

УДК 338, 519.86

РАВНОВЕСНАЯ И НЕРАВНОВЕСНАЯ СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ЦИКЛИЧЕСКОЙ ФОРМОЙ ВНУТРЕННИХ ПРОЦЕССОВ

Валериан Владимирович Попков, доктор экономических наук, профессор, директор Международного института Александра Богданова (Екатеринбург)

Аннотация

В статье экономические системы рассматриваются в терминах синергетики — как двойственные сущности, состоящие из континуальной и дискретной сфер. Приводится классификация возможных эволюционных изменений в кинетической и конституционной сферах в процессе саморазвития для равновесных и неравновесных экономических систем. Особое внимание уделяется континуальной самоорганизации микроскопических открытых систем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: синергетика, цикличность процессов в экономических системах, самоорганизация в открытых системах, принципы эволюционных возможностей саморазвития.

EQUILIBRIUM AND NON-EQUILIBRIUM STRUCTURAL ORGANISATION OF ECONOMIC SYSTEMS WITH CYCLIC FORM OF INNER PROCESSES

Valeryan Vladimirovich Popkov, Doctor of Economics, professor, director of the International institute of A.A. Bogdanov (Ekaterinburg)

Abstract

The article discusses the economic system in terms of synergy — as dual entities consisting of continuous and discrete spheres. A classification of possible evolutionary changes in kinetic and constitutional spheres in the process of self-development for the economic equilibrium and nonequilibrium systems is given. Particular attention is paid to the continual self-organization of microscopic open systems.

KEYWORDS: synergy, cyclical processes in economic systems, self-organization in open systems, the principles of evolutionary possibilities of self-development.

При исследовании экономических систем с большим комплексом разных свойств и особенностей, часто приходится сталкиваться с проявлением цикличности в осуществлении некоторых внутренних процессов. Изучение проблемы цикличности всегда обогащает изучение системных свойств, особенно связанных с условиями существования, устойчивости и самоорганизации.

Синтез представлений об экономических системах как двуединых сущностях — единства кругообразных (замкнутых) и коммуникационных (транзитных) процессов приводит к выводу о двойственности экономических систем: а именно о существовании двух сопряженных, но феноменологически непересекающихся областей, — континуальной и дискретной, соответствующих этим процессам [3]. Первая из них соответствует континууму материальных факторов производства, а вторая относится к денежной сфере. По своей

природе это совершенно разные сущности, обладающие, по существу, противоположными свойствами (табл. 1).

Таблица 1. Специфические признаки континуальной и дискретной сфер экономики.

Признаки	Континуальная сфера (потoki материи и энергии)	Дискретная сфера (ценовые напряжения)
Целостность	Функциональная неделимость	Функциональная делимость
Пространственная локализация	Атомизация, корпускулярность	Полевые свойства
Однородность компонентов	Качественно разнородны	Качественно однородны
Взаимозамещаемость компонентов	Компоненты не заменяют друг друга и несут специфические функции	Компоненты заменяют друг друга в функциях
Взаимодействие компонентов	Сильное взаимодействие с качественным изменением компонентов	Слабое взаимодействие без качественного изменения компонентов
Способность к перемещению	Слабая, требует больших затрат	Очень сильная, не требующая больших затрат
Результат взаимодействия	Образование кинетического континуума веществ и процессов	Возникновение согласованного поведения компонентов

В качестве аналогии для континуальной и дискретной сфер можно привести пример из физики с соотношениями, существующими между током и напряжением. Ни одна из этих сущностей (ток и напряжение) не существуют отдельно, — это две стороны единой электромагнитной сущности, но ни одна из них не сводится к другой. Если замкнуть цепь из нескольких элементов, то ток в такой цепи (замкнутом контуре) под воздействием внутренних и внешних источников напряжения будет совершать циклические колебания.

Континуальная сфера на микроуровне экономики — это область внутренних состояний экономического объекта, которая характеризуется кругообразностью и замкнутостью. Хотя она и принимает участие во взаимодействиях с факторами внешней среды, выступающими в роли инициаторов непрерывных структурных изменений, которые задают динамику ее состояний, но при этом всегда сохраняет кругообразность и замкнутость экономической системы. На микроуровне она представляет собой неделимое целостное образование — континуум, в который входят материальные и энергетические потоки (кинетическая сфера) вкупе с конституционной сферой (зданиями, машинами и оборудованием). Под действием факторов внешней среды экономический объект реагирует на них изменениями в кинетической и конституционной сферах. Предприятие обладает определенной устойчивостью и реагирует на факторы внешней среды в пределах своих

адаптивных возможностей, сопротивляясь воздействиям, стремящимся прекратить его динамическое существование.

Возможны два вида изменений на микроуровне при действии внешних факторов.

Первое — это обратимые изменения, если они затрагивают лишь кинетическую сферу. После прекращения действия фактора, вызвавшего такие изменения, предприятие, как правило, возвращается к прежнему стационарному существованию. Например, сбой в поставке сырья или полуфабрикатов могут нарушить стабильную работу предприятия, но после устранения этих возмущений (замены сырья на эквивалентное, замены поставщиков) предприятие вновь возобновляет обычную работу.

Второе — необратимые изменения, то есть те, которые затрагивают конституционную сферу (замена или выбытие оборудования, замена оснастки при переходе на выпуск нового вида продукции и т.п.) и, разумеется, вызывают адекватные изменения в кинетической сфере. Обратимые изменения в кинетической сфере могут приводить к необратимым изменениям в конституционной сфере (к примеру, замена сырья может повлечь изменение технологического процесса, связанного с заменой оборудования). Необратимые изменения имеют бифуркационный характер. Если после перехода к новому состоянию конституционной сферы происходит изменение кинетической сферы, то это означает, что предприятие перешло на новый эволюционный уровень. В стандартной теории этот процесс описывается так называемыми логистическими кривыми.

Отбор эволюционных изменений (саморазвитие) осуществляется при таком сочетании обратимых и необратимых процессов в кинетической и конституционной сферах, которые не выходят за рамки адаптивных возможностей системы. Так как эти возможности являются имманентным свойством предприятия, то осуществление саморазвития определяется, прежде всего, наличием этих свойств, но проявляется они только при взаимодействии системы со своим окружением (факторами внешней среды). Другими словами, без действия факторов внешней среды, нарушающих стационарность, саморазвитие на микроуровне не было бы реализовано и имманентные возможности также не проявились.

Тогда эволюционные возможности саморазвития можно разделить на две группы:

- а) определяющие возможности реализации длинных цепей эволюции при обратимых и необратимых изменениях в кинетической и конституционной сферах;
- б) определяющие направленность эволюции, ее движущие силы, критерий прогрессивности изменений.

В первой группе можно выделить четыре феноменологических принципа, устанавливаемых на основе вышеописанных свойств саморазвития на микроуровне (табл. 2). Из второй группы эволюционных возможностей развития можно сформулировать принцип прогрессивной эволюции на микроуровне экономики: саморазвитие на микроуровне осуществляется при условии положительного приращения полезной мощности I во времени в ходе прогрессивной эволюции системы:

$$\Delta I / \Delta t [Дж / сек^2] \geq 0 \quad (1)$$

Соотношение (1) выражает закон неубывания мощности для устойчиво развивающихся систем, где величина $\Delta I / \Delta t$ называется скоростью переноса мощности во времени или мобильностью [2].

Таблица 2. Феноменологические принципы эволюционных возможностей саморазвития (реализация эволюционной цепи развития) на микроуровне.

	Принцип	Условия и факторы реализации эволюционной цепи при изменениях в кинетической и конституционной сферах
1	Вероятностный (стохастический)	сохранение вероятности последующих изменений.
2	Кинетический	сохранение активности и наращивание кинетической сферы
3	Энергетический (термодинамический)	рост коэффициента полезного использования энергии (КПД)
4	Информационный (генетический)	наличие новизны при каждом изменении, сопровождающееся адекватными изменениями в кинетической и континуальной сферах

При достижении пределов развития при данном соотношении между кинетической и конституционной сферами, мобильность может обратиться в ноль:

$$\Delta I / \Delta t = 0 \quad (2)$$

При этом условии предприятие продолжает существовать, однако прогрессивная эволюция с отборов прогрессивных изменений прекращается. В этом состоянии происходят лишь флуктуационные обратимые изменения в системе с сохранением стабильного уровня. В таком состоянии предприятие сохраняет устойчивость, если не произойдут необратимые изменения во внешней среде, на которые предприятие не сможет отреагировать изменениями во внутренней структуре в силу ограничения (2). В этом случае на предприятии будут происходить необратимые изменения, которые будут вести к упрощению системы, к понижению ее сложности, которую можно трактовать как регрессивную эволюцию. Регрессивная эволюция имеет место при

$$\Delta I / \Delta t < 0, \quad (3)$$

когда изменения во внешней среде ведут к последовательному снижению полезной мощности. Прогрессивное развитие происходит с наибольшей скоростью и/или вероятностью по тем путям изменений природы систем, на которых достигается максимальное увеличение мобильности. Но прогрессивное развитие с постоянным увеличением мощности не может происходить беспредельно. При данном соотношении кинетических и вероятностных характеристик и заданном континуальном составе предприятие достигает оптимального квазистационарного уровня развития.

Если кинетическая и континуальная сферы являются достаточно предсказуемыми и планируемыми характеристиками, то вероятностные факторы диктуются изменениями во внешней среде и плохо прогнозируются. Поэтому предприятия стремятся выстроить внутреннюю прогнозируемую среду, чтобы максимально исключить случайные факторы с большой степенью неопределенности.

На уровне отдельного предприятия удастся создать так называемую нетривиальную машину [2], у которой выход остается неизменный, невзирая на то, что входные воздействия на машину могут меняться. Это связано с тем, что внутрипроизводственный цикл отделен от денег (с точки зрения внутреннего наблюдателя). Но как только мы выходим на иной, более высокий уровень, то в цикл тут же встраиваются деньги, как коммуникативная часть экономических процессов. Они функционируют совсем по другим правилам, чем материальные потоки и простая линейная формула $T-D-T$ этого различия не учитывает. Но если продуктовый цикл удастся замкнуть, то появляется возможность управлять такой конструкцией, так как даже случайное воздействие, пройдя по циклу, даст неслучайный отклик. Именно в этом состоит фундаментальная роль циклов, — в них, образно говоря, сущее соединяется с должным.

С экономической точки зрения, замкнутый поток циркулярного (кругообразного) процесса означает, что во всех его звеньях сравнение затрат и результатов производства теряет смысл, затраты и результаты просто взаимно гасятся в узлах, добавленной стоимости в цикле нет, баланс нулевой (именно поэтому балансовые модели не знают циклов). Причем он будет оставаться нулевым независимо от ценовой обстановки на рынке. И если производство во всех звеньях цикла, тем не менее, продолжается, то движут этими потоками уже какие-то другие, не стоимостные мотивы, не цены и не добавленные стоимости, а какие-то источники напряжения, встроенные в сами производственные звенья, а не в узлы между ними. Здесь товарность производства отступает на второй план, а на авансцену выходит

такая подзабытая категория, как потребность, взаимная потребность в деятельности друг друга.

Цикл характеризуется, в частности, непрерывными параметрами, относящимися к континуальной, материальной стороне активности экономической системы. Может хорошо описываться параметрически (в единицах пространства, времени и энергии) и удовлетворительно отвечать на вопрос «что происходит», опираясь на причинно-следственные связи. Относится к классам систем, как с равновесной, так и неравновесной структурной организацией.

Причина нестационарности в таких процессах с положительной обратной связью суть «циклическая причинность» или «режим с обострением» [1]. Наглядная модель — модель распространения пламени в горючей среде. Пламя разгорается, входит в режим обострения, втягивая в себя окружающие ресурсы, тем самым локализуется. Сама локализация есть внутреннее свойство режимов с обострением. Это наиболее парадоксальный из результатов исследований процессов в открытых нелинейных средах. Пламя может при этом конкурировать с соседним пожаром, поглотить его, или быть поглощенным, а также может возникнуть организованная самоподдерживающаяся стационарная равновесная структура.

Можно суммировать, что для возникновения эффекта локализации (структуры) в среде (системе) необходимы три фактора. Во-первых, среда (система) должна быть открытой, то есть в нее должны поступать вещество или энергия, компенсирующие потери на рассеяние, затухание, диссипацию. Во-вторых, необходима нелинейность, обуславливающая определенные связи между гармониками (модами), которые приводят к избирательной чувствительности системы к внешним воздействиям. В-третьих, должен быть фактор, который «выедает», убирает все лишние виды движения (моды), то есть те, которые не поддерживаются в силу нелинейности. Это может быть диссипация или некий ее аналог.

Дискретная область экономики — это область взаимодействия с внешней средой, которое осуществляется коммуникативным путем, а в роли обобщенного средства коммуникации выступают деньги с бинарным кодом (платеж/неплатеж). Подобного рода взаимодействия порождают сети коммуникаций. Сетевой анализ выявляет в них группу замкнутых и разомкнутых цепей [5]. Каждая разомкнутая цепь соединяет пару узлов (вообще говоря, пару наборов узлов, входных и выходных). Узел в нашем случае, это, условно говоря, «склад» определенного продукта или ресурса.

Разомкнутая цепь предприятий — это «черный ящик», преобразующий один набор продуктов (ресурсов) в другой набор соответственно расходным коэффициентам —

классический персонаж всех балансовых моделей [6]. Единственным мотивом таких «транзитных» производственных процессов является получение добавленной стоимости, разницы входных и выходных (узловых) цен. Характеризуется разрывностью, дискретностью, — да или нет, 0 или 1. Дает возможность ответить на вопрос, — «что за этим кроется»? Модель выглядит следующим образом: по потенциальному ландшафту («поле путей развития») текут потоки. Текут они, естественно, по руслам. Поток, попадая в поле определенного русла (аттрактора), в нем и остается. Но если поток некоторым образом подвинуть к краю русла-аттрактора, вывести его на гребень между двумя соседними аттракторами, то он оказывается в точке ветвления, бифуркации.

Разные школы синергетики выводят, подвигают поток к точке бифуркации разными способами, — этим они и отличаются друг о друга. Пригожин [7] делает это, воздействуя на поток величиной управляющего параметра, например, концентрацией некоторого вещества в химической реакции. Если это вещество само является продуктом реакции, то процесс закономерно выходит к точке бифуркации, в зону нестационарности.

В экономике таким параметром выступают деньги, которые также являются как управляющим параметром, так и результатом экономических процессов. А поскольку в экономике господствуют именно такие процессы, поэтому она принципиально нестационарна. Такая самоорганизация (неравновесное упорядочение) является одним из двух фундаментальных экономических процессов, различающихся по их принципам организации. При неравновесном упорядочении степень неравновесия возрастает, и процесс обеспечивается постоянным увеличением массы денег для его поддержания. При равновесном упорядочении степень неравновесия уменьшается, и роль денег сводится к временному замещению разрывов в циклически возобновляемых материальных потоках. Оба процесса взаимосвязаны и имеют разную видимую долю проявлений в сложных явлениях. Объекты миров с равновесной и неравновесной структурной организацией материальных потоков не обособлены, а способны превращаться друг в друга в результате нециклических и циклических процессов. При этом они образуются и существуют определенное время, причем объекты с неравновесной структурной организацией существуют ограниченное время, а объекты с равновесной структурной организацией могут существовать неограниченное время и превращаться в неравновесные при дополнительных внешних воздействиях.

При переходе от микросистем, перманентно обладающих циклической формой осуществления внутренних процессов, к макросистемам, наличие цикличности в

микросистемах не означает обязательного появления в макросистеме, представляющей собой множество микросистем, циклического процесса более высокого ранга. Для этого требуется выполнение дополнительных условий так называемой когерентной самоорганизации [9] во множестве индивидуальных систем, составляющих макросистему. В частности, необходимым условием для этого является особое состояние открытой нелинейной среды — состояние неустойчивости. Оно означает, по сути, чувствительность нелинейной среды к малым флуктуациям, усиливаемым посредством механизма нелинейной положительной обратной связи. В состоянии неустойчивости всегда заключено нечто, указывающее на связь микро- и макро-масштабов. Именно в этих условиях малые возмущения могут определять макро-картину бытия, вид макроструктуры, а малое и случайное имеет прямой выход в макромир.

Таким образом, все экономические объекты делятся по принципу упорядочения на два взаимосвязанных и взаимообусловленных типа систем с равновесным или неравновесным упорядочением экономических процессов. Каждый из них имеет свои микро- и макрообъекты, образующие сопряженные пары: «индивидуальный (микрообъект) — множество (коллектив) индивидуальных объектов (макрообъект)». При этом понятно, что многие взаимосвязи нельзя рассматривать по отдельности, «вырвав из контекста». Какие же системы взаимосвязей заслуживают первоочередного внимания и потенциально могут быть как наиболее полезны, так и наиболее опасны?

Для большого класса систем ответ на этот вопрос уже получен в нелинейной динамике при анализе совершенно другого класса задач. Например, исследование добиологической эволюции показало, что следует рассматривать не отдельные процессы, ферменты, механизмы, а циклические последовательности химических реакций, в которых продукт последней реакции является исходным веществом для первой. Именно между такими циклическими структурами причинно-следственных связей (круговой причинности), которые Эйген [10] назвал гиперциклами, и происходит конкуренция. Эта конкуренция в свою очередь многократно увеличивает скорость эволюционных процессов. При этом автокаталитические последовательности реакций, где один из промежуточных продуктов может выступать в качестве катализатора какой-либо реакции, входящей в цикл, получают преимущество в конкурентной борьбе.

Если существуют и взаимодействуют друг с другом множество микрообъектов с присущей им внутренней замкнутостью и кругообразностью процессов (автопознание системы, см. [3]), то при условии, что несколько таких циклов оказываются снова

соединёнными между собой циклической связью, возникает автопоэзный гиперцикл второго порядка [3,4]. В нём каждая из «единиц», т.е. теперь это цикл первого порядка, выполняет две функции. Во-первых, поддерживает своё собственное воспроизведение и, во-вторых, катализирует воспроизведение из имеющихся ресурсов следующей в цепи «единицы». В условиях ограниченности ресурсов гиперцикл конкурирует с любой автопоэзной единицей, не входящей в него. Он не может стабильно существовать и с другими гиперциклами, если только не объединён с ними в автопоэзный цикл еще более высокого, порядка. Состоя из самостоятельных самовоспроизводящихся единиц, он обладает интегрирующими свойствами. Гиперцикл объединяет эти единицы в систему, способную к согласованной эволюции, где преимущества одного объекта могут использоваться всеми её членами. И наоборот, каждая самовоспроизводящаяся единица получает очевидные преимущества от вхождения в успешно развивающийся гиперцикл. Тип самоорганизации при этом — континуальный (циклы, объединяясь, создают свою внутреннюю среду), непрерывный (разрывы в циклах недопустимы), синкретический (слитность, нерасчлененность разнородных единиц).

Понятие континуальной и когерентной самоорганизации было предложено в работах А.П. Руденко [8] в применении к эволюционному химическому катализу, но эта концепция также значительно обогащает подходы к изучению экономических объектов. Макросистемы с когерентной самоорганизацией, обусловленной коммуникативной денежной связью различных гиперциклов без образования циклов, не способны к прогрессивной эволюции, эта задача решается только на уровне микросистем (гиперциклов). От макросистем с когерентной самоорганизацией можно ожидать лишь проявления линейной эволюции без формирования новых качеств (табл. 3).

Таблица 3. Признаки циклически организованных микро- и макросистем с неравновесным и равновесным упорядочением.

Признаки объектов	Неравновесный	Неравновесный	Равновесный	Равновесный
Ранг	Микро-	Макро-	Микро-	Макро-
Тип самоорганизации	Континуальный, непрерывный, синкретический	Когерентный, дискретный, синергетический	нет	нет
Тип эволюции	Эволюция к неравновесию с формированием новых качеств	Эволюция к равновесию без формирования новых качеств	Отсутствие эволюции	Эволюция без формирования новых качеств
Естественный отбор	есть	нет	нет	нет

Континуальная самоорганизация (объединение экономических микрообъектов в согласованно работающие циклы) — это наиболее интересный тип самоорганизации, с которым связана способность индивидуальных микроскопических открытых систем к прогрессивной эволюции. Игнорирование континуальной самоорганизации при исследованиях когерентной самоорганизации делает последние неполными, и, соответственно, недостаточно продуктивными. Именно поэтому существуют и до сих не преодолены принципиальные трудности в построении единого подхода в теоретическом описании микро- и макроэкономических систем.

Литература

1. Князева Е.Н., Курдюмов С.П.. Основания синергетики. Синергетическое мировидение. — М: КомКнига, 2005.
2. Кузнецов О.Л., Большаков Б.Е. Устойчивое развитие: Научные основы проектирования в системе природа-общество-человек. — С-Пб.—М.—Дубна, 2001. — 616 с.
3. Попков В.В. Концептуально-теоретические основы экономического конструктивизма // Журнал экономической теории: №4(25), 2010. — с.56–70.
4. Попков В.В., Берг Д.Б., Кузнецов Р.О. Эволюционное измерение стратегического банковского менеджмента. — Екатеринбург: Изд-во «Уральский рабочий», 2002.
5. Попков В.В., Батурин А.Н. Циклические и транзитные процессы в экономике / Новая экономика: вызовы, тенденции, реализуемость. II научные чтения профессорско-экономистов и докторантов. — Екатеринбург: Изд-во УрГЭУ, 2008. — с.54–56.
6. Попков В.В., Батурин А.Н. Потоки и напряжения в экономике: моделирование с помощью двойственных электрических сетей / Сб. тр. VII Всероссийской Интернет-конференции по проблемам эконофизики, эволюционной экономики и устойчивого развития «Устойчивое развитие социально-экономических систем: взаимодействие теории и практики». — Екатеринбург: МИАБ, УМЦ-УПИ, 2007. — с. 5–15.
7. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. — М., 1986.
8. Руденко А.П.. Самоорганизация и прогрессивная эволюция в природных процессах в аспекте концепции эволюционного катализа. // Российский химический журнал: Т. 39, №2, 1995. — с. 55-71.
9. Хакен Г. Синергетика. — М.: Мир, 1980.
10. Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. — М.: Мир, 1973.