

Видео обсуждений: [02.06.2023 г.](#)

Раздел разработан при содействии участников Народного института развития: Васильченко Н.И., Хохлова Г.И., Корнеева Л.С.

1. История возникновения

В 1975 г. вышла статья Хакена “Кооперативные явления в сильно неравновесных и физических системах”.

Хакен обратил внимание, что **кооперативные** явления наблюдаются в самых разных системах: фазовые переходы, гидродинамические неустойчивости, динамика популяций, образование макромолекул, автокаталитические реакции и даже такой социальный феномен как мода – всё это примеры кооперативных, синергетических эффектов. Причем при переходе из состояния неупорядоченного к состоянию порядка все эти системы ведут себя схожим образом¹.

Группа брюссельских учёных под руководством физика-химика Ильи Пригожина также занималась процессами самоорганизации – прежде всего определённым классом химических реакций, но использовали термодинамический подход. В 1977 г. в США вышла книга Г. Николиса и И. Пригожина “Самоорганизация в неравновесных системах”.

В 1978 г. вышла книга профессора Штутгартского университета (ФРГ) Г. Хакена “Синергетика” – введение в теорию неравновесных фазовых переходов и процессов самоорганизации в физических, химических и биологических системах².

Синергетика – теория, исследующая процессы самоорганизации, устойчивости, распада и возрождения разнообразных структур живой и неживой материи³.

Синергетика изучает общие принципы самоорганизации, характерные для систем, состоящих из различных по своей природе компонентов⁴.

2. Исходные основания (аксиоматика)

Основания Синергетики – наблюдаемая нелинейная динамика и термодинамика необратимых процессов систем различной природы, способных самоструктурироваться в изменяющихся условиях внешней и внутренней среды.

Г. Хакен сумел выделить одно общее свойство всех самоструктурирующихся систем: **согласованность** действий ее элементов⁵.

Хакен отмечал, что экономисты и социологи уже давно использовали понятие синергетики, например, когда изучали совместную работу различных частей коллектива с точки зрения повышения производительности труда⁶.

¹ Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.26

² Хакен Г. Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – с.5

³ Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.25

⁴ Хакен Г. Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – с.16

⁵ Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.4

⁶ Хакен Г. Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – с. 381

В синергетике рассматривается понятие **системы**, которое является общим для общей теории систем и кибернетики.

Согласованность – способность элементов (систем) самоорганизовываться для самоструктурирования себя в общую систему.

3. Общенаучные представления

Для описания процессов самоорганизации в синергетике рассматриваются понятия, **самоорганизации, положительной обратной связи, неустойчивости, точки бифуркации, фазового перехода, диссипативной структуры** и др.

Структура – это объект, обладающий устойчивостью, “жесткостью”. Структура имеет способность до какого-то предела “сопротивляться” внешним и внутренним изменениям, оставаясь “верной” себе, не изменяясь в целом. Если же такие изменения произошли, то говорят о разрушении структуры⁷.

Энтропия (греч. “круговорот” или “взаимный переход”) определяет состояние системы с точки зрения её внутренней упорядоченности. Энтропия – мера упорядоченности системы. Чем больше порядка, тем ниже энтропия; чем больше хаос, тем энтропия выше⁸. Понятие энтропии в кибернетике и синергетике оказались одинаковыми.

Хаос – это отсутствие порядка и структуры. Хаос – на самом деле не отсутствие структуры, а тоже структура, но определённого типа. Хаос как абсолютный беспорядок – абстракция. Хаос – структура, поэтому такие понятия, как структура и порядок относительны. То есть имеет смысл говорить лишь о степени упорядоченности той или иной структуры⁹.

Синергетика также рассматривает общие законы классической термодинамики:

1. Первое начало термодинамики утверждает, что в замкнутой системе энергия сохраняется, причем энергия может принимать различные формы, такие как внутренняя энергия, совершенная работа или тепло.
2. Второе начало термодинамики утверждает, что в замкнутой системе энтропия никогда не может убывать, а лишь возрастает до тех пор, пока не достигнет максимума¹⁰.

Оба начала классической термодинамики сформулированы для закрытых систем. Согласно второму началу термодинамики энтропия в системе возрастает, а система стремится к равновесию. Второе начало термодинамики противоречило тому, что некоторые системы, увеличивая степень своей организованности, уменьшают энтропию.

На этот вопрос синергетика отвечает, что приток энергии к системе может обеспечить отклонение от равновесия и снижение энтропии. Для объяснения этого синергетика вводит понятие неравновесность.

Неравновесность – состояние, когда приток энергии извне не только целиком гасит рост энтропии, но и заставляет энтропию уменьшаться¹¹.

Таким образом, в синергетике через переход к неклассической науке, в том числе к неклассической термодинамике позволил объяснить процессы самоорганизации. Взгляд на

⁷ Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.57

⁸ Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.34

⁹ Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.57-58

¹⁰ Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – с.30

¹¹ Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.72

систему как на открытую, обменивающуюся веществом и энергией со средой, снимал противоречивость второго начала термодинамики¹².

На этом основании синергетика вводит ещё одно понятие - самоорганизация.

Самоорганизация – это все процессы самоконструирования, саморегуляции, самовоспроизведения систем различной природы¹³.

То есть, **самоорганизация** - есть процесс, который приводит к образованию новых структур. Хакен называет систему самоорганизующейся, если она без специфического воздействия извне обретает какую-то структуру. Под специфическим внешним воздействием понимается такое, которое навязывает системе структуру или функционирование. В случае самоорганизации система испытывает извне неспецифическое воздействие¹⁴.

На основании этих определений приходит понимание, что когда заходит речь о самоорганизации в синергетике, то ее следует отличать от самоорганизации в кибернетике, где под ней подразумевают стабилизацию, сохранение заданного порядка или структуры. Синергетическая же самоорганизация связана, напротив, с разрушением старой структуры и возникновением нового порядка, динамического режима или структуры. Она опирается на принцип положительной обратной связи, а кибернетическая самоорганизация - на принцип отрицательной обратной связи.

Синергетика рассматривает обратную связь, в том числе положительную, как основу самоорганизации. В кибернетике же считалось, что положительная обратная связь приводит к неустойчивости работы системы¹⁵.

Понятие положительной обратной связи И. Пригожин и И. Стингерс (синергетика) объясняют через описание свойства естественных систем осуществлять в себе автокаталитические реакции.

Автокатализ – это положительная обратная связь. Так, в ходе химической реакции или какого-то другого процесса вырабатывается фермент, присутствие которого стимулирует производство его самого. В химии аналогичное явление называют автокатализом. Петли положительной обратной связи вместе с отрицательной обратной связью составляют самую основу жизни¹⁶.

Синергетика определила четыре признака самоорганизации:

1. Движение. Самоорганизовываться может лишь движущаяся система. При самоорганизации всегда имеет место сложное, нелинейное движение.
2. Разомкнутость системы. Реальные системы, впрочем, и не могут быть замкнуты, они обмениваются энергией и веществом со средой.
3. Кооперативность происходящих в системе процессов.
4. Неклассическая термодинамическая ситуация.

Синергетика дает ответ на вопрос, как происходит самоорганизация.

¹² Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.103

¹³ Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.56

¹⁴ Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – с.29

¹⁵ Энциклопедия кибернетики, том 2 / Под ред. Глушкова В.М. – Киев: 1975. - с.100

¹⁶ Пригожин И., Стингерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1986. – с.18

Для описания самоорганизации синергетике потребовалось исследовать различные фундаментальные закономерности, дать им определения и связать их в единое теоретическое представление о процессе самоорганизации.

Исследуя колебания в системах, синергетика даёт им особое определение и выводит закономерности. Приведем эти определения и закономерности.

Флуктуации (с лат. “колебание”) – это временное отклонение от состояния равновесия. В статистическом плане – это резкое отклонение в поведении от среднестатистического¹⁷.

Всякая система испытывает внутренние спонтанные отклонения от равновесия – **флуктуации**. В устойчивом состоянии они малозаметны и гасятся сами по себе за счёт устойчивости, “жёсткости” системы¹⁸.

Но если на структуру оказывается внешнее влияние, и оно становится больше некоторого допустимого критического, то мелкие, безвредные до того флуктуации начинают нарастать, хотя ещё недавно затухали сами по себе. Нарастание флуктуаций – характерный признак неустойчивости¹⁹.

Синергетика исследует, что в некоторых типах систем неустойчивость, вызываемая изменением внешних параметров, приводит к образованию новой структуры системы²⁰.

Область исследования синергетики. В синергетическом подходе исследуются явления, происходящие именно в точке неустойчивости, и определяется (фиксируется) та новая структура, которая возникает за порогом неустойчивости.

При процессе самоорганизации за неустойчивостью синергетика выделяет момент (*точку*) **бифуркации** за которой наступает следующий этап - **фазовый переход**.

Г. Хакен пишет, что в точках бифуркации, то есть там, где система изменяет свое строение, флуктуации играют решающую роль²¹.

Здесь мы сталкиваемся с ещё двумя понятиями, это фазовый переход и точка бифуркации.

Фазовый переход – переход системы из одного состояния в другое. Понятию фазовый переход близко по значению понятие точка бифуркации.

Математики называют наличие двух отчётливо различных состояний модели бифуркацией, что в переводе с латинского означает “раздвоение”, “разделение на два”, а процессы, при которых система может находиться в двух состояниях, - бифуркационным. Хакен использовал математическую теорию бифуркаций, так как он имел дело с фазовыми переходами и их аналогами, т.е. с бифуркационными процессами²².

В точке бифуркации система должна совершить выбор одного из нескольких возможных **аттракторов** (путей развития) и перейти в новое состояние. Выбор аттрактора в точке бифуркации хотя и зависит от начальных условий, от истории развития системы, но, как правило, не предсказуем.

¹⁷ Климонтович Н. Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.38

¹⁸ Климонтович Н. Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.64

¹⁹ Климонтович Н. Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.64

²⁰ Хакен Г. Синергетика. - М.: Мир, 1980 г. – с.379

²¹ Хакен Г. Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985 г. – с.73

²² Климонтович Н. Ю. Без формул о синергетике. – Мн.: Выс. шк., 1986. – с.74

Г. Николис и И. Пригожин исследовали, что вдали от равновесия система может приспосабливаться к своему окружению несколькими различными способами. Случай решает, какое из решений будет реализовано. Факт, что из многих возможных вариантов был выбран лишь один, придает системе *историческую размерность*, “память” о прошлом событии, произошедшем в критический момент и оказавшем влияние на дальнейшую эволюцию²³.

В синергетике через историческую размерность, как общесистемное свойство подтверждается диалектическая закономерность выведенная ранее Гегелем, когда с возникновением нового Бытия исчезает предыдущее Бытие и Небытие, но в новом Бытие хранятся все Определённости за всю историю предыдущих перевоплощений Бытия (см. раздел Идеалистическая диалектика Гегель).

Историческая размерность синергетики также соотносится с понятием *память* системы в Кибернетике, как свойство систем получать, хранить и передавать наследуемую информационную программу своей индивидуальности и наследственности (исторического развития всей системы), которая накапливается как ценность в процессе выбора между «хорошим» и «плохим» относительно конкретных условий эволюционного существования системы (см. раздел Кибернетика).

И. Пригожин и И. Стингерс в своей книге уточняют, что в точке бифуркации выбор варианта перехода к новому равновесному состоянию случаен. Но когда выбор сделан, то это уже история системы. В следующий раз, когда система окажется в точке бифуркации, система сделает выбор, подобный сделанным ранее в истории²⁴.

Для объяснения процесса перехода системы от одной структуры к другой синергетика вводит понятие диссипативной структуры.

Диссипативная структура – временная структура, которая организуется элементами «старой» системы, которые начинают взаимодействовать и функционировать по качественно новым *нормам*, образуя в системе новую конфигурацию (структуру), в условиях, когда действующая система находится в неустойчивом состоянии. Диссипативная структура приспособливает систему (подсистему) к изменившейся внешней среде за счёт вовлечения (перестройки) других элементов системы на качественно новые *правила* взаимодействия и функционирования. За счёт этого диссипативная структура снижает энтропию системы. Диссипативная структура существует, пока длится фазовый переход, так как при переходе системы в устойчивое состояние диссипативная структура как бы растворяется в системе, и сама система принимает конфигурацию аналогичную диссипативной структуре.

Базой для количественного описания диссипативных структур явилась теория фракталов²⁵.

Здесь мы снова, как и в гомеостатике встречаем свойство фрактальности структуры систем.

²³ Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – с.18

²⁴ Пригожин И., Стингерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1986. – с.220

²⁵ Иванова В.С. и др. Синергетика и фракталы в материаловедении. – М.: Наука, 1994. – с.7

Понятие масштабной инвариантности и самоподобия возникли независимо в разных областях. Одна из них – физика фазовых переходов. Другая – фрактальная геометрия, включающая понятие фрактальной (нецелой) размерности²⁶.

Синергетика уточняет, что **фрактал** – самоподобная структура с дробной (нецелой) размерностью, обладающая свойством масштабной инвариантности²⁷.

Синергетика доказывает, что диссипативные структуры в самоорганизующихся открытых системах, обладают свойствами фрактальности, т.е. они могут быть количественно описаны с помощью фрактальной размерности²⁸. А также, что уровни организации структуры системы, флуктуации также можно описать в рамках фрактального анализа^{29, 30}.

Примеры фрактальности наблюдаются в природе и в искусственных построениях (рис. 1)

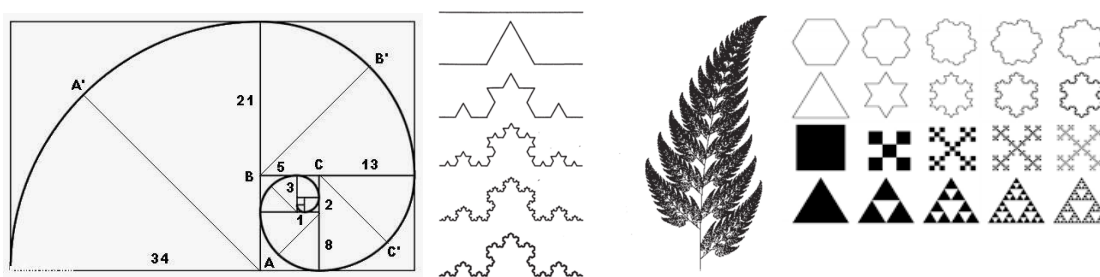


Рис. 1. Примеры фрактальных структур

При этом фрактальности в разных средах и системах отличной природы разворачиваются в соответствии с определёнными константами, в определённой пропорции (золотыми сечениями) в соответствующей пропорции распределяя вещество, энергию и информацию между своими элементами³¹.

4. Методы

Синергетика использует математическое моделирование фрактальных структур и их перехода друг в друга, а также логику и процессное моделирование этапов перехода системы из одного качественного состояния в другое.

²⁶ Фракталы в физике: труды 6 международного симпозиума по фракталам в физике (МЦТФ, Триест, Италия, 9-12 июля, 1985): Пер. с англ. / Под ред. Л. Пьетронеро, Э. Тозатти. – М.: Мир, 1988. – с.8

²⁷ Иванова В.С. и др. Синергетика и фракталы в материаловедении. – М.: Наука, 1994. – с.7

²⁸ Иванова В.С. и др. Синергетика и фракталы в материаловедении. – М.: Наука, 1994. – с.4

²⁹ Иванова В.С. и др. Синергетика и фракталы в материаловедении. – М.: Наука, 1994. – с.8

³⁰ Фракталы в физике: труды 6 международного симпозиума по фракталам в физике (МЦТФ, Триест, Италия, 9-12 июля, 1985): Пер. с англ. / Под ред. Л. Пьетронеро, Э. Тозатти. – М.: Мир, 1988. – с.6

³¹ Бондаренко Ю. Г «Золотое отношение» Природного Интеллекта Любовь. //Серия: «Алгебра природы». Второе издание Учения ПИ. Исправлено, сокращено, переработано и дополнено – М.:, 2018. — 187 с.

5. Модельные представления

Так как в синергетике описывается *качественное развитие системы*, то здесь исследуются *этапы этого процесса*:

1. **Устойчивое состояние.** Система обладает определенной структурой и находится в состоянии далеко от неравновесия, в устойчивом состоянии. В устойчивом состоянии система гасит флуктуации за счет существующих норм и структуры.
2. **Неустойчивое состояние.** Вызывается изменением воздействий внешней и внутренней среды, ростом флуктуаций. Система сохраняет прежнюю структуру с трудом. Система уже не может погасить флуктуации, в системе растет энтропия.
3. **Крайне неустойчивое состояние.** В самоорганизующейся системе возникает диссипативная структура, наступает точка бифуркации. В точке бифуркации изменяются *нормы* и структура системы, формируется аттрактор, начинается фазовый переход, “разворачивается” диссипативная структура.

Если в крайне неустойчивом состоянии система не изменяет свои нормы, тогда они изменяются внешней средой. Система переходит к состоянию хаоса, разбивается на отдельные системы, поглощается внешней средой. Препятствия система перестает существовать (рис. 2).



Рис. 2. Варианты развития системы

Но самоорганизующаяся система может сама изменять свои нормы и структуру, приспосабливаясь к новым условиям. Новой структуре предшествует диссипативная структура. С помощью диссипативной структуры формируются новые нормы и новая структура системы. Система переходит на качественно новый уровень в своём развитии. Изменение норм может привести либо к устойчивому состоянию, либо к неустойчивому состоянию, либо к разрушению. Если нормы выбраны удачно, то система переходит на

качественно новый уровень развития. Новая структура соответствует изменившейся внешней среде. Система опять переходит в состояние далекое от неравновесия, в устойчивое состояние.

В синергетике, в отличие от кибернетики, не рассматривается структура, функции и механизм (процессы) функционирования системы. Синергетика рассматривает общие закономерности самоорганизации и качественного развития системы.

Таким образом, можно выделить этапы качественного развития любой системы: устойчивое состояние, рост флуктуаций - неустойчивое состояние, точка бифуркации, фазовый переход, либо устойчивое равновесие, либо хаос (разрушение).

На рис. 2 изображено три возможных варианта развития системы:

1. саморегуляция, адаптация погашение флуктуаций без изменения структуры;
2. самоорганизация, переход к новой структуре и устойчивому состоянию;
3. разрушение системы.

6. Опыт применения синергетических моделей

В экономике теория фракталов успешно применяется при техническом анализе финансовых рынков. Волновая теория Эллиотта основана на использовании теории фракталов. Эллиотт исходил из того, что геометрия фракталов имеет место и в живой природе, и в общественных процессах, к которым относится и биржевая торговля³².

В области экономики была осуществлена попытка формирования прикладного направления синергетики – экономическая синергетика.

Цель экономической синергетики – осуществить разработку теоретических прикладных моделей экономических систем на базе методологии синергетики.

Но на сегодняшний день существуют единицы работ, которые можно отнести к этому направлению.

В 2001 году вышла работа Милованова В.П. “Неравновесные социально-экономические системы: синергетика и самоорганизация”, в которой представлены результаты исследования социально-экономических отношений, как неравновесных самоорганизующихся систем³³.

Результатом этой работы является идеализированная математическая модель, состоящая из двух автономных дифференциальных уравнений, которая показывает развитие социально-экономической системы в целом в виде кривой на фазовой плоскости. Эта модель позволяет определять фазу развития системы (равновесие, неравновесие, точка бифуркации и т.д.).

В другой научной работе В. Вайдлихом проведены разработки математического инструментария для исследования пространственно-временной эволюции систем, элементами которых являются люди³⁴.

Используя общую теорию систем и синергетику, В. Вайдлих проводит качественное моделирование и анализ в области демографии, социологии и экономики. В экономике рассматривается общая модель конкурирующих фирм. В результате разработан метод только для двух конкурирующих фирм или двух социальных групп.

³² Полный курс по Закону волн Эллиотта / Под. ред. Закаряна И.О. - М., 2001. – 138 с.

³³ Милованов В.П. Неравновесные социально-экономические системы: синергетика и самоорганизация. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. - 264 с.

³⁴ Вайдлих В. Социодинамика: системный подход к математическому моделированию в социальных науках: Пер. с англ.- М.: Эдиториал УРСС, 2004. – 480 с.

В России организовано движение экономической синергетики, которое существует при кафедре Экономики, организации и управления производством Камской государственной инженерно - экономической академии (ЭОУП ИНЭКА), где ведутся исследования в этой области³⁵.

7. Критика Синергетики

Теоретические работы в области экономической синергетики носят либо абстрактный характер, либо характер математического моделирования определённых тенденций в экономике, либо сравнительного анализа принципов (общесистемных свойств) Синергетики с явлениями в различных сферах жизни общества, поэтому их практическое использование на практике затруднено.

Тяжёлый математический аппарат Синергетики не позволяет проводить моделирования качественного перехода системы с учётом параметров большого числа элементов.

Синергетика не даёт описание структуры самоорганизующейся системы, только принципы и исследует только процесс перехода системы из одного качественного состояния в другое, что не позволяет её использовать при проектировании социальных систем.

8. Перспективы Синергетики

В связи с ограничениями Синергетики дальнейшее применение она получила преимущественно в исследованиях философского характера, как особый взгляд на процессы движения и развития в Природе и Обществе, а также как подход к рассмотрению Человека и различных сфер жизни общества, например:

- синергетический подход в педагогике³⁶;
- синергетический подход в исторических исследованиях^{37,38};
- синергетический подход в управлении и менеджменте³⁹;
- синергетический подход в демографии и образовании⁴⁰;
- и др. направления исследований, составляющие целые серии книг в изданиях⁴¹.

³⁵ <http://ec-sinergetika.ru/> - сайт кафедры ЭОУП ИНЭКА об экономической синергетике

³⁶ Таубаева Ш.Т. Синергетический подход в педагогике как платформа исследования феномена личностного саморазвития, Методология и теория педагогики и психологии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, 0.51889/2020-4.2077-6861.01 – С. 5-14.

³⁷ Бородкин Л.И. "Порядок из хаоса": Концепции Синергетики в методологии исторических исследований, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова (<https://clck.ru/34aw69>)

³⁸ Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. Книга 1: Самоорганизация. История, URSS. 2020. - 152 с.

³⁹ Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами. Теория системного синтеза. М.: КомКнига, 2006. С. 5-8, 37, 91-108.

⁴⁰ Капица С.П.Ак, Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. Книга 2: Образование. Демография. Проблемы прогноза URSS. 2020. - 384 с.

⁴¹ <https://clck.ru/34axkS> - Издательство URSS, Серия: Синергетика: от прошлого к будущему

Содержательно в этих исследованиях удаётся лишь провести аналогии между качественным развитием в изучении человека, различных сфер социальной жизни и общесистемными свойствами и этапами процесса перехода системы в качественно новое состояние, которые исследованы в Синергетике. Что ещё раз доказывает, что Синергетика не показывает, каким образом организовать систему, чтобы она была самоорганизующейся и обеспечивала своё качественное развитие.

9. Вывод по Синергетике

В ходе исследования Синергетики, нами выявлены существенные данные и наиболее общие представления о Природе, которые могут потребоваться после дополнительной проверки для последующего синтеза общенаучного модельного представления:

- 1) **история и причина возникновения:** исследование схожих кооперативных явлений и самоорганизации в явлениях различной природы, которые находятся в крайне неравновесных состояниях.
- 2) **исходные основания (аксиоматика):** элементов определённого класса систем способны самоорганизовываться для самоструктурирования себя в качественно новую общую систему
- 3) **целостные представления:** система
- 4) **вещественные представления:** структура системы, диссипативная структура, положительная обратная связь, фрактал
- 5) **невещественные представления:** нормы и память системы.
- 6) **представления о движении:** фазовый переход, флуктуации, качественного развития системы, историческая размерность, автокатализ, аттрактор;
- 7) **Представления о состояниях:** хаос, устойчивое состояние, неустойчивое состояние, крайне неустойчивое, энтропия (мера упорядоченности), кооперация, согласованность, самоорганизация, неустойчивость, точка бифуркации, неравновесность;
- 8) **Методы проектирования:** Процессное моделирование.
- 9) **Модели:** Модель процесса качественного развития системы.