



УДК 330.47: 001.57

П. В. Захарченко,
д.е.н., профессор, заведующий кафедрой экономической кибернетики и финансов,
Бердянский государственный педагогический университет

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Статья посвящена решению проблемы исследования механизма диффузии в деятельности экономических систем. Отображены особенности их функционирования в условиях рынка, обосновывается необходимость и методология построения динамической модели функционирования систем с диффузными свойствами.

The article is devoted to solving of problem the researches of mechanism to diffuse in activity of socioeconomic systems. There are reflected peculiarities of their activity in market conditions, and there are grounded necessity and methodology of construction of dynamic model of functioning of the systems with diffuse properties.

Ключевые слова: эволюционная экономика, диффузные свойства, неравновесность, организация экономических систем.

Введение. Одним из примечательных явлений современной науки, по утверждению российского ученого В.В. Налимова, является стремление перейти от изучения «хорошо» организованных систем к «плохо» организованным или диффузным системам [1]. Такой системный подход предопределил развитие нового научного направления в экономике – теории эволюционных изменений экономических систем.

Общая теория эволюции сложных нелинейных систем, к которым относятся экономические системы, дает общие представления о возможном характере поведения таких систем. Для них важнейшее значение имеет бифуркационный характер их эволюции, который подразумевает, что система, развиваясь случайным образом, накапливает новые свойства сначала количественно, а затем переходит в новое качество. Равновесные, устойчивые состояния такой системы есть только моменты в их движении. Экономические кризисы в контексте теории неравновесных экономических систем являются точками бифуркации, перехода в новое состояние или же происходит эволюционное изменение данной системы и возникновение принципиально новой экономической системы с другой структурной организацией, свойствами и функциями [2, 3].

В силу сложности, многофакторности эволюционных изменений экономических систем причинно-следственные связи не могут быть определены как такие динамические закономерности, когда данное состояние экономической системы однозначно определяло бы ее последующие состояния. Такая ситуация приводит к появлению диффузных свойств, когда поведение системы оценивается с помощью наборов основных экономических параметров и закономерностей взаимосвязи между ними их.

Анализ последних исследований и публикаций. Понятие экономической эволюции пока еще мало разработано в экономической науке. Основные положения этого научного направления, сформулированные на основе обобщения фундаментальных гипотез и научных исследований, приведены в трудах О.И. Ананьина, В.В. Налимова, Н.Н. Моисеева, И. Пригожина, И. Стенгерса, В.Д. Могилевского, А.А. Горелова, Й. Шумпетера, Р. Нельсона, С. Уинтера и других [4, 5, 6].

Нет единого мнения о том, когда именно организационно оформилось направление экономической науки, получившее название теории эволюционных изменений как особого взгляда на экономический мир. Однако элементы эволюционно-экономического подхода содержатся в работах многих экономистов, пытавшихся построить картину экономической реальности на базе естественнонаучных аналогий. Особое место в этом направлении занимают исследования на основе компьютерных моделей эволюции, из которых наиболее перспективными являются модель «грубого приспособительного ландшафта» С. Кауфмана и «модель эволюции» П. Бака и К. Снеппена.

Вместе с тем, следует отметить, что существует скорее интуитивное, чем научное понимание проблемы эволюционной экономики. В основном речь идет об экономической эволюции как о некоем позитивном движении экономической системы, позитивном в понимании того или иного исследователя, который основывается либо на экстраполяции предшествовавшего опыта другой подобной экономической системы, либо просто на здравом смысле.

Проблема состоит также в том, что сама классификация по признаку «хорошо» организованные или «плохо» организованные экономические системы не соответствует семантическому смыслу употребляемых слов. Названная «плохо» организованной, экономическая система по уровню организованности выше, чем та, которую авторы терминологии назвали «хорошо» организованной.

Постановка проблемы. Современная эволюционная экономика — направление экономической науки, в рамках которого экономические процессы рассматриваются как открытые и необратимые, испытывающие постоянные воздействия внешней среды и реагирующие на них. Основной методологический принцип выражается в стремлении понять, как происходит процесс изменений, выявить движущие силы и факторы развития, основные тенденции эволюции для более эффективного управления экономикой и более точного прогнозирования результатов изменений. Самым важным достижением методологии следует считать то, что эволюционная теория рассматривает экономическую систему в динамике, в развитии, в процессе изменений, т.е. такой, какая она реально существует, без значительного количества упрощений и допущений. Однако недостаточная разработанность многих положений теории эволюционных изменений экономических систем, отсутствие методологии моделирования и самих моделей не позволяет успешно применять эту теорию в практических целях. Таким образом, возникает необходимость разработки инструментария для анализа и практического применения этой теории в исследовании экономики социально-экономических систем.

Результаты исследований. Экономическая эволюция - процесс системного порядка, который охватывает все уровни проявлений изменчивости, наследственности и необратимости. Особое внимание в рамках данного подхода уделяется процессу инноваций - то есть, появлению, закреплению и распространению нового. По мнению ряда исследователей «Экономическая эволюция есть процесс роста многообразия, сложности и продуктивности экономики, за счет периодически происходящей смены технологий, продуктов, организаций и институтов» [7, с. 74]. Отличительная особенность эволюционного подхода к исследованию социально-экономических систем заключается в том, что он позволяет рассматривать изучаемые системы не как механизмы, а как организмы, последовательно проходящие в своем жизненном цикле сменяющие друг друга этапы становления, развития, упадка и гибели и развивающиеся по законам эволюции, по законам самоорганизации сложных систем.

Вопрос о характере и факторах эволюции национальных экономик вообще, и экономических институтов в частности, относится к числу наиболее важных вопросов экономической науки. Эволюция означает, что исторические экономические траектории закономерны, «вписаны» во внутренние механизмы развития системы наподобие того, как программа биологического развития организма вписана в его генетический код. Таким образом, эволюционный подход есть подход кибернетический, согласно которому «историческая память» предшествующего развития социально-экономических систем позволяет обнаружить тенденции и логику последующих состояний тех же самых систем.

В существующих теориях эволюции основное внимание обращается на воздействие окружающей среды на систему [8]. Именно в изменении или же

возникновении новых факторов среды видели в прошлом главную движущую силу эволюции. С точки зрения парадигмы самоорганизации становится ясным, что условием развития динамических систем является взаимодействие системы и внешней среды. Только в результате такого взаимодействия происходит обмен веществом, энергией и информацией между системой и ее окружением. Благодаря этому возникает и поддерживается неравновесность, а это в конечном итоге приводит к спонтанному возникновению новых структур. Таким образом, самоорганизация выступает как источник эволюции систем, так как она служит началом процесса возникновения качественно новых и более сложных структур в развитии системы.

Следует отметить, что в структурах спонтанный порядок и устойчивая динамическая структура возникают благодаря усилению флуктуаций, а последние являются результатом взаимодействия социально-экономической системы со средой. Непрерывное их взаимодействие на всем периоде существования системы определяет последней. Это означает, что система соответствующим образом влияет на развитие среды, точнее говоря, тех окружающих систем, с которыми она взаимодействует. Поэтому следует говорить не просто об эволюции, а о коэволюции.

Экономические системы, в которых происходят эволюционные изменения, можно классифицировать по степени их организованности. Различают «хорошо» организованные и «плохо» организованные, или диффузные, системы.

«Хорошо» организованные экономические системы - это такие системы, для которых можно определить отдельные элементы, связи между ними, правила объединения в подсистемы и оценить связи между компонентами системы и ее целями. В этом случае проблемная ситуация может описываться в виде математических зависимостей, которые связывают цель и средства ее достижения, так называемых критериев эффективности или оценок функционирования. Решение задач анализа и синтеза в хорошо организованных системах осуществляется аналитическими методами.

Для «плохо» организованных экономических систем характерным является отображения и исследование не всех компонентов, а лишь некоторых наборов параметров и закономерностей, с помощью которых можно оценивать поведение системы. В этих системах нельзя установить непроницаемые перегородки, разграничивающие действие переменных различной природы. Системы с диффузными свойствами иногда называют также большими системами, поскольку они зависят от большого числа разнородных факторов, определяющих различные по своей природе, но тесно взаимодействующие друг с другом процессы. Характерным примером такого класса систем являются курортно-рекреационные системы. Основным инструментом исследований диффузных систем является моделирование на основе использования методов синергетики и теории хаоса.

Приоритетным подходом при создании моделей «плохо» организованных экономических систем есть синтез кибернетического и процессного подходов, направленный на изучение полного цикла «вход – процесс – выход» функционирования элемента и отношений, как между элементами, так и между организацией и более крупной системой, т.е. внешней средой. Понятие принципа «черного ящика» расширено Н.П. Бусленко [9] в понятие «агрегат» – элементарный объект, наделенный функциями преобразования входных ресурсов в результаты (продукция, услуги) деятельности объекта. Благодаря этому создается модель синтеза структуры и процессов, факторов внешней и внутренней среды.

Любые социально-экономические системы, обладающие диффузными свойствами, характеризуются «принципиальной стохастичностью» и «принципиальной неустойчивостью», что приводит к росту разнообразия возможных форм, моделей и стратегий управления экономикой. «Принципиальная стохастичность» определена результатами действия отдельных, нерегулярных, непостоянных, незначительных, малых причин или одновременного воздействия множества сложных причин и вызывает неоднозначность и неопределенность, а в целом – хаотичность поведения. «Принципиальная неустойчивость» системы обусловлена существованием жизненного цикла экономической системы, т.е. соответствует фундаментальной закономерности развития систем.

Диффузная экономическая система, как любая сложная система, должна поддерживать свои параметры и функции в определенном диапазоне на основе создания устойчивой внутренней среды относительно возмущающих воздействий внешней среды и происходящих случайных «отказов» в ней самой. Иначе, создавать свой гомеостаз, определенную форму устойчивого функционирования за счет адаптации и гибкости.

Как отмечалось ранее, в теории эволюционных изменений систему достаточно часто отождествляется с организмом, а любой организм означает систему, имеющую свои собственные цели, рожденные ее внутренней сущностью и определенными возможностями им следовать. Таким образом, цель эволюционного развития диффузной экономической системы очевидна – это новый гомеостаз, основанный на состоянии устойчивого неравновесия. При этом неравновесие будет определять способность экономической системы переходить из одного состояния в другое и стремлением двигаться по некоторой фазовой траектории. Но каждый из уровней этой траектории имеет свою оптимальную продолжительность, некоторое пространство параметров, поддерживающих гомеостаз, соответствующий потенциалу систем. Следовательно, гомеостаз это многопараметрическое пространство, в котором, несмотря на флуктуации, обеспечивается равновесие диффузной социально-экономической системы.

Как показывают исследования, любая диффузная система должна обладать свойством самоорганизации, т.е. способностью к выбору стратегий, а также механизмом их анализа и оптимального выбора, что обеспечит ее развитие и адаптацию к условиям внешней среды. При этом акценты в исследовании внешней среды должны быть смещены с приоритета анализа, выработки реакции для парирования воздействий внешней среды и адаптации к ней социально-экономических систем на приоритет создания собственного внешнего окружения. Устойчивость внутренней среды диффузной системы измеряется относительно возмущающих воздействий внешней среды при определенном периоде ее жизненного цикла.

Управление функционированием социально-экономической системой с диффузными свойствами предполагает систему принятия решений в условиях неопределенности, обусловленной множественностью трудно измеряемых ее свойств. Поэтому для оценки эффективности функционирования диффузных систем должно применяться несколько критериев, определяющих эффективность и меру устойчивости в экономической сфере (финансовую состоятельность, деловую активность, рыночную устойчивость), потенциал технических, материальных и человеческих ресурсов в операционной деятельности, а также адаптивность, надежность и в целом жизнеспособность такой системы.

Будем считать, что диффузная социально-экономическая система находится в активной внешней среде, которая характеризуется непрерывным рассредоточенным притоком энергии от внешних источников и ее диссипацией. Внешняя среда также является источником возникновения возмущающих воздействий, которые имеют разное влияние на функционирование такой системы.

Активная среда, в которой находится система с диффузными свойствами, относит к классу распределенных систем. В таких системах кроме регулярного поведения возможно возникновение хаотических пространственно-неоднородных колебаний. Указанные режимы эволюции распределенной системы будем называть пространственно-временным хаосом. Фазовое пространство распределенной системы является бесконечномерным. Каждая точка этого функционального пространства отвечает определенному распределению величин, которые характеризует диффузную систему. Динамика распределенной системы описывается дифференциальными уравнениями в частных производных и заключается в последовательном изменении разных пространственных распределений. Поскольку каждому такому распределению ставится в соответствие определенная точка в фазовом пространстве, решение уравнений задает фазовую траекторию в этом пространстве.

Предположим, что среда, в которой функционирует система с диффузными свойствами, является совокупностью элементов разной природы. Каждый такой элемент является некоторой динамической системой с малым числом переменных. Для моделирования процессов, которые происходят в такой среде, воспользуемся решетчатой моделью. Исследуем решетку с диффузным видом связи, то есть когда каждый элемент тем или иным образом взаимодействует со своими ближайшими соседями в однородной среде.

При построении решеток, аппроксимирующих исследуемую среду, зададим вид отображения, которое определяет временную эволюцию в каждом элементе. Этот вид определяет локальное фазовое пространство X , на котором действует преобразование $f: X \rightarrow X$,

$$x_{n+1} = f(x_n, \alpha), x \in X.$$

При диффузной связи цепочка однородно связанных отображений задается соотношением

$$x_{n+1}(k) = f(x_n(k), \alpha) + \frac{\varepsilon}{2} (f(x_n(k-1), \alpha) - 2f(x_n(k), \alpha) + f(x_n(k+1), \alpha)), \quad (1)$$

где α - параметр нелинейности, ε - коэффициент взаимодействия между элементами (диффузия).

В качестве единичного элемента, который составляет диффузную цепочку, выберем функцию $f(x, \alpha) = 1 - \alpha^2$. Этот выбор обусловлен тем фактом, что в

диапазоне $0 \leq \alpha \leq 2$ одиночное отображение с такой функцией проявляет весь спектр сложного движения, поскольку заменой координат оно сводится к логистическому отображению. Формально система (1) в момент времени n задается K -мерным вектором $\xi_n = (x_n(1), x_n(2), \dots, x_n(K))$. Следовательно, динамика всей цепочки выражается некоторым преобразованием фазового пространства X в себя: $F: X \rightarrow X$, $\xi_{n+1} = F(\xi_n)$. Таким образом, исследование устойчивых и неустойчивых состояний сводится к анализу спектра собственных значений матрицы Якоби DF

$$DF(\xi) = \begin{pmatrix} (1 - \frac{\varepsilon}{2})\alpha x(1) & 0 & \dots & 0 \\ \frac{\varepsilon}{2} & (1 - \frac{\varepsilon}{2})\alpha x(2) & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & (1 - \frac{\varepsilon}{2})\alpha x(K) \end{pmatrix}$$

и ее степеней $DF^{(P)}$, где P - период. Матрица DF является треугольной. Поэтому все ее степени $DF^{(P)}$ также являются треугольными матрицами.

Система (1) имеет два однородных состояния $\xi_1 = (x_1^*, \dots, x_1^*)$ и $\xi_2 = (x_2^*, \dots, x_2^*)$. Их устойчивость определяется величинами собственных значений

матриц $DF(\xi_1)$ и $DF(\xi_2)$, т.е. $\lambda_1 = (1 - \frac{\varepsilon}{2})\alpha x_1^*$ для ξ_1 и $\lambda_2 = (1 - \frac{\varepsilon}{2})\alpha x_2^*$ для ξ_2 .

Динамика системы (1) существенно зависит от значений параметров α и ε . Путем моделирования различных видов поведения диффузной социально-экономической системы, а также вычисления показателей λ и значений периодов P в различные промежутки времени были получены следующие результаты.

1. Значения параметров $\alpha \geq 1$, $\varepsilon = 0.1$. В этом случае, в зависимости от начальных условий, вдоль цепочки образуются устойчивые во времени области с регулярной динамикой. Несмотря на диффузные связи между элементами, пространственная картина также является устойчивой. Такое поведение диффузной социально-экономической системы можно назвать «псевдоравновесным» (рис. 1).

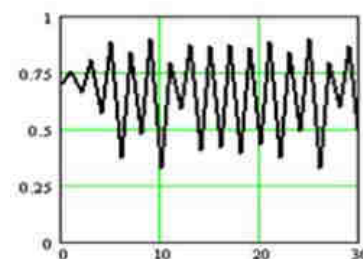


Рис. 1. Устойчивые состояния системы с диффузными свойствами.

2. Значения параметров $1 \leq \alpha < 1.5$, $0.1 \leq \varepsilon < 0.2$. При произвольных значениях начальных условий области регулярной и хаотической динамики перемешиваются между собой, возникает эффект перемешивания траекторий. Такое поведение системы может продолжаться довольно длительное время. Однако в конечном итоге все элементы цепочки начинают вести себя в соответствии с регулярной динамикой (рис. 2).

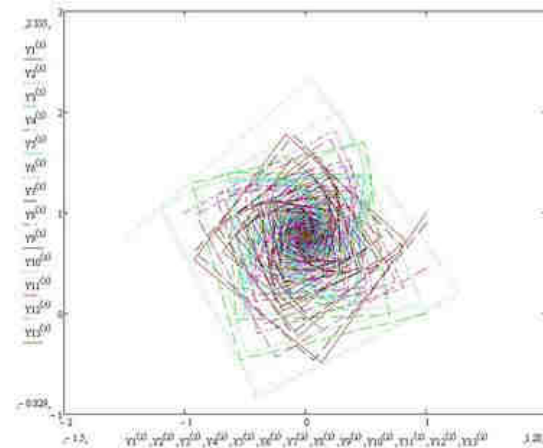


Рис. 2. Эффект перемешивания траекторий системы.

3. Значения параметров $1.5 \leq \alpha < 2$, $0.2 \leq \varepsilon < 0.3$. Увеличение степени нелинейности приводит к разрушению всех устойчивых пространственных областей. При этом динамика, как всей цепочки, так и отдельных элементов меняется во времени и пространстве. Происходит переход к пространственно-временному хаосу (рис. 3).

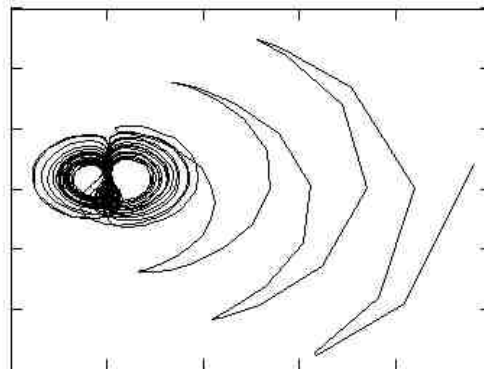


Рис. 3. Хаотическая динамика системы с диффузными свойствами.

4. Значения параметров $\alpha \geq 2$, $\varepsilon \geq 0.3$. В этом случае, в зависимости от начальных условий, вдоль цепочки усиливаются хаотические процессы, обусловленные нестационарностью внешней среды. Диффузные связи между элементами приобретают хаотический характер, пространственная картина становится крайне неустойчивой. Это хорошо отражают величины λ . Диффузная социально-экономическая система переходит в режим гиперхаоса (рис. 4).

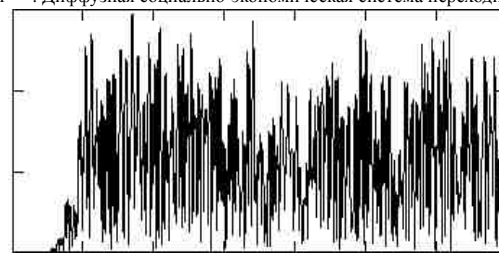


Рис. 4. Переход системы с диффузными свойствами в режим гиперхаоса

Выводы. Исследование процессов эволюционных изменений экономических систем и связанной с этим проблемой возникновения и развития диффузных свойств системы позволило получить следующие результаты:

показано, что диффузные процессы являются неотъемлемой составной частью активной экономической среды и обусловлены эволюционными изменениями и самоорганизацией, происходящей в социально-экономической системе. Функционирование таких систем предполагает существование стационарных и нестационарных режимов, определяемых нелинейностью экономических процессов и влиянием внешней среды. Рост нелинейности и усиление диффузных свойств системы приводит к возникновению хаотической динамики с возможностью перехода к гиперхаосу;

предложен теоретико-методологический подход, который позволяет исследовать функционирование социально-экономических систем в условиях эволюционных изменений. В его основу положенный сценарий возникновения и развития диффузных свойств системы и моделирование экономических процессов, которые происходят под их влиянием;

построена модель протекания диффузных процессов в экономических системах методами хаотической динамики. На ее основе получен сценарий эволюционного развития в виде пространственно-временного хаоса;

анализ результатов моделирования показывает, что хаотическая динамика системы не является результатом действия каких-либо внешних случайных воздействий. Эффекты динамического хаоса являются внутренним свойством подобных социально-экономических систем.

Литература.

1. Налимов В.В. Планирование эксперимента / В.В. Налимов. – М.: Наука, 1971. – 396 с.
2. Макаров В.Л. О применении метода эволюционной экономики / В.Л. Макаров // Вопросы экономики. – 1997. - №3. - С. 18-26.
3. Шумпетер Й. Теория экономического развития / Й. Шумпетер. – М.: Прогресс, 1982. – 401 с.
4. Пригожин И. Порядок из хаоса / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
5. Могилевский В.Д. Методология систем / В.Д. Могилевский. – М.: Экономика, 1999. – 256 с.
6. Нельсон Р. Эволюционная теория экономических изменений / Р. Нельсон, С. Уинтер. – М.: Дело, 2002.. – 536 с.
7. Маевский В.И. Эволюционная экономическая теория и некоторые проблемы современной российской экономики / В.И. Маевский // Эволюционная экономика: проблемы и противоречия теории и практики. - 2000. - № 1. – С. 73-80.
8. Амосов А.И. О формировании теории эволюционной экономики / А.И. Амосов // Эволюционная экономика: проблемы и противоречия теории и практики. - 2000. - № 1. – С. 8-17.
9. Бусленко Н.П. Лекции по теории сложных систем / Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. – М.: Высшая школа, 2001. – 343 с.

Статья надійшла до редакції 04.09.2012 р.



ТОВ "ДКС Центр"