УДК 338.433

Н.А. Потапова
Вінницький національний аграрний університет

СИНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗВИТОК СКЛАДНИХ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

© Потапова Н.А., 2012

Проаналізовано проблематику синергетики економічних процесів та систем. Проведено аналітичний огляд результатів теоретичних оцінок факторів, що визначають основні тенденції розвитку економіки на засадах синергетики. Визначено особливості розвитку сучасної економіки на основі нелінійних залежностей та втрати рівноважних станів. Розглянуто інноваційно-інвестиційний процес як джерело формування синергетичної складової в умовах адаптації та трансформації, внаслідок якого виникають передумови для створення потенціалу самоорганізації та відтворення циклів реального сектору економіки.

Ключові слова: синергетика, розвиток, складні економічні системи, нелінійні форми зв'язку, самоорганізація, рівновага, перехідний процес, інноваційно-інвестиційний процес, капіталовкладення, опціон.

SYNERGETIC DEVELOPMENT OF COMPLEX ECONOMIC SYSTEM

© Potapova N., 2012

The article deals with the problems of synergy of economic processes and systems. An analytical review of estimates of theoretical factors the basic trends of economic development based on synergy is determined. The features of a modern economy based on non-linear dependence and loss of equilibrium states. The innovative investment process as a source of synergy formation component in adaptation and transformation, as a result of which the formation formed preconditions for building self-organization and reproduction cycles of the real economy is investigated.

Key words: synergetics, development, complex economic systems, nonlinear forms of communication, self-organization, balance, transition process, innovation and investment process, investment, option.

Постановка проблеми

Основною рисою тенденцій розвитку сучасної економіки є її інноваційна спрямованість. Внаслідок науково-технічного прогресу світ отримав потужний поштовх, що стимулює заміну технологій та наукові розробки в матеріальному виробництві. Новітні технології як у сфері матеріального, так і у сфері нематеріального обігу є потужним інструментом досягнення стійкої позиції підприємств в конкурентному середовищі, що пов'язано як із зниженням собівартості, так і з наданням продукції відповідного рівня споживчої цінності [1, с. 339 – 348]. Теоретичне обґрунтування цих змін відобразилось у нових підходах: теорії економічного зростання, теорії ділових циклів та синергетичної економіки.

Синергетичний підхід у дослідженнях економічних процесів зумовлює розроблення дієвих моделей виходу економіки із кризового стану, що уможливлює пошук універсальних принципів

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

самоорганізації та еволюції складних економічних систем (формулювання законів самозбереження та еволюційного розвитку) [2, с. 110].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Нова економічна теорія формує уявлення сутності економічних процесів на основі нелінійних залежностей та втрати станів рівноваги [3]. Сучасні дослідження висвітлюють розвиток економічних процесів, ґрунтуючись на процесах самоорганізації та відкритості. В основу цього підходу покладено фундаментальні праці І. Пригожина, Г. Хакена, В. Занга, І. Лукінова, М. Моісєєва та ін. [1–5, 7, 9], дослідження яких обґрунтували основні етапи розвитку та формування траєкторій розвитку відкритих систем шляхом еволюційних змін через точки біфуркації, катастрофи та хаос. Дослідження показали, що складні системи, до яких зараховують економічні системи, що мають характеристики самоорганізації та відкритості, є дисипативними структурами, здатними відтворювати свої дії та подальший шлях існування на основі внутрішнього потенціалу, для реалізації якого необхідні певні умови, створені природно чи внаслідок регуляторних дій. Дослідники зосереджують увагу на розгляді поведінки систем у точках, далеких від стану рівноваги, і можливостях системи перебувати деякий час у перехідному стані, внаслідок чого система сама проявляє чутливість до можливих варіантів розвитку та здійснює вибір на користь траєкторії з найкращими характеристиками.

Отримані результати сформували потужний базис для подальших досліджень в галузі економічної науки в напрямі синергетики, серед основних питань якої – елементи оцінки та визначення складових під час формування економічних механізмів як цілісної концепції переходів між рівноважними станами та утримання позицій стійкого розвитку; пошук синергетичного потенціалу у внутрішній структурі економічних процесів та можливості його відтворення за рахунок зовнішніх збурень; формування природи факторів, які протидіють в економічному просторі, внаслідок чого економіка набуває характеристик нелінійності та нестійкості тощо.

Постановка цілей

Дослідження проблематики розвитку економічних систем на основі синергетичного підходу обґрунтувало актуальність завдань, які виконано в цій статті:

1. Узагальнення складових синергетичної концепції та виявлення особливостей розвитку економічних систем на основі системного підходу та загальної теорії систем.

2. Розгляд інноваційно-інвестиційного процесу як джерела формування синергетики, внаслідок чого виникають передумови для потенціалу самоорганізації та відтворення циклів реального сектору економіки.

Виклад основного матеріалу

З огляду на ключові положення загальної теорії систем (система – це одне ціле, представлене взаємопов’язаною сукупністю деяких частин), основними властивостями складних економічних систем можна визнати:

1. Неоднорідність, завдяки великій кількості складових елементів та підсистем з різними функціональними властивостями.

2. Емерджентність, здатність системи загалом набувати властивостей, які неспроможний відтворити її окремо взятий елемент.

3. Ієрархія, наявність декількох рівнів підпорядкованості, що обумовлені відповідними функціями та способами реалізації мети.

4. Агрегування – поєднання декількох елементів системи в складові вищого рівня.

5. Багатофункціональність, що характеризує здатність системи, яка має конкретно визначену структуру зв’язків та елементів, до реалізації достатньо великої кількості функцій.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

6. Гнучкість – властивість змінювати мету функціонування відповідно до змін внутрішньої структури та зовнішніх умов.

7. Адаптація – зміна мети функціонування завдяки пристосуванню до зовнішніх умов.

8. Надійність – здатність реалізовувати визначену мету на основі визначених параметрів якості.

9. Безпека – здатність не чинити незворотний руйнівний вплив на зовнішнє середовище внаслідок власних дій.

10. Стійкість – властивість дотримуватись заданих параметрів дій при змінах впливу зовнішнього середовища.

11. Самоорганізація – здатність відроджувати та переводити власну структуру на вищий рівень, внаслідок вимог зовнішнього середовища.

Традиційний підхід в аналізі економічних процесів та систем зумовлює поєднання складових за принципом лінійності, що означає визначення залежностей вхідних та вихідних індикаторів економіки на основі пропорційного зв'язку. Пряма пропорційна залежність зумовлює розгляд основних процесів та їх змін на основі систем диференціальних лінійних рівнянь, розв'язання яких ґрунтується на використанні апарату математичного аналізу і отримується залежно від початкових умов у дійсних та комплексних значеннях. Зауважимо, що, на відміну від механічних систем, економічні системи перебувають в постійному розвитку і формуються внаслідок еволюції суспільства та соціального укладу, основою яких є відносини власності та утворення способів виробництва і технологій. У зв'язку з цим класичний підхід аналізу лінійних систем в економіці здебільшого викликає ускладнення:

1. Виявлення форм залежностей, що обумовлюють ту чи іншу тенденцію. Сучасна економіка все більше залежить від факторів ризику та непередбачуваності ситуацій, що призводить до порушень стійких пропорцій розвитку, підвищення рівня ентропії і збільшує асиметричність інформації як в самій системі, так і ззовні.

2. Дефіцит основних ресурсів і неможливість його постійного поновлення створює затримки розвитку, в результаті яких відбувається їх відновлення або накопичення. Втрата стабільності спонукає до пошуку нових шляхів відновлень, що важко прогнозувати аналітично. Рішень може бути безліч.

3. Розширення виробництв та технологій пов'язане зі збільшенням масштабів та нарощуванням потужностей. В умовах стирання просторових кордонів та глобалізації економіки важливішим стає рух капіталу та робочої сили, що призводить до утворення складних інтеграційних виробничих структур, спроможних до злиття та поглинання менш стійких господарських об'єктів.

4. Економічні системи характеризуються складними зв'язками в ієрархії, структура якої зумовлена як прямими, так і зворотними зв'язками. Їх існування у часі може призводити до агрегування у нові форми (кооперація, інтеграція, коаліція) та утворення зв'язків з потужнішим потенціалом.

З урахуванням визначених особливостей розвитку можна використовувати принципи синергетичного підходу для аналізу економічних систем. З позиції синергетики економічні системи представлені у вигляді сукупності багатьох підсистем, характеризуються неповнотою інформації і такими ознаками: нелінійність (втрата властивості адитивності в процесі розвитку); нестійкість (втрата рівноважних станів у процесі еволюції); відкритість (обмін ресурсами ззовні); підлеглість (функціонування та розвиток визначаються процесами в підсистемах). Вирішальну роль в синергетиці має час, незважаючи на те, що більшість характеристик систем є статичними [3, с. 40]. З позицій синергетики оцінці підлягає стан економічної системи в динаміці, що зумовлений сполученням можливих форм та структур в економічному просторі, визначеному конкретно заданою кількістю індикаторів вимірності.

Відповідно до синергетичного підходу, динаміка розвитку економічних систем відповідає еволюційному розвитку дисипативних структур. Дисипативні структури характеризуються незворотними процесами розвитку, описаними у [7, с. 65], що відповідають рівнянню еволюції:

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

$$\frac{\partial x_i}{\partial t} = F_i(x_1, x_2, x_3 ... x_n, r, t...), \quad (1)$$

де $\frac{\partial x_i}{\partial t}$ – зміна станів розвитку процесу у часовому просторі t; F_i – функція зв'язку параметрів системи x_i (будь-якої складності); x_i – параметри системи; r – координати вимірності простору; t – змінна часу.

При зворотності часу у такій дисипативній системі (t = -t) спостерігається інертність розвитку, тобто одна із функцій F_i матиме в часі складову для утворення зворотного зв'язку і підтримуватиме рух системи у протилежному напрямі, в результаті чого виникають значні протидії і втрати рівноважних характеристик. Вихід із стану інертності та еволюцію в економічних системах забезпечує самоорганізація. Процес самоорганізації характеризується становленням порядку в економічній системі, який виникає за рахунок сполучених (кооперованих, інтегрованих) зв'язків елементів відповідно до попередньої історії, що призводить до зміни просторової, часової та функціональної структури. Процеси самоорганізації відображаються в реструктуризації наявних та утворенні нових зв'язків між елементами системи, які мають імовірнісну складову і відмінною рисою яких є цілеспрямованість.

Самоорганізація в економіці визначена наявністю соціуму як головного елемента, здатного до розроблення проектів очікуваних подій. В реальності рух подій не завжди відповідає сподіванням, тому виникає питання щодо отримання траєкторії розвитку, найближчої до очікуваних умов [7, с. 275–278]. Самоорганізація – процес, у ході якого створюється, відтворюється або удосконалюється організація складної динамічної системи. Процес становлення в системі порядку, який виникає за рахунок кооперованих зв'язків елементів відповідно до попередньої історії, призводить до зміни просторової, часової та функціональної структури. Процеси самоорганізації можливі тільки в системах з високим рівнем складності й більшою кількістю елементів, зв'язки між якими мають не жорсткий, а імовірнісний характер. Властивості самоорганізації виявляють об'єкти різної природи: біологічна клітина, організм, біологічна популяція, біогеоценоз, людський колектив, соціум тощо. Процеси самоорганізації відображаються в перебудові існуючих і утворенні нових зв'язків між елементами системи. Відмінна риса процесів самоорганізації – їх цілеспрямований, але разом з тим природний, спонтанний характер: ці процеси, що проходять при взаємодії системи з навколишнім середовищем, тією чи іншою мірою автономні, порівняно незалежні від середовища.

Розрізняють три типи процесів самоорганізації:

1. Перший – самозародження організації, тобто виникнення із деякої сукупності цілісних об'єктів конкретного рівня нової цілісної системи зі своїми специфічними закономірностями.

2. Другий тип – процеси, завдяки яким система підтримує заданий рівень організації у разі зміни зовнішніх і внутрішніх умов її функціонування.

3. Третій тип процесів самоорганізації пов'язаний з розвитком систем, які здатні накопичувати і використовувати минулий досвід, формувати тезаурус.

Ознаками траєкторій руху економічних систем є розвиток, який являє собою незворотну, напрямлену та закономірну зміну станів системи, наслідком чого може стати її новий якісний склад та структура. Розвиток може проходити в формах прогресу та регресу. Форми розвитку – еволюція та революція. Революційний розвиток відбувається в трьох видах: стрибок, фазовий перехід та катастрофа.

Пошук форми розвитку відбувається через хаос. Одними із ключових характеристик синергетичного підходу є визначення категорій: атрактор, біфуркація, фрактал, детермінований хаос [2, с. 39 – 42]. Мету еволюційного розвитку показують атрактори, відображення яких визначене у фазовому просторі та які мають різні структури, починаючи від правильної архітектури до хаотичних станів. Атрактор відображає порівняно стійкий стан системи, навколо якого можна сформувати множину конкретно заданих траєкторій розвитку з різними початковими умовами. Точку траєкторії, із якої починається розгалуження шляхів еволюційного розвитку, в синергетиці

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

визначають як біфуркацію. Здебільшого визначення точок біфуркації отримують за рахунок зміни параметрів зовнішнього середовища, в якому існує система. Отже, імітуючи спосіб зміни зовнішніх параметрів, можна отримати множину біфуркацій. В структурі нелінійних систем існують фрактали – об'єкти, що мають властивість самоподібності. Тобто структура фрактала, навіть в малій формі, може бути подібною до об'єкта більших розмірів [11]. В процесі еволюції економічна система, втративши рівновагу, може опинитись у середовищі хаосу, – стану, протилежного до упорядкованості. Внутрішня організація системи з ознаками хаосу не підлягає чіткій ієрархічній класифікації і може тільки іноді відображати подібність до упорядкованих форм. У стані хаосу елементи системи з властивостями самоорганізації генерують внутрішнє джерело енергії для перебудови структурних зв'язків.

Ґрунтуючись на працях та фундаментальних дослідженнях у галузі синергетики, можна виділити основні складові теорії синергетичного розвитку економічних систем [4–8]:

1. У структурі економічних систем є елементи, що постійно зазнають флуктуацій.

2. Окремі випадки флуктуацій (точки біфуркації) можуть бути настільки сильними, що призведуть до втрати рівноваги.

3. В зв'язку з недостатністю інформації принципово неможливо передбачити, в якому напрямку після точки біфуркації розвиватиметься економічний процес: хаотичний рух або створення нової удосконаленої форми (вищий порядок існування).

4. Економічні системи здатні відтворюватись або поновлюватись через перехідні процеси, володіють великим ресурсним та енергетичним потенціалом, тому їх можна класифікувати як дисипативні структури.

5. У станах, надто віддалених від рівноважного, навіть дуже слабкі збурення можуть підсилюватись, внаслідок чого виникає резонанс дії факторів, здатний привести до гігантських масштабів розвитку системи.

Процеси синергетики в економіці нерозривно пов'язані із відтворенням та виходом на стійку траєкторію розвитку. Перехід від одного стану до іншого можливий за рахунок технологічних або цінових змін. Технологічні чинники не тільки зумовлюють зміни товарної маси, а й спонукають суспільство до переходу на вищий якісний рівень споживання. Своєю чергою, цінові чинники зумовлюють зміну грошової маси, внаслідок чого рух економіки може відповідати параметрам як прогресу, так регресу розвитку. В зв'язку з цим створення сучасних виробничих структур шляхом кооперації, інтеграції, злиття, поглинання тощо є логічним процесом еволюційного розвитку та виживання в умовах обмеженості фінансових, матеріальних і енергетичних ресурсів. Особливий інтерес викликають процеси злиття та поглинання, які мають відповідати критеріальним вимогам операційної чи фінансової синергії:

1. Процес перебудови, спрямований на ефект операційної синергії, вимагає економії витрат та формування потенціалу прискореного порівняно стійкого росту.

2. Процес перебудови, скерований на отримання ефекту фінансової синергії, передбачає економію (оптимізацію) податків, можливість виплачувати боргові зобов'язання, покриття дефіциту грошових ресурсів.

Процеси поглинання та злиття зазвичай потребують додаткових фінансових коштів, використання інвестицій. Отже, інвестиційні рішення прямо пов'язують з оцінкою синергетичного ефекту. Оцінка процесів синергетики інвесторами переважно потребує вирішення таких питань: визначення пріоритетності фінансування в головну організаційну структуру; розрахунок суми капіталовкладень у процес перебудови; визначення механізму інвестування. Для визначення розміру інвестицій у процеси поглинання, злиття, інтеграції одним із найважливіших елементів оцінки є володіння специфічними ресурсами, до яких належать насамперед інноваційні рішення, проекти, ноу-хау, патенти, інноваційні розробки тощо.

З позицій інвестування вкладення в інноваційні розробки мають задовольняти передовсім можливі очікування на вигоди та прибутки. Потенційні можливості інноваційного розвитку іноді

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

пов’язані із загрозою неповернення інвестицій. Це пояснюється тим, що організації, які ведуть дослідні роботи, мають труднощі з оцінюванням та капіталізацією витрат. При цьому виникають проблеми нежиттєздатних продуктів, надходження яких у виробництво та реалізації не відбувається, незважаючи на те, що проект профінансований. Захистом прав інвесторів та інструментом продажу на фінансових ринках за такої форми можуть стати опціони. За Податковим кодексом України опціон – цивільно-правовий договір, згідно з яким одна сторона контракту одержує право на придбання (продаж) базового активу, а інша сторона бере на себе безумовне зобов’язання продати (придбати) базовий актив у майбутньому протягом строку дії опціону чи на встановлену дату (дату виконання) за визначеною під час укладання такого контракту ціною базового активу. За умовами опціону покупець виплачує продавцю премію опціону [12].

Оцінка наукових розробок може проводитись на основі опціонів на розширення та опціонів на відмову [13, с. 1069]. Опціон на розширення можна оцінити на підставі: вартості очікуваних грошових потоків, приведених до теперішнього часу; витрат на освоєння ринку, приведених до теперішнього часу; дисперсії очікуваних грошових потоків; ставки накопичень (депозитні ставки); терміну виконання договору. Витрати від освоєння ринку є ціною виконання опціону, а очікувані грошові потоки покажуть вартість базового активу. Мінливість ринку відображає дисперсія очікуваних грошових потоків.

Інвестування в нові проекти пов’язане з ризиком неповернення інвестицій, що, своєю чергою, знижує рівень очікуваних грошових потоків [13, с. 1083]. Отримання опціону на відмову є одним зі способів зниження ризиків при очікуваному значному потенціалі збитків. В основу цієї оцінки покладено визначення залишкової вартості проекту та його ліквідаційної вартості на той самий момент часу. Якщо проект має визначений термін до закінчення, то вартість його продовження може порівнюватись з ліквідаційною вартістю (вартістю на відмову). Якщо вартість на продовження має вищу оцінку, виконання такого проекту є економічно обґрунтованим. У протилежному випадку отримувач опціону має прийняти рішення про відмову від продовження проекту. Основним протиріччям такої оцінки є: можливість зміни цінності відмови впродовж строку виконання проекту; можливість зростання витрат, натомість зменшення ліквідаційної вартості.

З урахуванням того, що в останні роки в Україні значно скорочені обсяги державного фінансування науково-дослідних робіт, особливий інтерес викликає формування системи приватного інвестування, яка в Україні має певні регуляторні обмеження і не спроможна залучати необхідну кількість інвестицій в розвиток технологічного бізнесу. Це пов’язане з низкою факторів, що протидіють, починаючи від законодавчих ініціатив та закінчуючи недовірою громадян до політики управління грошовими коштами фінансових інституцій різних форм власності. В розвинених країнах світу політика держави спрямована на стимулювання приватних інвестицій і демонструє стійку динаміку росту. Так, за даними Investment Company Institute США [14]: зростання активів пайових фондів США за 2011 – 2012 рр. становило 2,2 % і на 1 січня 2012 р. їх сума становила 12 064,6 млрд. дол. США; зростання довгострокових вкладень взаємного фонду NET NEW США за 2011 – 2012 рр. становило 50,0 % з сумою довгострокових активів на 1 січня 2012 р. у розмірі 36 млрд. дол. США. Найпривабливішими для інвестування залишаються галузі, що за останній період значно просунулись у технологічному розвитку, зокрема – сфера інформаційних технологій та біоінженерія. За даними консалтингової компанії CB Insights [15], на інвестування венчурних проектів IT-сектору у 2010 р. припало 37 % всіх угод та 40 % обсягу всіх капіталовкладень. Частка інвестицій в “альтернативну енергетику” в 2010 р. не перевищувала 8 %, а фінансові вкладення у розроблення програмного забезпечення та телекомунікацій відповідно становили 7 % і 6 % від загального обсягу венчурних інвестицій.

Технологічні зміни зумовлені соціальним укладом суспільства і позиціонуються з інтелектуальним потенціалом людей, що, своєю чергою, потребує фінансових вкладень у створення нових розробок та прийняття ефективних інвестиційних рішень щодо впроваджуваних інноваційних

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

проектів. В зв'язку з цим необхідний пошук та використання ресурсів, кількість яких в органічному поєднанні з технологічними рішеннями дасть змогу сформувати механізм самопідтримуючого економічного розвитку. Здатність профінансованих технологічних рішень відтворити навколо себе прибуткову діяльністю з подальшим розширенням можливостей і є відображенням синергетичного ефекту, який має бути покладений в основу всіх інноваційних процесів.

Висновки

Потенціал розвитку економічних систем полягає у можливостях їх самоорганізації, реалізація якої відбувається у випадках інертності руху. В результаті прояву самоорганізаційних властивостей система генерує синергетичний потенціал, здатний через пошук множини траєкторій та нерівноважних станів руху вивести її на траєкторію стійкого розвитку.

Перспективи подальших досліджень

Обґрунтування системоутворюючих факторів та закономірності поведінки економічних систем в умовах відтворювання потенціалу синергії потребують подальшого дослідження.

1. Лукинов И.И. Эволюция экономических систем / И.И. Лукинов. – М.: ЗАО "Издательство "Экономика", 2002. – 567 с. 2. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем / Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов. – М.: Наука, 1994. – 236 с. 3. Занг В.–Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории / Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 335 с. 4. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа / Н.Н. Моисеев. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 488 с. 5. Хакен Г. Синергетика / Пер. с англ.– М.: Мир, 1980. – 406 с. 6. Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам / Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 240 с. 7. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного / Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.– 344 с. 8. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / Пер. с англ. [Под. ред. В.И. Аршинова, Ю.Л. Климонтовича и Ю.В. Сачкова]. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с. 9. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / Пер. с англ. – М.: Эдиториал УРСС, 2003. – 240 с. 10. Хакен Г. Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 424 с. 11. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории / Р.М. Кроновер. – М.: Постмаркет, 2000. – 352 с. // http:. 12. zakon.nau.ua/doc/?uid=1011.47.24. 13. Дамодаран А. Инвестиционная оценка. Инструменты и техника оценки любых активов / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 1342 с. 14. http://www.sifma.org. // 15. http://interfax.ru/business.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua