УДК 330.342

# ПРИНЦИПЫ САМООРГАНИЗАЦИИ В МЕТОДОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Алтунина Т.М., Чернышев Л.А.**

*ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, e-mail: orphus@mail.ru, chernleo@mail.ru*

Показана применимость основных принципов теории самоорганизации к социально-экономическим системам, и обоснована аналогия процессов самоорганизации и эволюции в физических (химических) и социально-экономических системах. Это позволяет совершенствовать методы прогнозирования показателей функционирования макро- и микроэкономических систем в их взаимосвязи. Рассмотрены некоторые аспекты теории самоорганизации применительно к национальной экономике, и показано, что за счет высокой степени инертности экономики, как целого, по сравнению с ее отдельной единицей – предприятием, влияние внешних воздействий на макроэкономическую систему является более отдаленным по времени, чем на микроэкономическую систему. Внутренние (внутригосударственные) мутации оказывают на развитие национальной экономики гораздо большее воздействие, чем текущие внешние факторы. При этом экономика гораздо более устойчива к внешним воздействиям, чем к внутренним флуктуациям. Для повышения эффективности системы, необходимо, во-первых, изменить пространственно-временную конфигурацию домохозяйств и предприятий, сделав их структуру более плотной, а во-вторых, дать возможность усилиться горизонтальным и положительным связям, ослабив до определенной степени слишком сильные вертикальные отрицательные связи.

**Ключевые слова: самоорганизация, социально-экономическая система, прогнозирование, устойчивость**

# PRINCIPLES OF SELF-ORGANIZATION IN THE METHODOLOGY OF THE STUDY OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

**Altunina T.M., Chernyshev L.A.**

*Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, e-mail: orphus@mail.ru, chernleo@mail.ru*

Shows the extent of the applicability of the basic principles of self-organization theory to the socio-economic systems and the processes of self-organization and evolution analogy in the physical (chemical) and socio-economic systems. This allows you to improve forecasting performance of macro-and micro-economic systems in their relationship. Some aspects of the theory of self-organization in relation to national economy and shows that due to the high degree of inertness of the economy as a whole, compared to the separate unit-enterprise, the impact of outside influences on the macro-economic system is more distant in time, than on the micro-economic financial system. Domestic (intra-State) mutations have on national economies much more impact than the external factors. The economy is much more resilient to external shocks than to internal fluctuations. To increase the efficiency of a system, it is necessary, first, to change the space-time configuration of households and businesses, making them more dense structure, and second, to increase the horizontal and positive relations, having weakened to a certain extent, too mighty vertical negative connection.

**Keywords: self-organization, social and economic system, forecasting, sustainability**

Целью настоящей статьи является обсуждение способов и степени применимости основных принципов теории самоорганизации к социально-экономическим системам для возможности изучения функционирования и развития этих систем, опираясь на подходы теории самоорганизации.

В последней четверти XX века на стыке дисциплин – математики, физики, химии и философии – возникла новая теория: теория самоорганизации систем, основные принципы которой впервые в достаточно полном объеме были сформулированы в работах Нобелевского лауреата И. Пригожина [4]. К этим принципам, в первую очередь, относятся следующие:

1. Система, как целое, больше суммы составляющих ее частей, то есть, системе в целом могут быть присущи свойства, которые не могут проявляться у каждой из ее частей (принцип эмерджентности).

2. Самоорганизующаяся система является открытой, то есть она способна возникнуть, функционировать и развиваться только при условии постоянного обмена веществом и/или энергией с окружающей ее средой.

3. Самоорганизующаяся система фрактальна, то есть каждая из частей системы является до определенной степени подобием более общей системы, и может рассматриваться как отдельная единица.

4. Система развивается, как правило, двумя способами – относительно медленная постепенная эволюция за счет накопления новых свойств внутри системы; и быстрый дискретный революционный скачок, переход на новый уровень при условии достижения некоего «критического уровня» определенных свойств и, как правило, внешнего воздействия на систему в тот момент. Причем уровень этого воздействия

может быть поразительно малым для перехода на новый уровень.

Рассмотрим для начала первый принцип. В физическом мире ярким примером построения подобных систем различного уровня иерархии может служить образование вещества. Например, атом, как основная формообразующая единица вещества состоит из определенного набора одних и тех же элементов – электронов, протонов и нейтронов. Периодическая система элементов Д. Менделеева определяет атом каждого вещества как упорядоченный набор электронов и ядра (в которое входят протоны и нейтроны). Химические свойства атома зависят только от количества электронов (равного количеству протонов в ядре) и их взаимного расположения на орбитах ядра атома.

Атомы, в свою очередь, могут образовать молекулы. Если взять хотя бы два атома с разными свойствами – водород и кислород, – то, просто комбинируя их количество и конфигурацию связей между ними, можно получить абсолютно разные по своим свойствам вещества. Они образуют газ водород, газ кислород, воду, гидроксильную группу и т.д. В свою очередь, гидроксильная группа, рассматриваемая как отдельная единица, может вступать в реакцию с другими элементами, образуя не просто разные, а в некоторых случаях даже противоположные по своим свойствам вещества – щелочи, кислоты, спирты и т.д.

Даже если при образовании вещества используются абсолютно одинаковые атомы, то за счет разной взаимной конфигурации в пространстве этих атомов, образуются разные по силе и свойствам связи между ними, и соответственно вещества с разными свойствами. К примеру, графит и алмаз состоят из одних и тех же атомов углерода, но при этом достаточно «рыхлая» кристаллическая решетка графита определяет его легкую расслаиваемость. Это обусловливает его широкое применение в карандашах, в качестве смазки в элементах вращающихся механизмов, для замедления быстрых нейтронов в графитовых стержнях ядерных реакторов и т.д. А плотная кристаллическая решетка алмаза способствует его применению там, где требуется, наоборот, хорошая сопротивляемость истиранию, высокая износостойкость или высокие режущие свойства.

Социально-экономическая деятельность – это чисто человеческая деятельность. Поэтому имеет смысл рассматривать базовые единицы микроэкономики – предприятия и домохозяйства, как некие коллективы людей (наборы атомов со своими свойствами), которые образуют единое целое за счет количества, конфигурации и способа связей. Все остальные экономические ресурсы – земля и капитал – являются вспомогательными, а потому бессмысленными и бесполезными для экономической деятельности без участия человека, без привлечения труда. Тогда знания, умения, навыки, характер и иные человеческие качества в определенной пропорции и заданной концентрации как раз и будут определять вид, перспективы и устойчивость предприятия через посредство и характер использования земли и капитала.

Если использовать аналогию с микромиром, людей можно считать атомами с разными химическими свойствами, а предприятия и домохозяйства – молекулами, образованными определенными сочетаниями различных атомов, и задающих химические и физические свойства. Тогда пространственно-временная конфигурация предприятий и способы связей между ними образуют отрасли и территории, аналогичные кристаллическим решеткам вещества, и соответственно задают аналог механических свойств (упругость, твердость), которые определяют устойчивость макроэкономической системы во внешней среде, ее способность сопротивляться внешнему воздействию, либо принимать его и восстанавливаться после него.

Следовательно, по этой аналогии, «рыхлая» территориальная конфигурация предприятий способствует большей расслаиваемости национальной экономики, относительно непрочным связям в некоторых направлениях, что практически исключает горизонтальную передачу внутренних воздействий (как положительных, так и отрицательных) и способствует деградации системы при условии неизменности протекающих в ней процессов. Однако возможен легкий распад структуры и большие возможности для перестройки этой структуры в результате внешнего воздействия. Кроме того, такая «сжимаемая» система способна противостоять достаточно сильному внешнему воздействию и относительно быстро восстановиться после него почти в прежнем виде.

«Плотная упаковка» предприятий и домохозяйств способствует большей устойчивости к внешним воздействиям, высокой сопротивляемости внешней среде, а также сильным внутренним связям, позволяющим быстро и без потерь передавать внутренние воздействия, новации и воспринимать их, что позволяет достаточно быстро эволюционировать системе. Но в случае слишком сильного внешнего воздействия подобная система ломается и практически не может

восстановиться в прежнем виде. После таких воздействий приходится строить абсолютно новую систему из оставшихся обломков прежней.

Принцип фрактальности системы любого уровня иерархии и постоянное движение вещества и энергии внутри и снаружи позволяет связать все протекающие процессы хозяйствующего субъекта микроэкономики и рассматривать их, с одной стороны, как единое целое, а с другой, как часть более общей системы – макроэкономических процессов. При переходе с одного уровня иерархии на другой не меняется принципиальный подход к рассмотрению одинаковых процессов, что даёт возможность анализировать и прогнозировать деятельность макроэкономических и микроэкономических систем в их взаимосвязи. Такой подход удобен для исследования экономических систем и при этом позволяет оценивать не только текущую ситуацию, но и закладывает фундамент для прогнозирования их экономических результатов.

Любая открытая сложная система эволюционирует и может существовать только в том случае, если происходит постоянный процесс обмена веществом и энергией с окружающей средой. Из-за присущей системе фрактальности каждая её отдельная единица должна взаимодействовать с внешней для неё средой, образуя потоки вещества и энергии внутри общей системы, то есть внутреннее перемешивание. Отсюда, существование системы напрямую связывается с категорией движения. Не может существовать та система, в которой отсутствует движение снаружи внутрь, изнутри наружу или вращательное движение (перемешивание) внутри системы. В случае постоянно поддерживающихся потоков вещества и энергии, протекающих сквозь систему и постоянного их кругооборота внутри самой системы можно говорить о её устойчивом стационарном состоянии. Можно считать, что стационарное, устойчивое положение системы связано с вращательным движением вещества системы. Большое значение имеет также пространственная конфигурация, или взаимное расположение неоднородностей (за счет наличия которых и происходит движение), а также наличие и уровень связей между ними.

Если рассматривать с подобной точки зрения инфраструктуру России, заметим, что основная масса населения административных образований (области, края) расположена в 2–3 городах области при почти повсеместном разрушении периферии – деревень и малых городов [6], что явно ведет к неустойчивости системы, так как возникают четкие гипертрофированные неоднородности без сглаживающего влияния перемешивания. На роль вещества в экономике можно назначить товары, а на роль энергии – денежные потоки. С веществом в российской экономике дело обстоит сравнительно благополучно, так как товары, если отвлечься от их качества, распределены относительно однородно. С энергией (денежной массой) ситуация совсем иная, то есть экономическое состояние отнюдь не радужное. Основная масса энергии, «крови» экономики – денежных средств – сосредоточена в «центре» – Москве, откуда их тоненькие ручейки растекаются по региональным центрам, почти не достигая периферии – малых городов и деревень.

Подобная «рыхлая» экономическая структура совершенно не способствует давно требуемой внутренней перестройке российской экономики, так как совершенно не способствует ни возникновению, ни тем более передаче полезных изменений (мутаций). Более того, «рыхлая» структура успешно гасит любые относительно слабые сигналы или мутации. Слабая «обескровленная» социально-экономическая единица, практически не имеет возможности принимать какие-либо самостоятельные решения из-за слишком жесткой вертикальной иерархичности и крайне слабых горизонтальных связей. Большинство взаимоотношений между соседними экономическими единицами проходит не напрямую, а через «центр», крайне редко способны породить оригинальное новшество и дать ему развиться до требуемого уровня, так как для этого просто нет сил. Но даже, если такая полезная мутация возникнет, передать ее соседним единицам практически невозможно из-за слабого исходного импульса и из-за слишком большого пути, проходящего через «центр» и обратно, на котором она, скорее всего, затухнет или исказится.

Иерархичность, действительно, присуща самоорганизующимся системам. Как правило, система устойчива, если в ней имеется некое ядро, в том числе и неявное (центр вращения, центр симметрии и т.п.), определяющее приоритеты и направление движения системы в целом, без которого система не может считаться единым целым. Но в сочетании со вторым фундаментальным принципом, фрактальностью, становится очевидным, что слишком жесткая иерархичность разрушает систему. Фрактальность подразумевает определенную самостоятельность частей системы, и в первую очередь, в их повседневной деятельности и принятии большинства решений. А для этого самостоятельные экономи-

ческие единицы должны иметь достаточно энергии и вещества для своей деятельности. Если они будут «обескровлены», они прекратят свое существование и система будет лишена возможности развития одного наиболее проявляющегося направления у данной единицы.

Более того, эволюция системы происходит за счет возникновения и распространения мутаций в отдельных её частях. Революционный скачок системы возможен только при условии накопления достаточного уровня определенных мутаций и происходит под воздействием извне, причем это воздействие может быть минимальным. Если критический уровень изменений будет достигнут, то система изменится качественно в минимальные сроки. Подобное минимальное воздействие на граничные или начальные условия, приводящее к кардинальным изменениям свойств системы весьма характерно для самоорганизующихся систем [3, 4].

Самоорганизующаяся система может, как гасить возникающие изменения за счет отрицательных обратных связей, так и наращивать их при помощи развитых положительных обратных связей. Но если связей нет или они слишком слабы, система способна только деградировать. В экономике, как и в медицине, слишком длительное «обескровливание» какой-либо её части приводит к отмиранию этой части и невозможности восстановиться на прежнем уровне. Так, в Советской России было полностью уничтожено сельское хозяйство как перспективная, самостоятельная, прибыльная отрасль, хотя царская Россия не только полностью обеспечивала себя продукцией сельского хозяйства, но и являлась одним из крупнейших импортеров в мире по этому направлению. Минимально возможное существование этой отрасли до середины 50-х годов достигалось, с одной стороны, за счет фактического возобновления крепостного права, когда крестьянство было лишено паспортов и денежных средств, поэтому не имело возможности покинуть деревню. Невозможность возникновения полезных мутаций для экономического развития определялась жесткой регламентацией – кому, чего и сколько выращивать, – и это невозможно было изменить на уровне деревни, даже если крестьяне отлично знали, что и какие культуры на их землях и в их микроклимате гораздо выгоднее выращивать.

Подобное «закручивание гаек», как сильно сжатая пружина, привело к тому, что как только нажим ослаб (выдача паспортов в середине 50-х гг. XX века и частичная денежная оплата труда), пружина резко распрямилась, крестьянство хлынуло в города, деревни обезлюдели, а сельское хозяйство развалилось окончательно. В результате Советский Союз на последних этапах своего существования, а затем и новая Россия в начальный период получили дефицит продовольствия и вынуждены были импортировать продукты, имея огромную территорию, пригодную для развития сельского хозяйства. Только полное изменение принципов и структуры новейшей российской экономики позволили сельскому хозяйству, по сути, возникнуть заново как отрасли в начале XXI века.

Накопление излишка энергии в ядре также вредно. Из теории физики следует, что энергия не может до бесконечности накапливаться в замкнутой области. Если накопленная энергия не будет отводиться (в экономике – в депрессивные районы), то рано или поздно неминуем ее взрыв либо за счет внутреннего давления, либо за счет резкого падения давления снаружи. Разгул терроризма и наркомании в обществе – это всего лишь способ разрядки накопленной в одном месте энергии одного знака (нереализованной созидательной) за счет взаимодействия с энергией другого знака (разрушительной), происходящей именно из беднейших слоев общества. И единственный выход в данном случае – использование накопленной энергии на равномерное пространственное созидание или трансформацию системы.

Развитие или трансформация самоорганизующейся системы возможны тремя способами – либо изменением влияния внешней среды на систему (обычно за счет изменения начальных и/или граничных условий), либо изменением внутренней среды системы в результате возникновения, нарастания и достижения некоего критического уровня внутренних мутаций за счет положительной обратной связи, либо комбинацией этих факторов. До тех пор, пока мутации не достигли критического уровня, система остается в прежнем качественном состоянии, накапливая лишь степень напряженности и количественные изменения, то есть эволюционируя. При достижении критического уровня и внешнем воздействии происходит качественное изменение, скачок, и система переходит на новый уровень, то есть происходит революционное изменение [2]. Однако, если к моменту достижения системой точки бифуркации система не сумеет накопить необходимый уровень определенных мутаций, то после внешнего воздействия она перейдет не на высшую ветвь развития, ведущую к прогрессу системы, а на низшую, ведущую к краху системы.

Применительно к национальной экономике, будем считать, что внешние потоки вещества и энергии реализуются за счет экспортно-импортных операций, а внутреннее перемешивание и однородность системы достигается за счет внутреннего товарного и денежного оборота. За счет высокой степени инертности национальной экономики, как целого, по сравнению с ее отдельной единицей – предприятием, влияние внешних воздействий (международные соглашения и договоры, изменение структуры экспортно-импортных операций и др.) на макроэкономическую систему является более отдаленным по времени, чем на микроэкономическую систему. Для понимания текущего состояния системы необходим учет отдаленных по времени факторов внешней среды (более трехлетней давности).

Внутренние (внутригосударственные) мутации (изменения законодательства, политический структуры, ассортимента выпускаемой продукции, инновации и т.д.) оказывают на текущую траекторию развития национальной экономики гораздо большее воздействие, чем текущие внешние факторы. Поэтому обычно национальная экономика гораздо более устойчива к внешним воздействиям (изменениям граничных и начальных условий), чем к внутренним флуктуациям при условии достаточно плотной упаковки и сильных горизонтальных связей между единицами.

Поэтому для эффективной перестройки российской экономической системы, необходимо, во-первых, изменить пространственно-временную конфигурацию домохозяйств и предприятий, сделав их структуру более плотной, а во-вторых, дать возможность усилиться горизонтальным, положительным связям, при этом ослабив до определенной степени, хотя бы временно, слишком сильные вертикальные отрицательные связи. В российской экономике, к сожалению, вертикальные положительные обратные связи практически отсутствуют. Кроме этого, необходимо провести реформу бюджетно-налоговой политики с целью более равномерного распределения денег, чтобы предприятия и регионы могли принимать более самостоятельные, оригинальные решения, позволяющие развиваться, а не выживать, «закуклившись» в своём коконе с целью сохранения немногочисленной имеющейся энергии.

Пока российская экономика, в силу своей «рыхлости», к сожалению, может быть перестроена только за счет очень сильных воздействий, например, социально-экономических кризисов [5], о чем свидетельствует кризис и рывок экономики после 1998 года, и сейчас, после 2014 года.

При переходе на более низкий уровень иерархии просчитать направление воздействия на систему, а тем более результаты воздействия и будущую траекторию движения системы гораздо сложнее, так как количество независимых переменных на этом уровне резко возрастает. В естественных науках это можно проиллюстрировать на примере определения показателей газового объема. Достаточно легко просчитать температуру и давление газа в заданном объеме и указать, как именно они изменятся, если воздействовать на этот объем газа (например, увеличивая или сжимая его), но невозможно предсказать поведение каждой отдельной молекулы этого объема. То же самое наблюдается в социальных системах, например, известный в психологии «эффект толпы», который в настоящее время успешно используется в манипуляциях общественным сознанием. Легко воздействовать на толпу как единое целое, заставив ее двигаться в заданном направлении (футбольные болельщики, фанаты рок-концертов, митинги в «цветных» революциях и т.д.), но сложно манипулировать каждым человеком по-отдельности, добиваясь единой цели.

Поэтому переход с уровня макроэкономики на уровень микроэкономики намного сложнее. Использование принципов теории самоорганизации систем для описания деятельности отдельного предприятия, ставит перед исследователями множество дополнительных вопросов [1]. Так, например, достаточно удачный прогноз возможен при условии, если все входные и выходные потоки системы будут функционировать в прежнем режиме, неизмененной останется и вид, и структура этих потоков, а также внешняя среда. Введение любого дополнительного влияющего на систему параметра, или изменение соотношения имеющихся параметров приведет к совершенно другому поведению системы – система выберет другой тип странного аттрактора, то есть произойдет выбор системой другой ветви развития в точке бифуркации.

**Выводы**

1. Применение принципа эмерджентности к социально-экономическим системам требует учета, кроме свойств, присущих единицам системы, также количества образующих систему единиц, их пространственно-временной конфигурации и связей между ними.

2. Открытость и фрактальность социально-экономических систем предполага-

ют, что направление развития системы, скорость и ее устойчивость во внешней среде зависят не только от конфигурации системы и связей между ними, но и наличия, равномерности и скорости перемешивания товаров и денег внутри системы.

3. В случае внешнего воздействия на систему вблизи точки бифуркации, выбор системой последующей ветви её развития напрямую зависит от уровня накопления изменений или мутаций в системе, по линии которых происходит это воздействие.

4. Разработанные к настоящему времени основные принципы теории самоорганизации можно успешно применять для исследования макро- и мезоэкономических систем, но имеется сложность их использования в прогнозировании деятельности микроэкономических систем.

5. Для качественного прогнозирования экономических результатов предприятия необходимо решить обратную задачу – адаптировать имеющиеся работающие финансовые модели к принципам теории самоорганизации.

### Список литературы

1. Алтунина Т.М. Прогнозирование показателей деятельности предприятия и технический анализ // Развитие научных концепций технологий управления экономическими системами в современном обществе: сборник материалов международной научно-практической конференции (Киров, ВятГУ, 5 апреля 2004 г.). – Киров: Изд-во ВятГУ, 2004. – С. 10–14.

2. Алтунина Т.М., Чернышев Л.А. Риск в самоорганизующейся экономической системе // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6 (часть 1). – С. 113–117.

3. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Основания синергетики: Человек, конструирующий себя и своё будущее. – М.: КомКнига, 2010. – 232 с.

4. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. – М.: Мир, 1979. – 512 с.

5. Пищулов В.М. Зачем нужен кризис? // Финансы и кредит. – 2009. – № 13. – С. 2–13.

6. Россия в цифрах за 2014 г. / Сборник Федеральной службы Государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru.

### References

1. Altunina T.M. Prognozirovanie pokazatelej dejatelnosti predprijatija i tehnicheskij analiz // Razvitie nauchnyh koncepcij tehnologij upravlenija jekonomicheskimi sistemami v sovremennom obshhestve: sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Kirov, VjatGU, 5 aprelja 2004 g.). Kirov: Izd-vo VjatGU, 2004. pp. 10–14.

2. Altunina T.M., Chernyshev L.A. Risk v samoorganizujushhejsja jekonomicheskoj sisteme // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 6 (chast 1). pp. 113–117.

3. Knjazeva E.N., Kurdjumov S.P. Osnovanija sinergetiki: Chelovek, konstruirujushhij sebja i svojo budushhee. M.: KomKniga, 2010. 232 p.

4. Nikolis G., Prigozhin I. Samoorganizacija v neravnovesnyh sistemah. Ot dissipativnyh struktur k uporjadochennosti cherez fluktuacii. M.: Mir, 1979. 512 p.

5. Pishhulov V.M. Zachem nuzhen krizis? // Finansy i kredit. 2009. no. 13. pp. 2–13.

6. Rossija v cifrah za 2014 g. / Sbornik Federalnoj sluzhby Gosudarstvennoj statistiki [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.gks.ru.

**Рецензенты:**

Бутко Г.П., д.э.н., профессор, зав. кафедрой финансов, денежного обращения и кредита, АНОО ВО «Уральский финансово-юридический институт», г. Екатеринбург;

Пищулов В.М., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой экономической теории, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург.