

Н. Л. Кузьмінська, аспірант
(Національний університет
харчових технологій)

МОДЕЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА (СИНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД)

Актуальність проблеми. Сучасний світ динамічно розвивається, плинність часу постійно зростає, завдяки освоєнню і впровадженню новітніх технологій. Математичне моделювання різноманітних явищ і процесів набуває важливого значення, оскільки саме воно дозволяє розглядати найскладніші об'єкти в різних середовищах, що приводить до скорочення часу і зниження вартості дослідження. Саме на даному етапі виникає потреба у створенні нового підходу до сприйняття і розуміння світу навколо нас. Тому останнім часом спостерігається зростий науковий інтерес до нового напрямку – синергетики (теорії самоорганізації), яка досліджує такі взаємодії елементів системи, що приводять до виникнення просторових, часових або просторово-часових структур в макроскопічних масштабах, особлива увага приділяється структурам, виниклим в процесі самоорганізації системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основні принципи і поняття синергетики викладені у працях Г. Хакена, І. Пригожина, Л. І. Мандельштама, О. Н. Князевої, С. П. Курдюмова, К. Х. Делокарова, та ін. Також варто відмітити, що акценти теорії самоорганізації та синергетики останнім часом зміщуються з суто математичних галузей досліджень у соціальні, економічні і, навіть, гуманітарні сфери, тому синергетика отримує статус загального міждисциплінарного підходу до вирішення найбільш складних задач суспільної практики.

Ціль статті – поєднання сучасних досягнень системного підходу і концепції самоорганізації з метою використання їх в процесі моделювання інноваційного розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження. В процесі аналізування існуючих підходів до моделювання інноваційного розвитку підприємства виявлено, що саме синергетичні моделі допомагають виявляти найбільш “вузькі” місця посталі в процесі розвитку системи. Крім того, такі моделі дозволяють не лише якісно (на концептуальному рівні) описувати досліджувані явища, але саме за їх допомогою можна виділити різні

нелінійні особливості явищ і дослідити вплив різних факторів на поведінку системи.

Промислове підприємство варто розглядати як цілеспрямовану, організаційно виокремлену та економічно самостійну систему виробничого призначення, яка наділена юридичною, адміністративною та господарчою самостійністю, а також здатністю до самоорганізації та саморозвитку шляхом перерозподілу ресурсів, керуючись принципом максимізації, який має економічний вимір [1, 2].

Під системою розуміється сукупність взаємопов'язаних елементів. Самоорганізація – властивість системи знаходити просторову, часову або функціональну структуру без впливу ззовні; саморозвиток – зміна об'єкта під впливом внутрішніх, властивих йому протиріч, факторів і умов, пов'язана з переходом на більш високий рівень організації.

Вивченням систем продовжують займатися багато науковців: одні з них розділяють систему на елементи, вивчаючи які, намагаються будувати більш-менш правдоподібні гіпотези про структуру або функціонування системи як єдиного цілого (редукціоністський підхід). Інші вивчають систему як одне ціле, не враховуючи тонко налагоджену взаємодію її елементів (холістичний підхід). Обидва підходи мають свої переваги і недоліки. Синергетика допомагає поєднати ці два відносно непеєднані підходи. У змісті синергетики основними властивостями систем, здатних до самоорганізації, є відкритість, нелінійність, дисипативність (табл. 1, [3, 4]).

Т а б л и ц я 1

Властивості систем, здатних до самоорганізації.

Властивість	Характеристика
Відкритість	Властивість, в результаті якої система підтримується в певному стані за рахунок неперервного надходження ззовні інформації, енергії
Нелінійність	Властивість, яка вказує на багатоваріантність, альтернативність шляхів розвитку і еволюції системи
Дисипативність	Властивість, пов'язана з втратою частини інформації, енергії. Завдяки цій властивості в системах можуть спонтанно виникати нові типи структур, може відбуватися перехід від хаосу і безладу до порядку, виникати нові динамічні стани системи

На теперішній час серед науковців-дослідників є досить актуальною розробка системного підходу на діалектичній основі [3-5], котрий полягає у розгляді об'єкта в напруженій рівновазі, тобто через виділення у ньому суттєвих протиріч як основи його розвитку. Гегель писав, що протиріччя є необхідною умовою для спонукання душі до міркування [6]. Такий підхід

приймає за аксіому те, що протиріччя неминучі й є природними для складних, багатовимірних систем. Але варто розглядати протиріччя як спосіб усунення помилок і не намагатися зациклюватися на відшукуванні їх усюди, оскільки це може призвести до зупинки інтелектуального прогресу.

Прийнятною являється думка авторів [4, 5, 7, 8], які вважають, що природа інновацій з усякого погляду є синергетичною. Сучасні інновації є надскладними і переважно системами, здатними до самоорганізації, з розгалуженою структурою внутрішньої та зовнішньої взаємодії між когерентними інтерактивними процесами, які детермінують динамізм системи. Тому введення інновацій спричиняє введення змін (підсистем), які ширші за самі інновації, що приводить до перебудови усєї системи або значної її частини і, у свою чергу, веде до переходу системи до нового стану.

Синергетичним ядром інновації є нова ідея, нове знання, виникнення яких пов'язане з випадковістю, періодичним і необхідним зануренням у хаос.

Система знаходиться в стані хаосу, якщо при [9]:

- будь-яких початкових умовах траєкторії руху стають аперіодичними;
- досить близьких початкових умовах з часом дві траєкторії стають різними.

Структура виникає у хаосі з хаосу. Ще Ф. Ніцше писав: “потрібно носити у собі ще хаос, щоб бути у стані народити зірку, яка танцює” [10]. Хаотична поведінка складних систем не є результатом незнання або неповноти знання відповідних систем, а обумовлена самою природою речей. Тобто хаос є первісним.

В стані рівноваги у середині системи елементи взаємодіють тільки із сусідніми з ними, тому ізольована від зовнішнього середовища система може працювати нескінченно довго. В хаосі ж кожен елемент системи взаємодіє зі всією системою в цілому. Тільки в ситуації нестабільності будь-які процеси перестають бути лінійними, а нелінійність, зазвичай, спричиняє багатоваріантність ситуацій. Світ нестабільний, але це не означає, що він не піддається науковому дослідженню. Визнання і врахування нестабільності приводить до нових експериментальних і теоретичних досліджень, які, можливо, ще більше наблизять науку до реального світу. Варто змиритися з тією думкою, що не можна повністю контролювати навколишній світ і процеси, які відбуваються у ньому.

Лише в нерівноважній системі можуть мати місце унікальні події й флуктуації (випадкові відхилення значення фізичної величини від її середнього в певній області простору чи в певний момент часу). Незначні флуктуації можуть бути заглушені системою, але із зростанням числа флуктуацій система виходить із стану рівноваги, стає нестабільною, чутливою до будь-яких дій. Поступово параметри системи набувають

значень, які перевищують критичні, що приводить до переходу системи в якісно новий стан, який не можна пов'язати з попереднім, а в точках зміни станів – точках біфуркації – може відбуватися зміна просторово-часової організації об'єкта. В точках біфуркації (точки B_1 , B_2 , рис. 1) система робить вибір, який визначає її подальшу еволюцію. Сукупність точок, до яких притягуються траєкторії динамічних систем, мають назву “атрактори”. Деякі науковці вважають, що при аналізуванні складних, динамічних систем потрібно зосереджуватися не на перехідних процесах, а саме на атракторах.

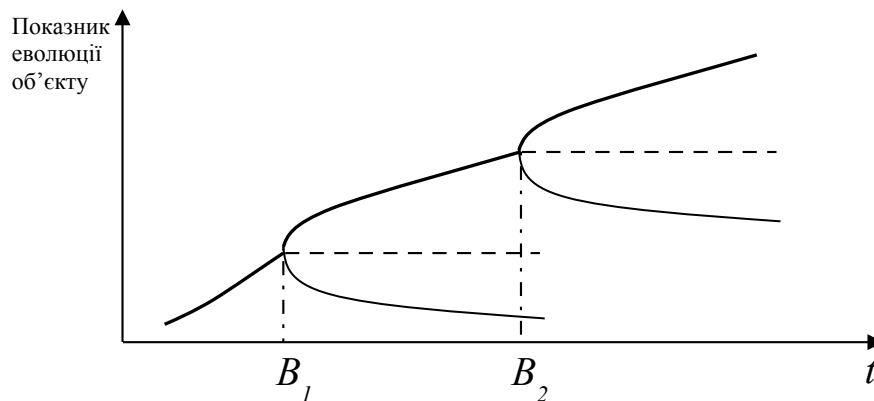


Рис. 1. Біфуркації в процесі розвитку.

Отже, флуктуації сприяють подіям, в результаті яких виникає розширення масштабів системи, підвищується її чутливість до зовнішнього середовища і виникає історична перспектива, тобто можливість появи інших, більш досконалих форм організації [4, 9].

Оскільки інновації – ядро інноваційного розвитку, то він теж є причиною порушення звичного порядку (стану рівноваги) функціонування системи. Порядок може бути агресивним і намагатися всіляко стримати будь-які прояви нового в системі. З цим пов'язані конфлікти, кризи, економічні провали, які можуть супроводжувати розвиток систем. Аналогічні процеси можна передбачити і використати для своїх цілей. Для цього, враховуючи складну взаємодію елементів системи і вплив економічних, політичних, соціальних факторів і процесів, запуснути механізми самоорганізації й вивести систему на траєкторію стійкого інноваційного розвитку. В такому контексті варто особливо виділити роль моделювання, яке допоможе зробити аналіз можливих шляхів розвитку, та управління, вплив якого в умовах нестабільності здатний скерувати систему на той із шляхів розвитку, який буде найвдалішим для неї.

Моделювання динаміки нелінійних систем проводиться на основі застосування математичного апарату: багатовимірних диференціальних рівнянь, різницевих рівнянь, теорії автоматів, теорії катастроф та ін.

Життєвий цикл будь-якого підприємства можна розбити на декілька фаз. В загальному випадку, це – зростання, зрілість і старіння. Варто відмітити,

що в процесі моделювання інноваційного розвитку підприємства недоцільно розглядати стадію старіння, оскільки саме завдяки інноваціям підприємство може подовжити стадію зрілості, не переходячи в стадію старіння.

Аналізуючи деякі моделі соціально-економічних процесів, дійшли висновку, що для моделювання інноваційного розвитку підприємства найкраще підходять моделі логістичного зростання.

Еволюцію системи в умовах обмежених ресурсів можна описати за допомогою рівняння [11, 12]:

$$\frac{dX(t)}{dt} = \alpha X(t)(\beta - X(t)), \quad (1)$$

де $X(t)$ – залежний від часу показник еволюції об'єкта;

α – параметр, який визначає швидкість змін;

β – параметр, який визначає границю змін в межах поточного стану системи.

Врахувати певні особливості складних, нелінійних систем можна шляхом введенням додаткових параметрів, які б відображали особливості функціонування системи.

Розв'язанням (1) буде логістична крива (рис. 2):

$$X(t) = \frac{\beta}{1 + ce^{-\alpha\beta t}}, \quad (2)$$

де c – константа, яка визначається початковим значенням $X(0)$.

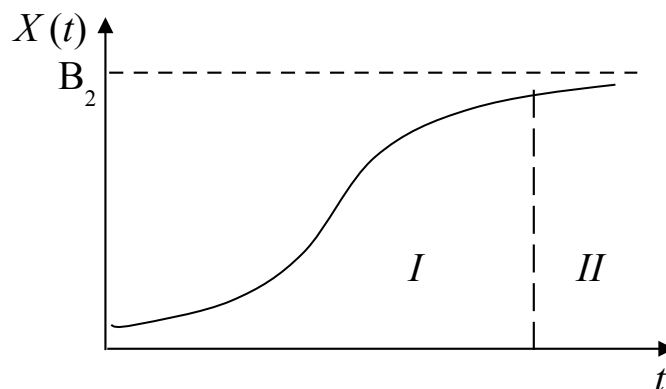


Рис. 2. Приклад логістичної кривої.

Із вигляду логістичної кривої видно, що при умові обмеженості ресурсів показник еволюції системи з часом має стабілізуватися (фаза II на рис. 2). В нашому випадку, в (1) залежним від часу показником еволюції об'єкта може бути оцінка інноваційного розвитку підприємства. Тоді перехід у фазу II на логістичній кривій свідчатиме про те, що підприємству потрібно шукати нові шляхи для свого інноваційного розвитку, тобто впроваджувати нові інновації.

Висновки. Інформатизація суспільства, розвиток комп'ютерної техніки та технологій відкривають нові обрії в наукових дослідженнях. Це вплинуло на те, що зріс інтерес до математичного моделювання. Заміна досліджуваного

об'єкта моделлю дає можливість відносно швидко і без значних затрат дослідити його властивості й поведінку в різноманітних ситуаціях. Оскільки сучасні об'єкти економіки – складні, нелінійні системи, то варто шукати нові підходи, нові методи їх дослідження, а методологічною основою для цього може стати такий науковий напрям, як синергетика.

Список літератури

1. *Афонин И. В.* Инновационный менеджмент : Учебное пособие. – М. : Гардарики, 2005. – 224 с.
2. *Економіка підприємства* : Структурно-логічний навч. посіб. / За ред. д-ра екон. наук, проф. С. Ф. Покропивного . – К. : КНЕУ, 2001. – 457 с.
3. *Хакен Г.* Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным явлениям. – М. : Мир, 1991. – 240 с.
4. *Пригожин И.* Философия неустойчивости // Вопр. философии. – 1991. – № 6. – С. 46–57.
5. *Князева Е. Н., Курдюмов С. П.* Синергетика : нелинейность времени и ландшафты коэволюции. Сер. “Синергетика : от прошлого к будущему”. – М. : Комкнига, 2007. – 272 с.
6. *Гегель Г.В.Ф.* Философия природы. Энцикл. филос. наук. – Т. 2. – М. : Мысль, 1975. – 367 с.
7. *Соловьев В. П.* Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике (синергетические эффекты инноваций). – К. : Феникс, 2006. – 560 с.
8. *Тарасевич В.* Про синергетику інновацій // Економіка України. – 2009. – № 4. – С. 65–73.
9. *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса : Новый диалог человека с природой / Пер. с англ.; под общ. ред. В. И. Аршинова, Ю. Л. Климонтовича и Ю. В. Сачкова. – М. : Прогресс, 1986. – 432 с.
10. *Ницше Ф.* Так говорил Заратустра: книга для всех и ни для кого / Пер. с нем. Ю. М. Антоновского – Харьков : Фолио, 2008. – 576 с.
11. *Самарский А. А., Михайлов А. В.* Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры. – М. : Физматлит, 2001. – 320 с.
12. *Пугачева Е. Г., Соловьяненко К. Н.* Самоорганизация социально-экономических систем : Учебное пособие. – Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2003. – 172 с.