Функциональная логика Природы – основа механизмов самоорганизации через отбор.

Гордиенко В.И., Дубровский С.Е., Фенев Д.В.

"Гармония логики преобладает в мире
как неустранимая необходимость".

А. Уайтхед.

Введение.

Исследования, проведенные Г. Хакеном, И. Пригожиным, В. Эбелингом и их коллегами и последователями, свидетельствуют о том, что темы диалога, коммуникации, средств и методов познания процессов **самоорганизации** подводят нас вплотную к фундаментальной философской проблеме **познания общих закономерностей развития как диалектического процесса** присущего (хотя и в разных специфически конкретных формах) **не только человеческому обществу, но и всему материальному миру, включая также мир неживой материи.** Здесь, по сути, сформулирована фундаментальная задача всей мировой науки [1,2,3,4].

Важность затронутой проблемы состоит в том, что она напрямую связана с будущим человечества, состоянием среды его обитания с новейшими технологиями. Поэтому любой успешный шаг, сделанный в этом направлении, будет представлять собой важнейший научный и практический результат, определяющий перспективу развития человечества.

В результате проведения многолетних кропотливых исследований И. Пригожин и его коллеги приходят к одному из фундаментальных выводов: системам (объектам) неравновесного мира (неравновесной материи) присуще свойство **отбора** при наступлении некоторых условий (самоорганизация через отбор). Свою мысль он формулирует следующим образом: "Теперь уже конструктивная роль отбора не вызывает у нас сомнений. Поэтому на передний план выходит вопрос о механизме его возникновения". Наличие механизмов отбора убедительно подтверждается рядом примеров из физики, химии, биологии. Показано, что процессы отбора отчетливо наблюдаются также на уровне органических макромолекулярных образований. К ним относятся действия гормонов, ферментов (энзимов), рибосом ,информосом (как, впрочем, и более высокоорганизованных организмов). Названные объекты Природы обладают своей функциональной логикой, таксисом, способностью распознавать, и функционируют на основе информационных контактов с их окружением и между собой.

Для Природы характерно интенсивное "общение" между ее компонентами. Наша задача состоит в постижении принципов этого "общения".

Важнейшая роль в раскрытии механизма отбора принадлежит вопросам формализации логических процессов, сопровождающих самоорганизацию неравновесной и нелинейной Природы на всех уровнях ее развития.

Основная трудность на путях поиска таких механизмов заключается в том, что динамические системы, обладающие способностью отбора, состоят из **взаимодействующих и взаимосвязанных** подсистем. Такие системы относятся к классу неинтегрируемых систем и не могут достаточно полно быть формализованы существующими математическими методами. Еще Пуанкаре показал, что системы с взаимодействующими подсистемами могут быть формализованными, если количество подсистем не превышает двух – трех.

Большие надежды возлагались на сравнительно новые методы нелинейной динамики (нелинейной науки), возникшей на основе компьютерного моделирования (в основном в рамках концепции цифровых программных вычислений (КЦПВ)). До недавнего времени казалось, что этот подход не имеет границ своим возможностям. Однако к концу XX века эйфория по поводу возможностей современных компьютеров в задачах моделирования и вычислительного эксперимента сменилась пониманием ограниченности возможностей получать ответы с помощью компьютера современной архитектуры. В одной из бесед Н.Н.Моисеев охарактеризовал это примерно так: ”Когда нам стало ясно, что прямая имитация многих процессов попросту невозможна, то возникла потребность в новых понятиях и концепциях”[4]. Такая потребность остается неудовлетворенной и по сей день.

В настоящее время появилась отрасль науки – синергетика [1]. Термин ”синергетика” в переводе с греческого означает содействие, сотрудничество, согласованность действий. Предложенный Г.Хакеном, этот термин акцентирует внимание на **согласованности взаимодействия частей при образовании структуры как единого целого.** Таким образом, появление такой отрасли как синергетика вызвано неразрешимостью имеющимися методами проблемы формализации процессов в самоорганизующихся системах с взаимодействующими частями.

Удивительным оказывается то, что математическая теория множеств, выдвинутая Г.Кантором еще в конце XIX века, также акцентирует внимание на тех же проблемах, что и синергетика – на проблемах согласованности частей и целого.

Сотрудниками фирмы “Техноком-АТ” показано, что применение теории множеств является одним из эффективных подходов к формализации процессов самоорганизации неравновесной, неоднородной материи.

В отличие от классической теории множеств наш подход учитывает тот факт, что элементы (подсистемы) множеств могут находиться между собой в отношениях специфических взаимодействий, включая и состояние выбора. “Такое явление, как выбор одного из двух симметричных (в некотором смысле эквивалентных) вариантов и отбрасывание другого, принято называть нарушением симметрии. Мы часто будем встречаться с нарушением симметрии в связи с самоорганизацией: нарушение симметрии по существу представляет собой основное явление в образовании структур [3]. По Пригожину Природа сделала первый выбор между материей и антиматерией в пользу материи [2]. Далее развитие (усложнение) материи происходило в последовательности, приведенной на схеме (рис.1). Как следует из приведенной схемы, в истории развития Природы имеет место два характерных этапа: этап **досознательного,** на протяжении которого Природа развивалась в соответствии со своей функциональной логикой (логикой выбора) и этап **сознательного**, который начинается с появлением Человека Разумного. Природа до появления Человека Разумного не знала понятия числа, математики, средств и способов автоматизации вычислений, компьютинга, современных методов передачи и обработки информации и т.д. Она обладала своей логикой развития (логикой выбора), логикой, которая отражает действия законов движения материи, логикой, способной самоорганизоваться в рамках энергонасыщенной, неравновесной и неоднородной материи, логикой, которая в процессе развития способствовала сокращению количества структур с одновременным ростом их функционального разнообразия (функциональной гибкости). Здесь имеется в ввиду сокращение количества видов крупных органических молекул с одновременным расширением их функционального разнообразия. Наличие функциональной логики Природы признает и Г. Хакен. Рассматривая возможности создания синергетического компьютера, он писал [1]: “Перед нами открываются захватывающие перспективы: оказывается, логические процессы – и, в конечном счете, мыслительные процессы вообще – могут протекать на самых разнообразных субстратах. Это может быть вода, это могут быть электроны, это могут быть химические реакции, лазер или биомолекулы“. Он утверждает, что в Природе логика инвариантна к компонентам субстрата. Здесь следует заметить, что Г.Хакен подразумевал бинарную логику. Функциональная логика Природы больше напоминает теоретико-множественную логику Г.Кантора, которая включает в себя и бинарную логику, как частный

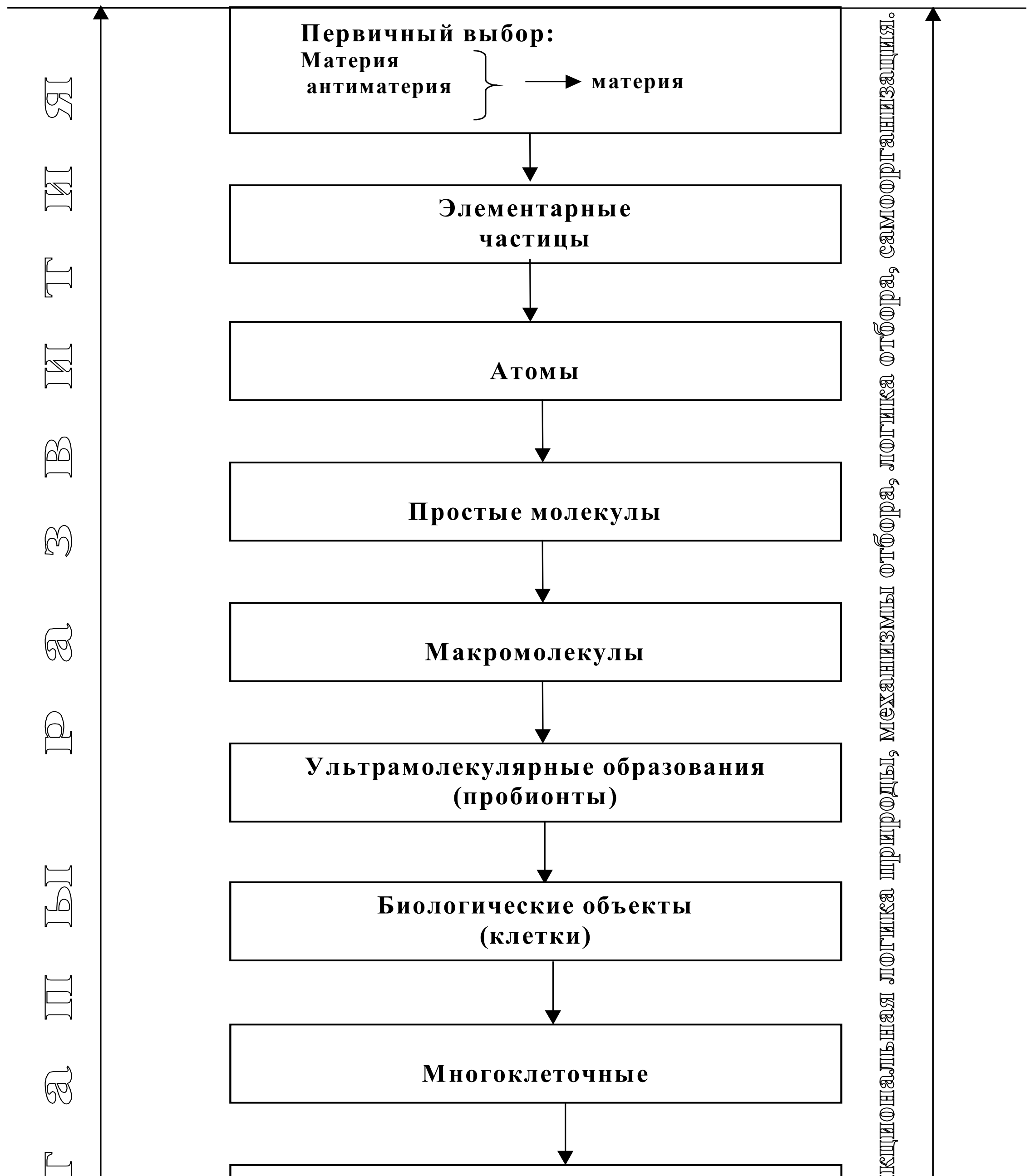


Рис. 1. Этапы развития Природы через отбор.

случай. В дальнейшем мы покажем, что теоретико-множественная логика более адекватно отображает логические процессы в развивающейся Природе. **Все, что может быть выражено логическими правилами в рамках теории множеств, может быть материализовано самой Природой в условиях энергонасыщенной (и поэтому неравновесной) неоднородной материи.**

Особенность функциональной логики Природы на этапе досознательного состоит в том, что эта логика является “логикой прямого действия“. Здесь в качестве посылок для логического вывода по принципу “если…, то…“, отображающему причинно-следственные взаимодействия между компонентами Природы, используются конкретные физические сущности. В то же время на этапе сознательного процесс предъявления и использования посылок оказывается более сложным, требующим серьезной предварительной обработки.

Приоритет логики в информационных процессах состоит в том, что такие процессы как восприятие, кодирование, управление формированием сигналов при передаче и приеме (модуляция, манипуляция, демодуляция и т.д.) декодирование, сопоставление и др., имеют логические начала. В каждом из этих процессов напрямую действуют базовые логические операции теории множеств, а именно, операции объединения, пересечения и дополнения. Главное состоит в том, что Природа оказалась способной реализовать эти операции на любом уровне своего развития, создавая при этом огромное функциональное разнообразие. Таким образом, информационный процесс на этапе досознательного сводится к функционально-логическому процессу, т.е. к процессу получения и предъявления посылок системе для логического вывода относительно выбора (нарушения симметрии). Получается своеобразный “замкнутый круг“: информационный процесс (информирование) основан на логических операциях, а логические операции невозможны без информирования (без предъявления посылок). Здесь сам собой напрашивается вывод: в организации информационных процессов, сопровождающих самоорганизацию, первичной является логика, т.е. логические операции, выполняемые на материальном субстрате в условиях энергонасыщенной неоднородной материи. В этом мы видим основы самоорганизации с ее механизмом выбора.

Теория множеств и ее роль в формализации процессов самоорганизации природы.

Как упоминалось ранее математическая теория множеств, акцентирует внимание на тех же проблемах, что и синергетика – на проблемах согласованности частей и целого (единого).

Существует несколько источников, в которых приводятся варианты определения множества [5, 6]. Воспроизведем некоторые из этих определений. Сам Г.Кантор сказал, что “под множеством мы подразумеваем объединение в целое определенных, различающихся между собой объектов нашего представления или мышления”. В своей работе “Очерки по истории математики” (Москва, 1963) Н.Бурбаки, ссылаясь на Кантора, дает следующий вариант определения множества: “Под множеством понимают объединение в одно общее объектов, хорошо различимых нашей интуицией или нашей мыслью”. В современных справочниках по математике, см. например, Ю.Я.Каазика [6] множеству придается статус одного из основных понятий математики: набор каких-либо различных объектов или элементов, рассматриваемый как одно целое. При этом оговариваются условия принадлежности элемента к множеству. Допускаются синонимы: набор, совокупность, система, комплект, класс, комплекс.

Основная особенность множества состоит в том, что оно представляет собой самое простое понятие, принятое в повседневной жизни и перенесенное в математику и логику. Это понятие нельзя свести к чему-либо более простому; оно невыводимо из более простого. В связи с этим упростился и стал более понятным язык математики. При помощи множеств можно единым взглядом (целостно) охватить самые сложные структуры. Понятия множеств настолько собирательные и удобны, что в качестве их элементов можно рассматривать как математические объекты – числа, точки, векторы, функции, значения функций и т.д., так и физические, биологические, социальные объекты и даже объекты-образы представленные мысленно. Применение теории множеств вселяет надежду на то, что, в конечном счете, задача представления сложной и многообразной картины развивающегося мира на основе простых представлений, будет решена.

Рассмотрим введенные Г.Кантором базовые понятия теории множеств, касающиеся элементарных действий над множествами, с целью конструирования новых множеств, "населяющих" сложный и неравновесный мир. При этом необходимо помнить, что элементы множеств сами являются множествами. Это дает право применять к их элементам все операции и действия, которые касаются самих множеств.

Замечание. На первый взгляд, может показаться, что применение теории множеств для формализации процессов самоорганизации на основе **отбора**, противоречит здравому смыслу. Так, с одной стороны, неравновесная и неоднородная материя содержит системы, элементы в которых находятся в постоянном взаимодействии, в динамике. С другой - аксиоматическая теория множеств предписывает рассматривать только те множества, которые не зависят от времени. Эта идеализация, практически отсутствует в природе и в большей степени касается только числовых множеств. В дальнейшем мы будем рассматривать динамические множества, элементы которых находятся во взаимодействии, порождая новые свойства и качества развивающихся систем. Мы сознательно отбрасываем условия независимости от времени, поскольку увязать статику и развитие принципиально невозможно. В то же время природа не терпит разрывов процесса развития.

Перед тем, как окончательно перейти к рассмотрению базовых понятий теории множеств и операций над множествами еще раз напомним о том, что эти операции пронизывают все стороны бытия неравновесной материи. Они лежат в основе функционирования всех подсистем контура информационного метаболизма среда-система-среда и олицетворяют факт подчинения всех явлений в неравновесной природе единым законам диалектической логики. Вот как по этому поводу говорит сам Г. Хакен [1]: "…в Природе каждое отдельное изменение происходит в соответствии с некоторой строгой закономерностью, причем, закономерность эта представляет собой не что иное, как последовательность логических шагов ". Нам предстоит выяснить механизмы осуществления Природой этих "логических шагов".

Простейшим невыводимым понятием теории множеств является понятие мощности множества. Формально это понятие выражается кардинальным числом равным количеству элементов множества. Оно обозначается в виде **k** (A), где **k** - первая буква слова "кардинальный", а в скобках стоит обозначение множества, обладающего соответствующим кардинальным числом. На основании кардинальных чисел становится возможным количественно сопоставлять и различать множества; вычислять степень их различия или совпадения, "расстояния" между множествами и элементами множества. Эти показатели подчиняются классическим свойствам расстояния: положительности и независимости от порядка измерения (от **A** до **B** или от **B** до **A**). Иными словами, степень близости или удаления между множествами определяется нормой в функциональном пространстве первого порядка в виде:

$$\Delta_1 = |\, k(A) - k(B)|. \tag{1}$$

Здесь вертикальными линиями обозначена абсолютная величина (модуль) разности кардинальных чисел соответствующих множеств. В теории множеств часто операцию (1) называют **операцией дополнения**. В сущности выражение (1) позволяет вычислять минимальное "расстояние" или максимальную степень сходства между множествами A и B.

Выражение же вида

$$\Delta_2 = |\, k\,(A) + k\,(B)\,|. \qquad (2)$$

соответствует максимальному расстоянию между множествами А и В или минимальной степени сходства между ними. Скорее выражение (2) характеризует максимальную степень противоположности сопоставляемых множеств.

Однако такое сопоставление множеств (по степени сходства или различия) через действия над кардинальными числами является неполным. Для более детального сопоставления множеств через взаимодействие их элементов и для расширения возможностей конструирования новых множеств необходимо ввести понятие **ординальных** (простых) чисел. Если кардинальное (главное) число отвечает на вопрос: сколько имеется элементов в соответствующем множестве (например, 5, 7 или 10), то ординальное число отвечает на вопрос: каков элемент по порядку ($5^{-й}$, $7^{-й}$ или $10^{-й}$). Введение ординальных чисел делает возможным проведение достаточно сложной операции над множествами типа операции "прямое сопоставление множеств". Аналогом "прямого сопоставления множеств" является известная операция прямого (декартового) произведения множеств. Далее нами будет показано, что в неравновесной природе более распространенной и эффективной операцией является операция "прямого сопоставления множеств". В ряде случаев операции прямого сопоставления и прямого произведения матриц могут удачно дополнять друг друга.

В сложных ситуациях на различных уровнях иерархии множеств главные числа могут переходить в простые и наоборот. Использование аппарата "прямого сопоставления множеств" особенно эффективно там, где необходимо проследить результат группового взаимодействия элементов на качество целого, т.е. проследить синергетический эффект.

Из выражений (1) и (2) следует один важный вывод: для вычисления расстояния между множествами А и В необходима нелинейная операция типа "выпрямление". В процессе **выбора** на основе (1) и (2) формируются критерии сходства и различия между множествами.

Следующим базовым понятием теории множеств является понятие **пересечения множеств А и В.** Операция пересечения обозначается как $A \cap B$ и представляет собой операцию по формированию нового множества, в которое одновременно входят элементы множеств А и В. Мощность или кардинальное число вновь образованного множества обозначаются как $k\,(A \cap B)$. Формальное определение множества, полученного в результате пересечения множеств А и В звучит так: пересечение множеств А и В является множеством, состоящим из тех элементов, которые принадлежат к множеству А и В. Причем, момент одновременности вхождения элементов множеств А и В в новое множество имеет принципиальное значение. Он означает тот факт, что именно в этот момент взаимодействуют такие-то количества элементов. Именно эти элементы олицетворяют связь и взаимодействие множеств А и В. Характер этого взаимодействия определяется характером взаимодействия между пересекающимися элементами. Динамика и следствия формирования нового множества может быть прослежена на последовательности фрагментов взаимодействия исходных множеств. Следующим важным понятием и операцией теории множеств является понятие **объединения множеств А и В**. Объединением множеств А и В является множество, которое включает все элементы, принадлежащие хотя бы одному из множеств А и В и обозначается как $A \cup B$.

Существует еще несколько вспомогательных понятий касающихся методов конструирования новых множеств.

Однако, смысл этих понятий будет лучше воспринятым после геометрической (наглядной) интерпретации операций над множествами. На рис.2 условно изображены сопоставляемые множества А и В и различные варианты производных множеств, порожденных операциями над исходными множествами. В последствии эти интерпретации будут сопровождены аналитическими зависимостями, имеющими важное значение в вычислительном отношении.

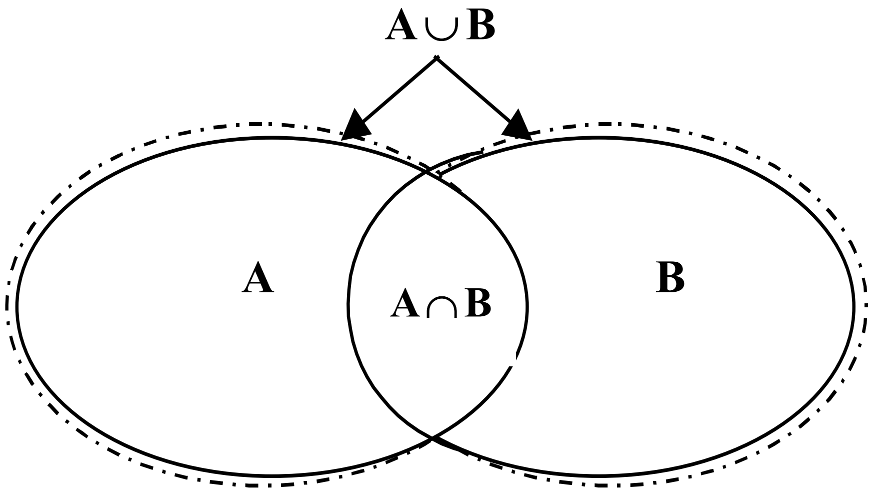


Рис. 2. Геометрическая интерпретация действий над множествами A и B.

В теории множеств базовые логические операции в соответствии с (Рис.2) объединены в едином выражении вида:

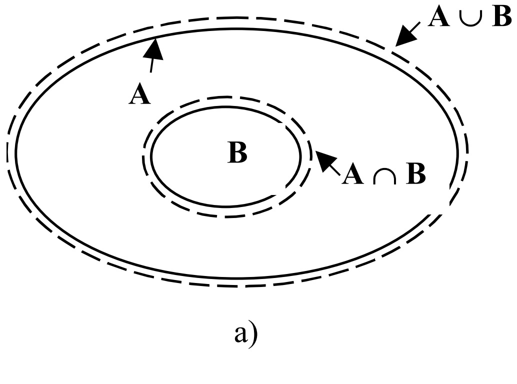
$$k\,(A \cup B) = k\,(A) + k\,(B) - k\,(A \cap B). \qquad (3)$$

Для придания общности в дальнейшем обозначение “k” - “кардинальный” будем опускать. Тогда (3) будет представлять собой базовое соотношение вида:

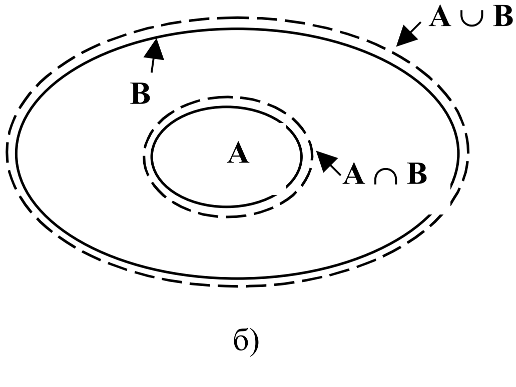
$$A \cup B = A + B - A \cap B. \qquad (4)$$

Как следует из рис.2 и выражения (4), множества A и B являются независимыми, если они не пересекаются т.е. $A \cap B = \varnothing$. В этом случае мощность объединенного множества $A \cup B$ равна сумме мощностей составляющих. Наличие пересечения $A \cap B \neq \varnothing$ свидетельствует о том, что множества A и B взаимосвязаны. В результате этого объединенное целое не равно сумме его частей. Для того, чтобы определить в каких отношениях находятся часть и целое, необходимо уметь выполнять базовые логические операции объединения ($A \cup B$) и пересечения $A \cap B$. В последствии мы покажем, что Природа, при определенных условиях вполне способна справиться с этой задачей.

На рис. 3 а) и б) представлены варианты включения одного множества другим.



а)



б)

Рис. 3. Варианты представления сопоставляемых множеств.

Так, для варианта включения ($A \supset B$) (рис. 3а)), будет иметь место следующая система соотношений:

$$A \cup B + A \cap B = A + B,$$
$$A \cup B - A \cap B = A - B. \qquad (5)$$

При наличии обратного порядка включения множеств ($B \supset A$) (рис.3б)) будет иметь место следующая система соотношений:

$$A \cup B + A \cap B = B + A,$$
$$A \cup B - A \cap B = B - A. \qquad (6)$$

Объединяя системы (5) и (6) и исключая зависимость от порядка взаимного включения множеств (на основе равенства расстояний между множествами), получим обобщенную систему уравнений относительно операций $A \cup B$ и $A \cap B$:

$$\begin{cases} A \cup B + A \cap B = | A + B |, \\ A \cup B - A \cap B = | A - B |. \end{cases} \qquad 7)$$

Решениями системы уравнений (7) будут:

$$A \cup B = 0,5 \ \{|A + B| + |A - B|\}, \qquad (8)$$

$$A \cap B = 0,5 \ \{|A + B| + |A - B|\}. \qquad (9)$$

Соответствующая алгоритмическая структура процессора базовых теоретико-множественных операций объединения и пересечения приведена на рис. 5.

Как следует из полученных выражений и соответствующей алгоритмической структуры, операции объединения и пересечения могут оперативно производиться на реальных элементах, обладающих нелинейностью. Это свидетельство того, что эти операции могут самореализоваться (по Хакену) в неравновесной и нелинейной среде на самых начальных уровнях развивающейся материи. В этом плане приведенные алгоритмы являются **фундаментальными.** Они с успехом реализуются в естественных и искусственных системах и **представляют собой базовые логические операции функциональной логики Природы.** Именно эти логические операции лежат в основе механизмов выбора через нарушение симметрии.

Прямым доказательством того, что нами получены базовые логические операции теоретико-множественного плана, является факт их соответствия (удовлетворения) законом и правилом алгебры множеств. Рассмотренные алгоритмы практически в полном объеме, удовлетворяют законам коммутативности, идемпотентности, ассоциативности, абсорбции, дистрибутивности, правилам де Моргана, представленным в следующем виде:

Коммутативность

$$\begin{cases} x \cap y = y \cap x \;, & (10) \\ x \cup y = y \cup x \;. & (10a) \end{cases}$$

Идемпотентность

$$\begin{cases} x \cap x = x \;, & (11) \\ x \cup x = x \;. & (11a) \end{cases}$$

Ассоциативность

$$\begin{cases} x \cap (y \cap z) = (x \cap y) \cap z \;, & (12) \\ x \cup (y \cup z) = (x \cup y) \cup z \;. & (12a) \end{cases}$$

Абсорбция

$$x \cap (x \cup y) = x \cup (x \cap y) = x. \tag{13}$$

Дистрибутивность

$$\begin{cases} x \cap (y \cup z) = (x \cap y) \cup (x \cap z), & (14) \\ x \cup (y \cap z) = (x \cup y) \cap (x \cup z). & (14a) \end{cases}$$

Правила де Моргана

$$\begin{cases} (x \cup y)^c = x^c \cap y^c \;, & (15) \\ (x \cap y)^c = x^c \cup y^c \;. & (15a) \end{cases}$$

Замечание: использование выражений (13) требует введения некоторого универсального множества, мощность которого превосходит мощность сопоставляемых множеств x и y.

Кроме того, следует учесть, что соотношения (10)...(15) строго выполняются в области (0 ÷ ∞). Для области (- ∞ ÷ ∞) требуется некоторая их коррекция. Применение соотношений (10)…(18) позволяет формировать аппаратные структуры для вычисления довольно сложных логических выводов в рамках непрерывнозначной и бинарной логик.

Для расширения набора базовых логических операций дополнительно к выражениям (8) и (9) вводится операция дополнения. Тогда полный набор базовых логических операций над сопоставляемыми физическими величинами x и y будет представлен следующими выражениями:

$$x \cup y = 0{,}5\left[\,|x+y| + |x-y|\,\right], \tag{16}$$

$$x \cap y = 0{,}5\left[\,|x+y| - |x-y|\,\right], \tag{17}$$

$$\Delta = x \cup y - x \cap y \,. \tag{18}$$

Соответствующая алгоритмическая структура базового вычислительного ядра (**ICCore- Intersection Computing Core)** представлена на рис. 5.

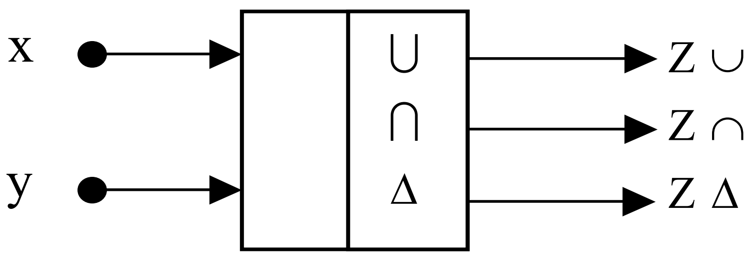


Рис. 5. Алгоритмическая структура аналогового базового процессора.

Легко показать, что выражения (16)…(18) являются логически равносильными. Это дает право использовать их как в рамках концепции аналоговых вычислений, так и в рамках концепции цифровых программных вычислений. В последнем случае базовый процессор может выполняться в виде программного базового микроблока на элементной базе цифровой техники.

Как следует из приведенных выражений, операция (16) соответствует выделению большего по абсолютной величине (модулю) без учета знаков; операция (17) соответствует выделению меньшего по абсолютной величине модуля с учетом знаков и, наконец, операция (18) определяет степень различия (сходства) сопоставляемых величин.

На интервале $(0, \infty)$ выражения (16)…(18) утрачивают зависимость от знаков сопоставляемых величин и приводятся к следующему виду:

$$x \cup y = \max \{|x|, |y|\}, \tag{22}$$

$$x \cap y = \min \{|x|, |y|\}, \tag{23}$$

$$\Delta = \max \{|x|, |y|\} - \min \{|x|, |y|\}. \tag{24}$$

Здесь наиболее наглядно проявляются логические отношения импликации. Эти отношения формулируются так: если $x \cup y = y$, то $x \cap y = x$.

В связи с тем, что в рамках теории нечетких множеств функции принадлежности значений x к некоторым множествам А и В (соответственно $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$) принимают значения на интеграле [0.1], возникает возможность осуществления базовых операций над значениями этих функций в пределах указанного интеграле [7]. Тогда выражения (22)…(24), равно как и исходные выражения (16)…(18), сводятся к классическим базовым выражениям теории нечетких множеств:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \cup \mu_B(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \tag{25}$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \cap \mu_B(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \tag{26}$$

$$\mu^C(x) = 1 - \mu_A(x). \tag{27}$$

Выражение (27) учитывает тот факт, что максимум функции принадлежности равен единице. Здесь с – знак дополнения.

При переходе к бинарной логике, когда сопоставляемым данным соответствуют специальные элементы «0» и «1», на основании (16)…(18) или (22)…(24) на выходах многофункционального элемента могут быть сформированы известные таблицы истинности:

x	y	Вых.1
1	0	1
0	1	1
1	1	1

x	y	Вых.2
1	0	0
0	1	0
1	1	1

x	y	Вых.3
1	0	1
0	1	1
1	1	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0

Легко показать, что алгоритмическая структура (рис.5) способна функционировать также в рамках трехзначной логики, когда входным данным соответствуют значения –1, 0, 1.

Таким образом, базовые операции в рамках всех названных множеств являются частными случаями базовых операций (16)…(18). При этом в качестве сопоставляемых элементов могут использоваться как непрерывнозначные функции, так и их дискретные значения. Следует особо подчеркнуть, что в отличие от результатов, полученных группой наносистем корпорации MITRE [8], в данном случае все базовые логические операции могут осуществляться единой структурой – элементарным базовым процессором функциональной логики на фрагментах органических молекул. При этом результат может быть использован как в рамках концепции аналоговых вычислений, так и в рамках концепции цифровых программных вычислений.

В процессе исследований свойств и возможностей базового процессора теоретико-множественных логических операций, алгоритмическая структура каждого приведена на рис. 5, установлен ряд фактов, заслуживающих, на наш взгляд, серьезное внимание.

1. Структуры, обладающие способностью реализовать базовые логические операции теории множеств, такие как операции объединения, пересечения и дополнения, одновременно обладают колоссальным функциональным многообразием (функциональной гибкостью). Это функциональное многообразие практически неисчерпаемо. Оно, на наш взгляд, является универсальным логическим источником усложнения материи в процессе ее самоорганизации. По сути, мы получили своеобразный метод “сжатия”, который позволяет свести функциональное многообразие в природе и технике к ограниченному количеству логических операций (функций) теоретико-множественного плана. При этом показано, что материальная энергонасыщенная и неоднородная среда способна самореализовать унифицированные структуры, реализующие этот комплекс базовых логических операций и обеспечить, таким образом, то функциональное многообразие, которое мы наблюдаем в природе и технике.

Уникальность базового процессора состоит в том, что он способен одновременно и без перестройки структуры выступать в следующих ролях [9,10,11]:

- базового процессора логических операций, лежащих в основе переработки информации;
- базового процессора систем обнаружения и распознавания сигналов (корреляционный и фильтровой методы обработки);
- базового процессора управления электрическими колебаниями, без которых не мыслим информационный обмен в процессе самоорганизации (модуляция, манипуляция, демодуляция, кодирование, декодирование, симметричное амплитудное ограничение и т.д.);
- базового процессора в задачах моделирования нейросетевых структур и их элементов (синапсов, аксонов, нейронов и др.).
- структурного базового элемента – основы построения однородных по составу сетевых структур, способных к самосборке и т.д.

Многие данные подвержены экспериментально на действующих макетах [9,10].

Эти и другие свойства могут быть успешно использованы в таких областях как молекулярная электроника, наноэлектроника, био- и нанокомпьютинг, нанороботизация производственных и познавательных процессов.

2. В работе [1] показано, что “… в Природе каждое отдельное изменение происходит в соответствии с некоторой строгой закономерностью, причем, закономерность эта представляет собой не что иное, как последовательность логических шагов”. Теперь мы вправе предположить, что эта последовательность логических шагов может играть определяющую роль в самоорганизации через отбор. В самом деле, каждый свершившийся

логический шаг формирует логическую посылку для осуществления нового логического шага. В таких условиях цепь логических шагов может оказаться замкнутой. При этом возможны три ситуации. При согласованных логических шагах может иметь место явление, напоминающее автокатализ (положительная обратная связь); при формировании на входе и выходе цепочки противоположных логических шагов имеет место явление, напоминающее автоингибицию (отрицательная обратная связь). И, наконец, при разрыве цепи логических шагов система склоняется к хаотическому поведению. Такая трактовка, по крайней мере, не противоречит утверждению А. Уайтхеда, вынесенному в эпиграф: “Гармония логики преобладает в мире как неустранимая необходимость”.

Более подробно эти материалы будут представлены в следующих выпусках.

Библиографический список

1. Г.Хакен. Тайны природы. Синергетика: наука о взаимодействии. Пер.с немецкого А.Р.Логунова.- Москва – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003, 320 с.
2. Г.Николас, И.Пригожин. Познание сложного. Введение: Пер.с анг. Изд. 2-е, стереотипное.-М.:Едиториал УССР, 203,-344 с. (Синергетика: от прошлого к будущему).
3. В. Эбелинг, А.Энгель, Р.Файстель. Физика процессов эволюции. Пер. с нем. Ю.А.Данилова.-М.: Едиториал УССР, 2001, 328 с.
4. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. 2-е изд. – М.: Эдиториал УРСС, 2001, 288 с.
5. Г.Корн и Т.Корн. Справочник по математике.-М.: Наука, 1973, 832 с.
6. Ю.Я.Каазик. Математический словарь.-Таллин: Валчус, 1985, 296 с.
7. Р.Беллман и Л.Заде. Принятие решений в расплывчатых условиях. Вопросы анализа и процедуры принятия решений. Сборник переводов. Под ред. канд.физ.мат.наук И.Ф.Шахова.- М.: Сов.радио,1974, 272 с.
8. Джеймс С. Эленбоген, Дж. Кристофер Лов. Архитектуры для компьютеров молекулярной электроники: логические структуры и сумматор на диодах молекулярной электроники. – Изд-во корпорации MITRE, группа наносистемы, 1999, 69с.
9. Гордиенко В.И., Дубровский С.Е., Рюмшин Р.И., Фенев Д.В. Универсальный многофункциональный элемент систем обработки информации// Радиоэлектроника.-1998.-№3, 12-20с. (изв. высш. учеб. заведений).
10. Гордиенко В.И. Организация информационных процессов в самоорганизующихся средах (Микросетевые вычислительные структуры). Сборник докладов III Международной конференции. ”Кибернетика и технологии XXI века” – Воронеж, 2002.
11. Гордиенко В.И., Дубровский С.Е., Фенев Д.В. Многофункциональный логический элемент. Патент Украины 45272 от 15.03.2002, Бюл. №3, 2002.