

*Дмитрий Гущин, Санкт-Петербург*

## ОТ ОПИСАНИЯ ПОНЯТИЙ К ИЗУЧЕНИЮ ФЕНОМЕНОВ

*Хаос — непостижимое разумом состояние системы*

*(Из мыслей студента-физика)*

Хаос? На первый взгляд кажется, что с определением хаоса никаких трудностей быть не должно. Когда мы были маленькими, мы запомнили — для того, чтобы тебя не запятали надо двигаться непредсказуемо, и хотя тогда мы не знали слова «хаотично», мы убегали и уворачивались от водящего именно таким образом. Когда мы подросли, нам рассказали, что хаотичным является броуново движение пылинки, перемещающейся в жидкости из-за соударений с молекулами. А когда мы выросли, мы сами стали рассказывать другим, что же такое хаос. Так передаются знания. Но всё-таки, что же такое хаос?

Специфика этого понятия, его объём и границы применимости не являются строго определёнными ни в современной физике, ни в других науках. И, как это часто бывает, если у нас нет точного определения какого-то процесса или явления, мы стараемся привести его характерные описания. Именно так обстоит дело с понятиями порядка и хаоса: в своем историческом развитии физика, социология, теория сложных систем исследовали не собственно феномены хаоса и порядка, а, скорее, их атрибутивные характеристики — равновесность — неравновесность, устойчивость — неустойчивость, динамика — гомеостаз, симметрия — асимметрия, предсказуемость — непредсказуемость и др.

Но даже и сами эти характеристики зачастую имеют очень размытые границы. Проанализируем следующий шуточный пример (<http://old-white-cat.narod.ru/haos.html>). «Запустим в чисто прибранную комнату несколько детишек, желательно разного возраста. То, что мы увидим в комнате через пару часов, будет являть собою хаос в его чистом виде. Теперь выгоним детей, они нам больше не нужны, и запустим хозяйку дома. Слушать ее мы не будем, это слишком мучительно и совершенно бесполезно, а вот за видом комнаты будем наблюдать и фотографировать через каждые пять минут. Через несколько часов у нас в руках будут виды комнаты по мере ее приборки. Последний вид будет соответствовать порядку, а промежуточные по мере уборки покажут уменьшение хаоса и увеличения порядка.

Давайте представим, что после ухода детишек мы переложим на полу пару предметов. Понятное дело, что ничего не изменится по сути, как был погром, так и остался. Давайте еще что-нибудь переложим, опять ничего не меняется. Теперь посмотрим на последнюю фотографию. Достаточно переложить хоть одну вещь и порядок нарушится. Ага, вот и различие, порядок уникален, а хаос, что не переставляя местами, все равно остается хаосом. Ясно теперь, как определить и промежуточные состояния — чем больше вариантов перестановок, тем выше хаос, тем меньше порядка».

Со всем ли мы готовы согласиться? Несмотря на кажущуюся лёгкость в отличении порядка от хаоса, в действительности, нам неизвестно точно, что такое «порядок в комнате». Совсем не факт, что мы не готовы будем принять предпоследнюю фотографию за последнюю; и не исключено, что после следующего набега детей хозяйка дома приберёт его иначе. Иными словами, следует отличать объективный порядок, такой, как, например, алфавитный порядок слов в словаре, и субъективный, такой, как порядок в комнате.

Проиллюстрируем субъективность понимания порядка ещё одним примером ([http://holism.narod.ru/book1/2\\_7.htm](http://holism.narod.ru/book1/2_7.htm)). «Представим себе, что в каждой клетке шахматной доски стоит маленький человек. У каждого человека есть задание — за максимально короткий срок побывать в каждой клетке. Человечки неотличимы друг от друга. Движения человечков стороннему наблюдателю будут казаться хаотическими, так как каждый из них будет самостоятельно выбирать маршрут движения. Если же каждому участнику перестроений предложить заранее продуманный маршрут посещения всех клеток, и они начнут двигаться

каждый по своему алгоритму, то стороннему наблюдателю это очень упорядоченное движение всё равно будет казаться хаотическим в силу невозможности отследить 64 траектории одновременно».

В целом, интуитивно мы склонны приписывать большому и медленному свойство упорядоченности, а малому и быстрому — беспорядка. Почти все процессы в природе протекают хаотично. Хотя бы потому, что все объекты живой и неживой природы состоят из постоянно и хаотично движущихся молекул и атомов. У нас ведь даже масса тела из-за этого непостоянна, но только заметить это можно было бы только стоя на весах, чувствительных к весу отдельных молекул. Наблюдаемый нами мир представляется нам стабильным из-за того, что наше сознание обычно интегрирует, обобщает информацию, воспринимаемую органами чувств, и поэтому мы не видим мелких «дрожаний» — флуктуаций — в окружающей нас природе. Именно поэтому мы считаем птичий клин упорядоченным, организованным, не замечая его постоянных изменений и отклонений от идеальной формы.

Но как же всё-таки связаны между собой упорядоченные и хаотические явления, и как содержательно и математически строго сформулировать закономерности, которые описывали бы переход от хаоса к порядку и наоборот?

Оказывается, несмотря на непрекращающиеся усилия большого числа исследователей из разных стран, ещё не удалось окончательно решить, казалось бы, вполне невинную задачу о форме струи жидкости, обтекающей препятствие (вспомните большой камень в речке). Если скорость жидкости невелика, она течёт плавно. При увеличении скорости течения в потоке начинают образовываться вихри, с дальнейшим ростом скорости вихри все больше увлекаются потоком, и возникает нестационарное течение: вода неожиданно закручивается в водоворотах и как будто по собственной прихоти бросается то туда, то сюда. Крупные вихри порождают непредсказуемое, неупорядоченное состояние, и, наконец, структура потока становится полностью турбулентной — хаотической ([2]).

Трудность с математическим описанием хаотического движения течения состоит в том, что большинство физических систем оказываются очень чувствительными к слабым воздействиям. Например, если чуть-чуть подтолкнуть камень, лежащий на вершине скалы, то он покатится вниз по неизвестной заранее траектории, причем небольшое изменение начального воздействия приводит к принципиально иному конечному положению камня.

Однако хаос — явление, характерное не только для физических систем. Хаос и порядок характеризуют самые разные области окружающего нас мира. Это и товарно-денежные отношения: продавцы продают, покупатели покупают, заключаются миллиарды сделок, но в хаосе рынка устанавливаются определенные закономерные отношения, которые изучает экономика как наука. Сложной системой со своим хаосом и порядком являются естественные языки: случайным образом грамматические закономерности возникают и распространяются среди носителей языка случайным образом, с течением времени одни случайности закрепляются в грамматике, вытесняя собой прежние.

Исследованиями самоорганизации порядка из хаоса занимается синергетика — междисциплинарное направление научных исследований, возникшее в начале 70-х годов двадцатого века и ставящее в качестве своей основной задачи познание общих закономерностей и принципов, лежащих в основе процессов самоорганизации в системах самой разной природы: физических, химических, биологических, технических, экономических, социальных. До развития синергетики наука рассматривала отдельно хаос и порядок, причем основное внимание уделялось именно порядку, ибо его можно описать относительно простыми математическими уравнениями.

Синергетика выявляет пути зарождения в хаосе порядка, его поддержания и распада. Интересно, что как в установлении, так и в разрушении порядка огромную роль играют флуктуации — отклонения системы от некоторого среднего состояния, вызванные слабыми воздействиями. Благодаря этим воздействиям система в одних случаях приобретает упорядоченность, в других эта упорядоченность, исчерпав себя, разрушается, при этом система попадает в состояние неустойчивости. Под самоорганизацией в синергетике понимаются процессы возникновения макроскопически упорядоченных пространственно-временных структур в сложных, чувствительных к небольшим изменениям параметрах системах, которые

под их воздействием могут резко изменить свое состояние. Этот переход часто характеризуют как возникновение порядка из хаоса.

Что же является условием формирования порядка — открытость системы потоку внешних воздействий или, наоборот, умение системы эти флуктуации подавлять, избавляя себя от изменений и потрясений? Можно ли отождествить порядок в физической или социальной среде с устойчивостью системы или динамические изменения её структуры и есть залог её жизнедеятельности? На эти, и на многие другие вопросы наука пока не знает ответа...

#### БИБЛИОГРАФИЯ

1. *Василькова В. В.* Характеристики (атрибуты) порядка и хаоса: от древних космогонии к современной синергетике. — <http://www.nihononline.ru/a010398.html>
2. *Мучник Г.* Порядок и хаос. — <http://n-t.ru/tp/mr/ph.htm>
3. <http://bibl.tikva.ru/base/B1541/B1541Content.php>