

САМООРГАНИЗАЦИЯ И СОВРЕМЕННАЯ СИНЕРГЕТИКА

Н.Л. Клячкина¹

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: Klyachkina62@rambler.ru

В статье говорится о синергетике как области научных исследований, целью которых является выявление общих закономерностей в процессах образования, устойчивости и разрушения упорядоченно временных и пространственных структур в сложных неравновесных системах.

Ключевые слова: синергетика, закономерности, самоорганизация, образование.

Почти все мыслители, начиная с Ф. Бэкона и Р. Декарта и кончая признанными и непризнанными учеными нашего времени, уделяли пристальное внимание анализу реального процесса самодвижения, саморазвития, самоорганизации [1]. В последние два-три десятилетия многие ученые рассматривают синергетику лишь как теорию самоорганизации.

Синергетика – современная теория самоорганизации, новое мировидение, связываемое с исследованием феноменов самоорганизации, нелинейности, неравновесности, глобальной эволюции, изучением процессов становления «порядка через хаос» [2], бифуркационных изменений, необратимости времени, неустойчивости как основополагающей характеристики процессов эволюции.

В ней исследуются изменяющиеся объекты или, как раньше говорили, "вещи", "вещи в себе". При этом под объектом понимается не только нечто вещественное, телесное, природное, но и познаваемые объекты социального (национальность, стоимость, родство и т.д.) и духовного (свобода, вера, знание, совершенство, память, интуиция и др.) порядка, а также явления, процессы, сущность, потенции, состояния (реальные и виртуальные) и др. Главное в самоорганизации – изменяющиеся объекты. Является или не является объект системой (с соответствующей структурой или без нее) – вопрос хотя и очень важный, но не главный. Системный подход в синергетике и, в частности, в теории самоорганизации в свое время был необходим и дал очень многое для процесса познания бытийных объектов в естествознании. Но сегодня он представляется определенным тормозом в познании процесса становления, перехода бытийного объекта к своему инобытию, особенно в области обществознания и изучения духовной сферы.

Важным моментом самоорганизации выступает взаимодействие, точнее, мера взаимодействия объекта (системы) со средой. Открытость или закрытость объекта в его взаимной (положительной или отрицательной, прямой или обратной) связи со средой выступает определяющим условием соответственно либо самоорганизации, либо дезорганизации изменяющегося объекта. Большинство синергетиков обращают большое внимание на взаимодействие объекта лишь с внешней средой и практически не рассматривают действие внутренней среды на изменяющийся объект. В первом случае детально изучаются процессы метаболизма – обмена веществом, энергией, информацией – и связанные с ними процессы упрощения (катаболизм) и усложнения (анаболизм) объекта. Однако воздействие на объект внутренней среды исследуется пока мало и ограничивается косвенным изучением автопозиции, самореферентности и недавно начавшимся рассмотрением локальности самоорганизующихся процессов. Во всех этих изменениях особую роль играет производство или, по-другому, генерирование энтропии, интенсивность и направленность ее потоков. Энтропия, ее возрастание, обычно (согласно принципу Больцмана) ведет к дезорганизации, разупорядоченности, аморфности объекта, но в определенных условиях выступает мощным фактором нового формообразования объекта, его самоорганизации, самоупорядочения.

Наряду с рассмотрением внешней среды в теории самоорганизации важно определить влияние внутренней среды на изменяющийся объект. Обычно обе среды и сам объект представляют собой неоднородные изменяющиеся образования. Выявленные неоднородности предстают как

¹ Клячкина Наталья Львовна (к.п.н.), доцент, каф. психологии и педагогики.

пространственные, временные, потенциальные, актуальные, условностные и т.д. локальности, характеризующие конкретный процесс самоорганизации. Если удастся определить топологию изменений неоднородностей и локальностей, то процесс самоорганизации можно представить в виде математической модели, которая выражает уже не один, а целый класс или тип, вид самоорганизаций.

Особое место в теории самоорганизации занимает понятие, выражающее состояние или динамику изменяющегося объекта. Неизменные объекты имеют статическое состояние, которое в синергетике практически не рассматривается, хотя, например, в классической механике выделяется специальная дисциплина, называемая статикой. Динамическое состояние многообразно. В теории самоорганизации рассматриваются стационарные и нестационарные, равновесные и неравновесные, устойчивые и неустойчивые, детерминистские (необходимые) и стохастические (вероятностные), симметричные и асимметричные, обратимые и необратимые и многие другие состояния и процессы. Все эти особенности предопределяют и характеризуют переходы изменяющегося объекта из одного состояния в другое, от бытия к инобытию. В частном случае, когда переход от одного состояния к другому управляем, положим, человеком или автоматом, т.е. когда все состояния детерминированы, устойчивы, равновесны, симметричны, упорядочены, синергетика как теория самоорганизации сужается до кибернетики – науки об общих принципах управления и связанных с управлением способах получения, хранения и переработки информации. Однако синергетика даже в виде теории самоорганизации пытается раскрыть суть переходов от хаотических объектов к объектам упорядоченным, с оформленным порядком и далее к другим хаотическим объектам и снова к объектам по-новому упорядоченным и т.д. Поэтому теория самоорганизации более широкая и емкая по сравнению со ставшими уже классическими кибернетикой, общей теорией систем, системным подходом.

Теория самоорганизации впервые начала рассматривать совершенно новые моменты в развитии динамических процессов. Это привело к появлению и широкому использованию новых понятий и терминов: "энтропия", "флуктуация", "аттрактор", "диссипативная структура", "бифуркация", "фрактал" и ряд других. "Пульсации" изменяющихся объектов ныне рассматриваются в виде волн, циклов, иерархий, описываются широким спектром различных нелинейных моделей. К сожалению, в научной литературе часто стали появляться публикации, авторы которых "оперируют" новыми терминами, совершенно не понимая смысла соответствующих им понятий и тем более явлений, отраженных в понятиях. Но уж больно термины-то звучные! И как ими не щегольнуть перед аудиторией в надежде, что авторскую профанацию никто или хотя бы многие не заметят.

Процессы самоорганизации очень сложны. В исследовании каждого конкретного процесса нужно быть высококвалифицированным специалистом. Переходы от бертоллидов к дальтонидам лучше понимает и объясняет не синергетик, философ или методолог, системщик, а физико-химик. Точно так же в раскрытии сущности генерирования электромагнитных волн лазерщик более продуктивен, нежели синергетик-корифей. То же самое касается, к примеру, рассмотрения сущности термодинамической, биологической, социальной эволюции. Даже в изучении самоорганизации "кольца" переселенцев вокруг столицы Кыргызстана синергетик или любой другой "мыслитель" без глубочайших знаний в области социологии беспомощен.

Часто некоторые синергетики при изучении процессов самоорганизации ошибочно отдают приоритет одним явлениям (соответственно характеристикам, понятиям и т.д.) перед другими. Поэтому действенность изучаемых явлений они видят односторонне. Например, флуктуации (отклонения) рассматриваются как один из основных моментов образования порядка – "порядок через флуктуации", по И.Р. Пригожину [2]. В действительности флуктуации в одних случаях подавляются, в других ведут к новообразованиям, в третьих – действуют разрушающе, в четвертых – выступают в качестве образования лишь потенциалов, в пятых – создают для процесса определенные условия, к примеру, каталитические в химических, ферментационные в биохимических реакциях. Флуктуации приходится рассматривать в связи с неоднородностью, неустойчивостью, неравновесностью, локальностью и множеством других особенностей и параметров взаимодействия изменяющегося (динамичного) объекта со столь же сложными внешней и внутренней средами. Только детально проследив как можно больше связей, иногда удается "прощупать" механизм конкретного и направленного действия флуктуаций в процессе самоорганизации. Это характерно не только для флуктуаций, но и для всех феноменов самоорганизационных процессов. К примеру, производство энтропии может характеризовать и однородность устойчивого хаоса (капельки воды в облаке), и формирование упорядоченностей (образование снежинки из капли воды).

Не менее сложно обстоит дело и с фрактальностью. Реальные фракталы – самоподобные образования, структуры намного сложнее "идеальных", математических фракталов – образований,

структур с дробной размерностью. Первые красивы и одновременно "уродливы" из-за множества различных отклонений от идеала. Вторые бесподобно изящны, эстетичны, но их совершенство выразимо в математически завершенной форме. Поэтому они не жизненны, мертвы, хотя и очень красиво двигаются, что особенно заметно на цветном дисплее. Парадоксальные аналогичные противоположности и противоречия проявляются и с действием локальностей, неоднородностей, нелинейностей, асимметричностью и многими другими феноменами процесса самоорганизации изменяющихся объектов, их переходов от бытия к инобытию и далее к новому бытию через хаос и порядок.

Во всем этом и пытается "разобраться" теория самоорганизации. Одним из действенных, но, безусловно, ограниченных подходов здесь выступает математическое описание таких процессов. Однако любая математическая интерпретация, наилучшая математическая модель все же всегда беднее реального процесса. В этом же плане и вся теория самоорганизации несравнима с реальными процессами. Но без такой теории, без соответствующих моделей нельзя постичь сущность процессов самоорганизации и применить в целенаправленном человеческом и человеческом преображении мира.

Мы не раз задумывались над поразительным отличием систем, существующих в природе, от тех, что созданы человеком. Для первых характерны устойчивость относительно внешних воздействий, самообновляемость, возможность к самоусложнению, росту, развитию, согласованность всех составных частей. Для вторых – резкое ухудшение функционирования даже при сравнительно небольшом изменении внешних воздействий или ошибках в управлении. Сам собой напрашивается вывод: нужно позаимствовать опыт построения организации, накопленный природой, и использовать его в нашей деятельности. Отсюда вытекает одна из задач синергетики – выяснение законов построения организации, возникновения упорядоченности. В отличие от кибернетики здесь акцент делается не на процессах управления и обмена информацией, а на принципах построения организации, ее возникновении, развитии и самоусложнении.

При решении задач в самых разных областях – от физики и химии до экономики и экологии – создание и сохранение организации, формирование упорядоченности является либо целью деятельности, либо ее важным этапом. Приведем два примера. Первый – задачи, связанные с управляемым термоядерным синтезом. В большинстве проектов самый важный момент – создание необходимой пространственной или пространственно-временной упорядоченности.

Другой пример – формирование научных коллективов, где активная творческая работа большинства сотрудников должна сочетаться с возможностью совместно решать серьезные задачи. Такой коллектив должен быть устойчив и быстро реагировать на все новое. Какова оптимальная организация, позволяющая добиваться этого?

Вопрос об оптимальной упорядоченности и организации особенно остро стоит при исследованиях глобальных проблем – энергетических, экологических, многих других, требующих привлечения огромных ресурсов. Здесь нет возможности искать ответ методом проб и ошибок, а «навязать» системе необходимое поведение очень трудно. Гораздо разумнее действовать, опираясь на знание внутренних свойств системы, законов ее развития. В такой ситуации значение законов самоорганизации, формирования упорядоченности в физических, биологических и других системах трудно переоценить.

Другая причина, обусловившая создание синергетики, – необходимость при решении ряда задач науки и техники анализировать сложные процессы различной природы, используя при этом новые математические методы.

Классическая математическая физика (т.е. наука об исследовании математических моделей физики) имела дело с линейными уравнениями. Формально это уравнения, в которые неизвестные входят только в первой степени. Реально они описывают процессы, протекающие одинаково при разных внешних воздействиях. С увеличением интенсивности воздействий изменения остаются количественными, новых качеств не возникает. Область применения линейных уравнений необычайно широка. Она охватывает классическую и квантовую механику, электродинамику и теорию волн.

Однако ученым все чаще приходится иметь дело с явлениями, где более интенсивные внешние воздействия приводят к качественно новому поведению системы. Здесь нужны нелинейные математические модели. Их анализ – дело гораздо более сложное, но при решении многих задач он необходим. Это приводит к формированию широкого фронта исследований нелинейных явлений, к попыткам создать общие подходы, применимые ко многим системам (к таким подходам относится и синергетика).

Современная наука все чаще формулирует свои закономерности, обращаясь к более богатому и сложному миру нелинейных математических моделей.

Новым инструментом изучения нелинейных моделей стал вычислительный эксперимент. Ученые получили возможность «проиграть» модель изучаемого процесса во многих вариантах, используя мощные ЭВМ. И что особенно важно – вычислительный эксперимент может привести к открытию новых явлений.

Широкое использование ЭВМ показало, что ни быстродействие вычислительных машин, ни рост объема расчетов не являются панацеей от всех бед, сами по себе они не дают понимания изучаемых нелинейных задач.

Нужны понятия, подходы, обобщения, которые отражают важнейшие общие черты исследуемых явлений и помогают построить их адекватные математические модели. Все это также стало мощным стимулом развития синергетики.

Взгляды современных ученых иногда оказываются близки воззрениям ученых и философов, живших много веков назад, в частности в Древнем Востоке. Зачастую совпадает не только общий подход, но и конкретные детали. Возникает вопрос: почему синергетика, опирающаяся на достижения современной науки, на диалектико-материалистическое мировоззрение, приходит к выводам, сделанным тысячелетия назад?

Первая причина – общность предмета анализа. Изучаются сложные самоорганизующиеся системы, причем акцент делается на внутренние свойства как на источник саморазвития.

Вторая причина – новое отношение к проблеме целого и части. Для философских школ Древней Греции характерно предположение, что часть всегда проще целого, что, изучив каждую из частей, можно понять свойства целого. И естествознание – вплоть до последних десятилетий – этот подход вполне устраивал. Однако сначала общественные науки, а потом и точные пришли к выводу о необходимости целостного, системного анализа многих объектов.

Синергетика, как правило, имеет дело с процессами, где целое обладает свойствами, которых нет ни у одной из частей. Целое в таких системах отражает свойства частей, но и части отражают свойства целого. Здесь нельзя утверждать, что целое сложнее части, оно совсем другое.

Третье. Имея дело со сложными, жизненно важными для нас объектами (например, экологическими системами), приходится действовать предельно осторожно. Успех здесь возможен только в том случае, если мы знаем внутренние свойства системы. Отсюда стратегия – действие, сообразуемое с законами природы, разумная соразмерность с естественным ритмом, с постоянно меняющимися условиями.

Наверное, нетерпеливый читатель несколько разочарован: авторы никак не хотят просто и конкретно сказать, чем же занимается синергетика.

Нам кажется, здесь уместно вспомнить суждение Гегеля о том, что ни одно определение не кажется содержательным, пока не ясен смысл входящих в него понятий (для нас таким понятием является понятие структуры). Когда же смысл понят, определение становится просто ненужным. Ответ на вопрос, чем занимается синергетика, каковы ее предмет и перспективы, неоднозначен.

В синергетике широко используют уравнения в частных производных. Эти уравнения – инструмент исследования процессов, в которых изучаемые величины изменяются не только во времени, но и в пространстве. Разрабатываться он начал два столетия назад в связи с решением задач гидродинамики и механики сплошных сред. Наиболее простыми и детально изученными являются линейные уравнения в частных производных.

Уже в конце 70-х гг. прошлого века стало очевидным, что благодаря синергетике естественные и гуманитарные науки впервые в истории стали образовывать целостное единое мировидение, создавая давно искомую новую методологию познания. За гуманитариями и теперь остается исследование механизмов общественного развития, а за математиками – построение моделей с учетом этих механизмов, поэтому совместная, а значит, взаимопонимаемая и взаимодополняемая работа обществоведов и естественников – это уже не ближайшая перспектива, а требование сегодняшнего дня. Но и сейчас философский анализ позволяет сделать следующее важное заключение. Известно, что в силу асимптотической устойчивости вывести систему из аттрактора невозможно. Это может означать, что индивидуалистическая культура капиталистического общества, имеющая свой фазовый портрет, не возникла из предшествовавшей ей феодальной формации (обладавшей своими собственными аттракторами), а всегда существовала и развивалась параллельно другим культурам. Иными словами, можно полагать, что формационная теория общественного развития оказывается несправедливой, о чем писал Г. Мюрдаль и многие другие авторы-культурологи.

Синергетика изучает системы, состоящие из огромного множества взаимодействующих частиц (слово «частицы» здесь использовано в обобщающем смысле и может быть заменено по

желанию на «объекты», «индивиды», «субъекты рынка» и т.д.). Основы этой науки были заложены применительно к физической химии профессором Свободного университета в Брюсселе Ильей Романовичем Пригожиным, награжденным Нобелевской премией. Он назвал эту науку наукой о самоорганизации, или наукой о сложном. Позже немецкий физик Г. Хакен успешно применил те же принципы к исследованию явлений в квантовых генераторах и предложил ныне широко используемое название «синергетика». Синергетика появилась не сразу, не в силу озарения. С начала XX в. стало расти осознание того, что весь окружающий мир не может быть описан только с помощью законов классической механики. Люди в практической деятельности сталкивались с явлениями, которые не могли быть описаны в рамках известных в тот период теорий, построенных для детерминированных систем, например небесной механики. Оказалось, что необходимо знать законы стохастических процессов, в частности, развитие радиосвязи и телефонных сетей потребовало развития теории нелинейных систем.

С процессами самоорганизации в химических системах, их математическими моделями в рамках кинетического подхода можно познакомиться в книгах И.Р. Пригожина [3]. На примере химических и отчасти физических систем рассмотрен категориальный аппарат синергетики, раскрыты основные понятия и представления синергетики, точнее, те из них, которые кажутся необходимыми для осмысления процессов общественного развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. – М.: Мир, 2001.
2. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. – Изд. 3. – М., 2004.
3. Пригожин И. Конец определенности. Время, хаос и новые законы природы. – Ижевск, 1999.

Поступила в редакцию 1/X/2011;
в окончательном варианте – 19/X/2011.

UDC 37

SELF-ORGANIZING AND MODERN SYNERGETICS

N.L. Klyachkina

Samara State Technical University
244 Molodogvardeiskaya str., Samara, 443100
E-mail: Klyachkina62@rambler.ru

In the present article the author looks on synergetics as an area of scientific research aimed at revealing the general laws in the processes of formation, stability and destruction, time and spatial structures in difficult nonequilibrium systems.

Key words: *synergetics, laws, self-organizing, formation.*

Original article submitted 1/X/2011;
revision submitted - 19/X/2011.

N L. Klyachkina (PhD), Dept. of Psychology and Pedagogy.