

ЧАСТИНА 1

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ ЕКОНОМІКИ

Розділ 1

Проблеми розвитку сучасних соціально-економічних систем

УДК 502.33

Л.Г. Мельник

Основы саморазвития систем (Продолжение)^{2,3}

Характеризуются закономерности развития открытых стационарных систем. Формулируются законы: соответствия эффективности системы информационному уровню; достаточной информационной сложности управляющей системы; скорости развития систем. Анализируются механизмы и факторы развития систем.

Ключевые слова: энтропия; информация; законы самоорганизации; ускорение развития.

Информационные законы самоорганизации

Закон соответствия эффективности системы ее информационному уровню. Такая характеристика, как энтропия, неразрывно связана с информацией. В частности, значение отрицательной энтропии (негэнтропии) рассматривается большинством исследователей как информационная характеристика. Это дает основание сформулировать следующий закон.

Максимальный предел эффективности функционирования системы соответствует уровню ее информационной сложности: более высокому предельному уровню эффективности соответствует более высокий уровень информационной сложности системы.

Следствия из закона:

Следствие 1. Устойчивое функционирование открытых стационарных систем может происходить только при притоке в систему воспринимаемой ею информации, необходимо для компенсации производства в системе энтропии за рассматриваемый период времени. Необходимость в данном информационном воспроизводстве возникает из-за неизбежных потерь части информации вследствие энтропийных процессов (часть информации теряется, часть – морально устаревает).

Примечание

Говоря об информации, воспринимаемой системой, необходимо различать количество и качество информации.

В свою очередь качество информации характеризуется её адекватностью (т.е. формой, приемлемой для «прочтения» (декодирования) её системой), ценностью (т.е. её незаменимостью, или избыточностью для выполнения основных функций системы), достоверностью (т.е. степенью истинности отражения реальных событий), плотностью (т.е. степенью упаковки, или архивирования).

Следствие 2. Информация является наиболее эффективным ресурсом.

Примечание

Последнее следствие объясняется, во-первых, минимальным уровнем диссипативной способности, присущим данному виду ресурсов (вызывают минимальный поток возвратных отходов); во-вторых, тем, что информация (например, новые знания, опыт, идеи) обладает максимальной способностью повышения уровня упорядоченности системы.

Подходы к математической интерпретации влияния информации на состояние социально-экономической системы находим у П. Пильцера. Он предлагает формулу [2].

Мельник Леонид Григорьевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики Сумского государственного университета.

² Начало статьи опубликовано в № 1 за 2010 г. журнала (С. 16–22).

³ Материал подготовлен и публикуется в рамках международных проектов: украино-российского проекта Ф28.5/006 «Формирование экономического механизма разрешения международных экологических конфликтов» и украино-белорусского проекта Ф29.5/001 «Разработка методологических и методических основ оценки экологических издержек для формирования эколого-экономической политики в интересах устойчивого развития» при поддержке Государственного фонда фундаментальных исследований Украины.

$$W = P \cdot T^n \quad (1)$$

где W , по мнению Пильцера, должно характеризовать количественное измерение богатства;
 P – естественные ресурсы, такие, как земля, рабочая сила, полезные ископаемые и т.д.;
 T – технологию, а n – степень влияния технических достижений на них самих. Таким образом, согласно данному подходу, информация, вкладываемая в модернизацию технологии, качественно трансформирует ее, поскольку каждое техническое достижение создает основу для следующего.

Закон достаточной информационной сложности управляющей системы. При обеспечении процессов своей самоорганизации любая система неизбежно сталкивается с необходимостью решения сложнейшей кибернетической задачи. Она связана с тем, что адекватно контролировать поведение любой (управляемой) системы может другая (управляющая) система, как минимум не уступающая ей в степени информационной сложности.

Подробности

Линейкой, имеющей сантиметровую градацию, нельзя измерить миллиметры. Человек, не представляющий в совокупности систему протекающих в машине процессов, не способен адекватно управлять её работой. Неизбежными последствиями попыток подобного управления является неэффективное функционирование системы, ведущее к преждевременному ее износу (часто аварийному) на фоне попыток упростить систему до уровня сложности управляющей системы

Часть функций управления машиной, правда, может быть автоматизирована. Но это значит, что человеку удалось создать сложную систему управления машиной, в которой непосредственно человеческому фактору отводится лишь часть функций.

Сказанное приближает к пониманию закона, сформулированного в рамках кибернетики.

Сложность (информационное многообразие) управляющей системы должна быть выше сложности управляемой системы.

Аргументы классиков

Близкий к рассматриваемому закону (носящий название закона необходимого многообразия) был впервые сформулирован У. Росс. И Ансофф модифицировал его, предав ему следующую формулировку: «для деятельности любой системы требуемое число контролируемых механизмов должно соответствовать числу элементов системы (Ансофф, 2009).

При этом И. Ансофф обосновывает это такими доводами: «Эшби приводит в пример газетного фотографа, который должен запечатлеть разные объекты и предоставить их ясное изображение, каждое из которых достигается под влиянием различных условий, определяемых множеством факторов, таких как расстояние и свет. В условиях многообразия камера с зафиксированным разрешением вряд ли воспроизведет точный образ. Для того чтобы иметь результат, камера фотографа должна иметь множественное разрешение. Чем разнообразнее условия, в которых камера должна работать, тем большее количество потенциальных разрешений требуется. Разрешение оптимальной камеры будет зависеть от конкретных условий окружающей среды, в которых данный фотограф осуществляет свою деятельность» [1].

Организация систем, похожая на ту, согласно которой позволяет в принципе разрешить упомянутую задачу, неразрешимую в рамках командной экономики. В природе управляющей системой является экосистема любого уровня, управляемыми системами – ее структурные элементы. Таким образом, природа с блеском решила, казалось бы, неразрешимую задачу: сочетание биоцентризма (когда каждый биологический вид является центром экосистемы) с экосистемным управлением (когда вся экосистема управляет этими центрами).

Командная система с ее централизованным управлением (подразумевающим центр на наивысшем уровне управления) оказалась в "информационной ловушке". Самый гениальный руководитель единолично или даже с любым командным аппаратом никогда не сможет превзойти информационную сложность управляемой им системы. На успех он может рассчитывать только в том случае, если ему удастся в максимальной степени задействовать потенциал *самоуправляемости* системы. То есть приблизить ее управление к условиям экосистемной организации. Количественно отличие двух иерархий может быть охарактеризовано различием систем информационного обеспечения.

Информационная система в структурах классического *командного менеджмента* представляет собой перевернутый треугольник (вершиной вниз и основанием вверх). Максимальным объемом информации должен обладать самый верхний уровень. Он должен контролировать поведение всей системы вплоть до самого низового уровня. А значит, должен располагать для этого достаточной информацией. Минимальный объем информации – у рядовых исполнителей: они только выполняют распоряжения вышестоящих уровней.

Примечание

Даже если «верховный руководитель» не станет вникать в детали низовых уровней (а, например, Сталин пытался контролировать производство каждого самолета, танка, фильма и даже книги), все равно для принятия принципиальных решений на центральном (т.е. самом верхнем) уровне необходим колоссальный объем информации. Собрать его, а тем более контролировать (т.е. принимать решения) в адекватные периоды времени (измеряемые зачастую секундами) просто невозможно. В Советском Союзе деятельность каждого предприятия полностью замыкалась на центральные

органы (Госплан, Госснаб, Госкомцен, пр.).

В *экосистемных иерархиях* наибольший объем информации, наоборот, концентрируется на нижних уровнях. Они самоорганизуются и должны полностью решать все проблемы индивидуальной и субсистемной организации. Во-первых, каждый биологический организм несет в себе индивидуальный *генетический код*, определяющий информационную программу поведения. Во-вторых, взаимосвязь отдельных организмов информационно закреплена *организационным порядком* данной экосистемы, т.е. ее своеобразным "геномом". В-третьих, *естественный отбор* работает в направлении информационного совершенствования биологических видов и соответственно всей экосистемы. Чем выше уровень иерархии, тем меньший объем информации необходим для обеспечения его организации. Ведь его система функционирует в автоматическом режиме ("информационный треугольник" – с вершиной сверху).

Классическая командная структура и экосистемная самоуправляемая иерархическая система являются как бы формами-антиподами организационных структур. В общественной организации можно встретить своеобразные сочетания этих двух начал. Например, жесткие командные структуры могут быть в значительной степени "смягчены" делегированием полномочий на нижестоящие уровни.

Закон скорости развития систем

Конечной целью (осознаваемой или неосознаваемой) функционирования любой системы является её развитие. Это предполагает необратимые, направленные закономерные изменения непосредственно самой системы (например, биологического вида или предприятия), подвидов систем, к которому принадлежит данная система (напр., популяции или отрасли), вида систем (напр., экосистемы или макроэкономики) и мегасистемы, в которую входят вышеперечисленные системные образования (например, биосферы или глобальной экономики).

Любые частные успехи функционирования системы (напр., накопление в системе свободной энергии и информации) следует рассматривать в контексте их влияния на упомянутые процессы развития системы как индивидуальной структуры и представителя соответствующего класса систем.

Проведенные исследования позволяют сформулировать *закон скорости развития систем*.

Скорость развития систем определяется тремя группами факторов: а) скоростью реализации эволюционной триады: изменчивость – наследственность – отбор; б) эффективностью работы механизмов трансформации системы; в) потенциалом памяти системы, обуславливающей темпы накопления, закрепления и воспроизводства энергии и информации.

Представляется целесообразным подробнее остановиться на упомянутых группах факторов.

Эволюционная триада: изменчивость – наследственность – отбор. Механизм взаимодействия именно этих трех факторов был впервые описан Ч. Дарвином при объяснении эволюционных процессов в живой природе. Эту же триаду академик Н. Моисеев предложил рассматривать как основу механизмов, обуславливающих процессы развития в неживой природе, биологическом мире и обществе [3].

Суть действия рассматриваемого эволюционного механизма сводится к следующему. Развитие системы осуществляется благодаря взаимодействию трех групп факторов: *изменчивости, наследственности, отбора*.

Изменчивость обеспечивает возникновение *случайных, неопределенных* флуктуаций, т.е. отклонений от равновесного состояния системы.

Наследственность гарантирует *закономерность* происходящих изменений. Она определяется *причинно-следственными связями* происходящих процессов. Благодаря этому *будущее* приобретает свойство "*зависеть от прошлого*". Система же сохраняет возможность продолжить тенденцию функционирования в наиболее эффективном режиме. Ведь прошлое системы – это отобранные в ходе естественного отбора её наиболее эффективные состояния (естественно, для тех условий, в которых они отбирались).

Отбор осуществляет селекцию наиболее эффективных состояний, т.е. изменений, через которые проходит система. *Критерием отбора* является *минимизация энтропии* системы. Это значит, что отбираются те ее состояния, в которых она *обладает максимальной информативностью*, т.е. способностью информационного управления процессами. В конечном счете, это ведет к *минимизации необратимого рассеивания* (диссипации) *энергии*. Таким образом, выживают (отбираются) только наиболее эффективные состояния системы.

Механизмы трансформации системы. Указанные факторы развития могут реализоваться благодаря трансформации системы посредством двух классов механизмов: *адаптационных* и *бифуркационных*.

Адаптационные механизмы реализуют функции изменчивости, наследственности, отбора при сохранении характерных признаков существующей системы, т.е. в рамках одного и того же биологического организма, экосистемы, фирмы, государства.

Бифуркационные (разветвленные) механизмы реализуют указанные функции на основе последовательной смены качественно новых состояний систем, которые утрачивают характерные признаки своей системы-предшественницы, хотя и сохраняют с ней наследственные связи. Такими процессами являются: смена поколений биологических организмов, реструктуризация фирм, радикальная смена государственного устройства, пр.

Бифуркационные механизмы позволяют достичь наиболее благоприятных для развития условий. Прерывистость и разветвленность (вариантность) позволяет системе как бы "забывать" старое, менее

эффективное состояние и на основе многовариантного поиска отбирать новое, более эффективное состояние (или новые состояния). Эти же механизмы, обеспечивая необратимость протекания процессов, реализуют и другое важное качество – закрепление происшедших изменений. Бифуркационные механизмы являются гораздо более эффективными по сравнению с адаптационными, позволяя резко увеличить темпы развития.

Возникновение интеллекта с его способностью формирования и отбора виртуальных бифуркаций, позволяющих колоссально ускорить процессы развития (реализация функций изменчивости, наследственности, отбора), сыграло роль импульса лавинообразного ускорения темпов эволюции природы. Появление компьютера еще более усилило эти процессы.

Потенциал памяти системы. Информационное закрепление происшедших изменений является завершающим звеном каждого очередного цикла развития системы. Ведущую роль в этом играет память системы. Память – это способность накапливать, хранить и воспроизводить информацию. Фактически, закрепляются новые стандарты поведения системы, по которым она будет функционировать до возникновения и закрепления новых изменений. Функционировать – значит, многократно тиражировать и воспроизводить процессы жизнедеятельности системы. Таким образом, память является средством фиксации наиболее эффективных состояний системы и последующего их совершенствования.

Жизнь как катализатор процессов развития. Появление жизни на Земле знаменовалось резким ускорением на планете процессов развития (эволюции) природы. Причиной является то, что живому веществу удалось совершенствовать процессы формирования упомянутых трех групп факторов, определяющих скорость развитие систем, а именно: эволюционной триады (изменчивость – наследственность – отбор); трансформационных механизмов и систем памяти. Причём, их реализация происходила на всех трех уровнях: организменном (индивидуальном), популяционном, экосистемном.

Подробности

На всех трёх уровнях обильно генерировались необходимые неопределенные случайные изменения (мутации), ускоренно наработывая предпосылки к их последующему воспроизводству через постоянно растущее многообразие. Формировались направленные (популяционные и экосистемные) векторы наследственных закономерностей, удерживающих системы в коридоре наиболее эффективного функционирования.

Многообразие природных условий с их естественными пределами (ограничениями), взаимодействие видов (в т.ч. в паре: «хищник – жертва») и их конкуренция в сочетании с мощным потенциалом бифуркационных трансформаций (через сменяемость поколений) и многое другое создало идеальные условия для реализации естественного отбора. Эту картину завершает мощный потенциал многоуровневой эффективной системы памяти, ведущим звеньями в которой являются: генетический механизм, мозг и функциональный механизм экосистем.

Совокупность всех перечисленных механизмов, постоянно воспроизводящих идеальные предпосылки для развития природных систем дают основание сравнивать функционирование живого вещества на планете с деятельностью машины, основным назначением которой является *эволюция природы*. Не случайно в некоторых публикациях жизнь образно называется «эволюционной машиной».

Ускорение процессов развития в социально-экономических системах. Формирование экономической системы и развитие рыночных отношений способствовали дальнейшему ускорению процессов развития систем в условиях Земли через совершенствование механизмов указанных трех групп факторов. На уровне развития социально-экономических систем действуют аналоги всех трех механизмов, которые определяют темпы эволюции на биосферном уровне. Однако интенсивность их реализации значительно возросла благодаря активизации информационного и синергетического факторов.

Генерирование неопределенных случайных изменений – *инноваций* – является неотъемлемой жизненно важной функцией любой экономической системы. Потребление является ведущим ее звеном. Именно здесь формируется интересы, желания и потребности миллиардов потребителей Земли, составляющих ее население. Духовное (личностное) развитие человека явилось мощным фактором катализации воспроизводства экономических инноваций благодаря информатизации потребностей человека, формированию и расширению относительно нового сектора научных, образовательных, культурных, рекреационных и других видов изделий и услуг, относящихся к категории информационных. Они создают исключительно благоприятную почву для воспроизводства нового спектра инноваций (новое назначение использования прежних изделий, новые их конфигурации, новые функции, новые комбинации и т.д.).

Источниками постоянных технологических инноваций являются научная и производственная сферы. Новые технологии могут стремительно качественно изменять различные стороны социально-экономических систем (материально-информационный метаболизм, модель потребления, стиль жизни, профессиональный облик работающих и многое другое). Все это создает чрезвычайно благоприятную среду для воспроизводства факторов изменчивости и наследственности социально-экономической системы на различных уровнях (предприятие, отрасль, регион, макроэкономическая система).

Аргументы ученого

То влияние, которое оказывают технологии на развитие социально-экономических систем и трансформацию различных сторон общественной жизни, позволила П. Пильцеру назвать их образно *экономической алхимией*. При этом он формирует три закона «Алхимии».

Первый закон: «Позволяя нам продуктивно использовать то или иное сырье, технология определяет, что является естественным ресурсом».

В течение всей своей истории человечество жило на одной и той же планете в природной среде относительно

неизменным составом своих недр. Однако ресурсы, которые использовал человек, постоянно изменялись. Той причиной, которая заставляла человека в разные времена по-разному относиться к природным факторам, была *технология*. Это отношение изменялось в зависимости от той технологии, которые человек имел в своем распоряжении. Именно она определяла способы транспортировки, переработки, использования ресурсов и утилизации отходов. Так, Каменный век сменялся Железным, Железный – Бронзовым и т.д. Еще в 1859 г. нефти не находили лучшего применения, чем использование ее в качестве смазочного материала и сильно чадающего горючего для ламп. В 1885 г. Готтлиб Даймлер и Карл Бенц создали легкие двигатели внутреннего сгорания, работающие на продукте переработки нефти, известном как бензин (до тех пор считавшимся бесполезным отходом). С этого времени нефть стала рассматриваться как важнейший стратегический ресурс.

Второй закон: *«Технология задает запасы существующих естественных ресурсов, предопределяя как эффективность, с которой мы эти ресурсы используем, так и способность их находить, добывать, распределять и хранить»*.

Разрабатывая более совершенные изоляционные материалы, строители значительно повысили эффективность обогрева и кондиционирования домов. Это позволило сократить бытовое потребление электроэнергии к середине 2000-х годов вдвое, что эквивалентно удвоению запасов энергоресурсов для производства необходимого количества электроэнергии.

Третий закон: *«Скорость, с которой развивается технология в обществе, определяется относительным уровнем его способности усваивать и обрабатывать информацию»*.

Когда картель, поставляющий *олово*, в начале 1980-х годов взвинтил цены до рекордной цифры, потребители дружно перешли на алюминий, стекло, картон и пластик. Аналогично, с повышением цен на *медь* в 1970-е годы промышленность телекоммуникации стала ускоренными темпами разрабатывать новые технологии, такие, как волоконная оптика, не зависевшие от медных проводов и кабелей. Фактически в обоих случаях альтернативным замещающим ресурсом оказалась информация, позволившая очень быстро освоить материал-заменитель, производимый из ресурсов, имеющих в избытке. По мнению Б. Блюментала, *информация* стала рассматриваться как ключ к современной экономической деятельности – базовой ресурс, имеющий сегодня такое же значение, какое в прошлом имели капитал, земля и рабочая сила [2].

Особенностью современного этапа развития социально-экономических систем является экономическое многообразие и изменчивость в сочетании с постоянно воспроизводимыми экономическими бифуркациями, формируемыми различными видами рынка (товаров, капитала, труда) на фоне конкуренции и ограниченности производственных факторов. Это создаёт благоприятные предпосылки для реализации естественного отбора.

И наконец, важнейшим фактором развития социально-экономической системы, обеспечивающим ее *необратимые направленные закономерные* изменения, является *социальная память*, формируемая посредством системы многообразных материальных и нематериальных активов. Именно она позволяет накапливать, закреплять и воспроизводить упомянутые изменения.

Значительную роль в ускорении процессов социально-экономического развития, начиная со второй половины XX в. стали играть компьютеризация социально-экономической среды и быстрые темпы развития общественных коммуникаций (в том числе, благодаря формированию компьютерных сетей). Компьютер фактически является базовым структурным ядром формирования новой системы памяти. Кроме всего прочего развитие компьютерных систем позволило в значительной степени виртуализировать (а значит, облегчить, ускорить и интенсифицировать) реализацию эволюционной триады и моделирование *экономических бифуркаций*. Развитие же коммуникаций (средств связи, транспорта, телевидения, Интернета, общественных, культурных и экономических отношений) способствовало интенсификации *синергетических* социально-экономических факторов и формированию единой глобальной экономической системы.

Заключение

Феномен развития является одним из важнейших моментов функционирования открытых стационарных систем. С учетом способности к развитию (т.е. необратимым направленным закономерным изменениям) системы могут быть классифицированы на *самонастраивающиеся* (имеют фиксированные миссию и цели функционирования); *саморазвивающиеся* (имеют постоянную миссию и критерии качества функционирования, но способны самостоятельно вырабатывать цели развития); *самообучающиеся* (способны самостоятельно изменять критерии качества своего функционирования).

Развитие систем строго подчиняется объективным закономерностям. Их анализ позволяет сформулировать ряд законов. В качестве основных можно назвать следующие:

- *закон сохранения энергии*: система не может расходовать энергии (квазиэнергии) больше того количества, которое содержится в системе или вовлекается извне;
- *закон баланса притока-оттока энтропии*: упорядочение системы в каждый из моментов времени увеличивается при увеличении оттока энтропии и снижается при росте энтропии;
- *закон адекватности реакций системы на вызовы внешней среды*: существует некий гипотетический оптимум реакций системы на извлечение внешней среды;
- *закон максимальной отдачи триединых природных начал*: максимальной эффективности функционирования система достигает, когда ее материальная, информационная и синергетическая компоненты соответствуют целям функционирования системы;
- *закон соответствия эффективности системы ее информационному уровню*: максимальный предел эффективности функционирования системы соответствует уровню ее информационной сложности;

– закон достаточной информационной сложности управляющей системы: сложность управляющей системы должна быть выше сложности управляемой системы;

– закон скорости развития систем: скорость развития системы определяется тремя группами факторов: а) скоростью реализации эволюционной тирады (изменчивости, наследственности, отбора); б) эффективностью работы механизмов трансформации системы; в) потенциалом памяти системы.

1. Ансофф И. Стратегическое управление / И. Ансофф ; под науч. ред. Л. И. Евенко; пер. с англ. – М. : Экономика, 1989. – 310 с.
2. Пильцер П. Безграничное богатство. Теория и практика «Экономической алхимии» / П. Пильцер // Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология ; под ред. В. Л. Иноземцева. – М. : Academia, 1999. – 640 с.
3. Моисеев Н. Н. Человек и ноосфера / Н. Н. Моисеев. – М. : Молодая гвардия, 1990. – 351 с.

Получено 19.12.2009 г.

Л.Г. Мельник

Основи саморозвитку систем (Продовження)

Характеризуються закономірності розвитку відкритих стаціонарних систем. Формулюються закони: відповідності ефективності системи інформаційному рівню; достатньої інформаційної складності системи управління; швидкості розвитку систем. Аналізуються механізми та фактори розвитку систем.

Ключові слова: ентропія; інформація; закони самоорганізації; прискорення розвитку.

L. G. Melnyk

The basics of system self-development (Continued)

The paper characterizes the patterns of open stationary systems development. The laws of compliance system performance to information level; the sufficient information complexity of managerial system; and speed system development are formulated in the paper. The mechanisms and factors of system's development are also analyzed in the paper.

Keywords: entropy, information, laws of self-organization, acceleration of development.