

## КОНЦЕПЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИКЛАДНЫХ СИСТЕМ В ЭКОНОМИКЕ

УДК 330.42

А.В. Блок, А.Г.Савина, И.В. Шаникова

### РОЛЬ И ФОРМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭМЕРДЖЕНТНОСТИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

*В статье рассмотрены роль и формы проявления эмерджентности в процессах формирования социально-экономических систем. Показано, что источником развития социально-экономических систем является наличие положительной обратной связи между возрастающей сложностью структуры системы и уровнем ее функциональных возможностей.*

*Ключевые слова: экономические системы, эмерджентность,*

UDC 330.42

A.V.Blok, A.G.Savina, I. V.Shanikova

### ROLE AND FORMS OF DISPLAY EMERGENCE IN SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

*In the article the role and forms of emergence in the processes of formation of social and economic systems are considered. It is shown, that a source of development of social and economic systems is presence of positive feedback between increasing complexity of system structure and its functionality level.*

*Keywords: economic systems, emergence,*

Одной из характерных особенностей исследования социально-экономических процессов является наличие в этой области различных сложных объектов, структура и формы функционирования которых описываются теорией систем. Теория систем как самостоятельное научное направление и системный подход как направление в методологии научных исследований реальных объектов и явлений появились сравнительно недавно.

Отдельные идеи, на которых базируется современная теория систем, разрабатывались учеными на протяжении нескольких столетий, начиная с Г.В.Лейбница и К.Маркса. Подробный библиографический анализ по данной проблеме представлен в статье «Общая теория систем» Википедии – популярной электронной энциклопедии Интернета [3]. Однако основополагающими принято считать труды австрийского биолога Людвиг фон Бергаланфи по общей теории систем, опубликованные в 50-х годах XX века в форме статьи в научном журнале. С этого времени стало принято рассматривать теорию систем как самостоятельное научное направление.

В последние десятилетия количество работ, посвященных использованию системного подхода в различных сферах человеческой деятельности, резко возросло (особенно это касается экономики, управления и социологии). Так, в качестве наиболее известных в этой области можно назвать работы Дж. Ван Гига («Прикладная теория систем» в 2 книгах, 1981г.), Ф.И. Перегудова и Ф.П. Тарасенко («Введение в системный анализ», 1989г.), В.Н. Спицнаделя («Основы системного анализа, 2000г.), Ю.П. Сурмина («Теория систем и системный анализ, 2003г.). Идеи и методы системного анализа стали неотъемлемой частью современных учебников по экономике и менеджменту, а понимание основных принципов системного подхода – одной из важных компетенций современного специалиста.

Системы как объекты исследования обладают определенными специфическими (системными) свойствами, одним из которых является свойство (принцип) эмерджентности. Предметом настоящей работы является анализ форм проявления эмерджентности как свойства системных объектов в сфере социально-экономической деятельности.

В ходе последующего обсуждения проблемы авторы исходят из следующих дефиниций базовых понятий. Система – это совокупность взаимосвязанных между собой элементов, рассматриваемых как единое целое. Эмерджентность (от англ. emergence — возникновение, появление нового)– это появление у системы новых свойств, которых не было у элементов, образующих систему. Синергия – это явление, когда эффект суммы взаимосвязанных элементов (эффект системы) не равен сумме эффектов, образующих систему элементов. По умолчанию синергетический эффект считают положительным (эффект системы превышает сумму эффектов составляющих ее элементов). Однако в некоторых ситуациях наблюдается отрицательный синергетический эффект (эффект системы оказывается меньше суммы эффектов ее элементов). Хрестоматийным примером может служить ситуация, когда одновременный прием нескольких лекарственных препаратов приводит к снижению их суммарного воздействия на человека из-за взаимного подавления процессов усвоения организмом каждого из них. Случаи отрицательной синергии наблюдаются и в экономике, когда при включении в систему но-

вых элементов (например, при вхождении в корпорацию дополнительных финансовых, коммерческих или производственных структур) эффективность функционирования корпорации в целом снижается, что может свидетельствовать о допущенных просчетах в менеджменте корпорации.

Следует отметить, что приведенные выше дефиниции не являются общепринятыми среди специалистов: как и в любом активно развивающемся научном направлении, здесь имеют место поиск закономерностей и своего рода «конкуренция» в области уточнения смысла базовых понятий и терминов. Большинство определений в современной литературе являются авторскими, т.е. отражают определенную точку зрения автора к рассматриваемой проблеме. Таковыми, по сути, являются и дефиниции, приведенные в данной работе.

Из анализа смысла определений следует, что понятия «эмерджентность» и «синергия» должны иметь некую общую природу возникновения, однако точки зрения специалистов по данной проблеме диаметрально различаются (от полного их смыслового разделения до отождествления понятий). Вопрос о том, что первично (эмерджентность или синергия) выходит за рамки настоящей работы, некоторые вопросы относительно соотношения этих понятий применительно к социально-экономическим системам рассмотрены в работе [2].

Актуальность поставленной проблемы проявления эмерджентности обусловлена тем, что в настоящее время идеи системного подхода применительно к анализу явлений в природе и обществе стали общепризнанными и все шире используются в теоретических и прикладных исследованиях. При этом эмерджентность можно рассматривать как универсальный принцип, справедливый для любых системных объектов, о такого рода закономерностях как инструменте научного познания очень четко высказался французский философ-материалист Клод Гельвеций (1715 – 1771гг.) «Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов». Действительно, знание небольшого количества основных принципов функционирования изучаемых объектов и явлений позволяет исследователю делать обоснованные прогнозы относительно их поведения, не обращаясь к данным, полученным эмпирическим путем.

Если анализировать проблему в историческом разрезе, то здесь мы имеем дело с весьма характерным для социально-экономических явлений случаем, когда некоторая закономерность (в данном случае – свойство эмерджентности) выявляется на интуитивно-эмпирическом уровне и используется человечеством задолго до того, как она будет осознана на логическом уровне и сформулирована в соответствии с требованиями современного научного подхода. Достоверных сведений об авторстве и дате появления обсуждаемого нами термина в литературе найти не удалось, но с высокой степенью уверенности можно утверждать, что он появился не ранее середины XX века.

Строго говоря, та закономерность, которую мы называем эмерджентностью, сформировалась еще в различных биологических сообществах в процессе их эволюционного развития (семья пчел, колонии муравьев и термитов, сообщества стадных животных и т.п.). Смысл эмерджентности здесь был предельно ясен: объединяясь в систему, отдельные особи повышали свой шанс выжить и, в конечном счете, выживали сами, сохраняя существование своего вида в жестокой конкурентной борьбе. Однако «платой» за это стала жесткая привязанность к системе: отдельная особь системных популяций вне системы шансов выжить не имеет и обречена на скорую гибель.

Эта необходимость жить в системе и выполнять определенные функции в соответствии с внутрисистемными связями в ходе эволюции закрепились в генетической памяти особей конкретного вида в форме врожденных инстинктов, совершенство которых приводило в изумление ученых, изучающих поведение животного мира.

Что касается людей, то с высокой степенью вероятности можно утверждать, что уже на заре человечества в примитивных сообществах действовал принцип эмерджентности, который проявлялся в том, что только в рамках системы (семьи, рода, племени) с ее постоянно развивающимися взаимосвязями между членами племени и эволюцией разума предки современного человека не только сумели выжить, но и стали самым деятельным биологическим видом на нашей планете.

В настоящей работе рассматривается гипотеза о том, что внутренним источником исторического развития цивилизации с позиции системного подхода могла быть положительная обратная связь между сложностью связей между элементами системы и «мощностью» системных свойств, определяющих реакцию системы на воздействие окружающей среды.

Смысл гипотезы в том, что по мере усложнения взаимосвязей между элементами системы (членами племени) в силу действия принципа эмерджентности изменялись (расширялись и усиливались) соответствующие системные свойства, т.е. свойства, присущие системе как единому целому, а не отдельным ее элементам (особям). Эту схему можно рассматривать с позиции системного подхода в качестве одной из причин эволюционного развития социума на протяжении тысячелетий от эпохи родоплеменных отношений до современного общества - века информационных технологий.

Усиление общесистемных свойств (более успешная адаптация и попытки преобразования окружающей действительности человеком) способствовало дальнейшему развитию (усложнению и дифференциации) взаимосвязей между элементами системы (членами племени), что, в свою очередь, способствовало дальнейшему расширению и усилению возможностей системы как единого целого (племени) не только на более эффективную адаптацию к условиям окружающей среды, но и к целенаправленному преобразованию этой среды.

В терминах современной науки такой механизм взаимодействия называют эффектом положительной обратной связи (рис. 1 а))

Наличие положительной обратной связи приводит к процессам, которые описываются во времени в форме тенденции возрастания с монотонно возрастающей скоростью (рис. 1 б)). Такую тенденцию мы наблюда-

ем и при анализе динамики численности населения Земли за последние тысячелетия [1]: в рамках предложенной модели оба процесса математически описываются идентично в форме закона гиперболического роста. Основное различие в том, что численность населения Земли на определенный момент исторического времени может быть оценена количественно (хотя бы весьма ориентировочно), а для таких параметров, как сложность структуры и уровень функциональных возможностей системы, количественных показателей в настоящее время нет. Однако на качественном уровне оба процесса ведут себя идентично и позволяют делать определенные сопоставления.

Действительно, сопоставляя факты исторического развития социально-экономических систем с графиком на рисунке 1 б), мы наблюдаем согласованность динамики развития систем с этим графиком. В доисторический период (десятки тысяч лет) единственной формой системы у людей могли быть племена, которые состояли из небольшого количества элементов (членов племени) с примитивными взаимосвязями между собой и весьма скромными функциональными возможностями системы как единого целого, достаточными, впрочем, для выживания и постепенного (очень медленного) саморазвития.

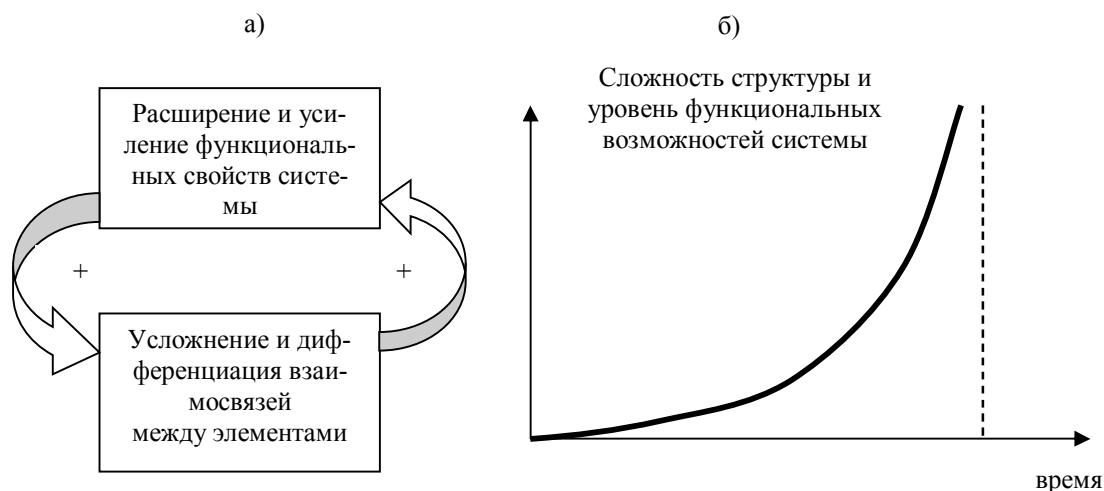


Рисунок 1 - Схема положительной обратной связи (а) и соответствующая ей временная динамика сложности структуры и уровень функциональных возможностей системы (б)

В рабовладельческий период (несколько тысячелетий) процессы усложнения структуры социально-экономических систем и расширения их функциональных возможностей медленно, но неуклонно продолжались: появились государства и различные подсистемы в его рамках. В эпоху феодализма (около десяти веков) эти процессы постепенно ускорялись и в период капиталистического развития (около трех веков) наблюдался бурный рост как размеров самих систем и сложности взаимосвязей между их элементами, так и расширение возможностей этих систем. В последние десятилетия (в период постиндустриального развития) мы наблюдаем столь быстрые и масштабные изменения в социально-экономических системах, что не в состоянии в должной мере осознать возможные их последствия. Таким образом, краткое словесное описание динамики развития социально-экономических систем в масштабе исторического времени на качественном уровне согласуется с графиком на рисунке 1 б).

Следует обратить внимание на вертикальную пунктирную линию на рисунке 1 б) – она является асимптотой для рассматриваемого графика и означает, что процессы усложнения структуры социально-экономических систем и усиления воздействия этих систем на окружающий мир не могут возрасти до бесконечности, поскольку это грозит самоуничтожением человеческой цивилизации. Перспективы такого сценария ученые и общество обсуждают с 70-х годов XX века, и факты свидетельствуют, что наша цивилизация опасно близко подошла к этой асимптоте. Симптомами этого являются чрезмерные бюрократизация, юридическая регламентация и попытки тотального контроля различных государственных структур над деятельностью социально-экономических систем и отдельных людей, с которыми мы реально сталкиваемся в повседневной жизни во всех развитых и даже развивающихся странах.

Анализ фактов исторического процесса развития социальных систем (государственных образований) и экономических формаций (от эпохи собирательства до постиндустриальной экономики) позволяет сделать следующие выводы:

1. Источником развития социально-экономических процессов с точки зрения системного подхода являются общий для любых системных объектов принцип (свойство) эмерджентности и положительная обратная связь между усложнением и дифференциацией взаимосвязей между элементами системы с одной стороны и расширением и усилением функциональных свойств системы как единого целого, с другой.

2. По мере развития социально-экономических систем наблюдается усиление разнообразия и уровня функциональных возможностей систем с одновременным усложнением и дифференциацией взаимосвязей меж-

ду элементами системы, что приводит к возрастанию функциональных возможностей систем во времени по гиперболическому закону.

3. Содержательный анализ проблем, стоящих перед современным обществом, позволяет предполагать, что эпоха действия положительной обратной связи в чистом виде между сложностью структуры системы и уровнем ее воздействия на окружающий мир завершается, человечеству придется вносить серьезные коррективы в процессы функционирования социально-экономических структур, чтобы не допустить их перехода в режим неуправляемого развития. Каковы будут эти коррективы и насколько они окажутся эффективными – покажет ближайшее будущее.

Список литературы:

1. Капица, С.П. Общая теория роста человечества: сколько людей жило, живет и будет жить на Земле [Текст] / С.П. Капица. - М.: Наука, 1999.-136 с.
2. Муратов, А.С. Синергизм и эмерджентность социально-экономических систем [ Электронный ресурс] Режим доступа: [www.rusnauka.com](http://www.rusnauka.com). Дата обращения: 12.04.2013.
3. Общая теория систем [Электронный ресурс] - Режим доступа: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). Дата обращения: 12.04.2013.

**Блок Арнольд Вольдемарович**

*к.т.н., доцент кафедры математики, анализа и статистики  
Орловского государственного института экономики и торговли  
e-mail: [angen1976@mail.ru](mailto:angen1976@mail.ru)*

**Савина Анна Геннадьевна**

*старший преподаватель кафедры математики, анализа и статистики  
Орловского государственного института экономики и торговли  
e-mail: [angen1976@mail.ru](mailto:angen1976@mail.ru)*

**Шаникова Ирина Алексеевна**

*студентка 2 курса факультета управления  
Орловского государственного института экономики и торговли  
e-mail: [angen1976@mail.ru](mailto:angen1976@mail.ru)*