

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ КАК МЕХАНИЗМ УСТОЙЧИВОСТИ

Руди А.Ш.

Омский государственный университет путей сообщения, Омск, Россия (644046, пр. К. Маркса, 35), e-mail: amina_rudi@mail.ru

Кристаллизация рассматривается в статье как простейший механизм устойчивости – свойства различных объектов сохранять ключевые атрибуты и модусы. Кристаллография обнаруживает такие свойства кристаллов, как симметрию природного строения, значительную устойчивость и равновесность, неизменность формы, высокую плотность, постоянство углов между гранями одного вида кристаллов, рост за счет повторяемости структурных фрагментов по направлению от центра к периферии. Кристаллизация, понимаемая как репродукция одной и той же системы, является образным, метафорическим обозначением простейшего механизма установления устойчивости в неорганической, органической и социальной природе. Кристаллизация означает обретение объектом устойчивого состояния, неизменной структуры, его окончательное оформление. Кристалл нечувствителен к стихийным микроколебаниям и определяется линейными зависимостями.

Ключевые слова: устойчивость, кристаллизация, симметрия

CRYSTALLIZATION AS A MECHANISM FOR STABILITY

Rudi A.S.

Omsk State Transport University, Omsk, Russia (644046, Karl Marx Avenue, 35), e-mail: amina_rudi@mail.ru

Crystallization is considered in the article as a simple mechanism of resistance - the properties of various objects to keep key attributes and modes. Crystallography reveals the properties of crystals such as the symmetry of the natural structure, significant stability and equilibrium, invariance of the shape, high density, stability angles between faces of one type crystal growth due to the repeatability of structural fragments from the center to the periphery. Crystallization, understood as the reproduction of the same system, is imaginative, metaphorical symbol simple mechanism for setting stability in inorganic, organic and social nature. Crystallization means finding an object steady state, a constant structure, its finalization. Crystal insensitive to natural microvibrations and determined by the linear dependencies.

Keywords: stability, crystallization, symmetry

Категория устойчивости обладает общенаучной значимостью, фиксируя границы изучаемых явлений, постоянство их модусов и атрибутов. Простейшим механизмом устойчивости является кристаллизация, исследование которой позволяет раскрывать свойства твердых тел в их многообразии, повсюду окружающих человека. Под кристаллом в физике твердых тел понимается «трехмерное регулярное множество составляющих его элементов: нейтральных атомов, заряженных ионов, молекулярных комплексов и т.п.» [2]. Кристаллы очень распространены в природе: кристаллическую форму принимают вода, соль, сахар, в этой форме явлены драгоценные камни. Из микроскопически малых кристаллов в неорганической природе состоят металлы и их сплавы, кирпич, бетон, минералы, известняк, гипс, песок, глина, а в природе органической кристаллическая структура обнаруживается в роговице глаза, в ткани зубов и некоторых костей скелета, в пчелином воске. Благодаря применению рентгеновских лучей и электронных микроскопов круг известных человеку кристаллических веществ всё более расширяется.

Внешняя красота кристалла является признаком внутренней исключительной правильности, которая, в свою очередь, привлекала внимание людей с глубокой древности. Естественно, суждения древних исследователей о кристаллах были полны вымысла и фантазий, художественных образов, порожденных красотой этих природных образований. Кристаллизация представлялась в виде цепочки образования, например, алмаза из хрусталя, хрусталя – из льда. Кристаллам приписывались свойства защиты от отравления ядами, исцеления от множества болезней, оберега от сглаза и приворотов, влияния на судьбу человека. Первые собственно научные результаты изучения природы кристаллов появляются в новое время. В XVII–XVIII веках складывается так называемая «кирпичная» теория кристаллической структуры, согласно которой кристалл состоит из мельчайших частиц – своеобразных «кирпичиков», «выложенных» плотной кладкой. Разбитый сильным ударом кристалл углекислого кальция разлетается на кусочки разного размера, но практически одинаковой правильной формы, подобной форме изначального большого кристалла, из которого они образовались. Из этой теории следует, что правильная форма кристалла есть проявление его сущностных свойств. Происхождение же ребер и граней кристалла действительно связано с плотным «пристраиванием» частиц вещества друг к другу при его росте. А.И. Китайгородский описывает простейший опыт: если из большого кристалла каменной соли выточить шар, нивелировав его грани и ребра, то доказать действительное, хоть и скрытое от глаз, существование этих граней и ребер можно поместив шар в воду. Растворяясь, шар приобретает кубическую форму – именно такую, которая свойственна кристаллу данного вещества [8].

Разнообразные виды кристаллов идентифицируются по количеству и форме граней, соответственно чему получают и названия, например: октаэдр – восьмигранник с шестью вершинами и двенадцатью ребрами, ромбододекаэдр – кристалл с двенадцатью гранями в форме ромбов с четырнадцатью вершинами и двадцатью четырьмя ребрами, пентагондододекаэдр состоит, как и следует из его названия, из двенадцати граней в форме пентагонов – пятиугольников, двадцати вершин и тридцати ребер.

Главный признак кристалла – это абсолютный порядок пространственного расположения частиц, его образующих. Этот порядок проявляется во внешней форме кристалла, который обрамлен плоскими гладкими гранями, пересекающимися по прямым ребрам. В зависимости от того, находятся грани в благоприятной или неблагоприятной среде, их размеры увеличиваются или не увеличиваются. В пограничных условиях кристалл приобретает геометрически неправильную форму и может значительно отличаться от кристалла того же самого вещества, сформировавшегося в иных условиях. Родственную

связь между ними помогают установить соотношения граней: углы между аналогичными гранями всех кристаллов рассматриваемого вещества всегда тождественны.

Другой существенной характеристикой кристаллов является симметрия, связанная с пространственной периодичностью, характеризующей расположение составляющих объект элементов. Ключевым понятием тут служит ось симметрии – линия, поворот вокруг которой на часть оборота (определяющую порядок симметрии) переводит объект в состояние, неотличимое от предыдущего. В органической природе строгая симметрия не обнаруживается [9, 10, 12, 14, 15, 16]. Наибольшую точность симметрии можно найти только в неорганических веществах кристаллической формы, прежде всего – в кубических кристаллах. Однако и кристаллическая симметрия не абсолютна, хотя, чаще всего, погрешности не заметны невооруженному взгляду [8]. В 1891 году известный русский математик и кристаллограф Е.С. Федоров, исследуя симметрию кристаллических структур, пришел к заключению, что должны существовать 230 способов построения пространственных групп [3]. На протяжении практически столетия – до 1982 года все открываемые кристаллические образования укладывались в эти 230 «федоровских групп», пока не были открыты, например, квазикристаллы, обнаруживающие симметрию на неограниченно больших расстояниях – симметрию дальнего порядка, повторяющегося не в расположении соседних атомов и молекул, как в симметрии ближнего порядка, рассматриваемой классической кристаллографией. Квазикристалл по сути является новой формой организации твердого тела, особый промежуточный модус между кристаллическим и аморфным состояниями. Исследования квазикристаллов позволили обнаружить симметрию 5-го, 7-го, 8-го, 10-го, 12-го и более высокого порядка, которые традиционной кристаллографией не были признаны [1].

Наличие общих кристаллических свойств объясняется решетчатой структурой кристаллов. Спецификой разнообразных кристаллических решёток объясняются и отличия характеристик кристаллов, в том числе образованных одним веществом, как, например, кристаллы графита и алмаза.

Кристаллизация являет собой критическое состояние вещества, поскольку ей предшествуют и выступают ее причиной перенасыщенные фазы, связанные с резким увеличением плотности субстрата [4]. Потенциальная энергия системы, таким образом, или одного ее периода изменяется в результате трансформации условий окружающей среды. Прежде чем перейти в новое состояние система должна сконцентрировать собственные энергетические ресурсы. Законы кристаллизации интересны, в частности, тем, что между ними и отдельными законами генезиса и роста в органической природе обнаруживается сходство. В.И. Вернадским проводилась аналогия с явлениями разной природы, имеющими

пусть и опосредованную связь с механическими закономерностями, а значит, демонстрирующими единство в одной из форм движения. Кристаллизация рассматривается естествоиспытателем, специально интересовавшимся кристаллографией и минералогией, как репродукция одной и той же системы. Следовательно, допустимой представляется проекция основного условия возможности физических объектов на условия существования биологических явлений – от этого, по словам мыслителя, явление не меняется, и форма его законов остается неизменной.

В живой и неживой природе человеком обнаруживается множество симметричных, повторяющихся причудливыми орнаментальными узорами образований. Эти «рисунки» могут быть объединены общим пространственным ритмом в своей основе, создаваемым зачастую предельно простыми формами, как у пчелиных сот, морозных узоров на стекле, снежинок [5]. В их формообразовании обнаруживается единый алгоритм: равномерно упорядоченная структура всегда возникает вокруг некоего «энергетического центра» – точки максимальной концентрации ресурса, разрастаясь за счет освоения этого ресурса и разгрузки, таким образом, исходного центра. Когда освоение ресурса осуществляется равномерно, тогда последующие моменты максимальной концентрации ресурса возникают на одном расстоянии от начального пика, формируя границы системы – зоны разгрузки. Основная закономерность в процессе развития повторяющихся структур неизменна и заключается в том, что системное строение распространяется в том естественном направлении, где ресурса больше. Вектор динамики имеет центробежную ориентацию: от «зародыша», концентрирующего в себе первоначальный потенциал формообразования к неосвоенному ресурсу. Если размеры и форма растущего кристалла определяется сущностными свойствами субстрата, то у человека особо значима в процессе его формирования память как устойчивое основание постоянства его характеристик, в том числе в росте психических новообразований. С помощью энергии внешней среды в организмах формируются новые материальные и психические образования, ведущие к кристаллизации в организме новых структур.

В самом общем виде кристаллизация может быть представлена как процесс образования плотного, симметричного, равновесного тела, а также процесс роста этого тела от его сердцевины к периферии. Термин «кристаллизация» широко и успешно применим не только к явлениям неорганической и даже органической природы, но и к нематериальным аспектам человеческой жизнедеятельности, его качествам. Например, можно говорить о кристаллизации опыта, представлений о мире, взглядов на жизнь и личностных убеждений. В этом случае подразумевается возникновение, закрепление и рост устойчивых психических, интеллектуальных, духовных образований, неизменных и принципиально значимых для

индивида. Эти образования сохраняются во времени и расширяют сферу своего влияния, проявления (подобно центробежному росту кристалла) за счет различных областей приложения человеческой активности. Так во взрослой жизни человек выстраивает свой жизненный путь в соответствии со многими с детских лет устойчиво закрепившимися в его сознании установками и ориентирами, которые в ранние годы жизни еще не могли воплощаться в широком диапазоне индивидуальной деятельности.

С кристаллизацией сопоставляется, таким образом, по форме протекания процессов формирование и развитие психических новообразований у человека [11]. Отмечается, что психика, как и любая система, стремится к равновесию. Подобно тому, как в процессе кристаллизации различимы две фазы – образование равновесного ядра кристалла и рост этого ядра, психическое новообразование возникает у человека и разрастается до «органа» функциональности.

Любопытно сопоставление физического и психического механизмов кристаллизации. Физический механизм кристаллизации сопровождается охватом, закреплением за собой все большего геометрического пространства и строгой пространственной организацией элементов кристаллической системы. В идеальных условиях, благоприятствующих росту кристалла во всех направлениях с одинаковой скоростью, формируется идеально равновесный и симметричный кристалл. Психический механизм кристаллизации действует посредством концентрации внутренней энергии и возникновением в результате этого нового качества субъекта, новой способности к выполнению определенной функции. Физическая кристаллизация сопряжена с внешним разрастанием структур, а психическая – с внутренним усложнением системы. Появившиеся индивидуальные способности стремятся в то же время к разрастанию, захвату все большего психического «пространства», образуя всевозможные иерархические комплексные образования. Эти процессы сопоставимы с самоорганизацией неорганических и органических веществ, в ходе которой осуществляется спонтанный поиск устойчивых структурных форм, разрастающихся в пространстве. Поиск устойчивых форм кристаллизующейся системой (будь то металлы, социальные группы или психика человека) в свою очередь свидетельствует о направленности системы к обретению внутренней гармонии. Внутренняя гармония и внешняя устойчивая форма обеспечиваются оптимальным соотношением, равновесием между внутренними тенденциями и внешней средой.

Поскольку термин «кристаллизация» указывает на формирование устойчивого образования, воспроизводство строго заданной структуры и развитие полученного объекта по направлению от центра к периферии, постольку продуктивно его использование в социологическом дискурсе. Например, отдельные проявления социальной кристаллизации рассматриваются в работах социологов, посвященных исследованиям трансформаций

бывших социалистических государств [13]. В контексте рассмотрения проблем социальной дифференциации специалисты все чаще апеллируют к категории статусной кристаллизации, актуализирующей, прежде всего, вызревание и фиксацию определяющих социальный статус качеств: образования, профессиональной принадлежности, образа жизни, уровня дохода. Современный социум характеризуют сложная структура, неустойчивое, чреватое различного рода конфликтами, функционирование. Кристаллизация становится одним из решений в моделировании способов достижения оптимального общественного состояния, минимизации риска и неопределенностей развития. «Зародышем» кристаллической модели общества может выступать синкретическое единство норм, идей, соответствующих им действий. В социальной конструкции значимую роль играют интересы субъектов, связанные с их иерархической идентификацией, актуальными и потенциальными жизненными возможностями, их доступом к ресурсам жизнедеятельности, обеспечиваемым типом общественной организации [17].

В работах немецкого философа и культуролога Эрнста Кассирера слово трактуется как точка кристаллизации смысла: «Слово организует и закрепляет человеческий опыт, тем самым как бы вырезая в нём участки – предметы соразмерно своему смысловому диапазону. Слово играет роль точки кристаллизации в многообразии представлений» [18]. В этом ключе в филологии выработан подход к пониманию кристаллизации как аккумуляции, по словам известного отечественного лингвиста В.И. Карасика, «переживаемых культурно значимых знаний о мире в содержании языковых единиц и сознании языковой личности» [6].

Термин «кристаллизация» широко применим в герменевтических исследованиях языка для обозначения техники понимания. Оперирование принципами кристаллизации как типа формообразования обладает в таком случае методологической значимостью для раскрытия принципов смыслообразования.

Сходные признаки морфогенеза на микро-, мезо- и макроуровне в неорганических, биологических, технических системах выявляются и в приложении доводов кристаллографии к архитектурному искусству [7].

Таким образом, кристаллизация становится образным, метафорическим обозначением простейшего механизма установления устойчивости в неорганической, органической и социальной природе. У всего ставшего, устойчивого есть определенные границы, подобные граням оформившегося кристалла. Так, устойчивое общество локализовано в пространстве и времени, очерчено строгими пределами политического режима, социально-экономических и культурно-исторических норм жизнедеятельности. Говоря о каком-либо объекте, что он кристаллизуется, мы имеем в виду приобретение им устойчивого модуса и неизменной структуры, его окончательное оформление. При этом кристалл служит одним из самых

показательных примеров равновесности, относясь к закрытым системам. Как равновесная структура кристалл представлен в одном состоянии и нуждается для перехода в иное состояние в радикальных изменениях граничных условий. Кристалл нечувствителен к стихийным микроколебаниям (флуктуациям – в терминах синергетики) и морфогенетически определяется линейными зависимостями. Соответственно, кристаллизация как механизм устойчивости возможна лишь при вероятности сохранения структуры (фрагмента) объекта и статичной формы его существования.

Список литературы

1. Белянин В. Квазикристаллы и золотая пропорция // Наука и жизнь. – 2005. - №10. – С.68-76.
2. Бирман Дж. Пространственная симметрия и оптические свойства твердых тел. – Т. 1. – М.: Издательство «Мир», 1978. – С. 23.
3. Болдырев А.К. Комментарий к работе Е.С. Фёдорова: DAS KRISTALLREICH. – Л.: Изд-во АН СССР, 1926. – 72с.
4. Вернадский В.И. Избранные труды. Кристаллография / АН СССР; Отв. ред. В.С. Урусов. – М.: Наука, 1988. – 342 с.
5. Зимов С.А. Азбука рисунков природы. – М., 1993. – С. 28.
6. Карасик В. И. Языковая кристаллизация смысла. Волгоград: Парадигма, 2010. С. 6.
7. Касьянов Н.В. Кристаллизация нанотехнологий в архитектуре // Academia. Архитектура и строительство. – 2012. - № 1. – С. 20-27.
8. Китайгородский А.И. Кристаллы // Научно-популярная библиотека. – Выпуск 19. – Москва-Ленинград: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1950. – 64 с.
9. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 384 с.
10. Некрасов В.А., Пляшкевич М.Л. Философское осмысление принципа диссимметрии в вопросах о возникновении жизни // ОБОЗРЕВАТЕЛЬ-OBSERVER. – 2012. - № 4. – С. 20-28.
11. Пешкова В.Е. Кристаллизация как системный механизм развития человека // Успехи современного естествознания. – 2011. - №11. – С. 90-93.
12. Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М: Научный мир, 2009. – 836 с.
13. Саблина С. Г. Кристаллизация статуса средних слоев в современной России // Социологический журнал. – 2000. - № 1/2. – С. 107-119.

14. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. – М.: Мысль, 1974. – 229 с.
15. Функциональная межполушарная асимметрия. Хрестоматия / Под ред. Н.Н. Боголепова, В.Ф. Фокина. – М: Научный мир, 2004. – 728 с.
16. Хисматуллина Ю.Р. Симметрия, асимметрия и диссимметрия в структуре и развитии живой материи : Дис. ... канд. филос. наук. – Саратов, 2005. – 178 с.
17. Штомпка П. Социология социальных изменений. – М.: Аспект-Пресс, 1996. – 416 с.
18. Cassier E. Philosophy of Symbolic Forms. Vol. III, The Phenomenology of Knowledge. – New Haven: Yale University Press, 1957. – P. 165.

Рецензенты:

Денисов С.Ф., д.филос.н., профессор, заведующий кафедрой философии ОмГПУ, г. Омск.

Мартишина Н.И., д.филос.н., профессор, профессор кафедры философии и культурологии СГУПС, г. Новосибирск.