

Литература

1. Мацуга О. Н. Технология оценки влияния психологических особенностей больных на артериальную гипертензию и на уровень артериального давления / О. Н. Мацуга, И. В. Дроздова // Укр. журн. медтехники и технологий. – 2006. – № 4. – С. 46–69.
2. Емельяненко Т. Г. Принятие решений в системах мониторинга / Т. Г. Емельяненко, А. В. Зберовский, А. Ф. Приставка, Б. Е. Собко. – Днепропетровск : РИК НГУ, 2005. – 224 с.
3. Малайчук В. П. Математические основы психометрических исследований / В. П. Малайчук, Л. М. Приснякова. – Днепропетровск : ДГУ, 1996. – 234 с.
4. Огоренко В. В. Введение в психологию принятия решений. Системные технологии / В. В. Огоренко, В. П. Малайчук. – Днепропетровск, 2009. – 150 с.
5. Клименко С. В. Програмно-інформаційний комплекс проведення психофізіологічних досліджень / С. В. Клименко, Д. В. Кролевецкий, Т. В. Кролевецка та ін. // Вісник Академії митної служби України. – 2008. – № 1. – С. 71–77.
6. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика / Кобзарь А. И. – М. : Физматлит, 2006. – 816 с.



УДК 330.1

В. В. Бинкевич, кандидат технических наук,
доцент кафедры экономической информатики
Национальной металлургической
академии Украины

И. В. Усиченко, кандидат физико-
математических наук, доцент кафедры
менеджмента Национальной металлургической
академии Украины

УПРАВЛЕНИЕ НА СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

Розглядається проект механізму самоорганізації процесів, що відбуваються у штучних і природних системах, на основі використання поняття “структурний інформаційний модуль”. Пропонується варіант пояснення виникнення процесів самоорганізації в природних системах при їх резонансній взаємодії із зовнішнім електромагнітним випромінюванням.

Рассматривается проект механизма самоорганизации процессов, происходящих в искусственных и естественных системах, на основе применения понятия “структурный информационный модуль”. Предлагается вариант объяснения возникновения процессов самоорганизации в естественных системах при их резонансном взаимодействии с внешним электромагнитным полем.

Project on self-organization of processes, existing in artificial and natural systems on the basis of using conception of “structural informational module” is considered. The variant of explanation of appearance of self-organization processes in the natural systems in the case of their resonans cooperation with outside electromagnet field is offered.

Ключевые слова. Структурный информационный модуль, синергетическая основа, резонансное взаимодействие, электромагнитное поле.

© **В. В. Бинкевич, И. В. Усиченко, 2011**

Введение. Особенностью управления на синергетической основе является то, что при его реализации отыскиваются такие воздействия на управляемый объект, которые согласуются с внутренними свойствами и условиями самоорганизации этого объекта. Синергетический подход к управлению далеко не всегда может быть применен в современных условиях. Однако уже сейчас в экономике определилась область критических процессов, где традиционное управление недостаточно эффективно. Это процессы управления использованием наиболее критических для жизнедеятельности человека ресурсов пресной воды, почвы, энергии и т. д. Синергетический подход оказывается особенно важным при развитии экономики с учетом экологических ограничений и реализации коэволюционного процесса. Для обеспечения коэволюции – согласования эволюции природы и общества требуется решить ряд сложных теоретических и практических задач [1, 2]. Одной из задач является выявление структуры процессов, приводящих к самоорганизации в искусственных (производственных, экономических) и естественных (физико-химических, биологических) системах. В статье разрабатывается вариант решения данной задачи на основе проекта интеграции управления с применением элементарной самоорганизованной организационно-технологической системы, названной авторами статьи “структурный информационный модуль”.

Современный этап развития синергетики связывают с работами С. Курдюмова, И. Пригожина, Г. Хакена и других авторов. В этих работах были получены важные результаты о закономерностях самоорганизации и самоуправления в физико-химических и биологических процессах. Было показано, что не существует непреодолимой преграды между процессами в неорганической и органической, живой природе. Полученные выводы вызвали значительный интерес и стимулировали проведение исследований по применению синергетики в экономике, экологии, социологии, искусстве и в других направлениях [3]. Характерным в этих исследованиях является рассмотрение систем, цельность которых отражает свойства частей, а части отражают свойства системы в целом [4, 5]. Для понимания законов синергетики оказалось важным изучение процессов предбиологической самоорганизации и разработка гипотез о механизме возникновения неравновесных стационарных процессов в биологических системах. Выводы этой науки основаны на фундаментальных законах термодинамики, статистической и квантовой (волновой) механики, теории информации, кибернетики и др. Абстрагируясь от специфической природы систем, исследования в синергетике направлены на поиски единой эволюционной модели, позволяющей переносить результаты одной науки на другие системы и области исследования. Исходя из такой идеи, делается попытка рассматривать искусственные и естественные системы в данной статье.

Постановка задачи. Для разработки гипотезы о механизме самоорганизации в искусственных и естественных системах с целью управления их согласованным развитием в работе рассматриваются следующие вопросы:

- кратко анализируются выводы об энтропийных процессах в изолированных, закрытых и открытых системах с точки зрения развития в них флуктуаций и самоорганизованных структур;
- приводится проект структуры согласования информационных процессов и снижения энтропии при интеграции управления в сложной организационно-технологической системе;
- с учетом проекта структуризации информационных процессов в организационно-технологических системах и на основе гипотезы о механизме резонансного взаимодействия физико-химических процессов анализируется возможность образования структуры, приводящей к самоорганизации в естественных условиях;
- в выводах намечаются некоторые актуальные направления практической реализации синергетического подхода к управлению использованием ограниченных ресурсов.

Результаты исследования.

1. Для обоснования общей схемы совершенствования управления в соответствии с идеями синергетики отметим различие взаимодействия с внешней средой систем: изолированных (абсолютно обособленных), закрытых или замкнутых (относительно обособленных) и открытых (незамкнутых). Изолированная рассматривается как система, не имеющая входов и выходов, в ней не происходит никаких обменов с внешней средой. В реальной действительности абсолютно обособленных систем не существует, но использование такого абстрактного представления объекта оказалось важным для исследования закономерностей преобразования энергии и формулировки понятия энтропии. В классической термодинамике XIX в. были описаны специфические черты энергетического состояния адиабатической системы (системы, находящейся в условиях тепловой изоляции) и начаты исследования взаимодействия систем с внешней средой. Обоснован фундаментальный закон природы (второе начало термодинамики), из которого следует, что в адиабатической системе могут протекать только такие процессы, которые сопровождаются либо возрастанием, либо сохранением постоянного значения энтропии. В адиабатической системе, обладающей определенным уровнем тепловой энергии, со временем неизбежно произойдет выравнивание температуры всех находящихся внутри нее тел, теплота постепенно утратит способность переходить от одного тела к другому и система перейдет к термодинамическому равновесию. Термодинамическому равновесию адиабатической системы соответствует состояние максимальной энтропии (S_{\max}). Если адиабатическая система перейдет в состояние S_{\max} , то в ней не будут происходить никакие макроскопические изменения, пока не изменятся внешние условия.

Для закрытых систем характерным является то, что в них не поступает и из них не выделяется вещество, происходит лишь обмен энергией с внешней средой. В этом случае под воздействием внешней энергии система может перейти в неравновесное состояние, а затем (если энергетическое воздействие прекратится), с течением времени, она вновь перейдет в равновесное состояние, соответствующее новому уровню энергии. Таким образом, энтропия закрытой системы может иметь не один, а несколько максимумов. Причем при увеличении энтропии некоторой макросистемы не обязательно, чтобы возрастала энтропия каждого из тел, находящихся внутри нее, так как энтропия макросистемы увеличивается в связи с тем, что увеличивается удельное количество находящихся внутри нее тел (микросистем), энтропия которых возрастает. Анализ изменения энтропии в закрытых системах целесообразно проводить на основе статистической трактовки второго закона термодинамики. Согласно этой трактовке в основе каждого макросостояния лежит множество микросостояний и данное макросостояние может быть реализовано многими микросостояниями. При таком подходе энтропия системы (S) оказывается мерой вероятности данного состояния системы и выражается формулой $S = K \ln W_m$, где K – постоянная Больцмана, W_m – термодинамическая вероятность состояния системы.

При изучении поведения некоторых частиц в закрытых системах в статистической физике рассматривается особый класс процессов – флуктуации. Флуктуации – это отклонения физических величин, характеризующих движение частиц от их средних значений. Флуктуация проявляется как кратковременная концентрация в некоторых малых объемах образующих систему частиц. В результате флуктуаций в локальных зонах макросистемы возможен переход из равновесного состояния хаотически перемещающихся частиц в неравновесное с понижением энтропии в этих зонах. Анализируя взаимосвязь процесса образования флуктуаций и изменения энтропии, В. М. Глушков отмечал: “В силу закона больших чисел в достаточно большом объеме газа с вероятностью, пренебрежимо мало отличающейся от единицы, постоянно существует в любой данный момент определенное коли-

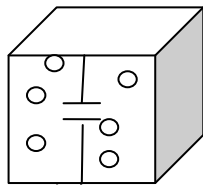
чество флуктуаций, однако время существования каждой отдельной флуктуации ничтожно мало. Это обстоятельство является характерной чертой классической теории флуктуаций” [6]. Ученый предложил ввести понятие “системной флуктуации”. “От понятия классической флуктуации оно отличается тем, что системная флуктуация является устойчивым образованием – системой с относительно длительным периодом существования”. В. М. Глушков не рассматривал силы, которые могут привести к возникновению системных флуктуаций, но отметил, что “в среде, содержащей достаточно много элементов, с большой вероятностью будет поддерживаться определенный уровень системной организации”. Поэтому энтропия среды, в которой появляются системные флуктуации, будет “стремиться не к абсолютному максимуму, а колебаться вокруг некоторой величины, меньше этого максимума”.

Как могут возникать и развиваться системные флуктуации – этот вопрос требует дополнительных исследований.

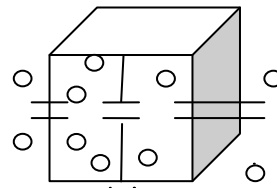
В открытых системах постоянно происходит ввод и вывод не только энергии, но и вещества. Об изменении энергии открытой системы в общем случае ничего определенного сказать нельзя. Она может оставаться постоянной, возрастать или снижаться. В физике открытая система – это термодинамическая система, которая обменивается с окружающей средой веществом, а также энергией и импульсом. К ним относятся химические системы, в которых непрерывно протекают химические процессы, извне поступают реагирующие вещества, а продукты реакций отводятся. Открытыми системами являются все биологические системы, они проявляют себя как объекты, противодействующие тенденциям к термодинамическому уравниванию и росту энтропии. Биологические системы, живые организмы можно рассматривать как открытые химические системы, в которых на микроскопическом (молекулярном) и макроскопическом уровнях возникают устойчивые неравновесные состояния с характерной структурной организацией. Поддержание структурной организации системы в пространстве и во времени требует непрерывного обмена веществом и энергией с окружающей средой.

При анализе энтропийных характеристик биологических систем применяется метод, при котором объект представляется в виде нескольких взаимодействующих между собой количеств вещества, называемых компартаментами [7]. Обычно компарментом называется некоторое количество вещества, выступающее в процессах транспорта и обмена как самостоятельная единица. Такие относительно независимые количества или объемы вещества, участвующие в кинетических процессах как некое целое, легко выделяемое из основной системы, и оказалось возможным выделить при описании биологических систем [7].

Для разработки гипотезы о структуре процессов, приводящих к снижению энтропии в биологических открытых системах, воспользуемся примером, приведенным В. Н. Новосельцевым [7]. Условная схема системы представляется в виде некоторого сосуда (“ящика”), разделенного на два отделения перегородкой с отверстием. В сосуде находятся частицы, которые через отверстие в перегородке могут переходить из одного отделения в другое. Эта система рассматривается как аналог компарментальной системы. На рис. 1а показана модель простой системы, имеющая два компартамента: первый компармент – совокупность частиц в левом отделении системы, второй – в правом. На рис. 1а рассматривается закрытая (абсолютно обособленная, изолированная) система, каждый компармент которой содержит по три частицы, что соответствует наиболее вероятному состоянию системы и максимальному значению ее энтропии.



a) закрытая система



b) открытая система

Рис. 1. Простая модель системы, содержащей два компартмента

В случае *b* система дополнена двумя потоками частиц: в первый отсек сосуда извне поступает поток с заданным темпом – две частицы в единицу времени; из второго отсека частицы с таким же темпом уходят в окружающую среду. Система *b* будет находиться в стационарном неравновесном состоянии, ее энтропия (S_b) будет меньше по сравнению с энтропией стационарного равновесного состояния системы (S_a) на некоторую величину (ΔS):

$$\Delta S = S_a - S_b = K (\ln W_a - \ln W_b).$$

Для сосуда, в котором находится N частиц, вероятность n -го макросостояния описывается зависимостью:

$$W_n = C_N^n / \sum_{n=0}^{N=n} C_N^n,$$

где C_N^n – число микросостояний, соответствующих n -му макросостоянию, равное числу сочетаний из N по n :

$$C_N^n = N! / (N - n)! n!$$

В данном случае $\Delta S = K (\ln 0,3125 - \ln 0,234375) = K \ln 1,3333$.

Возникают вопросы о силах и механизмах, которые могут привести к движению частиц в компартментах, к возникновению неравновесного стационарного состояния и снижению энтропии в системе. Модели, подобные приведенной, используются для объяснения статистического характера энтропии. Разработка таких моделей ведется с применением предложенного Д. Максвеллом еще в 1871 г. мыслительного эксперимента с фантастическим существом (названным позже “демоном Максвелла”). Это существо наделялось способностью сортировать хаотически движущиеся молекулы по скоростям (зависящим от температуры молекул) и тем самым снижать энтропию в системе. Такая способность “демона” воспринималась как парадокс, не согласующийся с известными фундаментальными законами. Однако поскольку процессы концентрации энергии и снижения энтропии объективно происходят в системах природы, то требовалась разработка гипотез и моделей, объясняющих наблюдаемые явления. Путь решения парадокса “демона Максвелла” был намечен с помощью понятия информация в 1929 г., когда была опубликована статья Л. Сцилларда “Об уменьшении энтропии в термодинамической системе при вмешательстве мыслящего существа”. Информацией, веществом и энергией обмениваются с окружающей средой открытые искусственные системы, создаваемые “мыслящим существом” – человеком для управления экономическими процессами. Анализ информации при управлении попытаемся провести с применением элементов системно-кибернетического подхода.

2. При анализе информации энтропия рассматривается как мера разнообразия (множества возможных состояний) некоторого источника сообщений. Понятие информации было развито в кибернетике, которая “сформировалась как самостоятельная наука именно благодаря тому, что было открыто единство процессов управления, где бы они ни происходили, ибо все они характеризуются точной количественной мерой – уменьшением энтропии [8]. При управлении должно создаваться “напряжение информационного поля системы, которое определяется разницей энтропий ее целевого и исходного состояний” [9]. Представляется, что в сложной, многоуровневой системе снижение энтропии может быть достигнуто при интеграции управления на основе самоорганизации ее элементов [10–12]. Рассматриваемый подход к интеграции связывается с такой структуризацией управляемой (производственной, экономической) системы, при которой в ее структурных элементах устанавливаются состояния, предпочтительные для них по локальному критерию оптимальности, и обеспечивается согласование по общему критерию. Для решения такой задачи разработан проект формальной структуры элементарной системы управления, названной “структурный информационный интегрированный модуль” (СИМ) [10–16].

СИМ рассматривается как объект, обладающий свойствами экзактности и синергизма. Свойство экзактности определяется, во-первых, как обнаружение и формулировка наименьшей системы, изучение которой необходимо для данного объекта, и, во-вторых, как оперирование только в пределах этой системы [17]. Это свойство представляется важным как для структуризации сложной системы, так и для интеграции управления в ней. Свойство синергизма связано с интеграцией процессов достижения глобальной цели – обеспечения целостности системы на основе самоорганизации ее элементов, достигающих локальных целей.

Разрабатываемый проект наименьшей системы представляет собой СИМ, состоящий из минимального набора организационных и технологических элементов, позволяющих получить единичную порцию некоторой продукции (P) из исходных ресурсов (R) (рис. 2). В технологических элементах СИМ (в процессах реального времени) происходят последовательные процессы преобразования ресурсов (начальный (X), основной (Z), заключительный (Y), передачи продукции (U) для последующего преобразования или передачи во внешнюю среду), в организационных – иерархически связанные процессы координации технологических и анализа информации (на синтетическом (K_1), семантическом (K_2), прагматическом (K_3) уровнях).

Для описания сложной интегрированной системы и “оперирования только в пределах” наименьшей системы используются введенные в теории иерархических многоуровневых систем три понятия уровней: уровень описания или уровень абстрагирования, уровень сложности принимаемого решения, организационный уровень. Для различия этих уровней введены термины: “страты”, “слои”, “эшелоны” [18]. В проекте принято, что СИМ представляет собой эшелон – организационный уровень, с применением которого проводится структуризация интегрированной системы. Будем считать, что в системе управления любого уровня абстрагирования сложность принимаемого решения зависит от длительности процесса, на протяжении которого планируется достижение цели. Для некоторой страты K_i будем выделять три слоя: краткосрочных процессов – $K_{i,1}$, среднесрочных – $K_{i,2}$ и долгосрочных – $K_{i,3}$, а также слой процесса реального времени – $K_{i,0}$ [11].

Организационная иерархия в каждом слое задается эшелонами, объекты которых осуществляют последовательную координацию процессов во взаимосвязанных стратах и слоях с применением СИМ. В соответствии с терминологией теории иерархических многоуровневых систем, выделенные слои будем рассматривать как слой “выбора” ($K_{i,1}$), слой “обучения и адаптации” ($K_{i,2}$) и слой “самоорганизации” ($K_{i,3}$). Принимается, что процесс реального времени ($K_{i,0}$) страты K_i протекает в среде страты предыдущего, более низкого временного уровня K_{i-1} , и является в этой страте слоем самоорганизации ($K_{i-1,3}$). Такое условие позволяет рассматривать объекты страты K_{i-1} в качестве технологических (для страты K_i) и принять, что управление ими выполняется относительно автономно в условиях самоорганизации в стра-

те K_{i-0} . В свою очередь, объекты страты K_i входят в слой страты более высокого временного уровня K_{i+1} как самоорганизованные. Таким образом, реализуется условие системной вложенности процессов различных временных уровней при описании интегрированной системы с применением СИМ. Важно подчеркнуть, что в приведенном формальном описании возникновение нового, более широкого уровня (более широкой страты) удастся показать, если на предыдущем уровне (первичной страты) обеспечивается самоорганизация. Поэтому более широкая страта рассматривается как организационная, а первичная – как технологическая, в итоге взаимодействия которых происходит интеграция на основе самоорганизации.

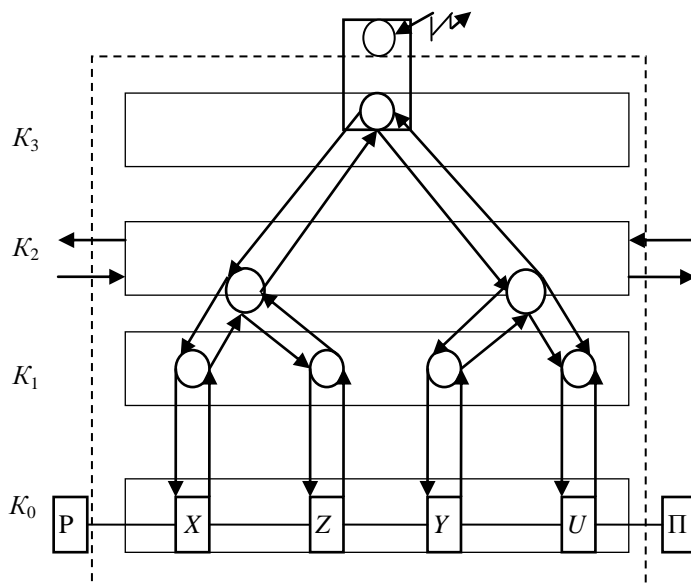


Рис. 2. Структурный информационный модуль

Существенно, что при анализе реальных организационно-технологических процессов, происходящих как в отдельных СИМ, так и в интегрированной системе, сформированной при структуризации с применением СИМ, может быть выявлен механизм управления, приводящий к снижению энтропии. Будем считать, что в СИМ, как в наименьшей самоорганизованной организационно-технологической системе, цикл управления начинается с формирования на прагматическом уровне K_3 долгосрочного (перспективного) плана, исходя из цели системы с учетом информации о функционировании системы и состоянии внешней среды в прошлые периоды. В соответствии с долгосрочным планом вырабатывается управляющая информация на среднесрочный (текущий) период. На уровне K_2 управляющая информация детализируется в краткосрочных (оперативных) заданиях для уровня K_1 . В ходе выполнения плана неизбежно происходят изменения и отклонения параметров от их значений, принятых при разработке долгосрочного плана. Невозможность точного прогноза параметров процессов, прогнозируемых на длительный период времени, определяется многими объективными факторами, и возникающая при этом неопределенность будущего характеризует исходную энтропию управляемой системы. Для краткосрочных периодов принятия решений неопределенность прогноза процессов достижения оперативных целей в текущем и будущем периодах обычно меньше. Поэтому снижение “исходной” энтропии может быть достигнуто за счет действия механизма обратной связи, позволяющего использовать в системе управления более точные прогнозные данные, получаемые за короткие промежутки времени. Такие данные

должны анализироваться на семантическом уровне (K_2), позволяя сопоставлять изменения процессов во внешней среде. На основе анализа (особенно в условиях автоматизации управления с применением оптимизационных моделей) начальный долгосрочный план может быть усовершенствован, и на очередной текущий период сформирован план, неопределенность достижения цели которого ниже, чем для предыдущего периода. В итоге управляемая система может перейти в целевое состояние, характеризующееся меньшей энтропией, чем в исходном состоянии. Количественную оценку снижения энтропии при усовершенствовании долгосрочного плана достижения цели можно получить с применением формулы К. Шеннона для “конечных схем” процесса. Анализ показывает, что приведенная схема не противоречит логике управления, обычно применяемой в производственных системах.

3. С учетом изложенного подхода к управлению в искусственных системах попытаемся рассмотреть вопросы анализа физической энтропии в естественных системах.

3.1. В соответствии с рассмотренным выше для некоторой изолированной (адиабатической) системы закономерным является выравнивание температуры находящихся внутри нее тел (микросистем), рассеяние энергии и рост энтропии. В состоянии равновесия в макросистеме будут происходить флуктуации и возникать кратковременные неравновесные процессы с понижением энтропии в локальных зонах. Однако в целом для средних величин энтропия изолированной макросистемы будет возрастать до максимальной. Если допустить, что макросистема получит извне некоторую энергию, то в ней могут усилиться неравновесные процессы, но в условиях последующей изоляции по истечению некоторого времени вновь будет достигнуто состояние равновесия и максимальной энтропии при новом уровне энергии.

3.2. По другому может происходить процесс, если предположить, что макросистема, внутри которой находятся некоторые микросистемы (молекулы, частицы), отделена от окружающей среды не термоизолирующей, а некоторой полупрозрачной оболочкой, которая не допускает обмена с внешней средой веществом, но является проницаемой для энергии излучения электромагнитного поля (ЭМП). Энергия излучения ЭМП качественно отличается от теплообмена между частицами тем, что обладает упорядоченной периодичностью воздействия на все объекты природы. Если учесть, что относительно обособленные объекты (макросистемы) можно рассматривать для очень разнообразных пространственных и временных границ и что в их внутренней среде (в частности, водной) могут находиться любые микросистемы (например, молекулы химических веществ), то можно предположить большое разнообразие условий взаимодействия образующихся систем с также имеющим широкий спектр свойств периодически изменяющимся электромагнитным излучением.

3.3. Электромагнитное излучение распространяется в виде электромагнитных волн, представляющих собой совокупность фотонов. Энергия фотонов (ε) может принимать лишь дискретный ряд значений, кратных неделимой порции – кванту $\varepsilon = h\nu$, где h – постоянная Планка, ν – частота электромагнитной волны. Согласно выводам квантовой механики, всем частицам вещества присущи не только корпускулярные, но и волновые свойства. Энергия атомов и молекул также может принимать дискретные значения. Совокупность этих значений энергии ε_i – энергетический спектр, который определяет спектр частоты системы $\nu_{ij} = (\varepsilon_i - \varepsilon_j)/h$, где i и j – номера энергетических уровней. При совпадении частоты внешнего воздействия электромагнитного поля с одной из частот ν_{ij} возникает резонансное взаимодействие колебаний электромагнитного поля микрочастиц и внешнего ЭМП, воздействующего на макросистему и проникающего через границу относительной обособленности ее от внешней среды. Резонансное взаимодействие может возникать также при кратном или дробном соотношении частоты внешнего воздействия и частоты собственных колебаний осциллятора (колебательной системы) [19].

3.4. При резонансном взаимодействии, возникающем вследствие колебаний энергетических параметров осциллятора под воздействием колебаний, создаваемых излучением ЭМП, в систему поступает наибольшая энергия от внешнего источника.

Особый интерес представляет ритмическое взаимодействие колеблющихся атомов в молекулах химических веществ и колебаний электромагнитного излучения. Физики считают, что если в атоме произошел процесс переноса энергетического заряда, то в чем бы этот процесс ни состоял, сигнал о нем – одна из многих нитей, соединяющих мир атома с энергетическими процессами других миров. Атом является простейшей системой, позволяющей выделить кодовую и параметрическую части электромагнитной волны. Уравнение Планка $\varepsilon = h\nu$ содержит параметрическую часть (энергию воздействия ε) и кодовую (частоту воздействия ν). Роль кода в фактическом осуществлении параметрического процесса (изменения параметра ε) определяется наличием некоторой организации атома, имеющего квантовые уровни. При этом кодовая часть воздействия может управлять параметрическим процессом [20]. Высказывается предположение, что усиление роли кодов составляет характерный признак эволюции от неживых систем к биологическим [20]. Можно предположить, что именно в условиях резонанса при согласовании кода (частот источника и приемника сигнала) происходит информационное взаимодействие систем.

3.5. С учетом данных о физическом взаимодействии микрочастиц с ЭМП рассмотрим гипотезу о возможной схеме развития процессов, приводящих к снижению энтропии в относительно обособленной системе. Макросистему, находящуюся в состоянии, близком к равновесию, представим условно разделенной на локальные ячейки (некоторые виртуальные структурные элементы), в которых свободно перемещаются частицы (молекулы). В макросистеме (в отдельных ее ячейках при принятом подходе к условной структуризации) будут происходить флуктуации и на очень короткое время возникать неравновесные процессы с незначительным локальным понижением энтропии. Предположим, что флуктуации возникают в среде молекул, которые могут вступать в химическую реакцию с образованием нового вещества. Известно, что необходимым этапом многих химических превращений являются столкновения молекул. Однако далеко не каждое столкновение может привести к химической реакции. В реакцию вступают только активные молекулы, обладающие в момент столкновения некоторым избытком энергии по сравнению со средой, то есть обладающие “энергией активации” [21]. Предполагаем, что необходимую энергию активации могут получить молекулы, колебания атомов в которых окажутся в резонансном взаимодействии с электромагнитным излучением, воздействующим на макросистему и находящиеся в ней микросистемы. Поэтому если флуктуации происходят в среде молекул, получивших энергию активации, то в некоторых локальных ячейках произойдут химические реакции и станет более длительным неравновесное состояние, приводящее к снижению энтропии. Предположим также, что рассматриваемый процесс протекает в среде (например, водной), способствующей образованию некоторой оболочки, в которой сохраняют цельность развивающиеся неравновесные процессы. В этом случае такие ячейки можно рассматривать не как виртуальные структурные элементы, а как некоторые реально развивающиеся открытые системы, модель которых подобна компартментам, показанным на рис. 1б.

3.6. Существенным в предлагаемом подходе представляется учет явления комбинационного рассеяния электромагнитных излучений (света) [19]. Суть явления заключается в том, что при действии электромагнитной волны на вещество в электромагнитной волне, рассеянной веществом, наряду с первичной частотой появляются дополнительные частоты. Эти частоты зависят от природы рассеивающего вещества, от типа связей в нем. При исследовании явления комбинационного рассеивания получено представление о силах, действующих на атомы, совершающие внутримолекулярные колебания. Происхождение дополнительных частот объясняется следующим образом. В исходном состоянии молекула имеет энергию E_0 (рис. 3). После поглощения кванта энергии электромагнитного излучения ($h\nu_0$) молекула переходит в возбужденное состояние E^* . Вслед за этим через очень короткий промежуток времени молекула может вернуться в исходное состояние, получив энергию, равную энергии кванта внешнего воздействия (переходы a, b на рис. 3). С уровня E^* моле-

кула может перейти не на исходное, а на промежуточное, тоже устойчивое и возбужденное состояние E^- , характеризующееся меньшей частотой $\nu^- = \nu_0 - \nu_1$ (переходы a, c на рис. 3). Молекула может также перейти на уровень E^+ , лежащий ниже, чем исходный E_0 , тогда частота ν^+ окажется большей, чем основная ν_0 ($\nu^+ = \nu_0 + \nu_k$), (переходы a, d на рис. 3) [21].

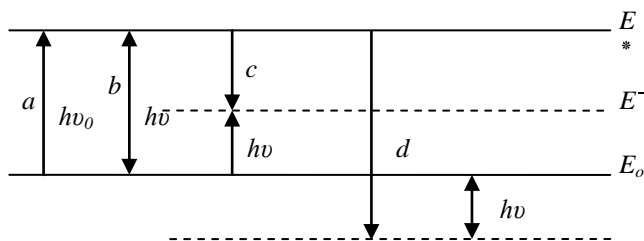


Рис. 3. Схема образования эффекта комбинационного рассеяния энергии электромагнитной волны

Изучено комбинационное рассеяние света, возникающее при наличии внутримолекулярных колебаний атомов (либо движения электронов внутри атомов) под влиянием падающей на вещество световой волны. На рис. 4 показана схема образования уровней колебательной энергии $h\nu^+$ (где $\nu^+ = \nu \pm \nu_i$), возникающей при воздействии на молекулы вещества фотона [19].

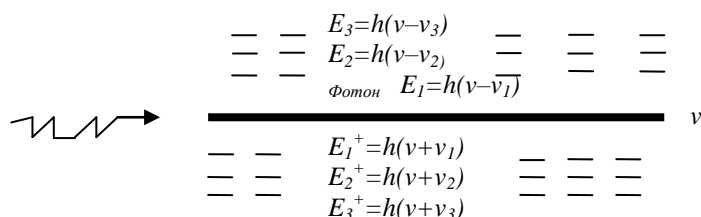


Рис. 4. Схема образования уровней колебательной энергии

Возникновение резонансного комбинационного рассеяния света, попадающего в область полосы поглощения вещества, подтверждается экспериментально [19].

Предполагается, что в ходе длительного эволюционного развития комбинационное рассеяние энергии может привести к формированию систем, которые можно условно представить состоящими из компарментов. Иллюстративная схема, показанная на рис. 5, разработана с учетом рассмотренного проекта интеграции в организационно-технологических системах с применением СИМ и данных о закономерностях взаимодействия молекул вещества в условиях комбинационного рассеяния энергии внешнего электромагнитного излучения. На схеме в отдельных компартаментах (X_0, Z_0, Y_0, U_0) протекают химические реакции при резонансном взаимодействии с энергией внешнего ЭМП.

Предполагается, что в таком случае в отдельных микросистемах и в относительно обособленной макросистеме возможно развитие стационарных неравновесных процессов на нескольких уровнях частот энергетического воздействия. Представленная на рисунке структура (показана пунктиром) может рассматриваться как система, развивающаяся на основе самоорганизации элементов (X, Z, Y, U) подобных СИМ интегрированных организационно-технологических систем управления (рис. 2).

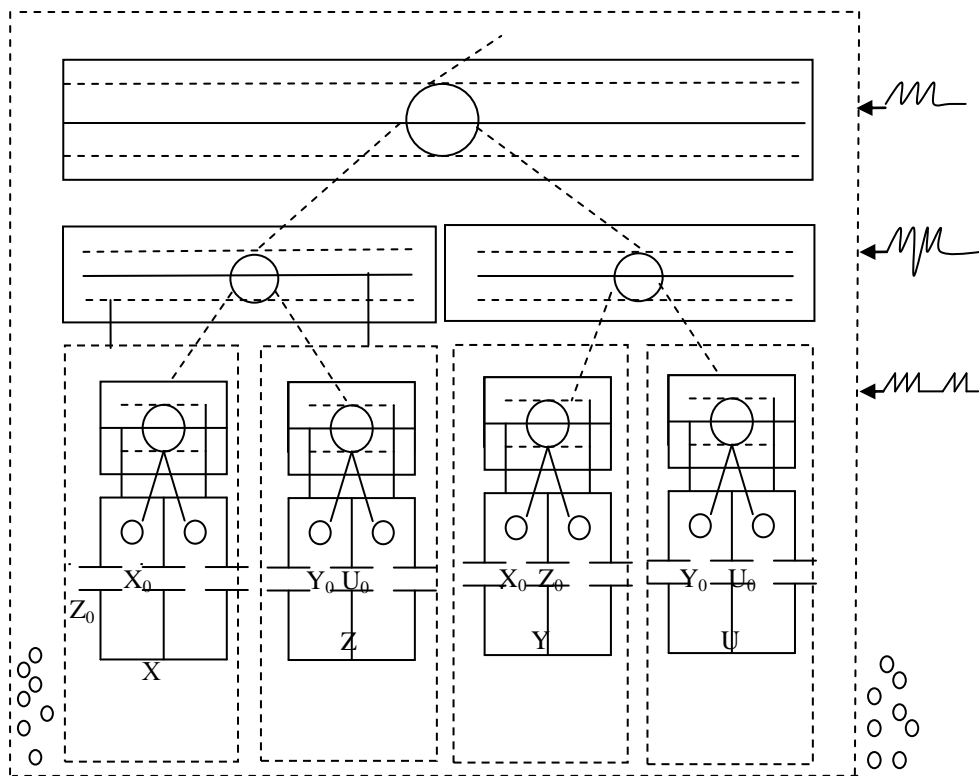


Рис. 5. Компрентальная модель структурного информационного модуля

Выводы. Таким образом, можно выявить общие черты процессов, приводящих к самоорганизации в естественных и искусственных системах. Как следует из рассмотренной схемы самоорганизации в сложной многоуровневой системе, переход на более высокие интегративные уровни происходит при условии поддержки самоорганизации первичных процессов. В соответствии с этим один из выводов состоит в следующем: коэволюционное развитие с учетом экологических ограничений возможно, если управление, реализуемое в искусственных системах (производственных, региональных), будет создавать условия для самоорганизации первичных естественных систем, функционирующих в природе. В частности, такие условия надо сформировать для восстановления одного из важнейших для жизни человека ресурсов природы – питьевой воды. Современные информационные технологии позволяют создать экспертные производственные и региональные системы для управления использованием водных ресурсов на синергетической основе. Полученные предварительные выводы представляется целесообразным развивать в таких направлениях:

- уточнение и развитие обоснования формальной схемы процесса, приводящего к самоорганизации в природе, в частности механизма наследования возникающих структур;
- исследование прикладных направлений применения синергетического подхода к управлению производственными и региональными системами, обеспечению устойчивого экономического развития на инновационной основе при соблюдении экологических ограничений;
- формирование информационных кластерных систем, реализующих экологическую сеть восстановления водных ресурсов бассейна реки Днепр.

Литература

1. Моисеев Н. Н. Человек и ноосфера / Моисеев Н. Н. – М. : Мол. гвардия, 1990. – 351 с.
2. Каганов Ю. Т. Коэволюция биосферы и техносферы: проблемы и решения / Ю. Т. Каганов // Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве. – М. : Прогресс-Традиция, 2002. – С. 447–457.
3. Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве. – М. : Прогресс-традиция, 2002. – 496 с.
4. Капица С. П. Синергетика и прогнозы будущего / Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. – М. : Наука, 1997. – 372 с.
5. Курдюмов С. П. Синергетика – теория самоорганизации. Идеи методы, перспективы / С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. – М. : Знание, 1983. – 64 с.
6. Глушков В. М. Флуктуационная системология // В. М. Глушков. Кибернетика: вопросы теории и практики. – М. : Наука, 1986. – С. 470–475.
7. Новосельцев В. Н. Теория управления и биосистемы. Анализ сохранительных свойств / Новосельцев В. Н. – М. : Наука, 1979. – С. 319.
8. Берг А. И. Предисловие к русскому изданию книги Ст. Бир. Кибернетика и управление производством / Берг А. И. – М. : Физматгиз, 1963. – С. 3–6.
9. Михалевич В. С. Некоторые теоретические аспекты информатики / Михалевич В. С., Каныгин Ю. М., Гриценко В. И. // Методы и средства информатики : сб. научн. тр. – К. : ИК АН УССР, 1984. – С. 3–18.
10. Бинкевич В. В. О структуре самоорганизованных процессов / В. В. Бинкевич, Е. В. Бинкевич, И. Мамузич // Синергетика и самоорганизующиеся процессы в системах и технологиях : матер. международной научной конференции. – М., 1986. – С. 52–57.
11. Бинкевич В. В. Об интеграции в организационно-технологических автоматизированных системах / В. В. Бинкевич // Экономика, управление и информатика : сб. материалов научно-методической конференции. – Дн-ск, 1995. – С. 88–89.
12. Бинкевич В. В. Об инновационном развитии на основе самоорганизации / В. В. Бинкевич, И. В. Усиченко // Экономика: проблемы теории та практики : зб. наук. праць. – Дн-ськ, 2007. – Вип. 230. – Т. 1. – С. 177–183.
13. Бинкевич В. В. О структуризации интегрированных систем / В. В. Бинкевич // Всесоюзн. конф., посв. 60-летию академика В. М. Глушкова : тез. докл. – К., 1983. – Ч. I. – С. 22–23.
14. Бинкевич В. В. Системный подход к разработке организационно-правового обеспечения АСУ / Бинкевич В. В., Рубан В. Я., Юлдашев А. Х. // Правовые аспекты компьютеризации управления. Ин-т. госуд. и права АН УССР. – К. : Наукова думка, 1986. – С. 86–126.
15. Бинкевич В. В. Об интеграции на основе самоорганизации / В. В. Бинкевич, И. В. Усиченко // Вісник Дніпропетровського університету. “Історія і філософія науки і техніки”. – 2001. – Вип. 8. – С. 13–21.
16. Бинкевич В. В. О совершенствовании структуры принятия решений при управлении на инновационной основе / В. В. Бинкевич, И. В. Усиченко // Економіка і управління в промисловості : матер. всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої 70-річчю фак. економіки та менеджменту НМетАУ. – Дн-ськ, 2005. – Т. 2. – С. 198–200.
17. Грузинцев А. Г. Очерки по теории науки / А. Г. Грузинцев // Записки Дніпропетровського інституту народної освіти. – 1928. – Т. II. – С. 270–320.
18. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / Месарович М., Мако Д., Такаха И. – М. : Мир, 1973. – С. 344.
19. Физический энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Сов. энциклопедия, 1983. – 928 с.
20. Николаев Л. А. Основы физической химии биологических процессов / Николаев Л. А. – М. : Высшая школа, 1976. – 261 с.
21. Николаев Л. А. Современная химия / Николаев Л. А. – М. : Просвещение, 1970. – С. 442.