградації динамічних нелінійних систем народжуються в процесі їх стрімкого саморозвитку із гіперболічним зростанням та виникають вони як всередині системи, так і з реакції зовнішнього середовища на цей стрімкий розвиток».** Це не підміна парадигми «складності систем», це парадигма «самоорганізованої критичності», яка і є її наслідком. Формування поняття такої парадигми **актуальне та є метою нашої статті.**

Викладення основних результатів. Історія дослідження станів і процесів систем, що розвиваються і деградують одночасно, вказує на таке. Проблема і перша помилка полягає в тому, що будь-які намагання дослідників узагальнити елементи алгоритмів і логіки різних економічних теорій у поєднаній сукупності без врахування явища самоорганізованої критичності, що виникає в умовах гіперболічного зростання, є абсурдними.

Яка нова наукова парадигма змогла б дозволити принаймні частково подолати існуючий «різномобій» на сучасному рівні розвитку економічних поглядів (не наважуючись визначити все це як «економічна наука»), варіантів опису процесів і станів реальних економічних систем, а потім як логічний наслідок, а також узагальнити наявну різноманітність створених теорій? Але і перед таким узагальненням, на нашу думку, вкрай потрібно поглибити на основі поняття «акцидентності» розуміння того, «чому природа складна, а не проста?», зокрема значну склад-

ність функціонування соціально-економічних систем. Ще одна важлива проблема, що стосується таких систем, полягає у визначенні меж і розмірностей параметрів вимірів самої системи, а також систем довкілля. Відносно машини або тварини межі й розмірності параметрів можна визначити досить чітко. Відносно соціально-економічної організації межі й розмірності параметрів можуть бути проведені десятками різних способів, і кожного разу від цих меж і розмірностей вимірюваних параметрів залежатиме наукове пояснення механізмів і закономірностей функціонування системи на основі нової наукової парадигми «самоорганізованої критичності» в умовах гіперболічного зростання, поняття про яку ми намагаємось сформулювати.

Відмінною рисою наших досліджень складних динамічних взаємозв'язків економічних систем у процесі їхнього розвитку, деградації й взаємовпливу цих процесів **є різкий і акцентований нами відхід від домінуючої точки зору про виключно негативний вплив дестабілізації (деградації) на процеси вдосконалення й розвитку систем.**

Однак для цього повернемося до механізму наукових революцій і до концепції, яку висунув В.Стьопін, до механізмів радикальних змін у науковій картині Світу і в стратегії пізнання. На основі якого онтологічного механізму слід формувати нам нову парадигму? В.Стьопін [6] запропонував розглядати три типи механізмів за ступенем їх раціональності досягнення мети: класичний, некласичний і неокласичний.

Перший – класичний, полягає в тому, що пояснення отриманих закономірностей та їх опис досягається тільки тоді, коли в ланцюгу дослідницької діяльності «суб'єкт – засоби (прилади) – об'єкт, що досліджується» пояснення зосереджені тільки на об'єкті і буде виключено все, що відноситься до суб'єкта та засобів (приладів).

Другий – некласичний, робить експлікацію зв'язків між знаннями про об'єкт, що досліджується, та характером дослідницьких засобів (приладів). Пояснення та опис включає принцип відносності об'єкта до дослідницьких засобів (приладів) (квантово-релятивістська фізика).

Третій – постнекласичний, розширює поле рефлексії над діяльністю, враховуючи співвідношення отриманих знань про об'єкт не тільки із особливостями засобів (приладів досліджень), але і з їх ціннісно-цільовою структурою. В явному вигляді враховується зв'язок між внутрішньонауковими і позанауковими соціально-економічними цілями і цінностями.

Що, на погляд Г.Малинецького [7], об'єднує подібні механізми?

Масштабна інваріантність. Для визначення параметрів нелінійного динамічного стану і процесів складних ієрархічних систем однією із найважливіших є їх **масштабна інваріантність.** Вона проявляється в тому, що відсутній єдиний виділений рівень масштабу ієрархії, на якому фрактально (тобто самоподібно до інших ієрархічних рівнів) розвиваються нелінійні динамічні впливи.

Коментар і пропозиції авторів щодо меж і розмірності параметрів для забезпечення масштабної інваріантності нової парадигми. Для складних ієрархічних економічних систем такий масштаб є тому, що вони утворюються, за нашим твердженням, завдяки наявності однорозмірних для всіх рівнів складних ієрархічних економічних систем таких об'єднуючих різні масштаби відомих понять, як: цінність (статика, стан економічного покою - розмірність – грн), а також

запропонованих нами нових понять, таких, як: **потужність створення (споживання) цінності (кінематика, рух процесів розвитку або деградації) систем створення (споживання) цінності із постійною швидкістю – розмірність – грн/сек), рівномірне прискорення/уповільнення процесу створення (споживання) цінності (лінійна економічна динаміка – розмірність – (грн/сек)/сек), нерівномірне флукуаційне прискорення/уповільнення процесу створення (споживання) цінності (нелінійна економічна динаміка – розмірність – ((грн/сек)/сек)/сек).** Доповнення понять подане далі по тексту в таблиці.

Цілісність. Вона пов'язана із наявністю в системи властивостей, які відсутні в її частин. Багатьом масштабно-інваріантним системам притаманна властивість цілісності тому, що економічні процеси побудовані однаково на всіх ієрархічних рівнях таких систем.

Коментар і пропозиції авторів щодо умов виникнення явища соціально-економічного резонансу. На наш погляд, саме предикативна цілісність систем викликає можливе явище соціально-економічного резонансу (синергії), в результаті якого виникає емерджентний системний ефект в економічних системах.

Ієрархічність. Багато систем (від структурних елементів земної кори різних масштабів до фондових ринків, на яких присутні компанії із зовсім різними можливостями, та багато-багато інших) є ієрархічними. У них кожний рівень ієрархії може бути наділений своїми властивостями, своєю мовою, своїми інтересами, які визначають його предикативну взаємодію з іншими рівнями ієрархії систем.

Незворотність. Подія, яка відбулась один раз, може назавжди змінити фазову траєкторію системи в економіко-інформаційному просторі [5; 6], відібрати одні можливості та додати інші. На думку палеонтологів, ссавці отримали свій шанс і блискавично ним скористалися в результаті гігантського, катастрофічного вимирання динозаврів, що відбулось 65 мільйонів років тому. Навіть люди – результат щасливого збігу обставин, запам'ятованого випадкового відбору.

Унікальність. Всесвіт, життя, біосфера, світова економіка та багато інших край важливих сутностей є даними нам у єдиному екземплярі. Система не є ергодичною і не виявляє на фазовій траєкторії вузів своїх властивостей.

Коментар авторів. Ми вважаємо за доцільне осмислювати, прогнозувати, передбачати (форсайт) і планувати параметри нелінійних, динамічних, ієрархічних економічних систем у цьому єдиному світі, в якому ми живемо, та в єдиному житті, що знаходиться в нашому розпорядженні на основі нової наукової парадигми «самоорганізованої критичності», що виникає в умовах гіперболічного зростання.

При цьому до наданого вище переліку Г.Малинецького [7], що об'єднує подібні механізми, нами пропонується додати «нелінійність» і «приспосовуваність».

Нелінійність. Новий нелінійний світогляд, нелінійність методології та епістемології економічних досліджень, розуміння й осмислення нелінійної природи і характеру розвитку (деградації) та еволюції, динаміки всіх ієрархічних структур, включаючи біосферні та соціокультурні системи.

Приспосовуваність. Визначається необхідним вимірюванням траєкторії зміни потужності економічної системи в часі для оцінки стану її еволюції [8; 9]: чого більше в ній у момент часу «тут і зараз» -- чи вона деградує, чи розвивається? Не поспішати знищувати елементи деградації в економічній системі,

а підтримувати таке знищення: можливо, це паростки самоочищення, знищення **неінноваційних** елементів та болісна заміна їх на **інноваційні** складові системи.

Яким шляхом можна ефективно досягти попередньо зазначеної вище мети? Зокрема, посилаючись на висновки І.Поспелова [10], більшість таких результатів можна досягти шляхом усвідомлених дослідницьких дій у трьох відомих напрямках:

1. **Фундаментальний** – дослідження і моделювання рушійних сил і шляхів **еволюції** складних і надскладних систем взагалі, нехай навіть на досить умовних і абстрактних прикладах.

2. **Прагматичний** – дослідження формальної **структури** успішно працюючих парадигм, що полегшують побудову нових парадигм на основі накопиченого досвіду.

3. **Феноменологічний** – інтуїтивний та інтелектуальний шлях пошуку парадигм, які узагальнюють **досвід** добре працюючих парадигм.

Виходячи із таких уявлень, світовий історичний економічний процес має, на наш погляд, характер послідовних змін економічних відносин на основі того, як можна уявити зміст нової наукової парадигми, тобто змістовного складу рушійних сил еволюції економічних систем:

Що відомо? – миттєвого стану (тут і зараз у момент біфуркацій) економіко-інформаційного простору, в якому існує система, тобто «інформованості» системи як об'єкта змін про можливі реакції ієрархічно структурованого оточуючого середовища на зміну стану системи при перетині точки біфуркацій;

Що необхідно? – сукупність критеріїв оцінки стану системи в економіко-інформаційному просторі для здійснення вибору сценарію змін;

Що можливо? – набір допустимих стратегій управління змінами стану економічної системи, виходячи з рівня визначеності умов прийняття рішень: повної визначеності, неповної визначеності, повної невизначеності й рівня умов обмеженості ресурсів.

Ці підходи зіткнулися із серйозними труднощами, оскільки будь-яка людська система є цілеспрямованою, виходячи з власних внутрішніх цілей, на відміну від систем, в яких цілі задають інженери. Біологічні системи спрямовані на виживання і також мають цілі, але це цілі, які диктує їм довкілля або що вони самі думають про себе. Соціальні системи, що включають людей, можуть створювати собі цілі самі всередині, і ці цілі можуть не збігатися і навіть суперечити цілям, які приписують організації системні інженери або менеджери, тобто управлінці. Соціальні й організаційні системи мають безліч цілей.

Для формування **еволюційної** цілеспрямованості нової парадигми пропонуємо таку структуру елементів механізму реалізації «самоорганізованої критичності»:

1) виділимо **зовнішніх агентів**, які мають інтерес у результатах діяльності економічної системи, наприклад, акціонери або постачальники. Агенти, що приймають рішення, мають владу над змінами в діяльності системи (зовнішнє управління);

2) визначимо **акторів системи**, які виконують базові функції відповідно до своїх ролей;

3) визначимо **клієнтів або споживачів**, що отримують вигоди або невигоду від результатів роботи системи;

4) визначимо **відповідальних** за проблемні питання, які піклуються про окремі аспекти функціонування системи (внутрішній контроль);

5) знайдемо **свідків**, що відчувають на собі роботу системи, але не можуть реально вплинути на її діяльність;

6) залучимо **аналітиків**; на аналітиках лежить робота з висування пропозицій про поліпшення і виправлення в системі.

Погоджуючись із І.Поспеловим [11], далі щодо еволюційного механізму реалізації нової парадигми будемо діяти за аналогією з дарвінівським процесом природнього відбору, де біологічна смерть замінюється фінансовим розоренням, а біологічне спадкування – наслідуванням, їх можна вважати критеріями вироблення « правильних критеріїв» для торговця і виробника.

Найбільш складними, коли є постійні зміни стану економічних систем із нелінійною динамікою, є виміри реальних параметрів економіко-інформаційного простору.

Використовуючи різні стратегії, ті, які призводять до розорення (деградації чи банкрутства) економічної системи, для продовження свого існування **агенти** змінюють стратегію трансформації розорення на ту, яка не призводить до розорення.

Такий відбір швидко призводить до того, що практично всі **актори-виконавці**, що спостерігались у реальному економічному просторі, починали використовувати стратегію, яка мінімізує вірогідність розорення.

Виходячи з принципу дії модифікованої нами тріади В.Широкова «**система = структура → субстанція+акциденція → суб'єкт**» [12; 13] і трактуючи еволюцію системи, розглянемо таке.

Це відомий, так би мовити, варіаційний принцип у використанні **аналітиків**, що відбирає таку стратегію серед всіх, доступних для спостереження. Аналогічною, на наш погляд, є відома трактовка Р.Фейнманом [14] принципу найменшої дії як результату інтерференції квантової амплітуди частинки, що йде одразу всіма геометрично можливими шляхами.

Ступінь пристосованості, адаптації до змін у процесі існування та еволюційного розвитку і деградації в систем різної складності є різною. У результаті системи безперервно якісно змінюються. Така еволюція економічної системи може бути в першому наближенні порівняна з принципами економічної теорії К.Маркса про взаємодію «виробничих сил» і «виробничих відносин», які становлять її структуру. Отже, виходячи із такої структури системи, логічно вважати, що роль субстанції в тріаді належить «виробничим силам», акциденції «виробничим відносинам».

На наш погляд, виробничі відносини – думки, інтелектуальні результати і те, що виникає в економічній системі між людьми, в мізках людей, тобто суб'єктів акциденції (нематеріальне, навіть уявне), а виробничі сили – це реальні люди, які фізично й матеріально існують як біологічні істоти, тобто субстанції (реальне, фізично, біологічно живе і матеріальне – жива матерія). Суб'єкт, таким чином, виступає як об'єднане поняття за формулою (1):

Суб'єкт = (виробничі сили + виробничих відносини) ↔ засоби виробництва (1).

У суб'єкті засоби виробництва формують неживу матерію в соціально-економічних системах, по відношенню до якої виникає акциденція в живій матерії, що наділена інтелектом і свідомістю.

Справа в тому, що реальна складова економічної системи, яка створює емерджентність суб'єкта будь-якого рівня (із структурою чи закритою, чи відкритою множини), як би квантова частинка в трактовці Р.Фейнмана [14], а в економічній системі – **це людина**, є джерелом феномену «самоорганізованої критичності», мисленно за принципом найменшої дії йде всіма можливими економічними шляхами та виконує роль «акциденції» для суб'єкта, тобто управлінської та виконавчої, інтелектуальної та фізичної складових економічних систем, постійно намагається знайти нові засоби реалізації своїх інтересів: нові технології, нові торгові мережі, нові фінансові інструменти і т.д.

Висновки. Нова наукова парадигма «самоорганізованої критичності» пояснює те, що виникає в умовах гіперболічного зростання, в нашому розумінні, так.

1. «**Система = структура → субстанція+акциденція → суб'єкт**» є такою складною системою, яка здатна до саморозвитку **завдяки наявності в ній явища акциденції** поряд із живими організмами, біосферою, Землею в цілому, людським суспільством і його підсистемами: технологіями, економікою, мовами, між якими і всередині яких виникають емерджентні ефекти, що подібні до лексикографічному ефекту, відкритого В.Широковим.

2. Відповідно до такого тріадного розуміння емерджентності економічних систем постає можливість передбачити, яка саме складова в першу чергу викликає в складній системі втрату її стабільності. Відповідь практично очевидна і витікає з розуміння того, за якої причини виникає, створюється і підтримується існування властивості емерджентності економічних систем, це – **акциденція**.

3. Виникає питання: якими поняттями, показниками, параметрами та величинами якої розмірності можна було б виміряти прямими спостереженнями або визначити їх опосередковано щодо вимірювання **акциденції**? Яким чином відрізняються одна від одної системи за її величиною, які потрібно порівняти за ступенем пристосованості? Це прості, складні чи надскладні системи?

4. На нашу думку, це нематеріальна потужність економічних систем та параметри стану і нелінійних параметрів динаміки ієрархічних соціально-економічних систем.

5. Отже, перший крок – потрібно визначити предикативні відношення між поняттям нематеріальної потужності економічних систем та поняттям «пристосованість» їх до змін у рамках самоорганізованої критичності в умовах гіперболічного зростання шляхом вимірів.

Коментар і пропозиції авторів. «Ще одним елементом нової парадигми як більшості з таких є можливість вимірювання параметрів систем, що є загально відомим інструментом пізнання об'єктів і явищ навколишнього світу, а отже, і економічних систем.

Тому питання це фактично відноситься до метрології, яка в свою чергу належить до науки, що займається теорією пізнання – гносеології. Для вимірювання якісного поняття «пристосованість» до змін потрібно визначити та обґрунтувати розмірність цього явища, що стоїть за вказаним поняттям.

У гуманітарних науках, мистецтві, спорті, кваліметрії, де номенклатура основних величин не визначена, теорія розмірностей не знаходить поки що ефективного застосування. Для вимірів параметрів «акциденцій» пропонується таке».

Проте саме величина вимірюваних параметрів є кількісною їх характеристикою, які можна порівнювати тільки в одній роз-

Таблиця порівняльної аналогії натуральних розмірностей параметрів для вимірювання рівня потужності в різних системах – енергомеханічній (стовпчик 4) і економічній (стовпчик 5)

№ п/п	Назва стану	Розмірність та значення показника руху	Розмірність та значення показника потужності енерго-механічних систем	Розмірність та значення показника потужності економічних систем
1	2	3	4	5
	Статика – спокій	м/сек, V = 0	Вт(дж/сек) , W = 0	Моф(грн/сек), C = 0
1.	Кінематика – дія із постійною величиною показника	м/сек, V > 0	Генерації і енергії Вт, W > 0 Споживання енергії Вт, W < 0	Виробництво економічної цінності Моф, C > 0 Споживання економічної цінності Моф, C < 0
2.	Динаміка – зміни величини показника із прискоренням: – лінійним – нелінійним (діє інерція прискорення процесу)	(м/сек)/сек, a > 0 ((м/сек)/сек)/сек, A > 0	Генерації і споживання енергії із прискоренням Вт / сек, aW > 0 (Вт /сек) / сек, AW > 0	Виробництво і споживання показника із прискоренням Моф / сек, aC > 0 (Моф/сек)/сек Ac > 0 Розвиток економічних систем
1	2	3	4	5
	Динаміка – зміни величини показника із уповільненням: – лінійним – нелінійним (діє інерція гальмування процесу)	(м/сек)/сек, a < 0 ((м/сек)/сек)/сек, A < 0	Генерація і споживання енергії із уповільненням Вт / сек, aW < 0 (Вт /сек) / сек, AW < 0	Виробництво і споживання показника із уповільненням Моф / сек, aC < 0 (Моф/сек)/сек Ac < 0 Деградація економічних систем

Джерело: розроблено автором на основі даних [8; 9; 12; 13].

мірності. Отримання інформації про величину фізичного або нефізичного параметра і є змістом будь-якого вимірювання. У теорії вимірювань прийнято розрізняти п'ять типів шкал: найменувань, порядку, різниць (інтервалів), відносин і абсолютні.

Коментар авторів. Нова парадигма, акциденція і реальність суб'єктів платонічного світу.

Наскільки реальним, незалежним від свідомого сприйняття є існування раціональних (субстанціональних) та нематеріальних (інтуїтивних і логічних) акциденціальних властивостей економічних суб'єктів?

Можливо, все реальне і незалежне містить у собі тільки субстанція, а все, що виникло в нашому розумі, – усього лише абстракції? Чи можуть вони становити собою будь-що, окрім просто довільних конструкцій, породжених людським мисленням?

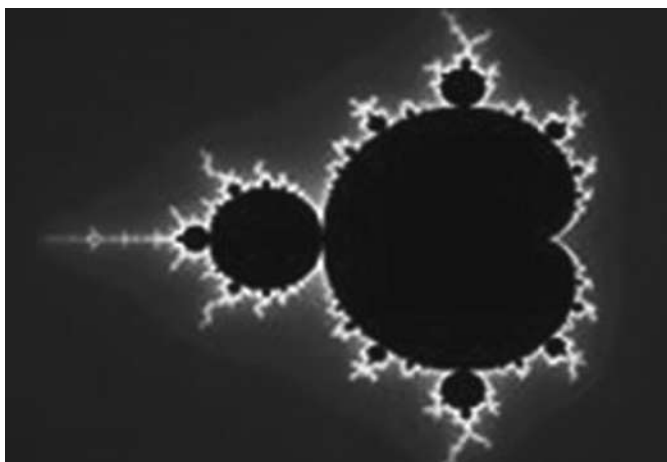
Водночас акцидентна (інтуїтивна і логічна) інформація про суб'єкти, що наповнює сутність, це загадкове поняття «акциденція», часто виглядає глибоко реальною, притаманною реальності, і ця реальність виходить далеко за межі розумових процесів будь-яких, навіть дуже досвідчених вчених-дослідників. Тут ніби має місце зворотне явище – людське мислення виявляється спрямованим до якоїсь зовнішньої істини, яка реальна сама по собі і яка відкривається кожному із нас лише частково.

Множини Мандельброта та Жюліа, фрактали Галлея та Ньютона тощо [15] становлять одні з таких приголомшливих прикладів.

Наступний, дуже необхідний для статті, коментар щодо пояснення суті множини Мандельброта, нами взято з інтернет-ресурсу ru.science.wikia.com. повністю: «Ви бачите фрактал, що зображає множину Мандельброта, — це безліч точок z на комплексній площині, для яких послідовність z_n , визначається ітераціями $z_0 = 0, z_1 = z_0^2 + c, \dots, z_{n+1} = z_n^2 + c$, скінченна (тобто не йде в нескінченність). Візуально множина Мандельброта виглядає як набір нескінченної кількості різних фігур, найбільша з яких називається кардіоїдою (вона схожа на стилізоване зображення серця і отримала свою назву від двох грецьких слів — «серце» і «вид»). Кардіоїда оточена колами, що зменшуються, кожне з яких оточене ще меншими колами, і т. д. до безкінечності. При будь-якому збільшенні цього фрактала будуть виявлятися все більш і більш дрібні деталі зображення, додаткові гілки з більш дрібними кардіоїдами, колами. І цей процес можна продовжувати нескінченно.

Для побудови графічного зображення множини Мандельброта можна використовувати алгоритм під назвою **escape-time**. Сенс його такий. Доведено, що всі множини розташовані всередині кола радіусом 2 на площині. Тому будемо вважати, що якщо для точки c послідовність ітерацій функції $f_c = z^2 + c$

Рисунок. **Графічне кольорове зображення множини Мандельброта** (приклад).



Джерело: інтернет-ресурс ru.science.wikia.com

з початковим значенням $z = 0$ після деякого великого їх числа N (скажімо, **100**) не вийшла за межі цього кола, то точка належить множині і фарбується в чорний колір. Відповідно, якщо на якомусь етапі, меншому N , елемент послідовності за модулем став більше **2**, то точка безлічі не належить і залишається білою. Таким чином, можна отримати чорно-біле зображення множини, яке і було отримано Мандельбротом. Щоб зробити його кольоровим, можна, наприклад, кожну крапку не з безлічі фарбувати в колір, відповідний номеру ітерації, на якому її послідовність вийшла за межі кола».

Дивовижно складна структура множини Мандельброта виглядає так, що вона не є лише частиною нашого мислення, вона є реальністю сама по собі. Хто б не займався дослідженням цих множин, вони наближаються до однієї й тієї ж фундаментальної математичної структури. За твердженням Р. Пенроуза [16], множина Мандельброта – це не плід уявлення людини, це відкриття природного явища, що існує поза нашою свідомістю. На нашу думку, ми бачимо її як і природні явища (гору Еверест, річку Дніпро тощо), вони вже існували «там зовні», як фізичні закони Ньютона тощо.

Аналогічно так само й система комплексних чисел володіє глибокою позачасовою реальністю, що входить далеко за межі мисленних конструкцій, тих, що створені будь-яким конкретним вченим, наприклад, математиком.

Коментар авторів. Перші кроки на шляху до розуміння комплексних чисел були пов'язані з працями Джероламо Кардано [17]. Вражаючим є те, як вже давно людству стало відомо про комплексні числа. Кардано народився в 1501. По 1576 рік жив в Італії, а в 1545 написав трактат з математики під назвою «**Ars Magna**», роботу, якій близько півтисячоліття. У цьому трактаті він запропонував уперше повне рішення кубічного рівняння в загальному вигляді. Кардано помітив, що в певних випадках він був вимушений включати в свою формулу квадратний корінь із від'ємного числа (з мінусом). Хоча ця обставина приводила його до знякочиння, він зрозумів, що повне рішення можна отримати тоді і тільки тоді, якщо припустити можливість добування таких квадратних коренів. Пізніше в 1572 році Рафаель Бомбеллі в своїй роботі «Алгебра» узагальнив роботу Кардано і поклав початок вивченню алгебри комплексних чисел, тобто комплексифікованих математичних об'єктів.

За весь історичний час від відкриття комплексних чисел до сьогодення було виявлено багато їх чарівних властивостей, про які довгий час і не підозрювали. Ці властивості вже існують «там зовні». Вони не були привнесені ні Кардано, ні Бомбеллі, ні Ейлером, ні Весселем, ні Гаусом, ні іншими великими й видатними вченими, незважаючи на їх безсумнівну прозорливість. Цей набір чарівних властивостей був спочатку властивий самій структурі, яку крок за кроком вони відкривали. Саме відкривали, а не створювали. Це й закони Ньютона, це й стандартна модель квантової механіки, це і закони Всесвіту – все це певним чином і в певний час утворилось, як ми гадаємо зараз, після Великого Вибуху, відкритого Гамовим поза свідомістю людства. Насправді вчені лише відкривають істини вже існуючі, реальність яких у значній мірі не залежить від їх діяльності, принаймні ми дотримуємось такої версії по відношенню до комплексних чисел та множини Мандельброта. Думаємо, великі твори мистецтва та техніки мають таку ж природу, навіть мають пряме визначення існуючим поняттям «відкриття».

Точка зору, відповідно до якої математичні поняття можуть існувати в такого роду позачасовому, вищому сенсі, була висловлена ще в глибокій давнині (близько 360 р. до н.е.) великим грецьким філософом Платоном, й тому часто її називають «Світ ідей платонізму».

Із такої позиції ми підходимо до оцінки статусу нової парадигми «самоорганізованої критичності», щоб залучити існуючу можливість універсального опису комплексними числами явищ, процесів і станів економічних систем у частині первинного поділу їх на частини дійсні (матеріальні) і уявні (нематеріальні), формула (2).

Саме комплексне число

$$Z = a + i b \quad (2)$$

має властивість своїми складовими враховувати через a – дійсну (матеріальну) та через $i b$ – уявну (нематеріальну) складові економічних систем.

Можливо, ця впевненість є помилковою, але ґрунтується вона на логічній витонченості, внутрішній узгодженості й математичній потужності системи комплексних чисел у поєднанні з вірою в глибоку математичну гармонію природи економічних явищ.

Труднощі, які зустрінуться в читача на шляху розуміння понять нематеріальна потужність економічних систем, акцидентів, структури, субстанції та суб'єкта тощо в цій роботі, ми адресуємо до спеціальних знань читача та його інтуїції.

Чарівні властивості комплексних чисел створили основу для відкриття нами можливості сформулювати теорію нематеріальної потужності економічних систем [див. роботи авторів 8, 9] та в натуральному вимірі із зрозумілою розмірністю отримати можливість вимірювати рівень їх акцидентності за рахунок розкриття глибокої тріадної природи виникнення емерджентності економічних систем [див. роботи авторів 12, 13].

ВИСНОВКИ

1. Нова наукова парадигма «самоорганізованої критичності» при остаточному сформуванні її в найближчий час, можливо, дасть більш глибоке наукове пояснення того, що виникає в нелінійних економічних системах в умовах гіперболічного зростання в нашому розумінні.

2. У природі існують такі закони, що, так само, як і множина Мандельброта, вже існували «там зовні» й доходять вони до нашої свідомості через дивовижну її властивість **інтенціональність** (тобто в найбільш вільному від технічного тлумачення сенсі – примат свідомості, нематеріальної думки про щось надсамосвідомістю, матеріальним самовизначенням «я»), а доносить їх вона нам через явище «акциденцій» із натуральним значенням розмірності вимірюваних параметрів (див. табл.).

3. Завдяки такому підходу **із певним застереженням**, думаємо, авторам можна стверджувати (**але що може бути і не так**) зовсім просту **гіпотезу про те**, що «самоорганізована критичність» як загальний закон природи вже існувала «там зовні» і тільки поступово нам відкривається.

4. Ми лише зробили дуже малий і початковий крок до того, щоб за допомогою глибокого проникнення в закони «самоорганізованої критичності» природних явищ робити нові кроки з вирішення проблем економічних систем, що розвиваються і деградують в умовах гіперболічного зростання за рахунок більш глибокого розкриття суті явища «акциденцій» і пошуку способів його вимірів.

5. Створення алгоритмів і програмного забезпечення задля вирішення завдань знаходження конкретних значень параметрів акциденцій для певних економічних систем, наприклад стартапів, є перспективами наших наступних наукових розробок за цим напрямом, а також основою для подальшого підтвердження наукового значення результатів цих досліджень і розробки рекомендацій щодо їх практичного використання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Морозов О.Ф. Метод оцінки ролі нематеріальних активів в економічній діяльності інноваційних систем п'яти рівнів / О.Ф. Морозов, Т.О. Морозов // Економіст. – 2014. – №12. – С. 10-14.
2. Морозов А.Ф. Основы стратегии внедрения сбалансированных самоорганизующихся инновационных систем. Материалы международных научных чтений «Белые ночи – 2012». Проблемы безопасности XXI века и пути их решения. 5-8 июня 2012 года. – К.: УНО МАНЕБ, 2012. – С. 320 – 335.
3. Марков А.В., Коротаев А.В. Гиперболический рост в живой природе и обществе / Отв. Ред. Н.Н. Крадин – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 200 с.
4. Бак П. Как работает природа: Теория самоорганизованной критичности. Пер. с англ. / Изд. Стереотип. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. – 276 с.
5. Кун Томас. После «Структуры научных революций» – М.: АСТ, 2014. – 448 с.
6. Стьопін В.С. Важливо, щоб робота не закінчувалась. Бесіда третя. Культура і типи раціональності. // Людина. Наука. Цивілізація. До 70-річчя академіка В.С. Стьопіна. – М.: Канон+, 2004. – С. 67-68.
7. Малинецкий Г.Г. Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент. Введение в нелинейную динамику. 3-е изд. – М.: «УРСС», 2001.
8. Морозов О.Ф. Філософія нематеріальної потужності соціально-економічних систем. Частина I. / О.Ф. Морозов // Економіка і організація управління. – 2014. – № 1(17). – №2(18). – С. 180-188.
9. Морозов О.Ф. Філософія нематеріальної потужності соціально-економічних систем. Частина II / О.Ф. Морозов // Економіка і організація управління. – 2014. – № 3(19). – №4(20). – С. 180-189.
10. Поспелов И.Г. Моделирование экономических структур. – М.: ФАЗИС * ВЦ РАН, 2003; XIV+194 с. (С. 165-167).
11. Поспелов И.Г. Модель отбора поведения в социально-экономических системах. Сб. трудов конференции «Моделирование социального поведения» – МГУ, 2001. – <http://www.ccas.ru/mmes/mmes/pospelov.html>.
12. Морозов О.Ф. Формування системних ефектів економічних систем, наприклад стартапів. Частина 1 / О.Ф. Морозов, Т.О. Морозов // Економіст. – 2016. – №9. – С. 10-14.
13. Морозов О.Ф. Формування системних ефектів економічних систем, наприклад стартапів. Частина 2 / О.Ф. Морозов, Т.О. Морозов // Економіст. – 2016. – №10. – С. 40-47.

14. Фейнман Р. КЭД странная теория света и вещества. – М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 326 с.

15. Бенуа Мандельброт, Ричард Л. Хадсон. (Не)послушные рынки: фрактальная революция в финансах = The Misbehavior of Markets. – М.: «Вильямс», 2005. – С. 400.

16. Пенроуз Р. Новый ум короля: О компьютерах, мышлении и законах физики / Р. Пенроуз. Пер. с англ., под общ. ред. В.О. Малышенко. Изд. 4-е. – М.: УРСС: Изд-во ЛКИ, 2011. – С. 142, 147.

17. Аванян Г. Г., Вагина М. Ю., Зарецкий Ю. П. Джироламо Кардано и его автобиография // Джироламо Кардано. О моей жизни / Редактор и составитель: Юрий Зарецкий. – М.: Высшая школа экономики, 2012. – 344 с.

REFERENCES

1. Morozov O.F., Morozov T.O. Metod otsinky roli nematerial'nykh aktiviv v ekonomichnyy diyal'nosti innovatsiynykh system pyaty rivniv [The method of assessing the role of intangible assets in the economic activity of innovation systems of five levels]. Ekonomist, 2014, no. 12, pp. 10-14 [in Ukrainian].
2. Morozov A.F. Osnovy strategii vnedreniya sbalansirovannykh samoorganizuyushchisya innovatsionnykh sistem [Basics of the strategy of implementation of balanced self-organized innovative systems]. Materialy mezhdunarodnykh nauchnykh chteniy "Belye nochi – 2012" Problemy bezopasnosti XXI veka i puti ih resheniya. Kyiv, UNO MANEB, 2012, pp. 320-335 [in Russian].
3. Markov A.V., Korotaev A.V. Giperbolicheskij rost v zhivoj prirode i obshhestve [Hyperbolic growth in nature and society]. Moscow, Knizhnyy dom "LIBROKOM", 2009, 200 p. [in Russian].
4. Bak P. Kak rabotaet priroda: Teoriya samoorganizovannoy kritichnoti [How Nature Works: the science of self-organized criticality]. Moscow, URSS, Knizhnyy dom "LIBROKOM", 2014, 276 p. [in Russian].
5. Kuhn T. Posle "Struktury nauchnykh revolucij" [After the «Structure of Scientific Revolutions»]. Moscow, AST, 2014, 448 p. [in Russian].
6. St'opin V.S. Vazhlyvo, shchob robota ne zakinchivalas'. Besida tretya. Kul'tura i typy ritsional'nosti [It is important that the job doesn't end. Conversation third. Culture and types of rationality]. Lyudyna. Nauka. Tsyvilizatsiya. Do semydesyatyirichchya akademika V.S.St'opina. Moscow, Kanon, 2004, pp. 67-68 [in Ukrainian].
7. Malineckij G.G. Haos. Struktury. Vychislitel'nyj eksperiment. Vvedenie v nelinejnuju dinamiku [Chaos. Structures. Computer experiment. Introduction to nonlinear dynamics.]. Moscow, "URSS", 2001 [in Russian].
8. Morozov O.F. Filosofiya nematerial'noy potuzhnosti sotsial'no-ekonomichnykh system. Chastyna I [The philosophy of intangible power of socio-economic systems. Part I]. Ekonomika i orhanizatsiya upravlinnya, 2014, no. 1(17), no. 2(18), pp. 180-188 [in Ukrainian].
9. Morozov O.F. Filosofiya nematerial'noy potuzhnosti sotsial'no-ekonomichnykh system. Chastyna II [The philosophy of intangible power of socio-economic systems. Part II]. Ekonomika i orhanizatsiya upravlinnya, 2014, no. 3(19), no. 4(20), pp. 180-189 [in Ukrainian].
10. Pospelov I.G. Modelirovanie ekonomicheskikh struktur [Modelling of economic structures]. Moscow, FAZIS, VC RAN, 2003, XIV, 194 p (pp. 165-167). [in Russian].
11. Pospelov I.G. Model' otbora povedenija v social'no-ekonomicheskikh sistemah [Model of selection of behavior in socio-economic systems]. Sb. Trudov konferencii "Modelirovanie social'nogo povedenija", MGU, 2001. Available at: <http://www.ccas.ru/mmes/mmes/pospelov.html> [in Russian].
12. Morozov O.F., Morozov T.O. Formuvannya systemnykh effektiv ekonomichnykh system, napryklad, startapiv - chastyna 1 [Formation of the systemic effects of economic systems, such as startups - Part 1]. Ekonomist, 2016, no. 9, pp. 10-14 [in Ukrainian].
13. Morozov O.F., Morozov T.O. Formuvannya systemnykh effektiv ekonomichnykh system, napryklad, startapiv - chastyna 2 [Formation of the systemic effects of economic systems, such as startups - Part 2]. Ekonomist, 2016, no. 10, pp. 40-47 [in Ukrainian].
14. Fenyman R. KED strannaja teoriya sveta i veshhestva [QED: The Strange Theory of Light and Matter]. Moscow, Nauka, Gl. red. fizmat. lit., 1988, 326 p. [in Russian].
15. Mandelbrot B., Hadson R.L. (Ne)poslushnye rynki: fraktal'naja revoljucija v finansah = The Misbehavior of Markets [The (mis)Behavior of Markets: A Fractal View of Risk, Ruin, and Reward: Misbehavior of Markets]. Moscow, "Vil'jams", 2005, 400 p. [in Russian].
16. Penrose R. Novyj um korolja: O komp'juterah, myshlenii i zakonah fiziki [The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics]. Moscow, URSS, lzd-vo LKI, 2011, pp. 142, 147 [in Russian].
17. Avanyan G.G., Vagina M.Ju., Zareckij Ju.P. Dzhirrolamo Kardano i ego avtobiografija [Girolamo Cardano and his autobiography]. Moscow, Vysshaja shkola ekonomiki, 2012, 344 p. [in Russian].