

1. Грибовский С.В. Оценка доходной недвижимости. – СПб.: Питер, 2001. – 336 с.
2. Оценка недвижимости / Под ред. А.Г.Грязновой. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 493 с.
3. Национальный стандарт №1 «Общие основы оценки имущества и имущественных прав»: Постановление Кабинета Министров Украины от 10.09.2003г. № 1440. – С.9.
4. Фридмен Дж., Ордуэй Н. Анализ и оценка приносящей доход недвижимости. – М.: Дело, 1997. – 480 с.
5. Грибовский С.В., Сивец С.А., Левыкина И.А. Новые возможности сравнительного подхода при решении старых проблем // Вопросы оценки. – 2002. – №4.
6. Сивец С.А., Левыкина И.А. Статистическая модель оценки стоимости объекта недвижимости // Вопросы оценки. – 2001. – №4.
7. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 154 с.
8. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / Борисов А.Н., Алексеев А.В. и др. – Рига: Рига зинатне, 1982. – 256 с.
9. Орлов А.И. Связь между нечеткими и случайными множествами. Нечеткие толерантности. – М.: ЦЭМИ АН СССР, 1975. – С.103-125.
10. Zannetos S., Willcox J. W. The management process, management information and control systems, and cybernetics. In Progress of cybernetics. J. Rose. – Gordon and Breach. 1970.
11. Построение экспертных систем / Под ред. Ф.Хейсе-Рот, Д.Уотерман, Д.Ленат. – М.: Мир, 1987. – 442 с.

*Получено 12.09.2004*

УДК 336.748

Н.М.ОСТРОВЕРХ

*Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків*

## **НЕРІВНОВАЖНІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ СИСТЕМИ**

Виконано системний аналіз нерівноважних соціально-економічних систем у контексті положень рівноваги, стійких граничних циклів, єдності процесів самоорганізації.

Постановка проблеми нерівноважних соціально-економічних систем у загальному виді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями викликана тим, що соціально-економічні системи вивчаються головним чином з позиції оптимізації і теорії гри, які вважаються іманентними саме соціально-економічним системам. Як правило, в цих теоріях присутня цільова функція, і, таким чином, неявно припускається, що історію суспільства, об'єктивні закони соціально-економічних систем утворюють цілі індивідів.

Проте в останні десятиліття почала розповсюджуватись інша точка зору на закони суспільного розвитку. Вона пов'язана з новим синтетичним напрямком, який виник на стику фізики, хімії, біології, екології, соціології, психології і економіки, – синергетики, яка не припускає формулювання мети в явному вигляді.

Синергетикою називається наука про колективні (кооперативні)

процеси і явища самоорганізації у відкритих і нерівноважних системах довільної природи. Частіше термін “синергетика” є синонімом слова “самоорганізація”. Іноді з терміном “синергетика” асоціюється назва теорії автохвильових процесів, автохвиль у збуджених середовищах [1].

Як показує аналіз останніх досліджень і публікацій, де започатковано розв’язання даної проблеми, великий внесок у розвиток синергетики і нерівноважних соціально-економічних систем здійснили видатні вчені Г.Хакен [2, 3], С.Курдюмов, Г. Малинецький [4, 5], О.Князева [6], В.-Б.Занг [7], С.Малков [8], В.Мілованов [9], В.Суріков [10], Р.Баранцев [11], Д.Чернавський [12].

Синергетика, заснована на ідеях нерівноважної термодинаміки, нині бурно розвивається. Якщо в фізиці, хімії і біології вже підводяться підсумки вивчення синергетики відповідних явищ, то в соціально-економічних системах її вивчення тільки розпочинається.

Отже, виділяючи невіршені раніше частини загальної проблеми, зазначимо, що наше завдання полягає в побудові теорії кооперативних явищ, самоорганізації соціально-економічних систем без цілепокладання (побудова теорії природного шляху розвитку). Тому наше цілком природне прагнення показати, що така теорія самоорганізації має міждисциплінарну спільність, що ідеї синергетики простягаються аж до соціально-економічних систем. Особливе місце в дослідженні має зайняти питання про пошуки хаотичних рухів в соціально-економічних системах, про виникнення організації з хаосу.

Таким чином, виходячи з актуальності, ступеня наукової розробки і необхідності вирішення вказаних завдань, сформулюємо цілі дослідження: розглянемо концепції розвитку суспільства в сучасній макроекономіці; визначимо роль математичних моделей в дослідженнях соціальних і економічних процесів.

Для цього слід враховувати, що соціально-економічні системи є відкритими і нерівноважними, і в силу своєї відкритості можуть обмінюватись із зовнішнім середовищем ентропією. Якщо приплив негативної ентропії із зовнішнього середовища значний, то сумарна величина ентропії системи може знижуватися, що приведе до утворення в системі структури колективної поведінки, якій в математичній моделі відповідають структури фазового простору: фокуси, граничні цикли, дивні атрактори і т.д. Пошуку цих колективних структур у моделях соціально-економічних явищ і присвячене це дослідження.

На підставі вищенаведеного виклад основного матеріалу дослідження розпочнемо з того, що в сучасній макроекономіці існує декілька концепцій розвитку суспільства, які часто призводять до суперечли-

вих результатів. Найбільш популярні монетаристська концепція М.Фрідмена [13] і концепція Д.Кейнса [14]. При практичному застосуванні як перша, так і друга концепції формулюються догматично, з претензією на загальність, при цьому умови їх застосування чітко не застережені. Більш того, ці умови нині ще до кінця не виявлені.

Відомо багато прикладів як вдалого, так і невдалого застосування обох концепцій в Чилі, Японії, Індії та інших країнах. Детальний аналіз цих прецедентів до кінця не проведено. При спробах його проведення виникають суперечливі питання, і проблема в цілому залишається дискусійною. Крім того, кожна країна володіє індивідуальними особливостями, будь-який макроекономічний досвід неповторний і копіювати досвід якоїсь країни в іншій державі неможливо.

За такої ситуації жодна з догматичних концепцій не може слугувати опорою для керівництва країни, особливо в умовах кризи. Для виходу з такого положення необхідна макроекономічна модель, у якій кожна з концепцій знаходить область застосування, області застосування концепцій чітко обмежені, визначені умови переходу від однієї концепції до іншої. Така модель могла б слугувати точкою опори для виведення України з кризової ситуації. Тому побудова такої моделі досить актуальна.

Як правило, застосування тієї або іншої концепції залежить від етапу розвитку суспільства. Будь-яка система, що розвивається, проходить стадії сталого розвитку, які чергуються з стадіями різких змін. Етапи сталого розвитку в біології називаються креодами Уоддингтона [15]. При цьому, хоч і поступово, відбувається зміна стану.

В економіці характерний час періодів сталого розвитку вимірюється десятиліттями. При цьому важливу роль відіграє зміна поколінь, розвиток науки і техніки та інші фактори. Сталий розвиток здійснюється не монотонно. Спостерігаються квазіперіодичні процеси (типу циклів Кондрат'єва) і ступінчастий розвиток. Проте амплітуда таких коливань невелика, порядку декількох відсотків. Ці ефекти є предметом спеціального спрямування, який називається еволюційною економікою [16].

Різкі зміни мають характер або кризи (перехід від високопродуктивного стану до низькопродуктивного), або “економічного чуда” (зворотний перехід). Характерний час такого переходу невеликий – порядку декількох років, але економічні показники при цьому змінюються в декілька разів.

При побудові математичної моделі ці етапи доцільно досліджувати окремо. При цьому в моделях, що описують кризові явища, є можливість розглядати такі стани як стаціонарні, оскільки їх зміни відбу-

ваються значно повільніше, ніж еволюція станів, далеких від них. В моделях сталого розвитку необхідно враховувати зміни в часі високопродуктивного і низькопродуктивного станів. У повній моделі обидва підходи мають бути об'єднані, що можливо після побудови моделей кожного з етапів.

Ми зупинились на цьому питанні детально, оскільки нерідко здійснюються спроби застосувати моделі плавного розвитку до кризової ситуації, що призводить до непорозумінь і помилок, які дорого коштують економіці країни.

У даному дослідженні йдеться про побудову динамічної моделі перехідних процесів, тобто різких змін, що призводять або до кризи, або до “економічного чуда”.

Роль математичних моделей в дослідженні соціальних і економічних процесів в останній час істотно зросла. Для цього є декілька причин. Проаналізуємо їх.

*По-перше*, нагромаджено великий позитивний досвід моделювання складних систем, що розвиваються в фізиці, хімії, біології, медицині і екології. Сформульовані основні принципи побудови і дослідження моделей в достатньо загальній формі. Їх можна використовувати стосовно до будь-якої системи, яка розвивається. Один з таких принципів – простота моделі, що описує основні якісні властивості явища.

Проведена класифікація моделей за ступенем їх складності, виділено базові, проміжні та імітаційні моделі. Підкреслимо, що йдеться про складність моделі, але не самого модельованого об'єкту.

Складність моделі – поняття достатньо чітке. Вона визначається числом динамічних змінних, числом параметрів і ступенем нелінійності. В цілому, мірою складності є комбінація з цих величин, так звана “корозмірність”. Цей термін було введено в теорії катастроф [17]. Від корозмірності залежить, скільки неочікуваних явищ (біфуркацій і/або катастроф) і яких саме може описувати модель. Термін “катастрофа” тут застосовується в математичному сенсі і є майже синонімом терміну “біфуркація”. Сенс цього слова можна пояснити на низці прикладів, зокрема, катастрофа у життєвому сенсі (наприклад, банкрутство підприємства або фірми) не так вже далека від математичної.

Складність об'єкту – поняття менш чітке. Часто виявляється, що об'єкт, котрий виглядає дуже складним при його словесному (вербальному) поданні, описується порівняно простою моделлю достатньо низької корозмірності. Нині відомо багато прикладів такого типу в біології, економіці і соціології. Звідси випливає, що складність моделі аж ніяк не є її перевагою. Навпаки, цінність представляють найбільш прості моделі, які описують достатньо складні (з першого погляду) проце-

си.

Найбільш простими є так звані базові моделі, які не претендують на детальне описання процесу, але дають якісну картину поведінки системи в цілому і допомагають зрозуміти основні механізми процесу.

Базова модель повинна містити мінімальне число змінних і параметрів, що впливають на процес. Як правило, в базових моделях параметри і змінні є комбінаціями “природних” величин.

Базові моделі допускають проведення якісного аналізу. Вони дозволяють зрозуміти механізм процесу і виявити, які саме явища (катастрофи) можуть виникати в модельованій системі.

Як правило, результати аналізу базової моделі (після того, як вони отримані) вдається пояснити “на пальцях”, тобто без моделі. Проте отримати “на пальцях” ці результати без моделі практично неможливо.

При побудові базової моделі немає необхідності знати точні величини параметрів. Достатньо оцінити їх близькість до біфуркаційних значень, що і визначає структурну стійкість моделі.

Таким чином, базові моделі не претендують на роль методу розрахунку, але є, швидше, методом міркування.

Наступними за ступенем складності є проміжні моделі. Вони будуються на основі базових і описують ті ж катастрофи, що і базові. Такі моделі претендують на більш детальне описання класу конкретних об’єктів. Вони використовуються як робочий інструмент, що дозволяє зробити прогноз неочікуваних подій навіть у порівняно віддаленому майбутньому. Змінних і параметрів у таких моделях більше, ніж у базових, але менше, ніж в імітаційних.

Імітаційні моделі містять багато параметрів і змінних (як правило, декілька десятків). Вони претендують на детальне описання конкретних об’єктів і явищ, наприклад екологічних і метеорологічних, і використовуються для складання порівняно короткотермінових прогнозів.

Імітаційні моделі не можуть слугувати методом міркування, але є методом розрахунку.

Відомі основні принципи побудови базових моделей складних систем, що розвиваються. Вони зводяться до наступного.

1. Блочність. Спочатку будуються базові моделі окремих блоків як автономних систем. Проводиться якісний аналіз і визначаються біфуркаційні значення параметрів.

2. Ієрархічність. Блоки розподіляються за рівнями, так що модель блоку більш верхнього рівня будується на основі моделі нижнього. При цьому або модель верхнього блоку є розширеним варіантом моделі нижнього, або модель верхнього блоку є сполученням двох моделей нижнього рівня.

3. Зчленування. При поєднанні моделей враховується взаємний вплив змінних одного блоку на змінні і параметри другого. Особлива увага звертається на випадок, коли взаємний вплив виводить один з блоків із сталого стану. Цей випадок називається катастрофою (в математичному сенсі слова).

*По-друге*, в економіці і соціології подолано забобон щодо неможливості математичного моделювання поведінки людей і колективів. Аналогічні забобони свого часу існували і в біології, оскільки вважалося, що поведінка живих систем не передбачувана. Однак завдяки успіхам моделювання нині ці проблеми подолано.

Спроби побудови математичних моделей економічних процесів здійснювались вже давно [18, 19]. Ці роботи виконані на достатньо високому рівні, але не були підхвачені в економічній науці.

Останнім часом інтерес до математичного моделювання в економіці знову зріс. Про це свідчить поява робіт, де представлено математичні моделі економічної структури суспільства [20, 21].

Специфіка моделювання економічних процесів полягає в тому, що результати моделі безпосередньо перетинаються з особистими інтересами людей, що оцінюють її ефективність. Якщо результати суперечать особистим інтересам даної людини, то вона схильна оголосити їх помилковими, не вдаючись в деталі. Суспільство в цілому визнає модель правильною, якщо її результати узгоджуються з інтересами більшості (включаючи лідерів суспільства). Цей чисто психологічний ефект існує і в інших науках, оскільки і там результати моделювання впливають на особисті інтереси і наукові амбіції. Проте у природничих науках результати моделювання обов'язково перевіряються і апріорне заперечення не заохочується.

Нині суспільна думка вже визнала ефективність математичного моделювання в економіці.

*По-третьє*, важливим критерієм ефективності моделі є співставлення її результатів з реальністю.

При вивченні ряду явищ в соціальній економіці звичайно раніше вважалося, що деякі явища, наприклад макроекономічна динаміка, є надзвичайно складними. Звичайно при описанні такої динаміки випишуються десятки, а то й сотні рівнянь для макроекономічного аналізу. Наше завдання полягає в тому, щоб показати, що явища, функціонально складні і здійснювані на макрорівні, можуть бути описані простими і навіть дуже простими системами рівнянь, що надзвичайно складність описання макроекономічної динаміки математичними засобами сильно перебільшена.

Модель дозволяє прогнозувати майбутній розвиток залежно від

того, які заходи будуть (або не будуть) прийняті законодавчою і виконавчою владою. В цілому запропонована модель може бути інструментом для прийняття рішень на макроекономічному рівні.

У висновках з даного дослідження і перспективах подальших розвідок у даному напрямку слід зазначити, що при розгляді динаміки функціонування економічних систем постають такі питання: як класифікувати економічні системи; чи достатня класифікація економічних систем за формою власності; які типи економічних систем зустрічаються на практиці і які можуть виникати в майбутньому; який характер стійкості макроекономічних систем; що таке революція в економічних системах; який критерій саморозвитку макроекономічних систем. Ці питання важливі з точки зору довготермінового управління макроекономічними системами.

Як показали результати дослідження, нині відомо ряд моделей, в яких заздалегідь пропонується, що дана система рівнянь або рівняння відноситься до капіталістичної [22] або соціалістичної [23] системи. Але справа полягає в тому, щоб, не припускаючи заздалегідь капіталістичний або соціалістичний шляхи розвитку, отримати їх обох з деякого рівняння або з системи рівнянь. Це було б цікавим для міркування про адекватність теорії. Таким чином, можна вважати, що відповіді на поставлені питання може дати аналіз структури фазового портрету моделей економічних систем з точки зору якісної теорії диференціальних рівнянь.

Дослідження питань, пов'язаних з самоорганізацією економічних систем, є особливо актуальним у зв'язку з необхідністю розуміння причин їх виникнення та еволюції. Вони представлені як вивчення синергетики в економічних системах. Під самоорганізацією економічних систем слід розуміти саморозвиток, самопросування економічних систем, яке виражається за допомогою автономних, нелінійних систем диференціальних рівнянь; виникнення структур в цих системах (граничних циклів, дивних атракторів і т.д.); фазові переходи, що вивчаються за допомогою теорії біфуркацій; еволюційні процеси виникнення “живих” економічних систем з неживої матерії.

Економічні системи – відкриті і нерівноважні. Принципом еволюції цих систем є аналог другого початку термодинаміки для замкнених систем: системи прагнуть до своїх атракторів – точкового стану рівноваги, стійкого граничного циклу, дивного атрактору і т.д. При цьому аналогами цілей оптимізаційного підходу в синергетиці соціально-економічних систем слугують різні атрактори, на які “звалюється” система, якщо попадає в область їх притягання. Цільовий підхід може змінити тип атрактора, до якого прагне дана система, штучно ви-

кликавши бифуркацию фазового портрету.

1. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. – М.: Наука, 1984. – 432 с.
2. Хакен Г. Синергетика. – М.: Мир, 1980. – 404 с.
3. Хакен Г. Информация и самоорганизация. – М.: Мир, 1991. – 480 с.
4. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика – теория самоорганизации. Идеи, методы, перспективы // Математика. Кибернетика. – М.: Знание, 1983. – № 2. – 64 с.
5. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика – новые направления // Математика. Кибернетика. – М.: Знание, 1989. – № 11. – 48 с.
6. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Антропный метод и синергетика // Вопросы философии. – 1997. – № 3. – С.48-61.
7. Wei-Bin Zhang, *Sinergetic Economics*, 1991. – 198 p.
8. Малков С.Ю. Применение методов синергетики к анализу социальных систем // Стратегическая стабильность. – 1997. – № 1. – С.51-57.
9. Милованов В.П. Кооперативные явления и самоорганизация в производственных и социальных коллективах // Моделирование социально-экономических процессов. Под ред. проф. Ю.Н.Гаврильца. – М.: ЦЭМИ АН СССР, 1991. – С.38-56.
10. Суриков В.В. О термине «синергетика» // Синергетика. Труды семинара. Т.3. – М.: МГУ, 2000. – С.272-275.
11. Баранцев Р.Г. Нелинейность – когерентность – открытость как системная триада синергетики // Мост. – 1999. – № 29. – С. 54-55.
12. Чернавский Д.С. Информация, самоорганизация, мышление // Синергетика. Труды семинара. Т.3. – М.: МГУ, 2000. – С.61-99.
13. Friedman M. *The Quantity Theory of Money* // *Studies in the Quantity Theory of Money* / Ed. M. Friedman. The University of Chicago Press, 1956. – P. 3-21.
14. Keynes John M. *The General Theory of Employment, Interest and Money*. – London, 1936. – P.89-421.
15. Уоддингтон К. Морфогенез и генетика. – М.: Мир, 1964. – С.64.
16. Эволюционная экономика и «Мейнстрим» // Доклады и выступления участников международного симпозиума, г.Пушино, 29 мая – 1 июня 1998 г. / Ред. В.И.Маевский. – М.: Наука, 2000. – С.28-34.
17. Постен Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. – М.: Мир, 1980. – 216 с.
18. Аллен Р. Математическая экономика. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1963. – 198 с.
19. Allais M. *The General Theory of Surpluses and the Economy of Markets*. Editions Clemant Tuglar, Paris, 1990. – 184 p.
20. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. – М.: Изограф, 1997. – 312 с.
21. Chernavskiy D.S., Starkov N.I., Scherbakov A.V. *The Dynamics of the Economic Society Structure* // *Jour. of Mosc. Phys. Soc.* – 1999. – Vol. 9. – P.89-108.
22. Китова Г.А., Кузнецова Т.Е. Агрегированная экономическая модель развития США // Экономика и математические методы. – 1983. – Т. XIX. – Вып. 5. – С.814-829.
23. Петров А.А., Поспелов И.Г. Системный анализ развивающейся экономики: многосекторная модель и учет природных ресурсов // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. – 1979. – № 4. – С.11-23.

*Отримано 26.08.2004*