

УДК 122/.123

Зубков Владимир Петрович, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, vladmir_zubkov@mail.ru

САМООРГАНИЗАЦИЯ, ХАОС, ПРИЧИННОСТЬ В ПРИРОДНЫХ И СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация. Концепция самоорганизации в настоящее время получила широкое применение, как в фундаментальной, так и в прикладной науке, становясь парадигмой исследования природных и социальных систем. В статье дана характеристика открытых систем, характеризующихся неустойчивостью, разнообразием, нелинейностью; раскрыты механизмы самоорганизации на примере развития объектов неживой и живой природы; обоснован вывод о самоорганизации как способе перехода системы на новый уровень развития. Продемонстрированы возможности синергетического подхода в исследовании социальных систем. Описаны примеры поведения живых систем. Для живых систем введён принцип относительности движения. Дано определение самоорганизации как процесса спонтанного упорядочивания, возникновения пространственных, временных, пространственно-временных или функциональных структур, протекающих в открытых нелинейных системах. Живые системы представлены как самоорганизующиеся системы, находящиеся в непрерывном хаотическом движении. Гомеостатические системы постоянно находятся в хаосе и это – особенность медико-биологических систем. Биосистемы и социальные системы схожи, так как находятся в непрерывном движении, но их состояние неповторимо во времени и пространстве. В статье делается вывод, что эта глобальная неопределенность присуща всем уникальным, сложным биосистемам, где речь идет о гомеостазе.

Ключевые слова: хаос, порядок, коэволюция, нелинейность, самоорганизация, система, синергетика, энтропия.

Zubkov Vladimir P., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, vladmir_zubkov@mail.ru

SELF-ORGANIZATION, CHAOS, CAUSALITY IN NATURAL AND SOCIAL SYSTEMS

Abstract. The concept of self-organization is now widely used, both in fundamental and applied science, becoming a paradigm of research of natural and social systems. The article describes the characteristics of open systems characterized by instability, diversity, nonlinearity; reveals the mechanisms of self-organization on the example of the development

of objects of inanimate and living nature; substantiates the conclusion about self-organization as a way to move the system to a new level of development. The possibilities of synergetic approach in the study of social systems are demonstrated. For living systems introduced the principle of relativity of motion. The definition of self-organization as a process of spontaneous ordering, the emergence of spatial, temporal, spatiotemporal or functional structures occurring in open nonlinear systems. Living systems are presented as self-organizing systems in continuous chaotic motion. Homeostatic systems are constantly in chaos and this is a feature of medical and biological systems. Biosystems and social systems are similar, as they are in continuous motion, but their state is unique in time and space. The article concludes that this global uncertainty is inherent in all unique, complex biological systems, where we are talking about homeostasis.

Key words: chaos, order, co-evolution, nonlinear, self-organization, system, synergy, entropy.

Вступление

Концепция самоорганизации в настоящее время получила широкое применение, как в фундаментальной, так и в прикладной науке, становясь парадигмой исследования природных и социальных систем. Самоорганизация – процессы спонтанного упорядочивания, возникновения пространственных, временных, пространственно-временных или функциональных структур, протекающих в открытых нелинейных системах [12, с. 837].

Саморазвивающимся системам присущи иерархия уровней организации, способность порождать новое качество в процессе развития, новые параметры порядка, новые типы прямых и обратных связей. К самоорганизующимся системам относят сложноорганизованные открытые, как неживые системы (определенный класс), так и биологические, экологические, биосоциальные («организованные сообщества») и социальные, «становящиеся», непрерывно возникающие и изменяющиеся. Однако мир синергетики – это не только мир критической неустойчивости и нестабильности, но и теория возникновения порядка из хаоса, самопроизвольного перехода к организованным и стабильным структурам, в которых могут проявляться динамические законы.

Исторический аспект проблемы и современный подход

Указанный подход принципиально отличается от классической парадигмы (XVII–XIX вв.), в которой природа рассматривалась метафизически, вне развития и становления, отрицалось наличие всеобщих связей в универсуме (или сводилось только к механическим связям), стремилась выявить одну единственную порождающую причину событий и явлений. Это привело к господству в науке однозначного детерминизма, субстанциальной трактовке пространства и времени, противопоставления субъекта и объекта, идее апостериорности (после опыта) научного знания. Классическая наука преуспела в выявлении устойчивых, однозначных, причинных законов. «Чувство необходимости причинных связей оказывается не основой, а результатом наших умозаключений, и оно тем сильнее, чем больше таких умозаключений мы сделали, то есть чем больше наш опыт» [11, с. 110].

При исследовании природных и социальных систем сегодня необходимо использовать такие понятия, как сложность, разнообразие, самоорганизация, нелинейность, необратимость, неустойчивость, темпоральность, коэволюция и другие категории, подчеркивая неповторимость и уникальность существующего мира.

Князева Е.Н. подчеркивает, что «возрастающая сложность означает одновременно и увеличивающуюся нелинейность, а в нелинейном мире возрастает вероятность свершения даже маловероятных событий» [5, с. 54].

Пригожин И. и Стенгерс И. в книге «Время, хаос, квант» говорят о синергетическом описании как о промежуточном между двумя противоположными картинами – детерминистическим миром и произвольным миром чистых событий [10].

Система, способная к самоорганизации, к рождению сложных упорядоченных структур из хаотического, неорганизованного движения элементов, должна быть открытой (обмениваться веществом, энергией

и/или информацией с окружающей средой), неравновесной (равновесные системы, выведенные из состояния равновесия, возвращаются в исходное состояние равновесия, подчиняясь механизму гомеостазиса), нелинейной. Нелинейная система проходит через состояния неустойчивости (хаос, точки бифуркации), где малые события, отклонения, флуктуации определяют одно из возможных направлений ее дальнейшего развития (одно из множества).

Определение и модели хаоса

В настоящее время теория хаоса (хаосология) выделилась в самостоятельную отрасль синергетики, и она описывает как минимум три модели хаоса:

1 – хаос как турбулентность, сохраняющая, тем не менее, когерентность;

2 – хаос как деструктивная ветвь эволюции;

3 – хаос как совокупность вероятностей.

Ласло Э. определяет хаос как сложную и непредсказуемую форму порядка. Основным серьезным препятствием на пути всеобщего признания данного утверждения является неустранимость «образности» самого понятия «хаос».

Используя положения синергетики, можно объяснять возникновение новых качеств и явлений без привлечения сверхъестественных сил.

При определенных условиях внутреннее производство системой энтропии оказывается больше ее уменьшения вследствие действия внешних факторов (обмена с внешней средой веществом, энергией и информацией), в системе возникает неупорядоченное состояние, появляются флуктуации, приводящие из-за внутренней перестройки системы к возникновению упорядоченных (диссипативных) структур, способствующих уменьшению энтропии. Данный процесс,

названный самоорганизацией, выступает источником развития систем любой природы [4, с. 36].

Особенности сложных систем

Сложные системы существуют на всех уровнях бытия, а сложные адаптивные системы – это системы биологические, человеческие, социальные, информационные, ноосферные. К ним относятся «организации, которые возникают в сообществах общественных животных (например, муравейник), биосфера и экосистемы, мозг, иммунная система, клетка и эмбрион; такие социальные системы, как экономические рынки, биржи, политические партии, общественные организации и ассоциации» [5, с. 60].

Причинность в сложных саморегулирующихся системах нельзя свести к жесткому лапласовскому детерминизму и ее дополняют «вероятностной и целевой причинностью.

В основе воспроизводства живых систем лежит генетическая программа, которая выступает в качестве информационного, управляющего, целевого фактора, соответственно понятие цели существования живых систем приобретает новое качество («самоцели», внутренняя цель, «причины самого себя»).

По выражению А.-Л. Барабаши: «Мы никогда не поймем функционирование клетки, если не придадим значения замысловатым и сложным сетевым структурам, посредством которых клеточные белки и промежуточные продукты обмена веществ взаимодействуют друг с другом внутри клетки» [5, с. 61].

Особую роль для живых систем играет понятие границы. Граница выступает и способом обособления системы от среды, и условием поддержания ее идентичности. Границы между системой и средой подвижны и полупроницаемы, сложные системы одновременно

и отделены от окружающего мира, и связаны с ним, будучи обоюдно активными.

Живым системам присуще свойство «структурного детерминизма», из которого следует, что ничто внешнее, по существу, не может являться причиной происходящих в них процессов. «Все, что случается в нас и с нами, происходит как поток структурных изменений, детерминированный в нас момент за моментом посредством внутренней структурной динамики... Автопоэтическая система живет как закрытая структурно детерминированная система в замкнутой динамике структурных изменений», – разъясняет Матурана [8, с. 93].

Следует также отметить, что коммуникация является важнейшим фактором существования сложных сетевых структур, являющаяся в то же время одним из условий их адаптации к изменяющимся условиям существования.

Примером самоорганизации в биологической системе, в которой важная роль принадлежит биологическим часам, является образование колоний у коллективных амёб. Амёбы, выйдя из спор, растут и размножаются как одноклеточные организмы до тех пор, пока пищи достаточно. Когда запасы пищи истощаются, воспроизводство у амёб прекращается и наступает промежуточная фаза. К концу этой фазы (длящейся около 8 часов) амёбы сползаются и образуют вокруг клеток, выполняющих функции центров агрегации, многоклеточную колонию, функционирующую как единый организм. Далее колония мигрирует, пока не обнаружит новый участок с пищей. В этом месте клетки дифференцируются и образуют стебель, несущий множество спор. В данном случае образование колоний амёб является возникновением порядка через флуктуацию; возникновение центра притяжения – сигнал о потере устойчивости (исчерпанию запасов пищи), а также возникновение центра притяжения – свидетельство случайного характера флуктуации

(поскольку любая амеба может начать испускать химические сигналы о нехватке пищи). Таким образом, усиление флуктуации организует среду [4, с. 36].

Другими примерами усиления флуктуаций, предшествующих образованию новой структуры, является процесс самоорганизации в популяции насекомых или постройки термитами термитника.

Важное значение для понимания самоорганизации имеет изучение фракталов, открытых Б. Мандельбротом в 1980-х годах. Фракталами называют самоподобные объекты (множества, структуры), обладающие свойством самоподобия. Природа часто представляет себя в форме фракталов, свидетельствуя о масштабном подобии части своих объектов, которые описываются странными (хаотическими) аттракторами (или, по И.Р. Пригожину, «притягивающим хаосом»). Иначе говоря, странные аттракторы имеют место, когда детерминированная динамическая система при определенных условиях обнаруживает хаотическое поведение, т.е. детерминированный хаос.

При анализе живых систем возникает проблема выявления «паттерна организации», который реализует идею самоподобия в самоорганизующихся системах. М. Эйген показал, что кольцевой паттерн (между генетической информацией и белками) лежит в основе самоорганизации жизни. В теории условного рефлекса И.П. Павлова, функциональной системы П.К. Анохина, работах Н.А. Бернштейна обнаруживается кольцевая структура.

Впервые на специфику функционирования живых систем обратил внимание в 1947 г. Н.А. Бернштейн, высказав гипотезу об организации движения в виде «повторения без повторений».

Сегодня возникла новая теория хаоса-самоорганизации, аналог принципа Гейзенберга, и понятие квазиаттрактора для биосистем – *complexity*. Особым образом определяется гомеостаз и эволюция таких

сложных, гомеостатических биосистем. Принципы гомеостатического регулирования распространяются на социальные и другие системы (экосистемы) в природе, для которых базовым свойством является непрерывный хаос статистических функций распределения и их характеристик. Гомеостатические системы составляют основу всей живой материи, жизни. Это требует изменения базовой парадигмы естествознания и перехода к теории хаоса-самоорганизации.

Уже А. Смит обращал внимание на то, что установление порядка на рынке, никем не планируемого, есть результат взаимодействия самых разных целей множества его участников. Конечно, существует субъективный фактор в процессах самоорганизации социальных систем, который состоит в наличии возможностей сознательного выбора пути развития в состоянии нестабильности. «Выбирая путь дальнейшего развития, человек конструирует будущее» [6, с. 81–82].

Существует два типа неустойчивости: неустойчивость точки бифуркации и неустойчивость момента обострения, то есть момента максимального кульминационного развития сложной системы. Как в первом, так и во втором случае система становится неустойчивой к малым флуктуациям на микроуровне и незначительным воздействиям, способным направить систему на один из возможных путей эволюции. Валлерстайн И. пишет: «Мы были бы мудрее, если бы формулировали наши цели в свете постоянной неопределенности и рассматривали эту неопределенность не как нашу беду и временную слепоту, а как потрясающую возможность для воображения, созидания, поиска» [1, с. 326].

Заключение

Особенностью социальной самоорганизации является ее связь с самоидентификацией, самосознанием, самооценкой

и самодеятельностью. Техногенная цивилизация породила информационное общество, значительно ускорила характер социальных и технологических изменений, привела к возникновению сетевого общества и информационной перегрузке. Человек постоянно должен приспосабливаться к новым ценностям, технологиям, условиям жизни, испытывая стресс от неопределенного будущего и переизбытка информации (зачастую недостоверной), а также избытка коммуникаций. «Возможно предположить, что человечество страдает не от коммуникации как таковой, а от качества последней – лавины информации из интернета и средств массовой коммуникации» [3].

Сегодня человечество находится в состоянии движения к социосинергетике, к гуманитарной и человеческой синергетике. Однако нельзя не замечать современный планетарный кризис, связанный с конфликтом цивилизаций, культур, идеологий, в том числе политических режимов (в частности, тоталитарных). Сегодняшнее «...отражение мира заинтересованное, пристрастное, ценностное, детерминирующее ориентиры существования и развития общества – это и есть идеология. Нужно отметить присущее ей стремление к приоритету. Она внедряется в сознание людей, пытаясь подавить любую другую идеологию» [2].

Мы не должны ждать подарков от будущего, но активно строить, создавать желаемое, предпочитаемое будущее.

Лобжанидзе А.А. в своей работе «Политическая мифология: проблема иррациональности» указывает на «влияние «этического рационализма» на современную социальную мысль» и подчеркивает, что «в глобальном контексте из этой позиции выводится опасность нравственной деградации человечества» [7, с. 36].

Выдающийся французский философ и социолог Эдгар Морен (р. 1921), развивая методологически важное представление об экологии действия, подчеркивает, что неопределенность имманентно вписана

в само представление о сложности мира. Неопределенность означает незавершенность любого процесса когнитивной, практической, социальной деятельности, непредзаданность, открытость и нелинейность исхода этой деятельности. Каждое предпринимаемое человеком действие определяется условиями окружающей природной и/или социальной среды и вполне может оказаться, что оно отклонится от того направления, которое было ему первоначально задано. «Мы не можем быть уверены в том, что результат действия будет соответствовать нашим намерениям, напротив, мы вправе серьезно сомневаться в этом», – отмечает Морен [9, с. 23].

Если мы знаем закономерности самоорганизации, эволюции и коэволюции сложных систем, то можем использовать это знание на пользу человека и человечества, и тогда у нас будет шанс избежать катастрофических последствий, но можно это же знание использовать и для разрушения.

Список литературы

1. Валлерстайн, И. Конец знакомого мира. Социология XXI в. / И. Валерстайн. – М., 2003. – 368 с.
2. Колацкий, А.В. Познание и идеология / А.В. Колацкий // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2017. – № 1 (11). – С. 36.
3. Косолапова, Е.А. Коммуникация как путь понимания (на материале философской герменевтики Х.-Г. Гадамера) / Е.А. Косолапова // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2017. – № 1 (11). – С. 34.
4. Кочергин, А.Н. Процессы самоорганизации в природных, социальных и когнитивных системах / А.Н. Кочергин // Научный вестник МГТУ ГА. – 2014. – № 203. – С.36–42.
5. Князева, Е.Н. Инновационная сложность / Е.Н. Князева // Философия науки и техники. – 2015. – Т. 20, № 2. – С. 50–69.

6. Князева, Е.Н. Конструирование будущего / Е.Н. Князева // Экономические стратегии. – 2010. – № 4. – С. 81–87.
7. Лобжанидзе, А.А. Политическая мифология: проблема иррациональности / А.А. Лобжанидзе // Социум и власть. – 2012. – № 1. – С. 34–38.
8. Матурана, У.Р. Самоосознание: Как? Когда? Где? / У.Р. Матурана // Constructivist Foundations. – 2006. – Т. 1, № 3. – С. 91–102.
9. Morin, E. Le complexus, ce qui est tissé ensemble / E. Morin, R. La Benkirane // Complexité, vertiges et promesses. – Paris: Le Pommier, 2002. – P. 15–34.
10. Пригожин, И.Р. Время, хаос, квант / И.Р. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Едиториал, 2003. – 240 с.
11. Штракс, М.Г. Философские взгляды Д. Беркли и Д. Юма / М.Г. Штракс // Актуальные проблемы философии и политологии: сб. науч. тр. МАДИ. – М.: МАДИ, 2015. – С. 104–115.
12. Энциклопедия эпистемологии и философии науки. – М.: «Канон⁺» РООИ «Реабилитация», 2009. – 1248 с.

References

1. Vallerstajn I. *Konec znakovogo mira. Sociologiya XXI v.* (End of the familiar world. Sociology of the XXI century.), Moscow, 2003, 368 p.
2. Kolackij A.V. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*, 2017, no. 1 (11), p. 36.
3. Kosolapova E.A. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*, 2017, no. 1 (11), p. 34.
4. Kochergin A.N. *Nauchnyj vestnik MGTU GA*, 2014, no. 203, pp. 36–42.
5. Knyazeva E.N. *Filosofiya nauki i tekhniki*, 2015, vol. 20, no. 2, pp. 50–69.

6. Knyazeva E.N. *Ehkonomicheskie strategii*, 2010, no. 4, pp. 81–87.
7. Lobzhanidze A.A. *Socium i vlast'*, 2012, no. 1, pp. 34–38.
8. Maturana U.R. *Constructivist Foundations*, 2006, vol. 1, no. 3, pp. 91–102.
9. Morin E., La Benkirane R. *Le complexus, ce qui est tissé ensemble, Complexité, vertiges et promesses*, Paris, Le Pommier, 2002, pp. 15–34.
10. Prigozhin I.R., Stengers I. *Vremya, haos, kvant* (Time, chaos, quantum), Moscow, Editorial, 2003, 240 p.
11. Shtraks M.G. *Aktual'nye problemy filosofii i politologii*, Sbornik nauchnyh trudov, Moscow, MADI, 2015, pp. 104–115.
12. *Ehnciklopediya ehπισtemologii i filosofii nauki* (Encyclopedia of epistemology and philosophy of science), Moscow, «Kanon+» ROOI «Reabilitaciya», 2009, 1248 p.