

# ВОЗНИКНОВЕНИЕ СИНЕРГЕТИКИ

**М.С. Казаева**

Набережночелнинский институт КФУ

Научный руководитель д.т.н., профессор Б.Л. Кузнецов

## Аннотация

В данной статье рассмотрены основные определения, основное назначение, а также цель синергетики, отличительная особенность синергетики от других наук, ключевое направление эволюции синергетики.

**Ключевые слова:** синергетика, бифуркация, аттракторы, флуктуация.

Актуальностью темы является тот факт, что в последние годы стремительно растёт интерес к относительно новому направлению в науке «синергетике». Область исследования синергетики до сих пор четко не определена, так как цепляет разные дисциплины, а основные методы синергетики взяты из нелинейной неравновесной термодинамики. Синергетика родом из физических дисциплин, таких как термодинамика и радиофизика, однако, её идеи носят междисциплинарный характер. Они как бы подводят базу под совершающийся в естествознании глобальный эволюционный синтез.

Герман Хакен в 1969 году впервые употребил термин “синергетика”, а в 1973 году, на первой конференции по проблемам самоорганизации Герман Хакен сделал доклад, с которого фактически и отсчитывает свое время жизни синергетика. Герман Хакен обратил внимание на то, что кооперативные, взаимосогласованные явления наблюдаются в самых разнообразных системах: это и гидродинамические неустойчивости, и автокаталитические химические реакции, и динамика популяций, образование макромолекул и циклонов в атмосфере [1]. Все это примеры совместных, синергетических эффектов.

Синергетика - междисциплинарное направление научных исследований, задачей которого является изучение природных явлений и

процессов на основе принципов самоорганизации систем. Синергетика характеризуется тремя исходными положениями: нелинейностью, самоорганизацией и открытостью системы. Предназначение синергетики, как науки заключается в том, чтобы определить основные принципы, как из хаоса вырастают высокоорганизованные системы. Общий смысл комплекса синергетических идей заключается в следующем:

- процессы разрушения и созидания, деградации и эволюции во Вселенной имеют объективный характер;

- процессы созидания (нарастания сложности и упорядоченности) имеют единый алгоритм, независимо от природы систем, в которых они осуществляются;

- новизна синергетического подхода заключается в следующем. Хаос выступает и как разрушитель, и как созидатель. Понятие "хаос" оказалось гораздо более глубоким, чем представлялось ранее. Поэтому наряду с понятием "хаос" появилось определение "беспорядок", как нарушенный порядок. Хаотическое состояние содержит в себе неопределенность - вероятность и случайность, которые описываются при помощи понятий информации и энтропии. Зародышем самоорганизации служит "вероятность" - упорядоченность возникает через флуктуации, устойчивость через неустойчивость.

Цель синергетики - найти совместно с другими науками принципы самоорганизации.

В отличие от пограничных наук, которые действуют в довольно узкой полосе смежных наук, синергетика извлекает системы, которые представляют для нее интерес, из самой глубины предметной области частных наук, с тем, чтобы проводить исследование, не апеллируя к природе данной системы, а используя свои специфические средства и свой междисциплинарный язык.

Ключевыми идеями синергетики являются: открытость, неравновесность, нелинейность. Неравновесность можно определить как

состояние открытой системы, при котором происходит изменение ее макроскопических параметров, то есть ее состава, структуры и поведения. Открытость – способность системы постоянно обмениваться веществом (энергией, информацией) с окружающей средой и обладать как «источниками» - зонами подпитки ее энергией окружающей среды, действие которых способствует наращиванию структурной неоднородности данной системы, так и «стоками» – зонами рассеяния, «сброса» энергии, в результате действия которых происходит сглаживание структурных неоднородностей в системе. Открытость является необходимым условием существования неравновесных состояний, в противоположность замкнутой системе, неизбежно стремящейся, в соответствии со вторым началом термодинамики, к однородному равновесному состоянию. Нелинейность - свойство системы иметь в своей структуре различные стационарные состояния, соответствующие различным допустимым законам поведения этой системы. Нелинейность рассматривается как необычная реакция на внешние воздействия, когда «правильное» воздействие оказывает большее влияние на эволюцию системы, чем воздействие более сильное, но организованное неадекватно ее собственным тенденциям. Важным достижением синергетики является открытие механизма резонансного возбуждения.

Многие ученые - синергетики хорошо знают смысл слова бифуркация, однако, немногие догадываются о том, что это слово является ключевым для понимания смысла синергетики.

Бифуркация представляет собой разделение или разветвление чего-либо на два потока, на два направления. Таким образом, бифуркация прямо указывает на источник - закономерность двойственности, порождающей единый закон эволюции двойственного отношения.

Ключевое направление эволюции синергетики - изучение фазовых переходов систем из одного устойчивого состояния в другое, т.е. изучение трансформации неравновесных систем из одного состояния в другое. Это значит, что такие системы уже изначально имеют замысел своего развития.

В силу определения синергетики “начальные условия” для “нелинейного функционала” на определены (Хаос). “Конечные условия” (Порядок) также являются неизвестными. В результате мы получаем множество “траекторий движения”, исходящих из множества исходных точек и входящих во множество результирующих точек. Это означает, что выбор исходной и конечной точек “траектории движения” является в некотором роде “искусством”. Синергетика определила только несколько видов граничных множеств (исходных и результирующих), которые в рамках синергетики носят гордое название аттракторы (О хаосе), которые определяют только сценарии, которым удовлетворяют некоторые множества траекторий движения.

Основное понятие синергетики - определение структуры как состояния, возникающего в результате многовариантного и неоднозначного поведения таких многоэлементных структур или многофакторных сред, которые не деградируют к стандартному для замкнутых систем усреднению термодинамического типа, а развиваются вследствие открытости, притока энергии извне, нелинейности внутренних процессов, появления особых режимов с обострением и наличия более одного устойчивого состояния [2].

Существуют две школы, в рамках которых развивается синергетический подход: школа нелинейной оптики, квантовой механики и статистической физики Германа Хакена; Физико-химическая и математико-физическая Брюссельская школа Ильи Пригожина, в русле которой формулировались первые теоремы (1947 г.), разрабатывалась математическая теория поведения диссипативных структур, раскрывались исторические предпосылки и провозглашались мировоззренческие основания теории самоорганизации, как парадигмы универсального эволюционизма.

Фундаментальным принципом самоорганизации служит возникновение нового порядка и усложнение систем через флуктуации (случайные отклонения) состояний их элементов и подсистем. Такие флуктуации обычно

нейтрализуются во всех равновесных системах за счёт отрицательных обратных связей, обеспечивающих сохранение структуры и близкого к равновесию состояния системы. Но в более сложных открытых системах, благодаря притоку энергии извне и усилению неравновесности, отклонения со временем возрастают, накапливаются, вызывают эффект коллективного поведения элементов и подсистем и, в конце концов, приводят к «расшатыванию» прежнего порядка и через относительно кратковременное хаотическое состояние системы приводят либо к разрушению прежней структуры, либо к возникновению нового порядка [3]. Поскольку флуктуации носят случайный характер, то появление любых новаций в мире обусловлено действием суммы случайных факторов.

Ещё одна причина развития - «притяжение». При изучении процессов самоорганизации было зафиксировано то обстоятельство, что среди возможных ветвей эволюции системы далеко не все являются вероятными, «что природа не индифферентна, что у неё есть „влечения“ по отношению к некоторым состояниям», — в связи с этим синергетика называет конечные состояния этих систем «аттракторами». Аттрактор определяется как состояние, к которому тяготеет система.

Синергетика объясняет процесс самоорганизации в сложных системах следующим образом: система должна быть открытой; открытая система должна быть достаточно далека от точки термодинамического равновесия; фундаментальным принципом самоорганизации служит возникновение нового порядка и усложнение систем через флуктуации (случайные отклонения) состояний их элементов и подсистем; этап самоорганизации наступает только в случае преобладания положительных обратных связей, действующих в открытой системе, над отрицательными обратными связями; самоорганизация в сложных системах, переходы от одних структур к другим, возникновение новых уровней организации материи сопровождаются нарушением симметрии [4].

Таким образом, синергетика является радикально новым способом видения мира, а главная заслуга синергетики состоит в том, что она убедительно доказала, что линейный характер эволюции сложных систем, к которому привыкла классическая наука, не правило, а, скорее, исключение; развитие большинства таких систем носит нелинейный характер. Синергетика позволяет современной науке выйти на принципиально новые рубежи в миропонимании, нетрадиционном объяснении многих явлений и парадоксов развития. Отсюда становится понятным, почему сегодня так важно, чтобы синергетика изучалась каждым человеком и прежде всего теми, кто в силу своих профессиональных обязанностей ученого, руководителя, инженера, экономиста, предпринимателя, педагога не может оставаться в стороне от современной революции в естествознании и обществознании, новых тенденций в научном познании.

### **Литература**

1. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. - М.: Мир, 1985. - 423 с.
2. Кузнецов Б.Л. Теория управления сложными организационными системами (учение о синергетике) / Б.Л. Кузнецов, д.т.н., проф.; ГОУ ВПО «Кам. гос. инж.-экон. акад.»-Набережные Челны: Изд-во Кам. гос. инж. экон. акад., 2012.-116 с.
3. Василькова В. В. Порядок и хаос в развитии социальных систем: Синергетика и теория социальной самоорганизации. - СПб.: Лань, 1999.
4. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Основания синергетики: Режимы с обострением, самоорганизация, темпомиры. - СПб.: Алетейя, 2002. - 414 с.