

УДК 004.03

## СИНЕРГЕТИКА КАК СИСТЕМООБРАЗУЮЩЕЕ ПОНЯТИЕ В ИНФОРМАЦИОННОМ ПОЛЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Болбаков Р.Г., Романченко А.Е., Ткаченко Д.И.

*МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, Россия, bolbakov@mirea.ru*

**Аннотация.** В настоящий век когнитивности наблюдается стремительный рост интереса к междисциплинарному направлению, получившему название «синергетика». Издаются солидные монографии, учебники, статьи и т.д. Синергетика как мировоззренческая категория охватывает все новые области знаний и представлений. Именно поэтому в настоящей работе авторы считают полезным уточнить смысл и назначение этого емкого понятия.

**Ключевые слова.** онтология, синергетика, система, Интернет.

В современном образовательном пространстве синергетике принадлежит интенсивно расширяющаяся роль междисциплинарной исследовательской установки, определяющей новую модель системного подхода и представления знаний в самых разных областях, но на единых системообразующих началах, именно поэтому синергетика особенно интересна в сфере знаний, относящихся к информатике и теории информации. Составителям настоящей работе доводилось в разные времена и при различных обстоятельствах в своих проектах и публикациях обращаться к озаглавленному вопросу. Очередной демарш в тематику продиктован, с одной стороны, поиском обновляющих решений в задачах интенсификации и углубления научной деятельности магистрантов и аспирантов, и, с другой стороны, вполне отвечающей этому намерению образовавшейся вновь тенденцией повышенного внимания к синергетике как к платформе академизма и фундаментализма науки, причём в новых условиях всеобщей динамизации всех процессов и синергетики тоже.

Отсюда для разработчиков настоящей работы, нацеленной на решение указанных задач, представилось притягательным, используя свои прежние наработки и публикации, осуществить попытку переработать и представить их в обновлённом виде, отображающем как усиление междисциплинарности в методологии синергетики на базе активного использования методов онтологий, так и придание явной динамики статичной ранее, но великолепной научной синергетической школе. Что и выполняется в настоящем проекте под манифестом «синергетика функциональная».

Сама по себе синергетика как наука является чрезвычайно сложной и многогранной областью знаний, требующей от тех, кто занимается ею, огромной гуманитарной эрудиции, системности в подходах, диалектического философского восприятия мира. В силу упомянутого эта наука так и просится в обрамление междисциплинарной, но при этом не просто в качестве своего рода сцепки различных предметных областей, пусть даже в лоне упорядоченных онтологий, но в статусе носителя главнейших воззрений диалектики, особенно, в контексте подвижности и быстрой изменчивости всего сущего. А потому нет причин не категоризировать современную синергетику как синергетику функциональную.

Разумеется, настоящая работа ни в коей мере не претендует на всестороннее изучение и раскрытие вопросов наукознания в сфере синергетики как в целом, так и в частных дополнительных составляющих – таких, как функциональность синергетики. Да это и не требуется от неё. Её задача обозначить и определить

наиболее значимые в обсуждаемой области понятия, предоставляя широкое поле для креативной и сего труда и по возможности поддерживая эти устремления сопутствующими онтологическими толкованиями, адресными ссылками, аннотациями и рекомендациями.

Выбирая из классической синергетики то немногое, без чего невозможно формирование профессиональной подготовки аспиранта или магистра информационных систем и технологий, а затем, адаптируя этот материал, разработчики делают попытку предоставить пользователю учебную информацию исключительно в объеме, ограниченном соответствующей образовательной программой вуза, не опуская, по возможности, планку креативности, неотрывно сопровождающую эту замечательную науку. Составители предпринимают усилия по раскрытию, пусть минимальному, формального описания явлений и информационных процессов, дающих целостное представление о них и показывающих сложнейшие траектории их развития, критические точки развития и явления системной самоорганизации в окрестностях таких точек (точек бифуркации и возникновений аттракторов, где разыгрываются драматизмы острых системных коллизий и новообразований). Эти аспекты определяют саму парадигму синергетики в приложении к информационным процессам и системам, чему, собственно, посвящена вся настоящая работа.

Истоки и смысловое значение термина «синергетика» исходят от создателя этого замечательного направления профессора Штутгартского университета Германа Хакена[1]. Согласно его определению, синергетика занимается изучением систем, состоящих из очень большого числа составляющих их компонент (подсистем), находящихся в согласованном взаимодействии, предопределяющем поведение и свойства системы в целом. Само слово «синергетика» означает совместное действие этих компонент. Предшествующий термину «синергетика» религиозный по происхождению термин «синергия» также означает акт слияния (с высшей силой).

В отличие от понятийного аппарата и модельных представлений отдельно взятых конкретных наук синергетика описывает общие закономерности эволюции и поведения систем, устанавливает изоморфизмы сопрягаемых системных явлений, приводит изучение процессов в различных частях систем к общим моделям, позволяет переносить результаты изучения одной области в другую, помогая обнаруживать сходства, аналогии в этих областях. Синергетика выполняет роль метанауки, а потому она особенно продуктивна в междисциплинарных областях и в новейших областях бурного развития, к каковым, безусловно, относятся сфе-



ры изучения современных информационных систем и информационных процессов в них. Сродни синергетике и общей теории информационных процессов и систем обслуживающий их математический аппарат, ибо и в том и в другом видении математические описания поддерживают общую теорию динамических систем.

Эти положения весьма обстоятельно и доходчиво раскрыты в трудах известных специалистов по синергетике [2-8]. Определяя роль и место синергетики в современной теории информации, он указывает на то, что в этой достаточно новой области знаний (как и во многих других) синергетика наводит мост через брешь, разделяющую редукционистский подход в оценке явлений от холистического. К тому же в синергетике, своего рода соединительном звене между этими двумя подходами, рассмотрение происходит на промежуточном, мезоскопическом уровне, и макроскопические проявления процессов, происходящих на микроскопическом уровне, возникают «сами собой», вследствие самоорганизации, без руководящей и направляющей «руки», действующей извне системы.

Это обстоятельство имеет настолько существенное значение, что синергетику можно было бы определить как науку о самоорганизации и как науку, расширяющую видение исследуемых явлений настолько, что возникают совершенно феноменальные возможности для важных обобщений, предшествующих новым революционным прорывам в научном мышлении и видении мира. Так, например, именно синергетика дала толчок и создала априорные позиции для развития совершенно новых перспективнейших направлений теоретической информатики, таких как **наноинформатика, химическая информатика, квантовая информатика, клон и кластерная информатика, дефинитная информатика энтропата, теоретическая информатика SemanticWeb (Ontonet), макромедиа, инфодинамика** и других.

Редукционистский подход с его основным акцентом на деталях сопряжен с необходимостью обработки, зачастую непосильным для наблюдателя, даже вооруженного сверхсовременной вычислительной техникой, объема информации о подсистемах, их структуре, функционировании и взаимодействии. Обратимся к примеру, относящемуся к изучению сжатия информации в классическом курсе информатики. Как известно, сжатие информации до разумных пределов осуществляется различными способами. Один из них используется в статистической физике и заключается в отказе от излишней детализации описания и в переходе от индивидуальных характеристик отдельных частей к усредненным тем или иным способом характеристикам системы. Вместо отдельных составляющих системы статистическая физика рассматривает множества (ансамбли) составляющих, вместо действия, производимого индивидуальной подсистемой, – коллективные эффекты, производимые ансамблем подсистем. Информатика также диктует подходы к реализации сжатия, построенные на устранении кодовых излишеств и в выведении за пределы активного функционирования действий и операций, относящихся к малозначимым и, тем более, бесполезным факторам воздействия на систему.

Синергетика подходит к решению проблемы сжатия информации несколько с другой стороны, нацеливая результат на достижение определенной кон-

флюэнтности. Вместо большого числа факторов, от которых зависит состояние системы (так называемых компонент вектора состояния), синергетика рассматривает немногочисленные параметры порядка, от которых зависят компоненты вектора состояния системы и которые, в свою очередь, влияют на параметры порядка. В переходе от компонент вектора состояния к немногочисленным параметрам порядка заключен смысл одного из основополагающих принципов синергетики – так называемого принципа подчинения (компонент вектора состояния параметрам порядка). Обратная зависимость параметров порядка от компонент вектора состояния приводит к возникновению того, что принято называть круговой причинностью.

Синергетика с ее статусом метанауки изначально была призвана сыграть роль коммуникатора, позволяющего оценить степень общности результатов, моделей и методов отдельных наук, их полезность для других наук и перевести диалект конкретной науки на единый без семантических излишеств и неопределенностей язык междисциплинарного общения. Положение междисциплинарного направления обусловило целый ряд важных особенностей синергетики – ее открытость, гносеологическую устремленность, гибкость и обновляемость. Диалогичность синергетики находит свое отражение и в характере вопрошания природы: процесс исследования закономерностей окружающего мира в синергетике превратился (или находится в стадии превращения) из добывания безликой объективной информации в живой диалог исследователя с природой, при котором роль наблюдателя становится осязаемой, осязаемой и зримой.

Характер приведенных выше рассуждений невольно приводит к постановке вопроса: как конкретно видоизменяется понимание процессов и явлений, имеющих место в компьютерных сетях и системах, особенно сложных – наиболее интересном объекте исследований с позиций синергетики. Вкладываем здесь в понятие сложной системы или сети такую систему (сеть), для управления которой может быть не хватает ресурса, а результат управления едва ли полностью предсказуем и не всегда повторяется от цикла к циклу при одних и тех же управленческих воздействиях. Ответ на поставленный вопрос заключается в предоставлении исследователю нового мировоззренческого синергетического подхода – конкретнее по отношению к постановке задачи – методологии сетевого мышления, как феномена самоорганизации. Именно так трактуют и описывают известные исследователи В.И. Аршинов, и Ю.А. Тарасенко этот феномен на примере всем известного объекта – сети Интернет. Объект этот интересен для исследований синергетическими мерками уже потому, что само исследование, претендующее на комплексность решений, является не иначе, как междисциплинарным. Анализ феномена Интернета посвящены многочисленные публикации специалистов самых разных профилей: программистов, системщиков, маркетологов, социологов, педагогов, психологов, лингвистов, филологов, философов, математиков и т. д. Интернет воплощает в себе сверхбольшие числа и информационное пространство, стремящуюся к бесконечности энтропию состояний, а потому в классификации информационных систем с позиций аддитивности и эргодичности многими авторами отнесен к так называемому энтропату (математическое описание состо-



ний и свойств которого, пожалуй, подвластно только дефинитной математике, ибо иные направления математической мысли испытывают затруднения в работе с бесконечно большими величинами).

Синергетика указывает на то, что Интернет (наверное, как и все информационные системы и сети, стремящиеся в своем развитии к глобализму) – это система самореферентная, то есть сама себя всегда описывающая, а потому – парадоксальная, если рассматривать вопрос с самых ранних позиций. Последняя характеристика также согласуется с постепенно складывающимися представлениями о доселе неведомом явлении – **энтростате**.

При всем этом Интернет обладает свойствами системы – целостностью и единством, мажоритарностью и эргодичностью, свойственной большим открытым системам. Закрытые сети с устремлением к глобализму также непременно показывают свойства систем, к тому же систем с неперменной тенденцией к увеличению внутренней энтропии в результате любых действий (принципиально важное и неизменное свойство закрытых систем), но вопросы об их мажоритарности и эргодичности требуют отдельного рассмотрения. Итак, все гипербольшие и гиперсложные системы и сети, к которым относится и Интернет, являются самоорганизующимися самореферентными коммуникационными системами, обладающими эмерджентными (внезапно появляющимися, неожиданными) свойствами, для описания которых используются еще два их важных признака: наблюдаемость и дополнительность, тесно связанные с такими свойствами, как открытость, неизбежная незавершенность на всем жизненном цикле, диалогичность и размытые, но хорошо мотивированные причины и пути становления. Такой «букет» признаков невольно приводит к мысли, что центральной проблемой познания больших сложных систем и сетей, Интернета, в частности, является проблема познания форм (обычно новых) диалога и коммуникаций, и как следствие, проблем языка, семантических проблем, проблем онтологии и взаимодействия, определяемых с позиций синергетики применительно к информационным процессам и системам одним единым объединяющим термином – информационным морфизмом, то есть взаимодействием всех составляющих систему подсистем в ней. Синергетическое описание глобальной системы (сети) предполагает два уровня рассмотрения: на макроуровне и на микроуровне. На примере Интернет сети макроуровень есть уровень глобальной организации системы и ее взаимодействия с окружающей информационной средой, причем появление новых качеств и явлений на макроуровне является самым важным синергетическим качеством. Микроуровень представляет детали, свойства и состояния составля-

ющих частей, то есть подсистем различных уровней обычно довольно сложной двух или многоступенчатой инфологии систем (например, двухступенчатой инфологической модели «таблицы – связи» ROLAP). Взаимодействие, то есть морфизмы всех составляющих микроуровни и макроуровни в их сложном переплетении образуют соответствующее множество морфизмов, условно относящихся к трем уровням внутрисистемного взаимодействия и проявления свойств и состояний:

- морфизмы на макроуровне;
- морфизмы на микроуровнях;
- морфизмы межуровневые и неопределенной природы.

Информационная синергетика является базисом интеграции информационных моделей и реальных систем в информационном поле. Используемая в синергетическом подходе модельная парадигма описывается

Отношениями «реальные процессы → данные → информация → информационные процессы → знания → реальные синергетические процессы». Эта модельная парадигма служит как для получения знаний, так и для генерирования новых технических решений. Входом для выражения являются реальные процессы, выходом также реальные процессы, ядром является информационная синергетика. Процесс, описанный такого рода выражением есть циклический, саморазвивающийся процесс. Он дает представление об информационной синергетике и о её механизмах.

#### Литература

1. Haken H. Synergetics—an interdisciplinary approach to phenomena of self-organization // *Geoforum*. – 1985. – Т. 16. – №. 2. – С. 205-211.
2. Müller S. C. et al. (ed.). *Complexity and synergetics*. – Springer, 2017.
3. Haken H. Can synergetics be of use to management theory? // *Self-organization and management of social systems*. – Springer, Berlin, Heidelberg, 1984. – С.33-41.
4. Frank T. D. Determinisms of Behavior and Synergetics // *Synergetics*. – 2020. – С. 309-342.
5. Tsvetkov V. Ya. Information Space, Information Field, Information Environment // *European researcher*. 2014. № 8-1(80). p.1416-1422.
6. Цветков В.Я. Информационные модели объектов, процессов и ситуаций // *Дистанционное и виртуальное обучение*- 2014. – 5(83). - с.4- 11.
7. V. Ya. Tsvetkov. Information Relations // *Modeling of Artificial Intelligence*. 2015. № 4(8). – p.252-260.
8. Болбаков Р.Г. Информационные отношения противоборства в информационном поле // *Славянский форум*. -2019. – 4(26). - с.32-40..

## SYNERGETICS AS A SYSTEM-FORMING CONCEPT IN THE INFORMATION FIELD OF THE EDUCATIONAL PROCESS

R.G. Bolbakov, A.E. Romanchenko, D.I. Tkachenko

*MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia, bolbakov@mirea.ru*

**Abstract.** In the present age of cognitive science, there is a rapid growth of interest in an interdisciplinary direction called “synergetics.” Reputable monographs, textbooks, articles, etc. are published. Synergetics as a worldview category covers all new areas of knowledge and ideas. That is why in this work the authors consider it useful to clarify the meaning and purpose of this capacious concept.

**Keywords.** Ontology, synergetics, system, Internet..