

Ю.А.Данилов

Синергетика — внутри и вокруг человека

В том, что синергетика, занимающаяся изучением сложных (многоэлементных) систем, элементы которых взаимодействуют между собой нелинейным образом, обратилась к изучению столь сложной системы, как человек и человеческое общество, вполне естественно и поэтому не вызывает удивления.

Синергетика — язык междисциплинарного общения

Подводя итог тридцатилетней деятельности на поприще синергетики, ее создатель профессор Г.Хакен высказал следующее признание: «Хотя синергетика возникла в рамках естественных наук, мне всегда представлялось, что ее возможные важнейшие приложения будут касаться специфических человеческих и социальных процессов. Здесь перед нами открывается чрезвычайно обширное поле исследования. Причем для меня уже неоднократно возникали сюрпризы в развитии синергетики. Например, интересные эксперименты по исследованию движения пальцев, проведенные С.Келсо, которые удалось очень хорошо объяснить с помощью понятия синергетики. Еще одним неожиданным применением стал синергетический компьютер, который показал, каким образом понятия синергетики могут быть применены к информатике. Очень важной областью является, на мой взгляд, медицина, где проводятся увлекательные фундаментальные исследования» [5].

Наследница теории колебаний, говорившая, по утверждению Л.И.Мандельштама, на «интернациональном языке» науки, синергетика, акцентируя внимание не на предметных особен-

ностях той или иной области знания, а на сущности процессов, изучаемых в них, служит своего рода поставщиком языка междисциплинарного общения.

В отличие от таких наук, как, например, химическая физика или физическая химия, возникших на стыке двух наук, одна из которых дает предмет, а другая метод исследования, синергетика наводит мосты между ними, усматривая общность далеких на первый взгляд наук в глубинном единстве их концептуальной базы и математических моделей. Разумеется, перевод с дисциплинарного языка на синергетический не обходится без издержек и изъянов, хорошо знакомых переводчикам обычных текстов. Критерием правильности перевода на синергетический язык может служить «обратный перевод» на язык первоначальных понятий: проверка того, не утрачивают ли первоначальные понятия свой смысл. Как и в случае перевода обычных текстов перевод понятий — высокое искусство, требующее от переводчика высокого знания, высокой ответственности, оттачиваемых практикой.

Головной мозг человека

По оценкам современных нейрофизиологов [1] мозг человека состоит из 10^{11} нейронов, на каждый из которых приходится по 10^4 связей. Эти данные достаточно убедительно свидетельствуют о том, что головной мозг человека по праву можно считать сложной системой, какого бы определения сложности мы ни придерживались. Ясно, что детальное описание активности каждого из 10^{11} нейронов — занятие бесперспективное и довольно бессмысленное. Даже если бы такое описание удалось реализовать, то обилие информации препятствовало бы сколько-нибудь рациональной ее обработке и использованию (налицо была бы ситуация, явно противоречащая шутилкой по форме, но глубокой по существу заповеди: «Глупость вычислителя не должна превосходить вычислительные возможности компьютера»).

Не менее сложными объектами для исследования служат электрические и магнитные сигналы, свидетельствующие об активности головного мозга.

И в случае анализа структуры головного мозга, и в случае анализа электро- и магнито-энцефалограмм необходимо прибегнуть к так называемому «сжатию информации».

Операция «сжатия информации» знакома всем, кто работает в областях, занимающихся изучением сложных систем, но в каждой области производится по-своему. Например, в статистической физике принято отказываться от описания индивидуальных элементов, образующих большой «ансамбль», а описывать усредненные характеристики ансамбля. Нужно ли говорить, что при таком способе сжатия информации неизбежно происходит ее частичная потеря. То же самое можно сказать и о способах сжатия информации, используемых в других науках, занимающихся изучением сложных (многоэлементных) систем.

В отличие от всех них синергетика использует принципиально другой подход к сжатию информации, позволяющий избежать частичной потери информации. Синергетический подход основан на использовании так называемого принципа подчинения. Было показано, что каждая сложная система, эволюционируя во времени, достигает такого момента, когда старое состояние теряет устойчивость и на смену ему приходит новое, первоначально стабильное состояние. Стабильное состояние системы описывается так называемыми параметрами состояния. Их довольно много. В момент перехода из одного состояния в другое в игру вступают так называемые параметры порядка. Их существенно меньше, чем параметров состояния, которые становятся функциями параметров порядка, или, иначе говоря, параметры состояния «подчиняются» параметрам порядка. В результате описание системы резко сокращается — происходит сжатие информации. А поскольку параметры порядка несут в себе всю полноту информации о системе, потери информации не происходит.

Параметры порядка в свою очередь являются функциями параметров состояния (принцип круговой причинности).

Важно подчеркнуть, что потеря устойчивости старым состоянием и переход системы в новое, первоначально стабильное, состояние происходят без какого бы то ни было воздействия извне вследствие нелинейности самой системы, что дало повод назвать синергетику теорией явлений самоорганизации.

Не следует думать, будто все сказанное в этом разделе является плодом изошренной фантазии теоретиков. Теоретические выводы синергетики убедительно подкреплены экспериментальными данными нейрофизиологов, психологов, психиатров, а кое-какие результаты научных исследований нашли применение в клинической практике.

Синергетический подход оказался плодотворным не только в физиологии головного мозга и высшей нервной деятельности (см. [1] и приведенный там в конце книги обширный список литературы), но и в физиологии движения [1].

Физиология движения

Совместные исследования, проводимые с 1983 г. известным нейрофизиологом С.Келсо и проф. Г.Хакеном [1], позволили выявить интересные особенности физиологии движений человека и построить модели зрительного восприятия на основе более ранних исследований Хакена по распознаванию образов.

Выяснено, какие изменения в поведенческих паттернах человека возникают в результате обучения. Понятийный и математический аппарат синергетики оказался полезным и при анализе движений не только человека и животных. Оказалось, что синергетический анализ мелких движений человеческого тела, стремящегося удержаться в вертикальном положении, приводит к результатам, имеющим прогностическую ценность и позволяющим распознавать на ранней стадии скрытые заболевания. Еще одна группа наблюдений была связана с анализом аллюров диких и домашних животных.

Социально-экономическая сфера

Сложное поведение, демонстрируемое различными параметрами, характеризующими социальную и экономическую деятельность человеческого общества, как нельзя лучше поддается анализу синергетическими методами: принцип подчинения, позволяющий осуществить без потерь информации ее сжатие, существенно облегчает анализ и позволяет делать важные прогнозы и принимать обоснованные решения [2].

Другие применения синергетики

Человеческая деятельность поразительно сложна и разнообразна, но во всех ее разновидностях всякий раз, когда речь заходит об анализе сложных процессов, синергетические методы оказываются эффективными.

Вместе с тем нельзя не предупредить об опасности переоценки возможностей синергетики: синергетика — не панацея, и возможности ее хотя и широки, но все же ограничены. Чтобы не питать ложных иллюзий относительно того, что может синергетика, ее понятия следует сверять с теми, которые ввел в научный обиход ее создатель профессор Герман Хакен, директор Института теоретической физики и синергетики Штутгартского университета и которые изложены в его многочисленных книгах, многие из которых переведены на русский язык [3,4].

Литература

1. **Haken H.** Principles of Brain Functioning. A Synergetic Approach to Brain Activity, Behavior and Cognition. Heidelberg—N.Y.: Springer-Verlag, 1996. Русский перевод: **Хакен Г.** Принципы работы головного мозга. Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. М.: Per Se, 2001.
2. **Pru T.** Nonlinear Economic Dynamics. Berlin—Heidelberg, 1989-1997. Русский перевод: **Пу Т.** Нелинейная экономическая динамика. Ижевск: R&S Dynamics, 2000.
3. **Хакен Г.** Синергетика. М.: Мир, 1980.
4. **Хакен Г.** Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985.
5. Интервью с проф. Г.Хакенем «Синергетике 30 лет» // Вопр. философии. 2000. № 3. С. 53—61.