

## НЕЛІНІЙНІСТЬ ПРОЦЕСІВ У СВІТОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ: СИНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД

У статті за допомогою синергетичних методів досліджено нелінійні процеси у світовому господарстві. Встановлено всезростаючу відкритість соціально-економічних систем і посилення процесів обміну між ними та зовнішнім середовищем в умовах зростання фінансових та інформаційних потоків.

В статье с помощью синергетических методов исследовано нелинейные процессы в мировом хозяйстве. Установлена всевозрастающая открытость социально-экономических систем и усиление процессов обмена между ними и внешней средой в условиях роста финансовых и информационных потоков.

In the article by synergistically methods investigational nonlinear processes in a world economy. The openness of the socio-economic systems and strengthening of processes of exchange is set between them and by an external environment in the conditions of growth of financial and informative streams.

**Ключові слова:** синергетичний підхід, еволюція, бифуркація, атрактор.

Глобальна економіка характеризується наявністю процесів самоорганізації різних типів, що не може бути пояснено в межах класичних підходів, насамперед у напрямі часового горизонту вирішуваних завдань. Саме тому початок ХХІ століття характеризується досить неоднозначною ситуацією в розвитку економічної науки. Про нездатність економічних теорій передбачати стан економічних систем як мікро-, так і глобального рівня свідчать глобальні та локальні кризи на фінансових ринках, в окремих національних економіках і світовому господарстві загалом. Як справедливо зауважують С. Кудін та Ю. Миронович, «глибокими стали системні суперечності, що виявляють себе на методологічному рівні – на рівні філософії економічної науки, обґрунтувань базових фундаментальних гіпотез» [1, с.257]. Як наслідок, економісти частіше почали вживати термінологію з синергетики та інших наук, які передбачають нелінійність і незворотність процесів (теорії катастроф, детермінованого хаосу, фрактальної геометрії та ін.). Однак це призводить до подвійної ситуації щодо застосування синергетики для дослідження соціально-економічних систем різного рівня.

У науковій спільноті поступово міцніє думка про потребу застосування ідеології та методів синергетики. Тому в останні два десятиліття на основі синергетичної парадигми інтенсивно розробляється окремий напрям науки – економічна синергетика.

На сучасному етапі розвиваються кілька напрямів дослідження та моделювання економічних процесів у цьому руслі. Зокрема, в Німеччині група вчених під керівництвом В.Ебелінга з університету ім. В. Гумбольдта (Берлін) отримала цікаві результати в моделюванні нелінійної динаміки інновацій у науці.

У Росії в напрямі застосування методології синергетики для моделювання економічних процесів різного рівня досить плідно працює група науковців під керівництвом Д.С.Чернавського. Також слід звернути увагу на спроби щодо синергетичних підходів у дослідженнях соціально-економічних процесів російських наукових колективів під керівництвом С.П.Курдюмова, Г.Г.Малінецького та ін. У США створено інститут, де також здійснюються спроби застосування синергетичного підходу до дослідження складних систем.

Однак переважна більшість економістів світу продовжує працювати в руслі традиційних підходів, які є основою «ортодоксальної економіки» (термін вжито за

Р. Нельсоном, С. Уінтером [2]). На нашу думку, така ситуація невинна. Двоєкість ситуації із застосуванням апарату синергетики під час дослідження економічних процесів та явищ полягає в тому, що здебільшого у публікаціях, присвячених цій проблематиці, використовують апарат синергетики формально-описово.

Розглянемо, в чому полягає сутність синергетичної парадигми, або синергетичного підходу, до дослідження глобальної економіки. Як зазначалося, декларування застосування синергетичного підходу в економічних дослідженнях зустрічаються в багатьох публікаціях, присвячених дослідженню соціально-економічних процесів. Наприклад, В.М.Співак не дає визначення, в чому полягає суть системно-синергетичного підходу, проте зазначає, що означений підхід «у вивченні сучасних загальнопланетарних процесів дає можливість розкрити природу глобалізації, досліджувати глобалізаційні трансформації як складноеволюційні, відкриті, нелінійні процеси взаємодії різних країн і цивілізацій. Методологічні переваги такого підходу – системність бачення подій, урахування ролі біфуркацій у розвитку історії та розмаїття цінностей соціуму» [3]. У такому підході синергетика декларується як наука, яка дозволить розв'язати якщо не всі, то більшість проблем, не розв'язаних у межах «класичної» науки. Слід погодитися з Т. М. Ісаєвою в тому, що синергетичний підхід – це принципово новий і актуальний напрям розвитку економічної теорії [4, с.28], однак подальше позиціонування автором нерівноважності, необоротності, відкритості, гетерогенності, нелінійності як основи синергетичного підходу викликає певні зауваження. Навіть у фізиці, де виник і набув найбільшого розвитку синергетичний підхід, у його межах вивчається порівняно велика кількість нелінійних, нерівноважних і відкритих систем, на що справедливо вказує російський фізик В.Б.Губін [5].

Метою дослідження є нелінійні процеси у світовому господарстві.

Термін «синергетика» походить з грецьких слів συν (син) – префікс, що має значення спільності чого-небудь, і ἔργον (ергон) – «діяльність») [6]. У деяких публікаціях вважається, що термін «синергетика» вперше ввів німецький фізик Герман Хакен (1969 р. [7, с. 20]). У так званій «народній енциклопедії» Вікіпедії вказується, що автором цього терміна є американський дизайнер, архітектор і винахідник Р. Б. Фуллер [6]. Схожі терміни в наукових роботах використовували фізіо- та нейробіолог Ч. Шеррінгтон (40-ві роки ХХ ст.), математики С.Улам (1964 р.) (працював у США) та І. Забуський (1967 р.).

Ч. Шеррінгтон називав синергетичною, або інтерактивною, узгоджену дію нервової системи (спинного мозку) щодо керування м'язовими рухами [8]. С. Улам був безпосереднім учасником численних досліджень на ЕОМ першого покоління. Суть експерименту полягала в перевірці гіпотези рівномірності розподілу енергії за ступенями свободи в механічній системі (системі кубічних осциляторів). С. Улам багато працював з ЕОМ, що стало поштовхом до розуміння ним важливості та користі «синергії, тобто безперервної співпраці між машиною та оператором» [7, с.9]. І. Забуський розв'язував нелінійні математичні та фізичні задачі та дійшов висновку, що найкращі результати дає спільне використання аналітичного та чисельного методів. Таке поєднання він назвав синергетичним підходом. З його

слів, синергетичний підхід до нелінійних математичних і фізичних задач можна визначити як «сумісне використання звичайного аналізу та чисельної машинної математики для отримання розв'язків систем рівнянь» [7, с. 9]. Як бачимо, історично термін «синергетика» використовувався в контексті узгодженості, спільного використання методів, що дозволяє отримати вищу ефективність, ніж від простої суми дій чи послідовного застосування наукових підходів.

Введення до наукового обігу терміна «синергетика» у сучасному розумінні справедливо пов'язують з Г. Хакеном [9], який позначає ним загальну теорію динамічної поведінки систем особливого роду. Їх ознакою є можливість появи за певних обставин кооперованої (узгодженої) поведінки окремих частин, що призводить до якісних змін у системі.

Отже, як позначається синергетичний підхід на дослідженнях економічних явищ у глобальній економіці? Якщо стан системи задовольняє суб'єкта управління, синергетичний підхід нічого принципово нового не привносить. В економіці так звана «невидима рука» ринку, що збалансовує попит і пропозицію, встановлюючи рівноважні ціни, також є механізмом своєрідного гомеостазу. Дія негативного зворотного зв'язку в цьому випадку виявляється досить просто. Наприклад, якщо внаслідок якогось збурення ціни зросли, то за досконалого ринку це означатиме вихід на нього нових виробників і збільшення пропозиції товару. Однак збільшення пропозиції перевищує платоспроможний попит у випадку підвищених цін, отже, щоб реалізувати товар, потрібно знизити ціни. Це означає, що виробництво даного товару стає менш привабливим і частина виробників виходить з ринку (зменшується пропозиція). Зменшення пропозиції зумовлює перевищення попиту над пропозицією і нове підвищення цін. Процес повторюється знову. Звичайно, вищеописаний приклад дії негативного зворотного зв'язку є надто спрощеним, насправді ринковий механізм набагато складніший.

Глобальна економіка, якщо розглядати її як систему, де-факто функціонує в стані, коли одна її частина працює у високопродуктивному стані на основі високотехнологічного виробництва, а решта – як своєрідний сировинний придаток і постачальник робочої сили. Всередині самої системи (глобальної економіки) функціонують механізми, які підтримують такого роду поділ. Не слід цілком погоджуватися з надто категоричним висновком російського дослідника А. К. Цикунова, якого цитує С. Г. Кара-Мурза: «Розвинуті країни, зберігаючи для свого населення високий рівень споживання, військовими й економічними методами утримуватимуть решту світу в промислово нерозвинутому стані як сировинний придаток і зону скидання шкідливих відходів» [10, с. 148]. Однак наведена вище думка має раціональне зерно в тому сенсі, що всередині світової системи продукуватимуться механізми (напевно, не такої радикальної дії, як зазначено вище), які «блокуватимуть» виникнення флуктуацій у вигляді переходу окремих національних економік з одного структурного елемента глобальної економіки (промислово нерозвинутого) в інший (розвинені країни). Іншими словами, такі механізми перешкоджатимуть окремій країні зайняти місце в іншому елементі структури світової економічної системи, оскільки вони є механізмами самопідтримки порядку в системі вищого рангу – світовому господарстві в цілому.

Нині дедалі більше визнається неможливість перебування в одному незмінному стабільному стані соціально-економічних систем. Це пов'язано з динамічністю зовнішнього середовища. Система, функціонування якої в певному стані було найефективнішим у конкретних зовнішніх умовах, перестає бути таким, коли зовнішнє середовище змінюється. В такому випадку біфуркації дають можливість якісних змін у системі. Зокрема А. С. Гальчинський зазначає, що «у процесі біфуркації в системі виникають «інноваційні сигнали у вигляді флуктуацій». Завдяки таким сигналам система набуває здатності «прощувати» можливості нестандартних трансформацій» [11, с. 63]. Ця теза потребує лише уточнення в тому аспекті, що «інноваційні» сигнали у вигляді флуктуацій виникають не в зоні біфуркації, а в процесі виходу системи в критичний стан.

Слід зазначити, що в економічній літературі поширено спрощений підхід до біфуркацій, коли останні вважаються необхідними станами переходу соціально-економічних систем на якісно новий рівень функціонування та організації. При цьому вважається, що цей «новий» рівень порядку функціонування системи буде кращим, адекватнішим бажаному стану системи [12]. Проте із суті біфуркації випливає, що система після проходження критичної зони обирає одну з кількох траєкторій розвитку, зокрема й відмінну від бажаної. Як слушно зазначають з цього приводу В. І. Шаповалов, В. Ф. Каблов, В. А. Башмаков і В. Е. Аввакумов у статті «Синергетична модель стійкості середньої фірми»: «Завдяки явищу біфуркації у системи виникає вибір з кількох стійких станів, серед яких можливо (але не обов'язково. – Курсив і прим. Авт.) знаходиться і той, заради якого був залишений минулий стійкий стан» [13, с. 454].

Прийняття факту існування точок біфуркацій привносить нові елементи в економічне прогнозування. По-перше, важливим є виявлення таких точок. По-друге, не менш важливим є дослідження еволюції як глобальної економічної системи, так і національної економіки. Адже можливі два принципово різних за наслідками типи рухів: коливання навколо стану рівноваги, заданого атрактором, або невинне наближення до точки біфуркації за рахунок накопичення флуктуації.

Розглянемо, чому на сучасному етапі розвитку глобальної економіки синергетичний підхід набуває актуальності. З цього приводу зауважимо, що, на нашу думку, головним фактором є зростаюча нелінійність процесів у світовому господарстві. Остання зумовлена відкритістю соціально-економічних систем і посиленням процесів обміну між ними та зовнішнім середовищем.

Щоб проілюструвати це, звернімося до аналогії з фізикою, де інструментарій синергетики отримав найбільший розвиток.

Відомий другий закон Ньютона записується у вигляді [14, С. 62]

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F}, \quad (1)$$

де  $\Delta \vec{p}$  – зміна імпульсу системи;

$\Delta t$  – проміжок часу, за який відбувається означена зміна;

$\vec{F}$  – рівнодійна сил, що впливають на систему.

При цьому імпульс системи дорівнює [14, С. 51]:

$$\vec{p} = \sum_{i=1}^m m_i \vec{v}_i, \quad (2)$$

де  $m_i$  – маса складових системи;

$\vec{v}_i$  – швидкість відповідних складових.

Якщо система відкрита, то до рівняння (1) слід ввести ще й відповідні потоки  $m'_i \vec{v}'_i$ , які характеризують обмін системи із зовнішнім середовищем.

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta \left( \sum_{i=1}^m m_i \vec{v}_i \right)}{\Delta t} \right) + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta \left( \sum_{i=1}^m m'_i \vec{v}'_i \right)}{\Delta t} \right) = \vec{F}. \quad (3)$$

Перепишемо формулу (3) у вигляді

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta \left( \sum_{i=1}^m m_i \vec{v}_i \right)}{\Delta t} \right) = \vec{F} + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta \left( \sum_{i=1}^m m'_i \vec{v}'_i \right)}{\Delta t} \right). \quad (4)$$

Якщо «перекласти» формулу (1) мовою економіки, то її слід трактувати таким чином: для того, щоб відбулися зміни в соціально-економічній системі, потрібна зовнішня дія. Формула (4) вказує, що відносно впливу на систему зовнішня дія (аналог сили у фізиці) еквівалентна зміні інтенсивності потоків обміну між системою та зовнішнім середовищем.

В укрупненому вигляді запишемо всю сукупність обміну до трьох потоків: матеріальних ресурсів, фінансових потоків та обміну інформації.

Якщо ввести функцію стану системи  $\Phi$  (аналог імпульсу у фізиці), то тоді рівняння (4) може бути записано як

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right) = F + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta P_m^*}{\Delta t} \right) + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta P_{fin}^*}{\Delta t} \right) + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta P_{inf}^*}{\Delta t} \right), \quad (5)$$

де  $P_m^*$ ,  $P_{fin}^*$ ,  $\Delta P_{inf}^*$  – сумарні потоки обміну із зовнішнім середовищем, відповідно, матеріальними ресурсами, фінансами та інформацією.

Введемо узагальнену дію зовнішнього середовища на систему:

$$F^* = F + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta P_m^*}{\Delta t} \right) + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta P_{fin}^*}{\Delta t} \right) + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta P_{inf}^*}{\Delta t} \right), \quad (6)$$

де  $F^*$  – узагальнена дія зовнішнього середовища, яка включає власне дію в класичному розумінні (податки, політичний тиск, дії конкурентів тощо) та процеси обміну.

Лінійність-нелінійність соціально-економічної системи залежить від величини  $F^*$ . Для кожної системи існує свій діапазон величини дії, де система залишається лінійною:

$$0 \leq F^* < F_{kr}^*, \quad (7)$$

де  $F_{kr}^*$  – величина, що характеризує конкретну соціально-економічну систему і відображає певний «пороговий» рівень зовнішньої узагальненої дії, коли змінюється характер реакції системи на дію з лінійного на нелінійний.

Різниця між сучасним етапом функціонування соціально-економічних систем і минулими періодами полягає насамперед у тому, що в дотеперішньому зміна потоків обміну відбувалася не так інтенсивно, як на нинішньому етапі. Глобалізація в усіх сферах призвела насамперед до перманентного зростання фінансових та інформаційних потоків. За рахунок цього узагальнений зовнішній вплив  $F^*$  перевищує пороговий рівень  $F_{kr}^*$ . Отже, навіть якщо власне зовнішні впливи суттєво не змінилися щодо минулого, проте узагальнена зовнішня дія значно зросла за рахунок постійного збільшення потоків обміну, зокрема фінансами й інформацією. Тому системи, які в минулому були лінійними, на теперішньому етапі стають нелінійними, що робить некоректним застосування до них підходів «ортодоксальної» економіки.

Під час переходу через точку біфуркації економічна система при зміні планової на ринкову економіку може потрапити в кілька стійких станів.

1. Низькопродуктивний стан (НП), для якого характерні неповна завантаженість виробничих потужностей, орієнтація на експорт сировини, низькотехнологічне виробництво, високі ціни та незначне споживання.

2. Високопродуктивний стан (ВП) національної економіки, коли потужності максимально завантажені, виробництво високотехнологічне, ціни низькі, споживання високе;

3. Натуральне господарство, коли товарне виробництво відсутнє [15, с.1058–1059].

Автори справедливо обґрунтовують, що економіка Росії під час переходу через нестабільний стан потрапила в поле дії низькопродуктивного атратора і на сучасному етапі перебуває у відповідному стані (НП). Цілі та обсяги цієї статті не дають можливості проведення відповідного дослідження для української економіки, проте, на наш погляд, виходячи з того, що еволюція економічних систем Росії та України здійснювалася приблизно синхронно, Україна також перебуває в низькопродуктивному «стійкому» стані (НП). Дискусії про те, що економіка перебуває в стані біфуркації, є некоректними, оскільки наявність стійких тенденцій, пропорцій (у розвитку промисловості, розподілі бюджету, державних витратах) означає перебування в стійкому стані із заданим порядком функціонування. З позиції синергетичного підходу плавний перехід у короткостроковому періоді до високопродуктивного стану, зокрема шляхом послідовних реформ, неможливий. Це слід визнати насамперед на урядовому рівні. Синергетика вказує, що хоч які б

часткові послідовні реформи в економіці здійснювалися, вона залишатиметься в стані НП ще тривалий час.

Основними змінами в управлінні соціально-економічними системами, які привносить синергетичний підхід, є:

1) усвідомлення того, що існує кілька стабільних станів соціально-економічних систем зі своїм порядком організації та функціонування;

2) плавний перехід з одного стійкого стану до іншого неможливий без відповідних витрат ресурсів. Потрібно або забезпечувати позитивний зворотний зв'язок, щоб елементи системи могли накопичувати флуктуації та за рахунок кооперації (синергії) далі переорганізували систему в якісно інший стан, або створити суттєвий вплив на систему з тим, щоб вивести її в суттєво нерівноважний стан, де за рахунок позитивного зворотного зв'язку відбудеться швидке накопичення флуктуацій і вихід на точку біфуркації. Плавний розвиток системи можливий лише в межах одного й того самого стійкого стану;

3) квазіплавний перехід з одного стану до іншого можливий за рахунок витрат внутрішніх ресурсів на переорганізацію в потрібному (визначеному аттрактором) напрямі.

Зростаюча нелінійність соціально-економічних систем зумовлює потребу в застосуванні синергетичного підходу до їх дослідження. Відзначимо, що використання синергетичного підходу не відкидає традиційного інструментарію економіки щодо дослідження економічних процесів та явищ у стійких і близьких до них станах.

### Список використаних джерел:

1. Кудин С. Синергетика інституційних змін економіки України / С. Кудин, Ю. Миронович // Вісник Львів. ун-ту. – 2008. – Вип. 39. Серія екон. – С. 257–260.
2. Нельсон Р. Эволюционная теория экономических изменений / Р. Нельсон, С. Уинтер. – М.: Дело, 2002. – 536 с.
3. Співак В. М. Другий тип глобалізації: проблеми та перспективи дослідження / В. М. Співак // Вісник ДАККиМ. – 2010. – № 3. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/portaf>
4. Ісаєва Т. М. Математичне моделювання економічних систем: синергетичний підхід / Т. М. Ісаєва // Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. – 2009. – № 4. – С. 27–34. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/portal/f>
5. Губин В. Б. О методологии лженауки / В. Б. Губин. – М.: ПАИМС, 2004. – 172 с.
6. Синергетика. – Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/0>
7. Данилов Ю. А. Что такое синергетика? / Ю. А. Данилов, Б. Б. Кадомцев // Нелинейные волны. Самоорганизация. – М.: Наука, 1983. – С. 9–30.
8. Александров Д. Н. Организмика как синтез фундаментальных наук: Синергетика – методологическая основа организмики. – Режим доступу: <http://www.organizmica.org>
9. Хакен Г. Синергетика / Г. Хакен. Пер. с англ. В.И. Емельянова. – М.: Мир, 1980. – 404 с.
10. Кара-Мурза С. Г. Россия в «глобализирующемся» мире / Кара-Мурза С. Г. // Философия хозяйства. – 2001. – № 1. – С. 148–157.
11. Гальчинський А. С. Глобальні трансформації: концептуальні альтернативи. Методологічні аспекти / А. С. Гальчинський. – К.: Либідь, 2006. – 312 с.
12. Даниленко В. А. Синергетичний підхід до дослідження стійкості економічних систем / В. А. Даниленко // Теоретичні та прикладні питання економіки. – 2009. – Вип. 20. – С. 257–265. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/portalf>
13. Синергетическая модель устойчивости средней фирмы [В. І. Шаповалов, В. Ф. Каблов, В. А. Башмаков, В. Е. Аввакумов] / Синергетика и проблемы теории управления. / Под ред. А. А. Колесникова. – М.: Физматлит, 2004. – С. 454–464. – Режим доступу: <http://www.mgei-volga.ru/f>
14. Ландау Л. Д. Теоретическая физика: / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц; Л. П. Питаевский (ред.) – М.: Физматлит, 2004. – Т. 1: Механика. – М.: Физматлит, 2004 – 222 с.
15. Чернавский Д. С. О проблемах физической экономики / Д. С. Чернавский, Н. И. Старков, А. В. Щербаков // Успехи физических наук. – 2002. – Т. 172. – № 9. – С. 1045–1066.