

7. **Dosi G.** The economics of technical change and international trade / G. Dosi, K. Pavitt and L. Soete // Harvester Wheatsheaf. London, 1990.

8. **Адамик В.** Торговельні механізми впливу світової фінансово-економічної кризи 2008 – 2009 рр. на трансформаційні економіки // В. Адамик, А. Савка // Журнал Європейської економіки. – Том 8 (№10). – Березень 2009. – С. 31 – 49.

9. **Стус В.** Краткая теория кризиса / В. Стус [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://iee.org.ua/ru/publication/209/>

10. **Инглхарт Р.** Постмодерн: меняющиеся ценности и изменяющиеся общества / Р. Инглхарт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sociology.mephi.ru/docs/polit/html/ingl.htm>

11. **Веблен Т.** Теория праздного класса / Т. Веблен // Экономическое исследование институтов. – М., 1984. – 368 с.

12. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>

13. Економіка України після кризи: орієнтири стратегічних реформ. Аналітична доповідь. – К. : НІСД НАН України, 2010. – 106 с.

УДК 330.341.1

## РОЗВИТОК НОВОВВЕДЕНЬ: СИСТЕМНО-САМООРГАНІЗАЦІЙНИЙ ПІДХІД

ГЕСЕЛЕВА Н. В.

УДК 330.341.1

### Геселева Н. В. Развитие нововведений: системно-самоорганизационный подход

У статті розглянуто ключові елементи синергетичної концепції дослідження соціально-економічних систем. Обґрунтовано доцільність системно-самоорганізаційного підходу до аналізу інноваційних процесів через їх нелінійність, стохастичність, неоднозначність. Досліджено циклічність розвитку нововведень, динаміку їх змін і здійснення цілеспрямованих інноваційних перетворень.

**Ключові слова:** синергетика, точки біфуркації, флуктуації, дисипативна система, аттрактор, ентропія, фрактал, дивний аттрактор.

**Рис.:** 3. **Табл.:** 1. **Бібл.:** 8.

**Геселева Наталія Валеріївна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики, Київський національний університет технологій та дизайну (вул. Немировича-Данченка, 2, Київ, 01601, Україна)

**E-mail:** gesnata@mail.ru

УДК 330.341.1

### Геселева Н. В. Развитие нововведений: системно-самоорганизационный подход

В статье рассмотрены ключевые элементы синергетической концепции исследования социально-экономических систем. Обоснована целесообразность системно-самоорганизационного подхода к анализу инновационных процессов из-за их нелинейности, стохастичности, неоднозначности. Исследованы цикличность развития нововведений, динамика их изменений и осуществления целенаправленных инновационных преобразований.

**Ключевые слова:** синергетика, точки бифуркации, флуктуации, диссипативная система, аттрактор, энтропия, фрактал, странный аттрактор.

**Рис.:** 3. **Табл.:** 1. **Библ.:** 8.

**Геселева Наталья Валериевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры экономической кибернетики, Киевский национальный университет технологий и дизайна (ул. Немировича-Данченко, 2, Киев, 01601, Украина)

**E-mail:** gesnata@mail.ru

UDC 330.341.1

### Geseleva N. V. Development of Innovation: a Systematic Self-organization Approach

The article considers the key elements of the research of synergistic concept on the socio-economic systems. The usefulness of the systematic self-organization approach to the analysis of innovation processes because of their nonlinearity, stochasticity, ambiguity is grounded. The development cycle of innovation, the dynamics of their change and realization the targeted implementation of innovation are investigated.

**Key words:** synergetic, a point of bifurcation, fluctuations, dissipative system, attractor, entropy, fractal, strange attractor

**Pic.:** 3. **Tabl.:** 1. **Bibl.:** 8.

**Geseleva Natalya V.** – Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics, Kyiv National University of Technologies and Design (vul. Nemyrovycha-Danchenko, 2, Kyiv, 01601, Ukraine)

**E-mail:** gesnata@mail.ru

Усі соціально-економічні об'єкти є відкритими системами з властивостями самоорганізації та адаптації, тому актуальним і перспективним є синергетичний підхід до управління цими об'єктами. Питанням аналізу, прогнозування та управління процесами самоорганізації присвячені роботи Г. Хакена, І. Пригожина, І. Стенгерс, О. М. Князевої, С. П. Курдюмова, Б. Мандельброта. Проблеми синергетичної економіки досліджені в роботах Л. П. Євстигнеєвої, Р. Н. Євстигнеєва, В. М. Тарасовича, С. Мочерного, О. Г. Пугачова, Н. М. Моїсєєва, О. А. Ерохіної. Однак потребує подальшого вдосконалення синергетична парадигма розвитку нововведень як ключових елементів принципово нової соціально-економічної системи – економіки знань.

Метою статті є аналіз системно-самоорганізаційних підходів до досліджень динаміки соціально-економічного розвитку в контексті інноваційної концепції сучасної науки про процеси економічного зростання. Об'єктом дослідження є синергетична парадигма розвитку економічних систем, а предметом – інновації як основний фактор економічного зростання.

**Синергетика** (англ. *synergy*) – загальна теорія нерівноважного динамічного стану систем, яким властиві деякі характерні особливості, наприклад, наявність біфуркацій – критичних точок, в яких системи змінюють модель своєї поведінки. Синергізм проявляється в посиленні властивостей системи при їх комбінації, що виражається формулою  $P_{A+B} > P_A + P_B$ .

Синергетика як наука про розвиток і самоорганізацію складних систем розвиває міждисциплінарні підходи своїх попередниць: тектології О. О. Богданова, загальної теорії систем Л. фон Берталанфі та кібернетики Н. Вінера. Її методи спираються на нелінійну математику та результати природничих наук, що вивчають еволюцію складних систем. Історія методів синергетики пов'язана з іменами багатьох видатних вчених ХХ ст. і перш за все – з великим французьким математиком, фізиком та філософом Анрі Пуанкаре, який вже в кінці ХІХ ст. заклав основи методів нелінійної динаміки та якісної теорії диференціальних рівнянь. Саме він ввів поняття атракторів, точок біфуркації, нестійких траєкторій та динамічного хаосу. Подальший розвиток синергетики як науки пов'язаний з ім'ям професора Штутгартського університету Г. Хакена.

Схожі з синергетикою задачі ставлять перед собою і системні дослідження. Ці теорії об'єднують принципи системності, розвитку, ізоморфізму, типології систем. Синергетика включає в себе всі значимі для дослідження процесів самоорганізації теоретичні та методологічні висновки системних досліджень. Відмінності концепцій синергетики та системних досліджень представлені в *табл. 1*.

сучасні інновації – це надскладні феномени з розгалуженою структурою внутрішніх та зовнішніх взаємодій когерентних інтерактивних процесів, що визначають динамізм системи. Інновації нелінійні, стохастичні, м'яко детерміновані, неоднозначні, їм властива диспропорційність причини і наслідків (вони можуть докорінно змінюватися під впливом ледь помітних обставин і залишатися практично незмінними, незважаючи на потужний зовнішній вплив). Для інновацій характерним є саморегулювання як поєднання механізмів позитивного та негативного зворотного зв'язку. Якщо перший націлений на регульовану хаотизацію порядку, то останній – на компенсацію впливу зовнішнього середовища за допомогою дії в протилежному цьому впливу напрямку.

**Н**а користь використання синергетичного підходу для аналізу інновацій свідчить також факт, що такі особливості інноваційних процесів як лавиноподібний характер початку процесу розвитку, природа стрибків на логістичних кривих, стохастичність еволюції нововведень неможливо пояснити в рамках економетричних та імітаційних моделей.

Таблиця 1

Відмінності концепцій синергетики та системних досліджень

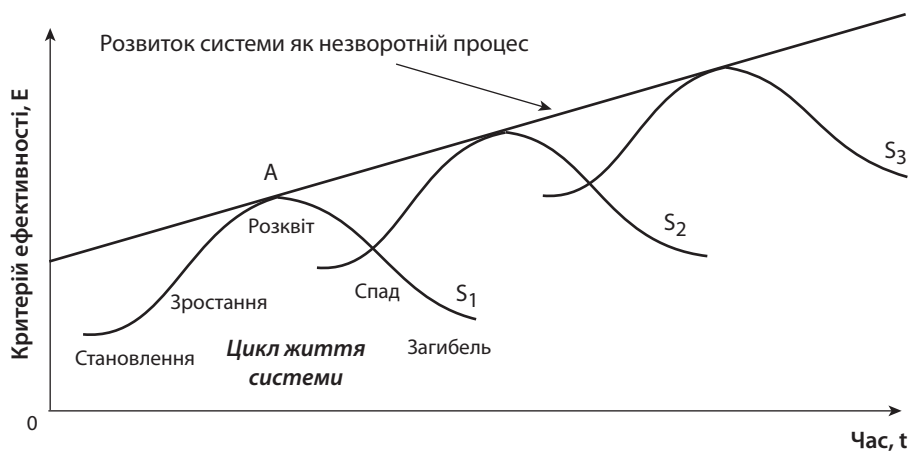
Системні дослідження	Синергетика
1. Вважають, що системність – загальна форма буття, атрибут матерії та свідомості	1. Вважає, що матерії спроможні до саморегуляції і створення упорядкованих структур (систем).
2. Досліджують процеси організації системи (сукупності взаємопов'язаних елементів, яким притаманні індивідуальні властивості)	2. Вивчає процеси самоорганізації складної системи (динамічної системи з потенціалом саморозвитку і здатністю переходу від одного до іншого стану, від порядку до хаосу і навпаки)
3. Основні принципи: цілісність; самодостатність; рух від простого до складного; ієрархічність; сумісність функцій; сталість	3. Основні принципи: незворотність у часі; альтернативність розвитку; обмеженість у прогнозуванні; циклічна причинність, закономірності процесу нелінійного розвитку, дисипативність
4. Досліджують відкриті та закриті системи	4. Вивчає відкриті системи в станах, далеких від рівноваги
5. Приділяють велике значення упорядкованості, рівновазі	5. Приділяє увагу хаосу, підкреслюючи не тільки його деструктивний вплив, але й його будівню роль в процесах розвитку систем
6. Вважають, що поняття хаос передбачає відсутність певної структури	6. Передбачає, що хаос може мати різні ступені упорядкованості та структуру
7. Приділяють увагу статистиці систем, їх морфологічному та, рідше, функціональному опису. Вважають, що властивості елемента можуть бути зрозумілі лише в контексті цілого.	7. Акцентує увагу на процесах росту, розвитку та руйнування систем. Вважає, що час – це внутрішня характеристика динамічних систем
8. Часто при аналізі структури системи не враховують кооперативні процеси	8. Підкреслює роль кооперативності процесів як основи самоорганізації та розвитку систем
9. Розглядають проблему взаємозв'язку переважно як взаємозв'язок компонентів всередині системи	9. Враховує не тільки внутрішні, а й зовнішні взаємозв'язки системи
10. Джерело розвитку вбачають в самій системі	10. Визначає значну роль зовнішнього середовища в процесі змін

**Джерело:** авторська розробка.

В останні роки опубліковано значну кількість наукових праць, що відмічають наявність в соціально-економічних системах ознак, які властиві іншим об'єктам синергетичної парадигми, а саме: явищ нерівноважності, лавиноподібних змін внаслідок випадкових подій, біфуркацій, незворотності.

Для дослідження інновацій також треба застосовувати методичний інструментарій синергетики, оскільки

Розуміння синергетичних процесів буде неповним без теорії катастроф. Фундаментальним положенням теорії криз і катастроф є поняття про циклічність як загальну форму руху в природі та суспільстві. Інновації також підпорядковуються циклічному розвитку, що означає безумовну періодично повторювану послідовність і об'єктивну неминучість поетапного розвитку інновацій – від становлення до загибелі (*рис. 1*).

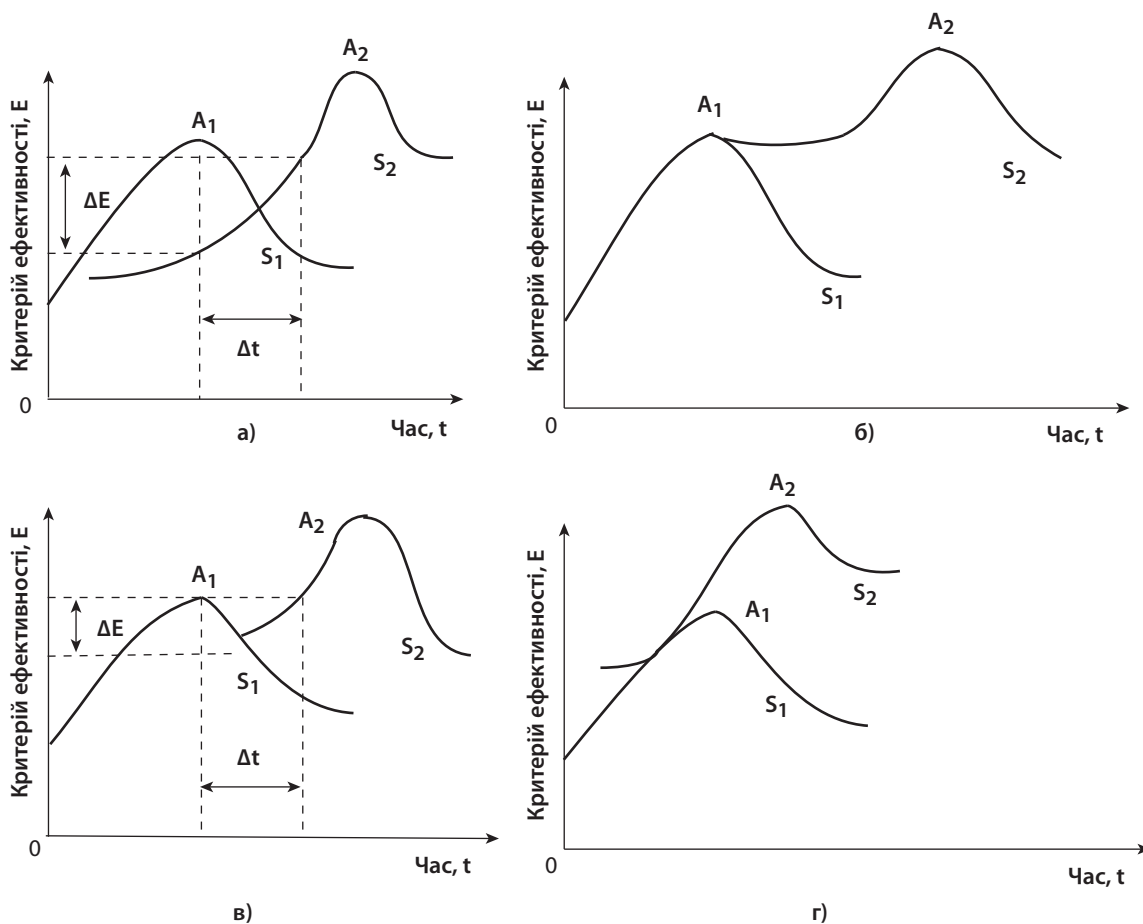


**Рис. 1. Розвиток інновацій**

Критична точка А – межа прогресивного розвитку. Проходячи її, інноваційний процес вступає в стан кризи, що в кінцевому підсумку призводить до загибелі нововведення і зародження нової інновації. Отже, криза відіграє і позитивну роль: послаблює застарілі процеси, що вичерпали свій потенціал, і створює умови для появи нових передових інновацій. Під час аналізу криз і перехідних ситуацій важливо уявляти можливі напрями трансформацій та їх масштаби в режимі управління інноваціями. Залежно від того, в якій точці розвитку попередньої інновації зароджується більш прогресивне

нововведення, загальна динаміка розвитку інновацій буде мати значні відмінності (рис. 2).

Передчасні перетворення (рис. 2а) можуть бути пов'язані з підтримкою відносної стійкості інноваційної системи. Однак час початку введення нової інновації вибраний неввірно. Система починає перебудовуватися, не вичерпавши потенціалу розвитку. У результаті темпи розвитку інновацій уповільнюються, втрачений зиск від неповного використання потенціалу розвитку тим більше, чим раніше починається процес введення чергового нововведення. Запізнілі перетворення (рис. 2в) –



**Рис. 2. Варіанти зміни інновацій: а – передчасний, б – своєчасний, в – той, що запізнився, г – синергетичний ( $\Delta E$  – величина втраченого зиску (а), збитків (в);  $\Delta t$  – час, необхідний для відновлення системи)**

це приклад того, що система може свідомо піддаватися дестабілізації з метою її якісної трансформації. Саме цей варіант акцентує увагу на кризі як факторі економічного розвитку: вона сприяє створенню нових траєкторій розвитку, ліквідуючи старі, підводить систему до зони тяжіння нової траєкторії, після чого на основі механізмів самоорганізації система буде сама еволюціонувати в заданому напрямку. Однак інновації такого типу завжди пов'язані з прямими втратами, частковим або повним руйнуванням потенціалу. Оптимальним є варіант введення нової інновації в момент найвищого розвитку попередньої – коли її потенціал вже вичерпаний, але занепад ще не почався – своєчасний варіант (рис. 2б). Але цей варіант одночасно є і найскладнішим, оскільки до точки найвищого розквіту інноваційна система надходить в максимально нестійкому стані.

Ще один варіант здійснення цілеспрямованих інноваційних перетворень заснований на використанні синергетичного ефекту. Ефективність процесів управління зокрема визначається тим, наскільки повно були враховані параметри процесів і наскільки ефективними виявилися заходи, направлені на синхронізацію темпів їх протікання та запобігання або мінімізацію несприятливих ефектів розвитку. Саме такі трансформації і є синергетичними. На рис. 2г показано, як в момент, коли попередня інновація знаходиться в стадії зростання, починається підготовка до введення наступного нововведення, що дозволяє в точці максимальної стійкості почати перетворення, що надають можливість вивести інноваційну систему на новий, більш високий рівень розвитку, зберігаючи її відтворювальну цінність. Реалізація такого варіанта потребує постійного моніторингу стану системи управління, відслідковування невідповідностей, прогнозування наслідків змін і своєчасного внесення необхідних коректив у функціонування системи.

**С**инергетичні моделі динамічних інноваційних процесів – це моделі нелінійних, нерівноважних систем під дією *флуктуацій* (змін). Зі зростанням числа флуктуацій система стає нестійкою, чутливою навіть до малих впливів. Поступово коливання економічних параметрів посилюються й коли вони перевищать деякі критичні значення, відбувається момент, коли незначна зміна параметрів призводить до стрибкоподібного переходу системи в якісно новий стан, настає точка біфуркації – переломний, критичний момент в розвитку системи, точка, в якій відбувається катастрофа. При цьому вирішальне значення набувають *ендогенні флуктуації*, що сприяють скорішій адаптації та саморегулюванню системи. Оскільки на систему інноваційних процесів постійно впливають різні зовнішні фактори і вона є відкритою, їх вплив в кінцевому підсумку може привести систему до критичного стану, а в точці біфуркації система може змінити свою поведінку або розпочати розвиток в іншому напрямку.

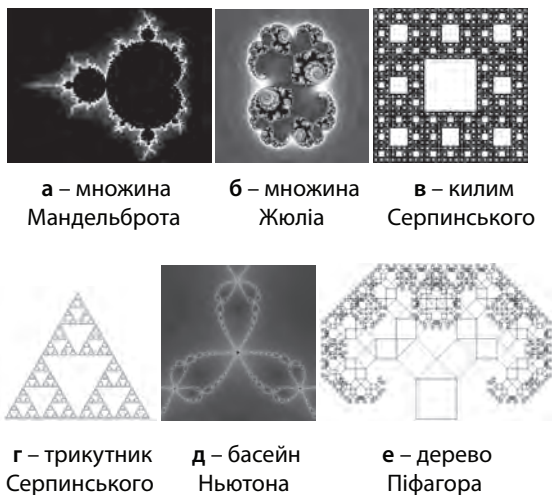
Нові структури, що виникають в результаті ефекту взаємодії багатьох систем, є *дисипативними* (відкритими, далекими від рівноваги), для їх підтримки потрібно більше енергії, ніж для підтримки простіших, на зміну яким вони приходять. Траєкторії, за якими можливий

розвиток системи після точки біфуркації, називаються *атракторами*, вони відрізняються від інших відносною стійкістю, є більш реальними і притягують до себе «лінії» розвитку, що можливі після точок біфуркації. Рух інноваційної системи в область атрактора (стійкого стану) відбувається в результаті поєднання управляючих параметрів і випадкових подій, які взаємно доповнюють один одного в процесі виникнення нової складної структури. Для того, щоб розпочався процес формування цієї нової складної структури, віддача *ентронії* (внутрішньої енергії) повинна перевищити деяке критичне значення, що приведе систему в сильно нерівноважний стан, якому притаманна невизначеність – ймовірність і випадковість. Випадкова подія викликає нестійкість, а нестійкість – виникнення нових конфігурацій. Відомо, що при зміні управляючих параметрів у системі спостерігаються різноманітні перехідні явища. Поблизу рівноваги стаціонарний стан є асимптотично стійким, тому внаслідок безперервності ця динаміка простягається до критичної області. При досягненні критичного значення інноваційний процес може стати нестійким так, що навіть будь-який, навіть малий, вплив переводить систему в новий стійкий стан, що може бути упорядкованим.

**У** розвитку інноваційних процесів можна побачити поступовий характер. Він не має кінцевого стану і пов'язаний з поглибленням нерівноважності, внаслідок якої можливе удосконалення структури. Однак одночасно зростає кількість нестійкостей і ймовірність біфуркації. Складні інноваційні системи мають більшу невизначеність поведінки та орієнтуються в розвитку на майбутні можливі шляхи удосконалення, що виникають в момент біфуркації, «притягують» розвиток системи, вона самоорганізується, удосконалюється, досягає якісно нового стану. Звідси формується уявлення про те, що розвиток визначається не початковими умовами та минулим, а майбутніми можливими станами (атракторами), до яких система прямує після біфуркації, причому ці процеси незворотні.

В інноваційних стратегіях управління складними системами розглядається мікро- та макрорівень. На мікрорівні еволюція підсистем описується системою диференціальних рівнянь, в яких окремі змінні означають швидкість зростання й загибелі їх елементів та інші характеристики. На макрорівні еволюція системи моделюється фрактальними кластерами з центрами розвитку, що змінюються (*фрактал*, від лат. *fractus* – подрібнений, зламаний, розбитий, – це нескінченно самоподібна геометрична фігура, кожен фрагмент якої повторюється при зменшенні масштабу – рис. 3). У нелінійній динаміці фрактали виникають як атрактори у дисипативних динамічних системах. При цьому, якщо атрактор є фракталом, його називають *дивним атрактором*. Існування дивних атракторів є типовою властивістю дисипативних динамічних систем.

Локально прийняті рішення в соціально-економічній сфері можуть призвести до глобального хаосу. Сучасна парадигма управління може бути озвучена у вигляді: «міркуй глобально, дій локально».



**Рис. 3. Приклади фракталів**

Динамічні режими нелінійного інноваційного розвитку організацій, галузей і систем більш високого рівня пов'язані з такими фундаментальними поняттями, як коливання, хаос. Невизначеність та проблема вибору для інноваційного менеджера епохи економіки знань полягає в нестійкості нелінійного зовнішнього середовища, а також у зростанні частоти біфуркації шляхів інноваційного розвитку його компанії.

Основні проблеми та задачі синергетичного інноваційного управління повинні вирішуватися за принципом «управляти, не управляючи», тобто через малий резонансний вплив підштовхувати систему на один з власних і сприятливих для суб'єкта управління шляхів розвитку. Необхідно забезпечити інноваційний розвиток, що самоуправляється й самопідтримується, та подолати хаос, не упорядковуючи його, а використовувати як інструмент креативності, генератор інновацій.

Види організації інноваційної інфраструктури можуть бути згруповані за основним типом послуг, що пропонуються. Зокрема, виробничо-технологічна складова інфраструктури може бути представлена: технопарками, бізнес-інкубаторами, інноваційно-технологічними центрами, інноваційно-промисловим комплексом, технологічним кластером, зоною технічного впровадження, центрами колективного користування.

**ВИСНОВКИ**

Сьогодні практично неможливо назвати ту галузь науки, де синергетичний підхід не приніс би відчутних і цікавих результатів. Він виявився ефективним і при дослідженні інноваційних процесів, оскільки становлення і розвиток нововведень відбувається нелінійно, деякі результати цього процесу від моменту створення новаторської ідеї до закріплення інновації спонтанні та важкопередбачувані. ■

**ЛІТЕРАТУРА**

1. **Князева Е. Н.** Основания синергетики. Режимы с обострением, самоорганизация, темпомиры / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. – СПб.: Алтейя, 2002. – 414 с.

2. **Малинецкий Г. Г.** Нелинейная динамика. Подходы, результаты, надежды / Г. Г. Малинецкий, А. Б. Потапов, А. В. Подлазов. – М.: КомКнига, 2006. – 280 с.

3. **Мандельброт Б.** Фракталы и хаос. Множество Мандельброта и другие чудеса / Б. Мандельброт. – Москва – Ижевск: «НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009. – 386 с.

4. **Мищенко Л. Я.** Теория и практика антикризисных преобразований в экономике / Л. Я. Мищенко. – М.: Экономика, 2004. – 263 с.

5. **Соловьев В. П.** Инновационная деятельность как системный процесс (Синергетические эффекты инноваций) / В. П. Соловьев. – К.: Феникс, 2004. – 560 с.

6. **Яковец Ю. В.** Циклы. Кризисы. Прогнозы / Ю. В. Яковец. – М.: Наука, 1999. – 448 с.

7. **Янсен Ф.** Эпоха инноваций / Ф. Янсен. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 308 с.

8. **Буланичев В. А.** Самоорганизация экономических систем с детерминированным хаосом / В. А. Буланичев, Л. А. Серков // Математическое моделирование. – 2007. – т. 19, № 4. – С. 116 – 126.