

СИНЕРГЕТИКА: ВСТРЕЧА ПОРЯДКА И ХАОСА

Н. Н. Кожевников



*Николай Николаевич Кожевников,
доктор философских наук,
профессор*

Общие понятия. Синергетика (от греч. synergia - сотрудничество, содружество, коллективное поведение) - один из наиболее ярких феноменов постнеклассической науки, который до сих пор не имеет однозначных толкования и области применения. Синергетику называют теорией самоорганизации сложных систем, состоящих из многих подсистем самой различной природы; наукой о коллективном, когерентном поведении различных систем; «набором механизмов», обеспечивающих превращение хаоса в порядок. Иногда ее отождествляют с термодинамикой открытых систем вдали от равновесия; с наукой о неустойчивых состояниях, предшествующих катастрофе, и их дальнейшем развитии (теорией катастроф); с наукой об универсальных законах эволюции в природе и обществе. Многие ученые считают синергетику, скорее, общим лозунгом, девизом, чем совокупностью ясных научных идей и вследствие этого именуют ее «х-наукой».

Один из основоположников этого научного направления Г. Хакен выделяет следующие ключевые положения синергетики, которые дают достаточно полное представление о ней.

«1. Исследуемые системы состоят из нескольких или многих одинаковых или разнородных частей, которые находятся во *взаимодействии* друг с другом.

2. Эти системы являются *нелинейными*.

3. При рассмотрении физических, химических и биологических систем речь идет об *открытых системах*, далеких от теплового равновесия.

4. Эти системы подвержены внутренним и внешним *колебаниям*.

5. Системы могут стать *нестабильными*.

6. Происходят *качественные изменения*.

7. В этих системах обнаруживаются *эмерджентные** новые качества.

8. Возникают *пространственные, временные, пространственно-временные или функциональные структуры*.

9. Структуры могут быть *упорядоченными* или *хаотичными*.

10. Во многих случаях возможна математизация» [1, стр. 55].

Среди отмеченных черт следует особо подчеркнуть возникновение динамического хаоса, нелинейность, открытость систем, подверженность их колебаниям. Развитие идет через неустойчивость посредством бифуркационных (от лат. *bifurcus* - раздвоение) возбуждений с образованием структур, которые часто называют аттракторами (от лат. *attrahere* - притягивать). Синергетическое развитие опирается на детерминированный хаос: закономерное и многократное чередование порядка и хаоса. Рассмотрим эти особенности более подробно.

* Эмерджентный (англ. *emerge* - возникать, появляться) - возникающий в целом. Этого свойства нет в составных частях системы.



Вот как порой проявляется простота. (Уильям Гэрнетт)
 [П.Эткинс. Порядок и беспорядок в природе, 1987. стр. 199].

Открытие динамического хаоса, возможно, - самое выдающееся свершение XX столетия. Оказалось, что основополагающий системный фактор определяется не хаотичностью, а взаимодействиями, динамикой, следствием чего является рождение в хаосе порядка, упорядоченности. Статический хаос несет разрушение, деструкцию, но хаос динамический может создавать структуры самой невероятной упорядоченности, обладающие многими осями симметрии, многоступенчатой иерархией, тенденцией к усложнению. Одним из ярких примеров подобных структур являются снежинки. Открытость систем означает наличие в них источников и стоков вещества, энергии, информации, без подвода которых самоорганизация прекращается. В любых закрытых системах организующее начало отсутствует, наступает стагнация, организмы вымирают. Порядок нового типа возникает за счет когерентности - механизма «коммуникации» между молекулами и другими частицами (элементами). Но связь такого типа может возникать только в сильно неравновесных условиях. Колебания направляют эволюцию системы к созданию относительно устойчивых структур. Нелинейность обеспечивает неустойчивость, многообразие, набор случайностей, возникновение бифуркации. Небольшая флуктуация может стать отправной точкой эволюции в совершенно новом направлении, которое резко изменит все поведение макроскопической системы.

Синергетическая система состоит из подсистем самой разной природы: электронов, атомов, молекул, клеток, органов, животных и даже людей. Под самоорганизацией в синергетике понимаются процессы возникновения макроскопически упорядоченных пространственно-временных структур в сложных нелинейных системах, находящихся в далеких от равновесия состояниях, вблизи особых критических точек - точек бифуркации, в окрестности которых системы становятся неустойчивыми. «Механизмами» самоорганизации могут служить изменение управляющих параметров, изменение числа компонент, фазовые переходы и т. п. Порядком принято называть множество элементов любой природы, между которыми существуют устойчивые («ре-

гулярные») отношения, повторяющиеся в пространстве или во времени, или в том и другом. Хаос - это множество элементов, между которыми нет устойчивых (повторяющихся) отношений. В различных разделах математики, информатики, естественных наук имеются свои конкретные определения порядка и хаоса.

Генезис, история развития, основные направления. Возможно, первым сформулированным принципом теории самоорганизации является принцип древнекитайской философии «ли» - принцип естественного порядка. Шумерские жрецы, стоявшие у истоков второй информационной революции (создание письменности), были убеждены в том, что будущее запечатлено тайными письменами в событиях, происходящих вокруг нас в настоящем. Тысячелетнюю историю имеет идея о синергии Бога и человека, давно привлекающая богословов и верующих. «Синергия» означает совместное взаимодействие различных потенциалов или видов энергий в целостном действии. В христианской религии этот термин означает слияние человека и Бога в молитве. В естественных науках явление синергизма (взаимное влияние, содействие, поддержка) отмечено уже давно. Так, в физиологии около ста лет назад Шеррингтоном были описаны мышцы-синергисты, например, согласованно действующие при работе конечностей сгибательные и разгибательные мышцы. Среди химических веществ как синергисты действуют тяжелые

Автор: nervny (194.186.127.18)
 Дата: 27.06.2003 12:06:02 Рейтинг :75,0
 Название: Не ценим!

металлы - свинец, и
 ческих концепций си
 ный труд во всех обл
 тельности, являющ
 Теории органи

шествующих синерг
 нетика), опирались, Шагаем ботинком сминая слова
 сознательной целк И смех наш тяжёлой, увесистой массой
 живых существ. Тек Бьёт больно и глупо, как обух - дрова.

организованности природы

и обще за. Кроме того, в

восьмидесятих годах про
 шлого века появилась семи
 одинамика, изучающая дина
 мические аспекты теории
 зник. Концепция эволюционизма
 общие закономерности воз
 никновения, развития и отми
 рания организмов.

в знакомом представлении
 Синергетика сделала сле
 дующий шаг в развитии не

досконально исследован
 используя в исследованиях

саморганизации представ
 ления, которые также не

динамического хаоса.

Вам не нужны - насил
 Важнейшие направ

было порождено, развива
 ются. бельгийской школой

диссипативных процессов

И. Р. Пригожина. В диссипа
 тивных системах Автор:Камани

упорядоченного п Дата: 27.06.20
 переходит в энерги Название: "Т

рядоченного проце
 конечном итоге - в т Белой извест

Школа И. Р. Пр и лишь губы
 сосредоточилась н. четверть века искусство оптимизма

довании механизме знаешь, все опять как всегда

зования диссипе
 структур и изучении

мы необратимости
 Развитие идей этой

новесных открытых
 извольное возникн

тур, рождение поря
 известна школа неп

льштама, С. П. Курд
 мании - школа лазерной физики г. хагена. Есть

направления синергетики, ориентированные на
 изучение точек и прилегающих к ним зон бифурка

ции, режимов с обострением, проблем биологии,
 психологии, гуманитарных и общественных наук.

Прозрачной мантией из света звезд,

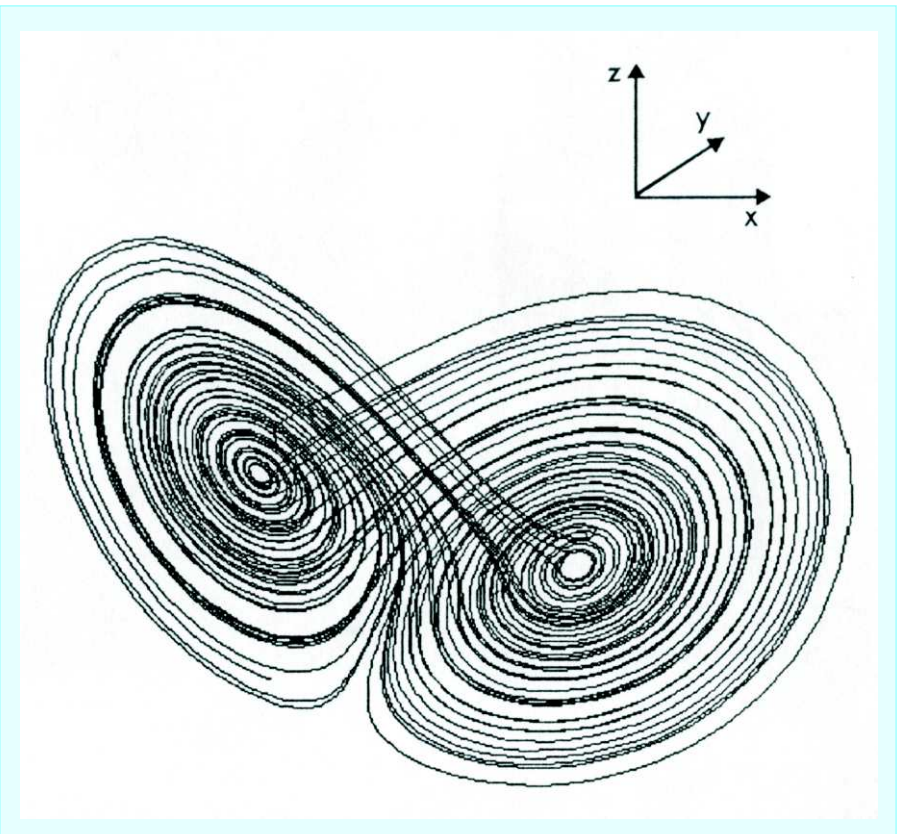
Откроет душу мне твою навстречу,
 Отмыв теплом ее от горечи и слез.

И мы без слов потянемся друг к другу.

кса синергетичес-

и созидания, дегра
 ой имеют объектив-

(нарастания слож
 эт единый алгоритм,
 и, в которых они осу-



Хаотическое движение в диссипативной системе
 [Дульнев. Введение в синергетику. стр.235].

ого подхода.

разрушитель, и как
 ет осуществляться
 ятие «хаос» оказа
 ем представлялось

г через случайный
 выбор в точке бифуркации одного из возможных
 путей дальнейшей эволюции. Следовательно, слу
 чайность встроена в механизм эволюции, и невоз
 можно установить жесткий контроль над процесса
 ми, которые испытывают бифуркационные измене-

ния. Варианты развития системы можно предвидеть, но какой именно будет выбран, предсказать невозможно.

Методология синергетического подхода впервые была разработана И. Р. Пригожиным в термодинамике открытых систем, рассматривающей далекие от теплового равновесия открытые нелинейные системы. Самоорганизация предполагает выполнение следующих условий: 1) система должна быть открытой и находиться достаточно далеко от состояния, соответствующего термодинамическому равновесию; 2) необходимо, чтобы порядок возникал благодаря флуктуациям, которые сначала осуществляют, а затем усиливают его (принцип образования порядка благодаря флуктуации); 3) изменения, появляющиеся в системе, не устраняются, а напротив, накапливаются и усиливаются, что и приводит к возникновению нового порядка и структуры (наличие положительной обратной связи); 4) достижение системой некоторого критического состояния способно обеспечить достаточно густую сеть (структуру) взаимодействий элементов системы и возникновение кооперативного поведения этих элементов.

Философские и культурологические аспекты синергетики. Как утверждал Гете, целое вполне обнаруживает себя, оно указывает на все остальное. В то же время подлинная открытость, также как и открытая методология, в которой она нуждается, не подвластны жесткому контролю. Таким образом, методы синергетики становятся основой современного синтеза материального и духовного, идеального и реального, естественных и гуманитарных наук. «Искусственное может быть детерминированным и обратимым. Естественное же непременно содержит элементы случайности и необратимости, что приводит нас к новому взгляду на роль материи во Вселенной. Материя более не пассивная субстанция, описываемая в рамках механистической картины мира, ей также свойственна спонтанная активность» [2, стр. 18]. «Замечательная особенность процессов (*рассматриваемых синергетикой* - Н. К.) заключается в том, что при замене равновесных условий сильно неравновесными система переходит от повторяющегося и общего к уникальному и специфичному. Действительно, законы равновесия обладают высокой общностью: они универсальны. Что же касается поведения материи вблизи состояния равновесия, то ему свойственна «повторяемость». Вдали же от равновесия начинают действовать различные механизмы, создающие возможность возникновения диссипативных структур различных типов» [там же, стр. 21-22]. Делая акценты на уникальность, специфичность неживой природы,

синергетика «перекидывает мосты» от нее к другим мирам и сферам: живому, общественному, духовному.

«Существует тенденция забывать, что все естественные науки связаны с общечеловеческой культурой и что научные открытия, даже кажущиеся в настоящий момент наиболее передовыми и доступными пониманию немногих избранных, все же бессмысленны вне своего культурного контекста. Та теоретическая наука, представители которой внушают друг другу идеи на языке, в лучшем случае понятном лишь малой группе близких попутчиков, - такая наука непременно оторвется от остальной человеческой культуры; в перспективе она обречена на бессилие и паралич, сколько бы ни продолжался и как бы упрямо ни поддерживался этот стиль для избранных, в пределах этих изолированных групп, специалистов» [3, стр. 261]. Будучи ориентированной на культурные (мировоззренческие) универсалии, синергетика активно проникает во многие гуманитарные и общественные науки.

Так, например, Г. Ю. Ризниченко выделяет следующие характерные черты социальной синергетики.

«1. Следует расстаться с мифом о всеисилии знания и возможности однозначного предсказания в случае полностью известной структуры системы, законов взаимодействия, ее компонентов и начальных условий. Найти единственно верное решение невозможно.

2. Решения, которые нашла природа за миллионы лет, по-видимому, оптимальны. Попытки перекармливания природы в угоду человеку приводят к системам, энергетическая эффективность которых, в конечном счете, ниже природной.

3. Невежество (или псевдознание) линейно-детерминистического мышления в конце XX (*начале XXI* - Н. К.) века ведет к глобальному экологическому кризису.

4. Нелинейная парадигма обнадеживает в тех ситуациях, которые кажутся безвыходными. Существенность малых усилий в критических ситуациях может вывести систему на иную благоприятную возможность из того спектра возможностей, которым обладает сложная система» [4, стр. 215-216].

Гуманитарные науки, литература, искусство уделяют все больше внимания взаимодействию хаоса и порядка. Антуан де Сент-Экзюпери писал, что жизнь создает порядок. Порядок же бессилён создать жизнь. Александр Блок выделял три дела поэта-художника: приобщиться к хаосу, привести его звуки в гармонию, внести ее в мир. «Две опасности не перестанут угрожать миру: порядок и беспорядок», - подчеркивал П. Валери [5, стр. 88]. Эти

художники обостренно чувствовали фундаментальное свойство природы - скользящую границу между хаосом и порядком, благодаря которой существует познание, развиваются все виды литературы и искусства. В природе симметрия всегда сочетается с хаосом. Примером могут служить две половины человеческого мозга, одна из которых ориентирована на порядок, другая на хаос. В выдающихся сооружениях архитектуры использовано замыкание симметричного в целом ансамбля ярким асимметричным звеном. «Асимметричная симметрия» присутствует в притчах, священных книгах, литературных и художественных парадоксах, прекрасно коррелируя с устройством человеческого организма, структурой электромагнитного поля и т. п.

Все это меняет представление о значении порядка и хаоса в жизни человека. В эпоху классической науки было принято считать, что ее развитие осуществляется путем сведения сложности реального мира к скрытой за ней простоте, а затем к переходу от одного порядка к другому. Однако постнеклассическая наука рассматривает случайность в качестве фундаментальной категории, без которой немыслимо развитие природы, человека, общества. Онтологический статус случайности, также как и большинства из рассмотренных выше общенаучных понятий, образующих свою синергетическую сеть, позволяет человечеству каталитически влиять на свое развитие. Возможно, в дальнейшем человек сможет одухотворять различные иерархически взаимосвязанные уровни природы.

Важнейшим аспектом синергетики является и развитие личностного знания. «Это, во-первых, позиция самообучения вере, как вере самому себе. Это, если угодно, технология собственной самоорганизации личности ученого, пребывающего в науке, делающего эту науку, находящего путь к

себе через посредство науки, обретающего уверенность в преодолении сомнений и т. д. ... Во-вторых, целостное восприятие мира, формируемое синергетикой у отдельной личности приобретает два измерения: коммуникативное, с одной стороны, и автопоэтическое, - с другой» [6, стр. 12, 14].

Синергетика предполагает качественно иную картину мира по сравнению не только с той, которая лежит в основании классической науки, но и с той, которую принято считать квантово-релятивистской картиной неклассического естествознания первой половины XX века. «Происходит отказ от образа мира как построенного из элементарных частиц - кирпичиков материи - в пользу картины мира как совокупности нелинейных процессов» [7, стр. 546].

Список литературы

1. Интервью с профессором Г. Хакеном // *Вопросы философии*. - 2000. - № 3. - С. 53-61.
2. Пригожин И., Стенгерс И. *Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой*. - М.: Эдиториал УРСС, 2000. - 312 с.
3. Шредингер Э. *Существуют ли квантовые скачки?* // *Избранные труды по квантовой механике*. - М.: Наука, 1976.
4. Ризниченко Г. Ю. *Нелинейное естественнонаучное мышление и экологическое сознание* // *Экология. Экологическое образование. Нелинейное мышление*. - М., 1998. - С. 205-216.
5. Валери П. *Об искусстве*. - М.: Искусство, 1993. - 622 с.
6. Аршинов В. И. *Синергетика как феномен постнеклассической науки*. - М.: Изд-во ИФ РАН, 1999. - 203 с.
7. *Синергетика. Новая философская энциклопедия*. В 4 т. - Т. 3 - М.: Мысль, 2001. - 693 с.



Архив мудрых мыслей

Не смотри на ученость, как на корону, чтобы ею красоваться, ни как на корову, чтобы кормиться ею.

Л. Толстой