

А.А. Воронин

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ — МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?

ВВЕДЕНИЕ.

Современная цивилизация с ее огромными техническими достижениями, быстрыми темпами роста, высокой разрушительностью и огромными масштабами последствий технологических, экологических, социальных катастроф ставит перед наукой новые задачи гармонизации общественного развития, прогнозирования и управления. Оптимистическая надежда математического моделирования семидесятых годов в построении глобальной модели экономики, сменившаяся в восьмидесятых осторожным пониманием невозможности сколько-нибудь полного ее описания, закончилась в девяностых растерянностью и практическим отсутствием какого-нибудь значимого прогноза.

Вдруг сделавшаяся явной сложность и открытость нашего общества, возросшие темпы его изменения показали полную непригодность имеющихся моделей глобального развития. Оказалось, что более или менее адекватное описание удастся получить только тогда, когда общество ведет себя как простая замкнутая система.

Предсказание «внезапных» переходов от стабильности к хаосу и перестройке, направление, скорость и масштаб структурных изменений – все это сегодня не только не решенные, но даже, фактически, и не поставленные задачи математического моделирования общественно-экономических систем. Налицо необходимость обрастания новыми подробностями имеющегося каркаса теории развития, состоящего из законов диалектики, дарвиновского отбора и самозарождения «порядка из хаоса».

Возможное направление дальнейшего развития этой теории (указанное в Хартии международной конференции 1992г. в Рио-де-Жанейро) – это идея так называемого «устойчивого развития», т.е. развития без катастроф, своего рода «гармоничный путь к гармонии», подразумевающий поддержание равновесия между главными подсистемами земной цивилизации: экономической, экологической, социально-культурной. К сожалению, эта замечательная концепция не является ни законом, ни научной теорией. Вызывает сомнения ее универсальность, объективность и повторяемость, да и механизм ее реализации не совсем ясен. Интуитивное и сугубо индивидуальное ощущение гармонии позволяет также по-разному интерпретировать и сам термин «устойчивое развитие».

Вот лишь некоторые из известных автору определений устойчивого развития: состояние стабильности с медленным изменением всего в «лучшую» сторону; равновесие между некоторыми подсистемами (перечень которых варьируется); устойчивость в математическом смысле некоторой выделенной траектории (типа ляпуновской или орбитальной); социализм сталинского или брежневского образца, социализм «с человеческим лицом», капитализм развитого западного общества. Ясно, что такой смысловой плюрализм приводит к полной дискредитации этого понятия, а дисгармония ежедневного существования – к постепенному забвению самой этой идеи.

Очевидно, сформулированная в Рио-де-Жанейро концепция выражает лишь проявление возможного закона на уровне мировой системы в целом. Для поиска же ее объективного сущностного содержания и лежащих в ее основе универсальных закономерностей необходимо, прежде всего, определение исходного понятия «устойчивое развитие» и создание на этой основе, возможно, нового подхода к анализу процесса развития систем.

1. БОЛЬШИЕ СИСТЕМЫ: УСТОЙЧИВОСТЬ ЧЕРЕЗ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ

Согласно известной модели развития взаимодействие системы с внешней средой, связанное с появлением в ней новых элементов и связей, приводит к ее отклонению от равновесия, т.е. к возникновению флуктуаций, которые в свою очередь могут привести к разрушению или перестройке всей системы. В такие моменты (называемые бифуркациями), отличающиеся хаотизацией и чрезвычайной чувствительностью системы к внешним условиям, принципиально невозможно однозначно предсказать ее дальнейшую судьбу: разрушение, упрощение или усложнение структуры. Последнее возможно только при условии потребления системой дополнительного ресурса, т.к. поддержание более сложной структуры требует и больших энергетических затрат. Поэтому установившийся в системе тип организации в значительной мере зависит как от ее свойств, так и от внешней среды.

Таким образом, в поведении сложной системы естественным образом присутствуют как периоды стабильности, характеризующиеся постоянством ее структуры и накоплением лишь количественных изменений, так и периоды бифуркаций, переводящих ее в качественно новые состояния.

Может быть, «устойчивым развитием» следовало бы назвать состояние стабильности системы, сопровождающееся ростом «благоприятных» и уменьшением «неблагоприятных» показателей, и поддерживать его понижением открытости и чувствительности системы к флуктуациям? Однако очевидно, что это способно лишь ненадолго продлить ускользающее благополучие, и последующая неминуемая катастрофа будет более разрушительной. Такое определение не приводит к ответам на вопросы: когда и чем закончится период стабильности?

Анализ различных определений устойчивости показывает, что в наиболее общем виде это свойство означает сопротивляемость среде, т.е. сохранение системой своих свойств при изменении внешних условий. Различают два вида устойчивости: устойчивость состояния (сохранение близости к некоторому выделенному состоянию) и устойчивость структуры (сохранение главных структурообразующих связей). Сильная флуктуация означает потерю устойчивости состояния из-за наличия в системе "положительной" (автокаталитической) обратной связи, усиливающей некоторые, возникающие при взаимодействии с внешней средой, возмущения. Бифуркация (перестройка структуры) означает потерю структурной устойчивости системы, т.е. разрушение ее главных системообразующих связей.

Такие определения устойчивости (которую можно назвать «статической»), исчерпывающие для замкнутых систем, вряд ли будут достаточными для активно взаимодействующих с внешней средой и постоянно изменяющих свое состояние и структуру больших открытых систем. Дополняющее определение устойчивости открытых иерархических систем должно исходить из непрерывности структурных перестроений как единственно возможного способа их существования и характеризовать их внутреннюю организацию с точки зрения способа этих перестроений. Устойчивость этого рода («динамическая устойчивость») должна характеризовать способность этих систем сохраняться в процессе практически непрерывных структурных изменений.

Наиболее существенной особенностью внутреннего строения больших открытых систем является структурированность, т.е. индивидуальный и, как правило, единственный иерархический способ организации и связей подсистем, обладающих специфичностью характеристик и определенной степенью замкнутости. Каждая из этих подсистем, в свою очередь, является также большой системой со своими собственными

периодами стабильности и перестроек. Периоды стабильности большой открытой системы (т.е. периоды сохранения ее главных системообразующих связей) почти никогда не являются таковыми для составляющих ее подсистем и отмечены моментами их «локальных» бифуркаций.

Каждая «успешная» локальная бифуркация (т.е. завершившаяся образованием более сложной структуры) продлевает стабильность внешней подсистемы, и, таким образом, стабильность всей системы сохраняется до тех пор, пока ее подсистемы (ценой своей структурной перестройки) не позволяют флуктуациям перейти порог устойчивости системы в целом.

Однако так происходит только в том случае, если внутренние подсистемы структурно менее устойчивы, чем внешние, т.е. их главные связи разрушаются при меньшей величине флуктуации, чем аналогичные связи соответствующих внешних подсистем. В противном случае система может разрушиться при сохранении ее более устойчивых подсистем, которые при этом либо разрушаются вместе с ней, либо образуют новые более простые системы.

Устойчивость состояния, являясь в простой замкнутой системе лишь необходимым условием ее структурной устойчивости, в большой открытой системе находится с последней в более сложной связи. В самом деле, устойчивость состояния большой системы достигается уменьшением масштаба ее флуктуаций посредством перестройки ее подсистем, т.е. ценой потери их структурной устойчивости. И наоборот, продолжительное сохранение структуры всей системы ведет к нарастанию флуктуаций и к потере устойчивости ее состояния.

Таким образом, устойчивость и неустойчивость – качества, присущие любой открытой иерархической системе на любом этапе ее развития, и устойчивость большего всегда достигается ценой неустойчивости меньшего.

Сказанное аргументирует целесообразность введения следующих определений.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 1. Связь *a* называется более прочной (относительно заданного множества флуктуаций), чем связь *b*, если связь *a* разрушается при большей величине каждой флуктуации (из заданного множества), чем связь *b*.

(Если все связи системы *A* более прочны, чем все связи системы *B*, то *A* структурно (статически) более устойчива, чем *B*.)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2. Открытая иерархическая система называется динамически устойчивой (относительно заданного множества флуктуаций), если структурообразующие связи ее высшего уровня более прочны, чем аналогичные связи всех подсистем непосредственно подчиненного ему уровня (т.е. все самые крупные подсистемы статически менее устойчивы, чем система в целом).

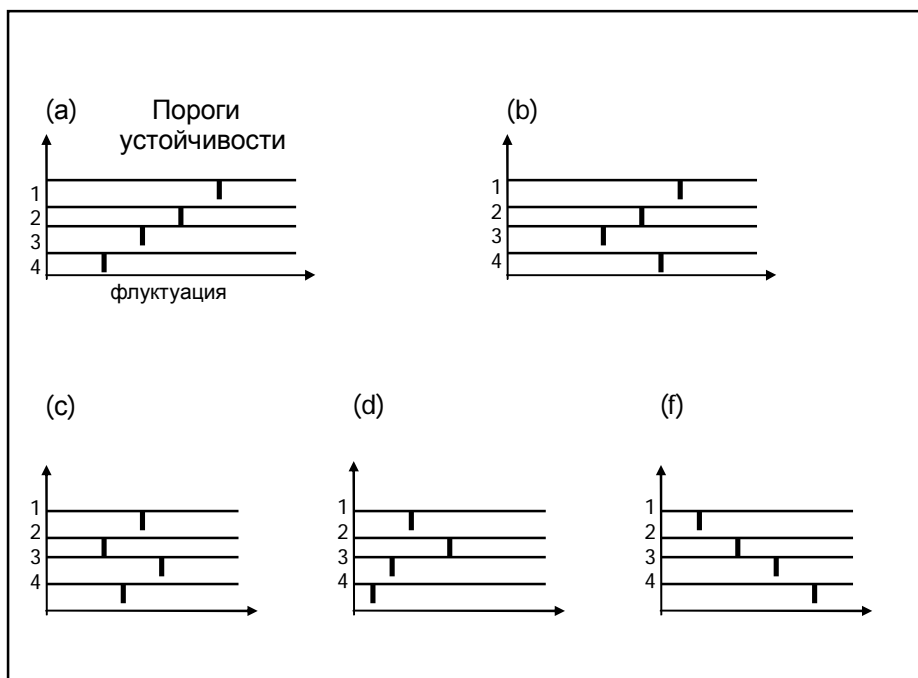
ОПРЕДЕЛЕНИЕ 3. Степень динамической устойчивости системы (относительно заданного множества флуктуаций) называется количество идущих подряд иерархических уровней (начиная с высшего), занимаемых динамически устойчивыми подсистемами.

(Если хотя бы одна из подсистем некоторого иерархического уровня динамически неустойчива, то весь уровень следует признать динамически неустойчивым.)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 4. Абсолютно динамически устойчивой (неустойчивой) (относительно заданного множества флуктуаций) называется такая система, каждая подсистема которой является динамически устойчивой (неустойчивой).

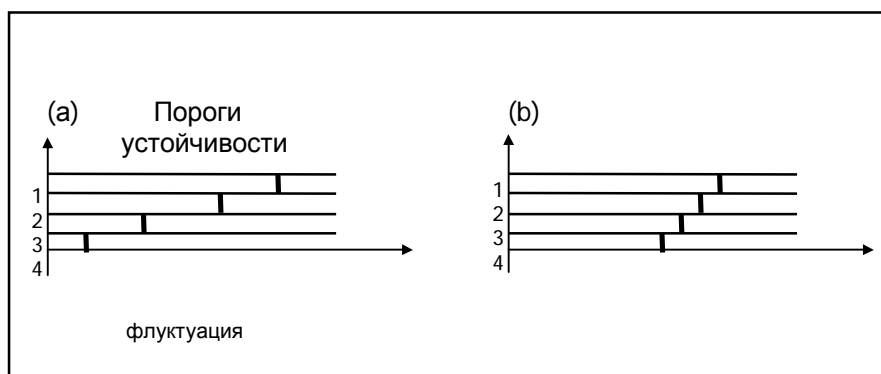
Для иллюстрации этих определений на рис.1 приведены примеры диаграмм устойчивости некоторых систем. Статическая устойчивость характеризуется величиной, а динамическая – взаимным расположением порогов устойчивости ее подсистем различных иерархических уровней. (Для простоты и лучшей наглядности на каждом уровне изображен только один порог.) Система (а) – абсолютно устойчива; системы (b) и (c) –

просто устойчивы, причем (b) более устойчива, чем (c); системы (d) и (f) – неустойчивы, причем (f) – абсолютно неустойчива.



Наличие у больших систем нескольких типов структурированности усложняет ситуацию нелинейным межструктурным взаимодействием, которое, меняя величины порогов устойчивости, сохраняет в целом общую картину, поэтому приведенные выше определения могут относиться как к отдельно взятой структуре, так и к их совокупности.

Введем важные для наших целей понятия мягкости и жесткости динамически устойчивой системы, характеризующие вид ее реакции на возникшую флуктуацию. Свойство мягкости означает способность системы к структурным изменениям (в своих подсистемах) при сравнительно небольшой величине флуктуации, тогда как жесткость означает ее способность к сохранению всех структурных связей при достаточно большой величине флуктуации. Мэру жесткости или мягкости можно определить, например, как относительную величину «порогового коридора» на рис.1 (относительного расстояния между крайними порогоми): чем шире «коридор», тем мягче система.



(На рис.2 приведены диаграммы устойчивости двух абсолютно устойчивых систем (a) и (b), но при этом (a) мягче (b), поскольку пороги устойчивости ее подсистем расположены в более широком «коридоре»).

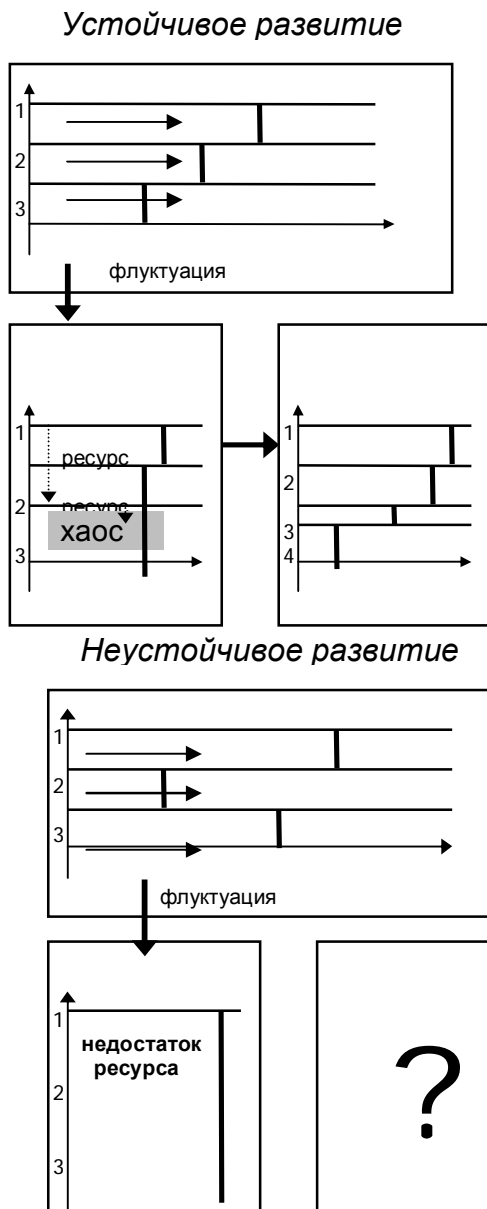
Описанный выше способ «повышения устойчивости развития» системы путем «структурной консервации», очевидно, ведет к увеличению ее жесткости. При этом по

мере нарастания флуктуаций возникает вероятность одновременной потери статической устойчивости сразу всех подсистем и разрушения системы.

Согласно же нашим определениям, чем более динамически устойчивой и мягкой является система, тем чаще происходят в ней локальные бифуркации, и тем более «локальна» каждая бифуркация, т.е., чем раньше происходят усложняющие структуру перестройки во внутренних подсистемах, тем больший запас динамической устойчивости приобретают внешние подсистемы и система в целом. При этом каждая внутренняя подсистема статически менее устойчива, чем включающая ее внешняя, и многообразие состояний, неравновесность и неустойчивость усиливаются от высших подсистем к низшим. Чем больше случайности и неоднородности на самом низком уровне системной иерархии, тем выше, в конечном счете, способность системы к самоструктурированности, т.е. тем выше степень ее динамической устойчивости.

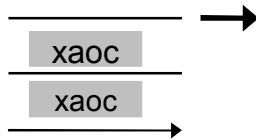
2. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ — СПОСОБ СУЩЕСТВОВАНИЯ БОЛЬШИХ СИСТЕМ

Понятие развития как процесса усложнения структуры с целью повышения адаптации (т.е. в наших терминах – процесса повышения динамической устойчивости) относится, по существу, только к сложным открытым системам, и их устойчивое развитие естественно определить как последовательность повышающих динамическую устойчивость структурных изменений.



В сильно динамически устойчивой мягкой системе по мере нарастания флуктуации первыми разрушаются самые внутренние подсистемы небольшого масштаба и сложности, требующие для своей структурной перестройки сравнительно меньшего количества дополнительного ресурса и в сравнительно меньшей степени хаотизирующие систему в целом. Такие локальные бифуркации протекают быстрее, незаметнее и, как правило, имеют своим итогом усложнение подсистем. (Механизм повышения динамической устойчивости в результате перестройки, по-видимому, заключается в выделении в составе подсистемы менее статически устойчивых внутренних подсистем, выполняющих индикативные функции.) Такое развитие является устойчивым и характеризуется повышением степени динамической устойчивости, сложности и мягкости системы.

И, наоборот, в динамически слабо устойчивой системе первыми начинают перестраиваться подсистемы достаточно высокого иерархического уровня, ввергая в опасность хаоса и разрушения все свои подсистемы. При этом высока вероятность хаотизации и других структур системы. Для таких перестроек требуется гораздо больше времени и ресурса, поэтому они характеризуются длительными периодами хаоса, структурного упрощения и понижения степени устойчивости и мягкости системы. Такое развитие, очевидно, следует признать неустойчивым.



Степень устойчивости развития можно оценить по длительности периода перестройки, степени хаотизации и вынужденного упрощения системы. Чем сильнее уменьшается динамическая устойчивость системы и ее сложность, чем длительнее период упрощения структуры, выше степень ее хаотизации, тем, очевидно, менее устойчивым является развитие. Таким образом, степень устойчивости развития определяется с одной стороны величиной внешнего воздействия, а с другой – степенью динамической устойчивости и мягкости самой системы, а также величиной доступного ей избыточного ресурса.

Означает ли сказанное, что устойчивость развития – привилегия сильно динамически устойчивых систем, а слабоустойчивые – обречены на неустойчивое развитие? И да, и нет. В случае одинаковых свойств устойчивости системы длительность и разрушительность периода перестройки обратно пропорциональны количеству ее избыточного ресурса, и, если система получает достаточное его количество извне (т.е. функционирует как подсистема некоторой внешней системы), то степень неустойчивости ее развития может быть значительно снижена. Кроме того, структурное многообразие системы может в некоторой степени сглаживать статическую и динамическую неустойчивость одних структур за счет статической или динамической устойчивости других. Структурное многообразие повышает устойчивость развития и вследствие другого механизма. В самом деле, некоторая подсистема (или ее часть) может входить в различные структуры на разных иерархических уровнях, и, таким образом, участвуя в преобразовании одной из структур, «мягко подстраивать» и другую без глобального кризиса последней.

С другой стороны, даже абсолютно динамически устойчивые системы в случае очень сильных неблагоприятных внешних воздействий могут переживать хаотизацию крупных подсистем. Однако более важно то, что динамическая устойчивость системы может падать вследствие естественных процессов. Действительно, как показано ранее, динамическая устойчивость внешней системы тем выше, чем ниже статическая устойчивость внутренней. Следовательно, внешняя система будет увеличивать свою статическую и динамическую устойчивость путем изъятия избыточного ресурса последней. (Заметим, что концентрация ресурса на высших иерархических уровнях – одна из главных причин существования систем.) В результате этого уменьшается и величина ресурса, предоставляемого подсистемой своим внутренним подсистемам при их перестройке, и таким образом уменьшается или полностью теряется их способность к самостоятельному развитию. Так, в результате «естественного» перетекания избыточного ресурса «снизу-вверх», усиливающего статическую устойчивость «больших» за счет «меньших», уменьшается сложность, а, следовательно, и динамическая устойчивость системы.

Другим фактором понижения динамической устойчивости является глобализация системной структуры, т.е. ее усложнение за счет вовлечения в нее ранее изолированных относительно замкнутых больших подсистем, что, естественно, может привести к дестабилизации всей системы.

3. УСТОЙЧИВОСТЬ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

Существуют ли специфические свойства общественных систем, отличающие их развитие от развития сложных биологических и физико-химических?

Конечно, социально-экономические системы отличаются значительно большим многообразием структур, их гибкостью и динамичностью, постоянной сменой типов структурированности. Однако главное их отличие состоит в сознательной активности их элементов (индивидуумов и социальных групп), преследующих собственные цели и создающих саму структуру общества (при большем или меньшем осмыслении ее целесообразности). Свойство рефлексивности достигает в общественных системах качественно новой ступени развития, позволяющей говорить о самосозидании посредством самопознания.

Развитие производительных сил общества и накопление его богатства приводит к постоянному росту темпов изменения условий жизни каждого нового поколения. В отличие от биологических систем, где время жизни отдельного организма ничтожно по сравнению с периодом стабильного существования вида, постоянно уменьшающиеся временные отрезки проявления случайности и изменений в человеческом обществе стали уже существенно короче длительности человеческой жизни. Эволюционируя от «царства насилия» (человека над природой, социума над личностью, сильного государства над слабым), в котором свобода на высшем уровне достигалась ограничением свободы на низшем (и поэтому таила в себе неустойчивость и опасность социальных катастроф) к «царству свободы», в котором взаимозависимость и разнообразие связей делают основным рычагом управления согласование интересов, современное общество уже достигло степени сложности, несовместимой с существованием простых систем. Способ существования живой материи – самоорганизация – достигает в нем качественно нового уровня реализации – на уровне отдельной личности во всех ее общественных отношениях, и, следовательно, необходимые условия самоорганизации: неравновесность, нелинейность, многообразие структур и обратных связей, естественный отбор – становятся способом существования всех структур и систем современного общества. Даже его простейший структурный элемент – индивидуум – становится сложной социальной системой, и осознание этого факта приводит к выделению гуманитарного критерия степени устойчивости социума как степени реализации в нем личностного потенциала, выступающего в качестве условия, обеспечивающего максимум разнообразия и неравновесности и, в то же время, создающего возможность образования структурированности и упорядоченности (т.е. индивидуального, личностного, внутренне мотивированного, и, следовательно, свободного поведения) на низшем уровне общественной структуры. На личностном уровне бифуркация из социальной катастрофы превращается в проблему индивидуального выбора, личностной перестройки, и, таким образом, только движение общества в направлении расширения индивидуальной свободы и возможности личностной реализации является его устойчивым развитием, сопровождающимся повышением степени его динамической устойчивости.

Сформулированный гуманитарный критерий степени устойчивости общества, показывая принципиальную невозможность формализации этой проблемы и ее сведения к математическим задачам оптимизации, дает, вместе с тем, методологическую основу ее изучения как проблемы вечного поиска гармонии и сбалансированности всех сторон человеческой жизни, достижения обществом максимальной степени реализации творческого потенциала личности при данном уровне общественного богатства.

Все существовавшие и существующие общественные системы, в определенном смысле отвечают этому критерию оптимальности в конкретных обстоятельствах «места и действия»: при данном уровне материального развития, непрерывности культурной и исторической традиции, внешних условий. Действительно, решение проблемы жилья, питания, безопасности, т.е. статической устойчивости, отодвигает на второй план проблему развития. Однако непрерывное изменение условий существования и накапливающиеся изменения в самой системе, разрушающие достигнутую гармонию, заставляют искать компромисс или равновесие между статической и динамической устойчивостью.

Сложные геополитические условия, вызвавшие к жизни тоталитарный тип русского государства как главный фактор устойчивого развития русского этноса, мобилизующий его путем подавления других форм общественной жизни, предопределили тем самым и его неустойчивость в XX веке. Рожденная первым российским кризисом «диктатура пролетариата» – замкнутая упрощенная форма социального устройства – явилась ответом слабоустойчивого изолированного общества на индустриальный вызов XX века.

Переживаемый Россией в настоящее время процесс втягивания в периферию постиндустриального общества в сочетании с системным кризисом характеризуется двумя главными тенденциями. Это – самопроизвольный распад старых общественных структур в направлении сверху-вниз от надгосударственного «социалистического лагеря» и Советского Союза до индивидуального личностного мировоззрения и медленное самозарождение новой основы общественных отношений в направлении снизу-вверх от отдельной личности и малых общностей до государства в целом. Способ его сегодняшнего развития нашего общества – вынужденное фрагментарное изменение с целью самосохранения в быстро изменяющейся среде, протекающее хаотично, неосознанно и неэффективно – создает, очевидно, невысокий запас динамической устойчивости. Поэтому решение проблемы устойчивого развития – нахождение баланса между статической и динамической устойчивостью, т.е. рациональной степени децентрализации структуры большой открытой системы, стимулирующей ее саморазвитие и в то же время обеспечивающей целостность и безопасность в изменяющихся внешних условиях – является актуальной задачей науки и управления, а поиск лежащих в ее основе универсальных закономерностей – актуальной задачей математического моделирования.

Можно ли в обозримом будущем ожидать какого-то успеха? Насколько известно автору в настоящее время более или менее развита теория лишь двухуровневых организационных систем, где проблема развития вообще не имеет места. Теория многоуровневых иерархических систем делает сейчас только свои первые шаги. Некоторую надежду дает возможность компьютерного эксперимента, результаты которого могли бы помочь созданию понятийного аппарата, гипотез, а затем и теорем математической теории устойчивого развития.