



УДК 004:007:51-7

### МОДЕЛИ СПОНТАННОЙ КОГНИТИВНОЙ ДИНАМИКИ

Прокопчук Ю.А.

*Институт технической механики НАНУ и НКАУ,  
Украинский государственный химико-технологический университет  
г. Днепропетровск, Украина*

**Itk3@ukr.net**

Исследование проводилось с целью построения формальных структур знаний для моделирования процессов эмпирического образного мышления в компьютерных технологиях. Предложена конструктивная версия механизма предельных обобщений и полимодельной дополнителности как парадигмального базиса и показана ее продуктивность при решении теоретико-прикладных проблем когнитивной науки. Построены формальные модели спонтанных идеальных процессов.

**Ключевые слова:** когнитивные архитектуры и процессы; парадигма предельных обобщений; модели идеальных процессов; модели знаний.

#### ВВЕДЕНИЕ

Исследование проводится с целью построения формальных структур знаний для моделирования процессов образного мышления в компьютерных технологиях [Валькман, 2009], [Голенков и др., 2001]. В сфере когнитивных наук продвижение в решении данной проблемы является актуальным для разработки партнерских систем, средств анализа и управления сложными системами, интерфейсов «мозг-компьютер» и других технологий, для которых критически важно максимальное соответствие закономерностям протекания когнитивных и эмоциональных процессов человека [Дубровский, 2007], [Chalmers, 1996].

В работе [Прокопчук, 2012] предложена конструктивная версия механизма предельных обобщений и полимодельной дополнителности как парадигмального базиса и показана ее продуктивность в исследованиях, связанных с анализом различных познавательных ситуаций и решением теоретико-прикладных проблем когнитивной науки. В настоящей работе строятся формальные модели спонтанных идеальных процессов.

#### 1. Базовые сущности

##### 1.1. Орграфы набросков, банк тестов

Предполагается, что произвольную ситуацию действительности (прецедент, систему, процесс) можно описать с помощью множества

элементарных тестов, представимых в виде «тест = значение». Мощность множества всех элементарных тестов совпадает с мощностью всех односложных вопросов вида «вопрос? ответ». Конкретный результат теста  $\tau$  будем обозначать через  $\underline{\tau}$ . Результаты тестов могут выбираться (формироваться) из разных доменов (множеств значений). Для фиксации того, что в качестве множества результатов теста  $\tau$  используется домен  $T$ , будем использовать нотацию:  $\tau/T$ .

Правила пересчета значений теста из одного домена в другой задают *взвешенный орграф доменов теста*  $\tau$ :

$$G(\tau) = \{T \rightarrow_e T'\}_\tau, \quad (1)$$

где  $e$  – структурная энергия (проводимость связи), которая может динамически изменяться. Домен слева от стрелки в фундаментальной триаде  $(T \rightarrow_e T')$  будем называть доменом-предком (родителем), а справа от стрелки доменом-потомком. Совокупная смысловая область элементов домена–потомка полностью совпадает с совокупной смысловой областью элементов домена–предка. Без ограничений общности положим, что домены орграфа  $G(\tau)$  состоят из альтернативных элементов (точечных или атомарных элементов) и атомарный элемент любого домена однозначным образом преобразуется в атомарные элементы доменов-потомков (если они существуют).

С помощью структурной энергии можно

моделировать такие эффекты памяти как распространение волновой активности, «забывание», «вспоминание» и т.д. Детализация структурной энергии на уровне домена позволяет рассмотреть динамические особенности обобщения каждого элемента каждого домена, а именно:  $\forall a \in T(T.a, e_a \rightarrow T'.b)$ .

Орграф имеет одну базовую вершину  $T_0$  – базовый домен со значениями (элементами) максимально высокого уровня точности. В базовую вершину не входит ни одна дуга орграфа. Любой домен орграфа проецируется на весь базовый домен. На основе орграфов доменов могут быть построены структурно-завершенные орграфы доменов  $G^+(\tau)$  путем автоматического порождения вершин-листьев вида  $\{a; \neg a\}$  для каждого элемента дискретного домена [Прокопчук, 2012].

Конфигуратором теста называется процедурная реализация орграфа доменов. Ниже приведен пример конфигулятора теста «Возраст» (без структурной энергии):

Возраст {B3 {Молодой ^1; Немолодой ^2 3} B2 {Молодой ^1 [1; 33]; Средних лет ^2 (33; 60); Пожилой ^3 (60; 100)} B1 {[1; 100]}}.

$G(\text{Возраст}) = \{B1 \rightarrow B2 \rightarrow B3\}$ .

Автоматизмами среды всегда порождается смысловая траектория обобщения любого значения любого домена, в частности базового. Пример: Возраст/B1? 77  $\rightarrow$  Возраст/B2? Пожилой  $\rightarrow$  Возраст/B3? Немолодой.

Пример показывает, каким образом в орграфах доменов порождается смысл при движении информации от сенсориума (измерительной системы) к высшим отделам обработки и анализа информации. Следует отметить, что наличие знаков (термов) для элементов доменов не является обязательным. Пример:

Возраст {B3 {^1; ^2 3} B2 {^1 [1; 33]; ^2 (33; 60); ^3 (60; 100)} B1 {[1; 100]}}.

Все дальнейшие построения, включая модели знаний, работают и в этом случае, что позволяет рассматривать когнитивные процессы у животных. Более того, лишь малая часть тестов и доменов орграфов доменов тестов имеют знаковую (вербальную) интерпретацию в силу полимодальности любого образа. Это объясняет, почему традиционные лингво-логические интеллектуальные системы не обеспечивают однозначного сопоставления между когнитивным представлением и описанием в вербальной форме.

Орграф доменов теста является частным случаем базовой сущности «взвешенный орграф набросков»:

$$G_s(W) = \{P \rightarrow_e P'\}_W, \quad (2)$$

где  $W$  – произвольное явление действительности, образ;  $P, P'$  – наброски;  $e$  – структурная энергия (проводимость связи). Причем

$||I(P')| < |I(P)|$ , где  $I$  – оператор вычисления информации (происходит диссипация информации). Любой набросок  $P$  при декогерентном рассмотрении является множеством значений тестов  $\{\tau/T\}_P$ . Для одного и того же образа  $W$  могут быть построены орграфы набросков разных типов. Каждому типу соответствует свой оператор  $I$ . При рекогерентном рассмотрении существует квантово-семантическое представление орграфов набросков [Прокопчук, 2012].

Орграфы набросков структурно неустойчивы: с ними связана «структурная энергия» и эволюция, выражающаяся в постоянном спонтанном изменении структуры при постоянстве внешних условий. В этой связи важно отметить, что система с переменной структурой элементов может обладать внутренними движущими силами и за счет них обладать самодвижением и эволюцией. Слои набросков размещаются в разных отделах памяти (быстрые, медленные, сверхмедленные отделы), что обусловлено стремлением минимизировать структурную энергию.

Текст, речь, музыка – это последовательность сигналов-знаков  $\langle \underline{a}/A \rangle$ , которые призваны активировать у респондента определенную волновую активность (переживания). Для них, как и для любых сигналов, строятся орграфы набросков, модели знаний и т.д.

В совокупности орграфы доменов образуют Банк тестов  $\{G(\tau)\}$ . Различные комбинации доменов для всех тестов определяют различные уровни обобщенности описания ситуаций действительности. Банк тестов обеспечивает переход от физической реальности к феноменологическому пространству (ФП) и служит системой координат произвольного ментального многообразия ФП. Важно отметить, что разноуровневые описания образа, явления, ситуации существуют одновременно. Другими словами, имеет место неразделяемая суперпозиция описаний разного уровня обобщенности. Подобная суперпозиция препятствует вербализации (декогеренции). Общее количество описаний или информационных экранов определяется выражением:

$$M = \prod_{\tau \in \{\tau\}} |G(\tau)|, \quad (3)$$

где  $|G(\tau)|$  – число доменов в орграфе  $G(\tau)$ .

ФП является объединением ментальных многообразий (ММ). Каждое ММ имеет в общем случае свою систему координат. Одно и то же явление или образ может быть представлено в разных ММ. В общем случае, в качестве системы координат ММ выступает произвольный Банк образов  $\{G_s(W)\}$ . Поскольку любой набросок  $P$  на нижнем уровне описывается с помощью  $\{G(\tau)\}$ , то  $\{G_s(W)\}$  является системой координат более высокого уровня общности (порождение образов из

образов). В этом смысле можно говорить об иерархии систем координат ММ по степени обобщенности.

Будем говорить, что домен  $T'$  доминирует домен  $T$  в рамках орграфа  $G(\tau)$ , если они не совпадают и существует путь  $T \rightarrow \dots \rightarrow T'$ . Доминирование обозначим нотацией:  $T < T'$ . Нестрогое доминирование (домены могут совпадать) обозначим нотацией:  $T \leq T'$ . Если один домен доминирует другой, то он имеет более высокий уровень обобщения. Ясно, что все терминальные вершины орграфа  $G(\tau)$  являются недоминируемыми.

## 1.2. Системопаттерны

Любые преобразования, движения, вывод, импульсы, вычислительные модели в системе координат  $\{G(\tau)\}$  можно описать с помощью динамических системопаттернов (или просто системопаттернов) вида [Прокопчук, 2012]:

$$f/\mu: \{a/A\}, e/E \rightarrow \{b/B\}, \mu \in \{\mu\}_f, \quad (4)$$

где  $\{a/A\}$  – входные тесты;  $\{b/B\}$  – выходные тесты;  $e/E$  – требуемая структурная энергия, ресурсы;  $\mu$  – механизм реализации. С помощью структурной энергии, в частности, может передаваться возбуждение (активность) в вычислительной среде. Преобразования между доменами ( $T \rightarrow_e T'$ ) и набросками ( $P \rightarrow_e P'$ ) являются разновидностями системопаттернов.

Для любого системопаттерна строится орграф набросков, что позволяет системно реализовать метамоделирование (любой набросок системопаттерна является системопаттерном). Важным свойством системопаттернов является их активность: если системопаттерн запущен, то он самостоятельно может искать значения входных тестов  $\{a/A\}$ . Реальная скорость выполнения системопаттерна зависит от наличной структурной энергии (ресурсов). На основе системопаттернов можно строить среды радикалов (СР), интеллектуальные среды, банки математических моделей, функциональные системы (ФС) [Прокопчук, 2012].

## 2. Производные сущности

### 2.1. Банк прецедентов, идеальные закономерности

Для решения той или иной когнитивной задачи ( $Z$ -задачи) формируется множество прецедентов с известными исходами  $\Omega = \{\alpha(\{\underline{\tau}/T\}, \underline{z}/Z)\}$ , где  $Z = \{1, \dots, N\}$  – множество заключений (диагнозов, прогнозов, управлений);  $\{\underline{\tau}/T\}$  – множество значений тестов. Без потери общности примем, что каждый тест входит в описание прецедента (ситуации действительности) один раз. Кроме того,

будем рассматривать описания прецедентов с полной информацией (имеются значения всех тестов из  $\{G(\tau)\}$ ). Через  $\Omega(\{\tau/T_0\})$  обозначим априорные описания прецедентов.

Зафиксируем уровень общности  $\{\tau/T\}$ . Описание базы прецедентов  $\Omega(\{\tau/T\}, Z)$  назовем конфликтным, если существуют хотя бы два прецедента  $\alpha(\{\underline{\tau}/T\}_\alpha, z_\alpha)$  и  $\beta(\{\underline{\tau}/T\}_\beta, z_\beta)$  такие, что  $\{\underline{\tau}/T\}_\alpha = \{\underline{\tau}/T\}_\beta$ , но  $z_\alpha \neq z_\beta$ . Будем предполагать, что априорное описание  $\Omega(\{\tau/T_0\})$  бесконфликтно.

Будем говорить, что описание  $\{\tau/T'\}$  доминирует описание  $\{\tau/T\}$ , если  $\forall \tau T \leq T'$  и  $\exists \tau: T < T'$ . Доминирование описаний будем обозначать нотацией:  $\{\tau/T\} < \{\tau/T'\}$ .

**Предложение 1.** Если описание базы прецедентов  $\Omega(\{\tau/T\}, Z)$  бесконфликтно, то бесконфликтны также все описания  $\Omega(\{\tau/T'\}, Z)$  такие, что  $\{\tau/T'\} < \{\tau/T\}$ . Если описание базы прецедентов  $\Omega(\{\tau/T\}, Z)$  конфликтно, то конфликтны также все описания  $\Omega(\{\tau/T'\}, Z)$  такие, что  $\{\tau/T'\} < \{\tau/T\}$ .

Описание базы прецедентов назовем критическим –  $\{\tau/T\}^*$ , если оно бесконфликтно, но любое доминирующее описание конфликтно. Остальные бесконфликтные описания назовем докритическими. Все конфликтные описания назовем надкритическими [Прокопчук, 2012].

Множество всех описаний базы прецедентов образует орграф набросков  $\Omega(Z)$ , в котором  $\Omega(\{\tau/T\}, Z)$  – отдельный набросок, а множество критических описаний образует экстремальный пограничный слой набросков. Можно также рассмотреть орграф набросков каждого прецедента  $\alpha$ , тогда описание  $\alpha(\{\underline{\tau}/T\}, \underline{z}/Z)$  – это отдельный набросок. Для каждого прецедента можно найти критические наброски максимального уровня общности, которые позволяют отличить данный прецедент от всех остальных прецедентов из  $\Omega$ . Надкритические наброски служат основой для проведения аналогий и переноса.

Контекстом  $Z$ -задачи назовем кортеж  $K = \langle \Omega(Z), \{G(\tau)\} \rangle$ . Заданием  $K$  любой прецедент погружается в контекст  $K$ . Пусть  $\{\tau\}$  – полный набор тестов в рамках Банка тестов  $\{G(\tau)\}$ .

Идеальной закономерностью  $V$  в рамках контекста  $K$  назовем произвольную совокупность значений тестов, позволяющую однозначно установить заключение:

$$V = (\{\underline{a}/A\} \rightarrow \underline{z}/Z), \quad (5)$$

$$\exists \alpha(\{\underline{\tau}/T\}_\alpha, \underline{z}/Z) \in \Omega(Z) : \{\underline{a}/A\} \subseteq \{\underline{\tau}/T\}_\alpha.$$

Компактная запись:  $V(\{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z)$ . «Идеальность» означает субъективный характер закономерности. Закономерность является разновидностью системопаттерна. Закономерность может быть избыточна, что подтверждает следующее предложение.

**Предложение 2.** Если  $V(\{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z)$  закономерность в рамках контекста  $K$ , то любое множество значений тестов  $\{\underline{a}/A\} \cup \{\underline{b}/B\}$  такое, что  $\{a\} \cap \{b\} = \emptyset$  образует закономерность  $V'(\{\underline{a}/A\} \cup \{\underline{b}/B\}, \underline{z}/Z)$  в рамках контекста  $K$  при выполнении условия:

$$\begin{aligned} \exists \alpha(\{\underline{\tau}/T\}_\alpha, \underline{z}/Z) \in \Omega(Z) : \\ \{\underline{a}/A\} \cup \{\underline{b}/B\} \subseteq \{\underline{\tau}/T\}_\alpha. \end{aligned} \quad (6)$$

**Предложение 3.** Закономерность  $V(\{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z)$  применима ко всем описаниям прецедентов  $\{\alpha(\{\underline{a}/A'\} \cup \{\underline{b}/B\}, \underline{z}/Z)\}$  таким, что: 1)  $\{a\} \cap \{b\} = \emptyset$ ,  $\{a\} \cup \{b\} = \{\tau\}$ ; 2)  $\{a/A'\} \leq \{a/A\}$ .

Действительно, любой набросок  $\alpha(\{\underline{a}/A'\} \cup \{\underline{b}/B\}, \underline{z}/Z)$  переходит в набросок  $\alpha(\{\underline{a}/A\} \cup \{\underline{b}/B\}, \underline{z}/Z)$ , для которого применяется закономерность  $V(\{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z)$ .

*Формальным синдромом*  $S$  (или просто *синдромом*) в рамках контекста  $K$  назовем неизбыточную идеальную закономерность. Другими словами, ни один тест из описания  $S(\{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z)$  убрать нельзя без потери однозначности заключения.

Будем говорить, что закономерность  $V'(\{\underline{a}/A'\}, \underline{z}/Z)$  *доминирует* закономерность  $V(\{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z)$ , если  $\{a'\} \subseteq \{a\}$ ,  $\forall a \in \{a'\}$ :  $A \leq A'$  и выполняется хотя бы одно из условий: а)  $|\{a'\}| < |\{a\}|$ ; б)  $\exists a \in \{a'\}$ :  $A < A'$ .

**Предложение 4.** Для любого синдрома  $S$  доминирующей закономерностью может быть только синдром с тем же составом тестов.

*Предельным синдромом*  $S^*$  в рамках контекста  $K$  назовем синдром, у которого отсутствуют доминирующие закономерности.

Множество всех закономерностей в рамках контекста  $K$  обозначим через  $\{V\}_{Full}$ , множество всех синдромов обозначим через  $\{S\}_{Full}$ , а множество всех предельных синдромов обозначим  $\{S^*\}_{Full}$ . Ясно, что  $\{S^*\}_{Full} \subseteq \{S\}_{Full} \subseteq \{V\}_{Full}$ .

## 2.2. Модели знаний

*Моделью знаний* назовем произвольное множество закономерностей  $\{V\}$ , которое позволяет установить заключение как минимум для каждого прецедента из  $\Omega(\{\tau/T_0\})$ .

Будем говорить, что модель знаний  $\{V'\}$  *доминирует модель знаний*  $\{V\}$ , если она применима к большему числу набросков прецедентов из  $\Omega(Z)$ , включая и те наброски, к которым применима  $\{V\}$ . Факт доминирования будем отражать нотацией  $\{V'\} > \{V\}$ . Будем говорить, что модели знаний  $\{V'\}$  и  $\{V\}$  *эквивалентны в плане доминирования*, если они применимы к одному и тому же множеству набросков прецедентов. Факт эквивалентности в плане доминирования будем отражать нотацией  $\{V'\} \sim \{V\}$ . Если для модели знаний  $\{V\}$  не существует доминирующая модель, то будем говорить, что она *недоминируема*. Если между двумя моделями знаний  $\{V'\}$  и  $\{V\}$  не выполняется отношение доминирования и они не эквивалентны в плане доминирования, то будем говорить, что такие модели знаний *несравнимы между собой в плане доминирования*. Данный факт будем отражать нотацией  $\{V'\} >< \{V\}$ .

**Предложение 5.** В рамках любого критического  $\{\tau/T\}^*$  или докритического описания базы прецедентов можно построить модели знаний, но в рамках любого надкритического описания  $\{\tau/T\} > \{\tau/T\}^*$  такой модели построить нельзя.

**Предложение 6.** Модели знаний  $\{V\}_{Full}$ ,  $\{S\}_{Full}$  и  $\{S^*\}_{Full}$  *недоминируемы* и эквивалентны в плане доминирования.

Большой практический интерес представляет поиск всех минимальных (неизбыточных) по составу моделей знаний, которые принадлежат  $\{S^*\}_{Full}$  и эквивалентны по доминированию  $\{S^*\}_{Full}$ . Такие модели знаний обозначим  $\{S^*\}_{Full-Min}$ . Их поиск может быть выполнен методом исключения части синдромов  $\{S^*\}_{Full}$ .

«Материализация» минимальных моделей в виде СР приводит к ФС когнитивно-поведенческого уровня - « $\{S^*\}_{Full-Min}$  - СР» и описывает процесс формирования имплицитного опыта: обучение начинается на когнитивном уровне, а результат переходит на уровень рефлекторных реакций. Развиваемый формализм помогает осознать имплицитный опыт и перевести его в эксплицитный опыт.

### 3. Динамика формирования моделей знаний

Пусть  $V(\{a/A\}, \underline{z}/Z)$  и  $V'(\{b/B\}, \underline{z}/Z)$  – две закономерности. Элементарной операцией обобщения  $\Phi^1$  назовем переход  $V \rightarrow V'$ , в котором обобщается значение лишь одного из тестов закономерности  $V$  по схеме  $A \rightarrow A'$  (родитель – потомок). Верхний индекс означает тип операции (1 – операция обобщения). Состав тестов закономерности  $V$  при операции  $\Phi^1$  не изменяется. Ясно, что при данной операции происходит диссипация информации. Общее количество различных операций типа  $\Phi^1$  определяется выражением:

$$|\{\Phi^1\}| = \sum_{\tau \in \{\tau\}} | \{T \rightarrow_e T'\}_{\tau} |. \quad (7)$$

Элементарной операцией редукции  $\Phi^2$  назовем переход  $V \rightarrow V'$ , при котором исключается один из тестов закономерности  $V$ . При данной операции также происходит диссипация информации. Общее количество различных операций типа  $\Phi^2$  совпадает с  $|\{\tau\}|$ . Операции  $\{\Phi^v\}$  представляют собой элементарные акты познания.

Пусть фиксирован контекст  $K$  и множество операций  $\{\Phi^v\}$ . Тогда нелинейную дискретную хаотическую информационно-диссипативную систему будем описывать следующим рекуррентным соотношением:

$$\begin{aligned} \{V\}_{n+1} &= \Phi_{\sigma_n}(\{V\}_n, \Omega(Z), \{G(\tau)\}), \\ n=0, 1, \dots, \quad \Phi_{\sigma_n} &\in \{\Phi^v\}, \end{aligned} \quad (8)$$

$$|\{\Phi^v\}| = \sum_{\tau \in \{\tau\}} | \{T \rightarrow_e T'\}_{\tau} | + |\{\tau\}|,$$

$$\{V\}_0 = \{ \{ \underline{\tau}/T \}_{\alpha} \rightarrow z_{\alpha} \mid \alpha \in \Omega(\{\tau/T_0\}) \},$$

где  $\Phi_{\sigma_n}$  выбирается с вероятностью  $p_{\sigma_n}$  (сумма всех вероятностей равна единице). На каждом шаге процесса случайно выбранная операция  $\Phi^v$  из множества операций  $\{\Phi^v\}$  применяется к случайно выбранной закономерности из  $\{V\}_n$ . Если к выбранной закономерности нельзя применить  $\Phi^v$ , то случайным образом выбирается другая закономерность из оставшихся и т.д. Если выбранную операцию  $\Phi^v$  нельзя применить ни к одной закономерности из  $\{V\}_n$ , то случайным образом выбирается другая операция из оставшихся. Процесс (8) останавливается только тогда, когда к  $\{V\}_n$  нельзя применить ни одну операцию из  $\{\Phi^v\}$ . Аттрактором процесса является неподвижная точка – некоторое множество закономерностей  $\{V\}_{fin}$ .

Во многом процесс (8) напоминает систему

случайных итеративных функций (ССИФ) – сжимающих отображений, порождающих фракталы [Макаренков, 2002]. Этот процесс чаще всего происходит в диссипативных системах, траектории которых заполняют низкоразмерное инвариантное притягивающее подмножество – аттрактор в фазовом пространстве. Если  $W$  – оператор Хатчинсона СИФ, то неподвижная точка  $A$  такая, что  $W(A) = A$ , называется аттрактором СИФ или фракталом [Макаренков, 2002]. В нашем случае, аналогом оператора Хатчинсона является  $\{\Phi^v\}$  (сохраним обозначение  $W$ ):

$$W(\{V\}) = \{W(V) \mid V \in \{V\}\}. \quad (9)$$

Пусть  $H(\{V\}_{Full})$  – множество непустых подмножеств  $\{V\}_{Full}$ , тогда в отличие от (8) когнитивный аналог оператора Хатчинсона  $W$  описывает детерминированную дискретную динамическую систему с пространством состояний  $H(\{V\}_{Full})$  и преобразованием  $W$ . Если  $W^{on}$  – композиция порядка  $n$  оператора  $W$ , то последовательность множеств, полученную в результате итерирования  $\{V\}$ , т.е.  $\{\{V\}, W(\{V\}), W^2(\{V\}), \dots, W^{on}(\{V\}), \dots\}$ , назовем *смысловой орбитой*  $\{V\}$ . Совокупность всех слоев орбиты образует полный *орграф набросков*  $\{V\}$ .

Траекторию  $\{V\}_0 \rightarrow \{V\}_1 \rightarrow \dots \rightarrow \{V\}_{fin}$  назовем *хаотической траекторией* множества закономерностей  $\{V\}_0$ . «Созревание» орграфов набросков происходит путем наращивания хаотических траекторий. Отметим, что множество  $\{V\}_0$  является моделью знаний по определению.

**Предложение 7.** Любое множество закономерностей  $\{V\}_n$  ( $n=0, 1, \dots, fin$ ), порождаемое процессом (8), является моделью знаний. Справедливо также:  $\{V\}_0 \leq \{V\}_1 \leq \dots \leq \{V\}_{fin}$ .

Важно отметить, что, несмотря на диссипацию информации, доминирование не уменьшается, а наоборот, как правило, увеличивается.

**Предложение 8.** Аттрактор динамического процесса (8) принадлежит множеству предельных синдромов  $\{S^*\}_{Full}$ . Объединение аттракторов всех процессов (8) в точности совпадает с  $\{S^*\}_{Full}$ . Другими словами

$$\lim_{n \rightarrow \infty} W^{on}(\{V\}_0) = \{S^*\}_{Full}. \quad (10)$$

Неподвижная точка  $A = \{S^*\}_{Full}$  является аттрактором множества операций  $\{\Phi^v\}$ .

Модели (8), (10) описывают когнитивную метаэволюцию или *информогенез* предельных моделей знаний при фиксированном контексте  $K$ .

Смысловая орбита образует оргграф набросков первичной сенсорной информации  $\Omega(\{\tau/T_0\})$ , т.е. модели знаний  $\{V\}_0$ . Важно отметить, что оргграф набросков может формироваться длительное время на основе хаотических смысловых траекторий, обуславливая структурную неустойчивость применяемых моделей знаний и спонтанное самодвижение. Ситуация усложняется, если изменяется контекст  $K$ .

Введем в рассмотрение третью элементарную операцию -  $\Phi^3$ , суть которой состоит в исключении какой-либо закономерности  $V$  из модели знаний  $\{V\}$  при условии, что  $\{V\}' = \{V\} \setminus V$  эквивалентна в плане доминирования  $\{V\}$ . Ясно, что операция  $\Phi^3$  также приводит к диссипации информации. Количество возможных операций -  $|\{V\}|$ .

Рассмотрим вторую (эволюционную) фазу нелинейного хаотического процесса когнитивной самоорганизации, а именно:

$$\begin{aligned} \{V\}_{n+1} &= \Phi_{\sigma_n}(\{V\}_n, \Omega(Z), \{G(\tau)\}), \\ n=0,1,\dots, \quad \Phi_{\sigma_n} &\in \{\Phi^3\}_n, \quad |\{\Phi^3\}_n| = |\{V\}_n|, \quad (11) \\ \{V\}_0 &= \{S^*\}_{Full}, \end{aligned}$$

где  $\Phi_{\sigma_n}$  выбирается из  $\{\Phi^3\}_n$  с вероятностью  $p_{\sigma_n}$  (сумма всех вероятностей равна единице). Принцип построения процесса (11) совпадает с принципом построения процесса (8).

**Предложение 9.** Аттрактором динамического процесса (11) является неизбыточная предельная модель знаний  $\{S^*\}_{Full-Min}$ . Совокупность аттракторов всех процессов (11) совпадает с полным конечным набором всех неизбыточных предельных моделей знаний  $\{\{S^*\}_{Full-Min}\}$ .

Модели динамики вида (8) – (11) могут быть построены для обработки любого образа [Прокопчук, 2012]. Хаотические смысловые траектории заканчиваются финитными набросками, а орбита образует оргграф набросков.

Модели (8) - (11) должны быть дополнены динамикой контекста  $K$  (изменяется Банк тестов, включая структурную энергию, и/или база прецедентов). Так динамику изменения базы прецедентов можно представить соотношением:

$$\Omega(t+1) = \Omega(t) \cup \{\alpha\}_t, \quad (12)$$

где  $\{\alpha\}_t$  – новые ситуации,  $t$  - время. После каждого значимого изменения контекста  $K$  эволюция (8) – (11) запускается заново (аналог эволюции после когнитивной катастрофы).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При построении моделей когнитивных архитектур и процессов выдвинуто предположение о существовании единого универсального принципа структурирования информационно-энергетических потоков (этот принцип закладывался в “устройство” мышления с эволюционным возникновением самого мышления). Следствием принципа являются декогерентные и рекогерентные модели трех взаимосвязанных базовых информационно-энергетических сущностей: оргграфа набросков (целое представляется суперпозицией набросков), динамического системопаттерна и структурной энергии.

Элементы-сущности находятся в постоянном движении из-за своей структурной неустойчивости (структурного разнообразия), что создает внутренние движущие силы и обеспечивает самодвижение. Трехсущностные взаимодействия порождают виртуальную сплошную среду, которая может служить моделью субъективной реальности.

С формализацией описания спонтанных идеальных процессов фактически вводится новое естественнонаучное представление о феномене идеального, лежащего в основе организации любой деятельности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [Валькман, 2009] Валькман Ю. Р. Модельно-параметрическое пространство – средство представления знаний исследователей сложных систем / Ю. Р. Валькман, А. Ю. Рыхальский // УСИМ. – 2009. – №1. – С. 20 – 30.
- [Голенков В.В. и др., 2001] Голенков В.В. Представление и обработка знаний в графодинамических ассоциативных машинах / В.В.Голенков, О.Е.Елисева, В.П.Ивашенко и др.: Под ред. В.В.Голенкова. – Мн.: БГУИР, 2001. – 412 с.
- [Дубровский, 2007] Дубровский Д.И. Сознание, мозг, искусственный интеллект. – М.: Стратегия-Центр, 2007. - 272 с.
- [Макаренков, 2002] Макаренков Н.Г. Фракталы, аттракторы, нейронные сети и все такое // Лекции по нейроинформатике. Часть 2. – М.: МИФИ, 2002. – С. 121 – 168.
- [Прокопчук, 2012] Прокопчук Ю. А. Принцип предельных обобщений: методология, задачи, приложения. Монография. – Дн-вск: ИТМ НАНУ и НККАУ, 2012.- 384 с.
- [Chalmers, 1996] Chalmers D. The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory. - Ox-ford University Press, 1996.

### MODEL OF SPONTANEOUS COGNITIVE DYNAMICS

Prokopchuk I.A.

*Institute of Technical Mechanics of the NASU,  
Dnepropetrovsk, Ukraine*

**Itk3@ukr.net**

This study has been aimed at constructing formal knowledge structures to simulate empirical imaginative thinking processes in computer technologies. A constructive version of the mechanism of limiting generalizations and polymodel complementarity as a paradigmatic basis is proposed, and its productivity in the solution of fundamental and applied problems in cognitive science is shown. Formal models of spontaneous ideal processes are constructed.