

МАТЕМАТИЧЕСКИ ОДНОРОДНОЕ ПОЛЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ: ПОСТРОЕНИЕ ЯЗЫКА ЗАДАЧ ВЫСОКОГО УРОВНЯ

УДК 519+61:681.3

ПРОКОПЧУК Юрий Александрович

к.ф.м.н., доцент, с.н.с. отдела системного анализа и проблем управления Института технической механики НАНУ и
НКАУ; зав. центром телемедицины Днепропетровского областного центра кардиологии и кирдиохирургии
Научные интересы: интеллектуальные среды, системы поддержки принятия решений, интеллектуальные системы,
базы знаний, когнитивные технологии

ВВЕДЕНИЕ

Приходит время, когда глобальную компьютерную среду в целом необходимо рассматривать как принципиально новую, универсальную по исполняемым функциям, техническую систему, все компоненты которой изначально обладают свойствами сильной связности [1, 2]. Эта система сможет взять на себя роль управляющего универсума - носителя потенциально неограниченного множества систем и процессов управления высокой структурно-динамической сложности. Конкретные антропоцентрические и сетечентрические системы управления в такой среде будут собираться выбором сильно связанных компонентов (из множества доступных сетевых ресурсов) с требуемыми свойствами и функциями и программированием только необходимых связей между ними и недостающих функций.

Главные методологические цели теоретических исследований информационно-управляющих универсумов (сред) [1 - 9] - разработка и обоснование математических базисов высокого уровня реализующих трансдисциплинарный и когнитивный подходы, построение (анализ и синтез) моделей управления в этих базисах, моделей смыслопорождения, исследование свойств их корректности и эффективности, создание языка задач высокого уровня.

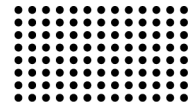
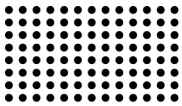
Главные методологические цели программной реализации разработанных математических моделей [1 - 9] - программирование базисов высокого уровня

(создание библиотек таких базисов), программирование в соответствующих библиотечных базисах высокого уровня математических моделей управления.

Решение задач на компьютере обычно связано с необходимостью получения какой-либо информации. Формально эта потребность в информации, получаемой в результате решения задачи, выражается через определение множества Z всех возможных результатов решения этой задачи. Чтобы получить заключение $z \in Z$, необходима некоторая исходная информация, которая формально представляется исходными данными x задачи. Множество всех допустимых исходных данных задачи, которое должно быть формально определено, обозначим через X . Формальная постановка задачи или ее спецификация есть предикат $P(x, z)$, где $x \in X$, а $z \in Z$. Для допустимой спецификации задачи должно быть доказано утверждение о существовании ее решения [3]: $\forall x \in X \exists z \in Z P(x, z)$. Желательно также, чтобы для нее было справедливо (доказано) и утверждение о единственности ее решения:

$$\forall x \in X \exists! z \in Z P(x, z). \quad (1)$$

В случае, если справедливы оба эти утверждения, разрабатывается алгоритм решения задачи, который представляет собой реализацию на алгоритмическом языке такого всюду определенного функционального отображения [3] $A: X \rightarrow Z$, что справедливо утверждение о правильности этого алгоритма: $\forall x \in X P(x, A(x))$.



Для получения x и реализации алгоритма A требуются определенные ресурсы (временные, вычислительные, технические, кадровые, энергетические и т.д.), иногда значительные. Если Res — это оператор оценки ресурсов, то ресурсоемкость реализации предиката P в рамках алгоритмической парадигмы определяется следующим образом:

$$Res(P) = Res(x) + Res(x \in X) + Res(A). \quad (2)$$

Может оказаться, что необходимых ресурсов для решения задачи в конкретной ситуации просто нет. Выход видится в создании интеллектуальных систем, позволяющих в ряде практически важных случаев существенно снизить требования к ресурсам, а также в изменении самой парадигмы вычислений [3, 7]. В случае построения интеллектуальных систем на основе парадигмы баз знаний [3] должно быть определено множество допустимых баз знаний $K(X', Z)$, где $X' \supseteq X$, а также спецификация задачи - предикат $P(x, k, z)$, где $x \in X'$, $k \in K(X', Z)$, $z \in Z$, причем предикаты принадлежности $x \in X'$, $z \in Z$ и $k \in K(X', Z)$ должны быть вычислимыми, а форма представления информации $x \in X'$, $z \in Z$ и $k \in K(X', Z)$ должна быть понятной экспертам и пользователям интеллектуальной системы.

В своем докладе на IFSA'05 посвященного развитию гранулярных вычислений Л. Заде выдвинул обоснованное утверждение о необходимости выбора уровня точности значений, согласованного с требованиями реальной задачи. Развивая это положение, Л. Заде разработал Theory of Precisation of Meaning (TPM) - теорию уточнения значений. Основные положения этой теории изложены в статье [4].

Представляется, что описанные выше парадигмы решения задач не отвечают трансдисциплинарному и когнитивному подходам (образу мышления человека). Более того, до последнего времени не было достаточно обобщенных попыток представить себе эти механизмы на абстрактном уровне, т.е. с формальной стороны, разработать логику этих механизмов и особых структур.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основными задачами настоящего исследования являются:

- разработка формальных логических оснований новой парадигмы, вводящей в процесс решения задач фундаментальные физические законы природы, такие как когерентность, самоорганизованная критичность, масштабная инвариантность, катастрофичность, грубость, хаос, естественный отбор (функциональный дарвинизм), «собственные формы» (EigenForm) и «собственное поведение» (EigenBehavior), синхронизация, нелокальность, фрактальная картина мира;

- построение наброска сущности «информация» с позиции наблюдателя;

- разработка когнитивной модели языков программирования и возможной структуры математически однородного поля компьютерной информации.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Задачи обработки данных и управления предлагается решать на основе парадигмы предельных обобщений (ППО) [7 - 9]. ППО — это основанный на эволюционном, когнитивном, деятельностном, синергетическом подходах комплекс методов самоорганизованной критичности, усложнения и рефлексии знаний, поведения, выявления предпараметров и параметров порядка эволюции сложных систем, процессов и ситуаций, а также использования ключевых параметров для управления эволюцией и осуществления деятельности. ППО является детализацией парадигмы сложности [5] применительно к когнитивным процессам, включая процессы решения задач.

Пусть имеет место эволюционный процесс (хаотического) расширения исходного множества X (порождение разнообразия):

$$X = X_{t=0} \rightarrow \dots \rightarrow X_t \rightarrow \dots, \quad \forall t \subseteq X_t. \quad (3)$$

Возможны расширения в 10^{100} , 10^{1000} раз и более, что эквивалентно информационной сингулярности или информационному взрыву. Приведем пример. Пусть T — температура тела, а ЧСС — частота сердечных сокращений. Зададим правила порождения новых значений:

$T=38^\circ \rightarrow$ Повышенная \rightarrow Ненормальная;
 $ЧСС=100 \rightarrow$ Тахикардия \rightarrow Аритмия.

Имеем: $x = \langle T=38^\circ, ЧСС=100 \rangle \rightarrow_t \{ \langle <38^\circ, 100 \rangle, \langle \text{Повыш; Тахик} \rangle, \dots, \langle \text{Ненорм; Аритмия} \rangle \}$.

Расширение X в $3^2 = 9$ раз. Отметим, что расширение сопровождается когерентностью: активность $\langle T=38^\circ, ЧСС=100 \rangle$ автоматически приводит к активности еще восьми наборов данных. Более того, все 9 наборов данных образуют структуру – орграф (рис. 1). При этом $\langle T=38^\circ, ЧСС=100 \rangle$ – самый точный или базовый набор, а $\langle \text{Ненорм; Аритмия} \rangle$ – максимально обобщенный или терминальный набор данных.

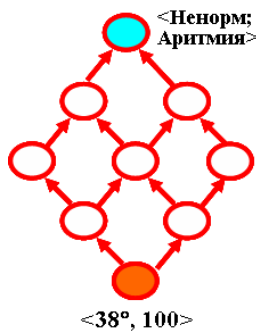


Рисунок 1 – Орграф обобщений

Подобную структуру порождает любой набор в исходном пространстве $X = \langle T, ЧСС \rangle$. Отметим также, что активность любой вершины орграфа автоматически приведет к активности терминальной вершины. Если решается Z -задача, где $Z = \{1\text{- предположительно болен; } 2\text{- предположительно здоров}\}$, то правило может быть таким:

$$T = \text{Ненорм} \vee ЧСС = \text{Аритмия} \rightarrow z=1,$$

т.е. правило опирается на максимально обобщенные данные, а не на X . Оказывается, это правило работает и на других данных, например, при низкой температуре или брадикардии (имеет место ПЕРЕНОС). Как отмечает Дэвид Дойч в работе [6] “Возможно, это звучит парадоксально, но смысл глубоких обобщенных объяснений состоит в том, что они охватывают не только знакомые ситуации, но и незнакомые”.

Зафиксируем произвольное t и на X_t зададим два взаимнообратных порождающих отображения $C_t: X_t \rightarrow 2^{X_t}$ и $V_t: X_t \rightarrow 2^{X_t}$ со следующими свойствами:

(a) $\forall x \in X_t \ C_t(x) \cap V_t(x) = \emptyset$;

(b) $x' \in C_t(x) \Leftrightarrow x \in V_t(x')$;

(c) Если $x' \in C_t(x)$, то $C_t(x') \subset C_t(x)$. Если $x' \in V_t(x)$, то $V_t(x') \subset V_t(x)$.

(d) $\forall x \in X_t \ |C_t(x)| < \infty$.

(e) когерентность: $\forall x \in X_t \ a(x) \rightarrow a(C_t(x))$, где a – оператор активности.

Когерентность обеспечивает связность (вычислимость) в рамках $C_t(x)$. Для $V_t(x)$ такой когерентности нет, но может быть, например перколяция активности.

Примечание. Динамика активности на X_t и любом $C_t(x)$ играет огромную роль в понимании механизмов «мышления» [7 - 9]. Когерентность обеспечивает сверхвысокий уровень параллелизма.

$C_t(x)$ назовем конусом обобщения для $x \in X_t$, а $V_t(x)$ конусом детализации для $x \in X_t$ (рис. 2). Отличие между ними состоит в характере распространения активности (тонкую структуру активности показывают вложенные конуса). В общем случае C_t и V_t имеют структуру физического фрактала.

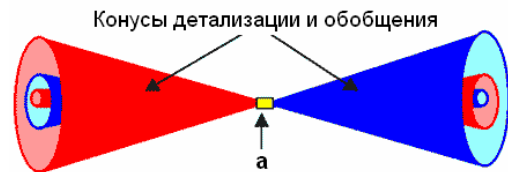


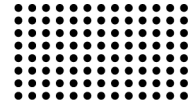
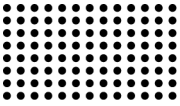
Рисунок 2 – Конусы обобщения и детализации для значения a

Пример $C_t(\langle 38^\circ, 100 \rangle)$ и $V_t(\langle \text{Ненорм; Аритмия} \rangle)$ показан на рис. 1 (по внешнему виду они совпадают). Динамика изменения X_t во многом определяется эволюцией C_t и V_t , а также поступлением внешних данных (прецедентов).

Терминальным назовем множество $T_t = \{x \mid x \in X_t, C_t(x) = \emptyset\}$. *Базовым* назовем множество $H_t = \{x \mid x \in X_t, V_t(x) = \emptyset\}$. Базовое множество можно интерпретировать как множество наиболее точных исходных данных. В частном случае $X_t = H_t = T_t$. Определим следующее свойство:

(f) $\forall t, T_t \neq \emptyset, H_t \neq \emptyset; \ X_t = \bigcup_{x \in H_t} C_t(x) \cup H_t = \bigcup_{x \in T_t} V_t(x) \cup T_t$.

Данные x и x' из X_t назовем *альтернативными*, если не существует такого $x'' \in X_t$, что $x \in C_t(x'')$ и $x' \in C_t(x'')$. Множество всех альтернативных данных для $x \in X_t$ обозначим $U_t(x)$, где $U_t: X_t \rightarrow X_t$. Множество $U_t(x)$ может быть пустым. Конусы обобщения не содержат альтернативные значения. Для любых $x \in X_t$ и $x' \in X_t$



верно: $x \in U_t(x') \Leftrightarrow x' \in U_t(x)$. Отношение альтернативности не транзитивно. Другими словами, отношение U_t не рефлексивно, коммутативно и не транзитивно. Определим следующее свойство:

(г) В описании любой реальной ситуации α (исходных данных задачи) не могут одновременно присутствовать альтернативные данные.

Интерпретация: в качестве исходных данных одной и той же задачи могут быть разные x (разной степени обобщения), но одновременно и «белыми» и «черными» они быть не могут. Пример: у человека одновременно и тахикардии и брадикардии быть не может.

Теорема 1. Все элементы множества H_t альтернативны.

Следствием теоремы является, в частности, то, что наиболее точные исходные данные задачи (из H_t) могут быть только в единственном экземпляре.

Множество всех $x \in X_t$ не имеющих альтернативы обозначим W_t .

Теорема 2. Безальтернативное множество $W_t \subset X_t$ определяется выражением

$$W_t = \bigcap_{x \in H_t} C_t(x)$$

Вместе с множеством заключений Z будем рассматривать неопределенное заключение u (когда нет однозначности решения задачи). Пусть $Z' = Z \cup u$. Определим следующее свойство:

(h) На $\langle X_t, Z' \rangle$ определено отношение доминирования $D(x, x') \equiv x < x'$, обладающее следующими свойствами:

- (i) $x \neq x', D(x, x') \Leftrightarrow x' \in C_t(x) \Leftrightarrow x \in B_t(x')$;
- (ii) Если $P(x, u)$, то $\forall x' \in C_t(x) P(x', u)$;
- (iii) Если $P(x, z_x)$, то $\forall x' \in B_t(x) P(x', z_x)$.

Следствием свойства (d) отображения C_t является то, что любая последовательность $\{x_n\}_x \equiv \{x = x_1 < x_2 < \dots < x_n\}$ конечна.

Критическим множеством на X_t назовем множество следующего вида (аналог «края Хаоса»):

$X_t^* = \{x^* \mid x^* \in X_t \exists! z \in Z P(x^*, z), \text{ но либо } x^* \in T_t, \text{ либо } \forall x \in X_t \& (x^* < x) P(x, u)\}$.

Надкритическим назовем множество $X_t^+ \subseteq X_t$ такое, что $P(x, u) \Leftrightarrow x \in X_t^+$ (аналог «Хаоса») *Докритиче-*

ское множество X_t^- определим следующим образом: $X_t^- = X_t \setminus X_t^+ \setminus X_t^*$ (аналог «Порядка»). В рамках докритического множества задача решается, но исходные данные x могут быть обобщены без ущерба для результата.

Теорема 3 (структуризация смыслового пространства). Если решается исходная задача $[\forall x \in X \exists! z \in Z P(x, z)]$ и фиксированы C_t и B_t , то множество X_t^* существует и единственно для любого t . Кроме того,

$$X_t = X_t^- \cup X_t^* \cup X_t^+, \quad (4)$$

где X_t^- – докритическое множество; X_t^* – критическое множество; X_t^+ – надкритическое множество.

Данная теорема формирует *научные основы рациональной структуризации быстро растущих объемов информации*: развивается «аппарат понимания», а не «аппарат знания».

Теорема 4. $\forall t \forall x \in (X_t^- \cup X_t^*) \setminus T_t P(x, z_x) \Rightarrow \forall x' \in C_t(x) \cap (X_t^- \cup X_t^*) P(x', z_x)$

Данная теорема говорит о том, что при обобщении сохраняется заключение. Напомним, что одно из свойств отношения доминирования гарантирует сохранение заключения при детализации.

Теорема 5. $\forall t \forall x \in (X_t^- \cup X_t^*) \setminus T_t, \forall \{x_n\}_x P(x_n, z)$ справедливо

$$\text{Lim}_{n \rightarrow \infty} \{x_n\}_x \in X_t^*.$$

Следствие (грубость). $\forall t X_t^*$ – аттрактор любой активности на $X_t^- \cup X_t^*$, т.е. $X_t^- \cup X_t^* \rightarrow_a X_t^*$.

Пусть $F(x)$ – произвольный представитель класса операторов обобщения $\{F\}_t$, которые выдают либо доминирующее значение x' , если оно существует (разные операторы класса отличаются правилами выбора x'), либо само x . Областью определения таких операторов-функций является подмножество X_t , на котором существует и единственно решение задачи. Это множество $X_t^- \cup X_t^*$. Следовательно,

$$\forall t \forall F \in \{F\}_t F: X_t^- \cup X_t^* \rightarrow X_t^- \cup X_t^*.$$

Теорема 6. X_t^* – множество *собственных значений* любого оператора обобщения $F \in \{F\}_t$:

$$x \in X_t^* \Leftrightarrow F(x) = x. \quad (5)$$

Соотношение (5) может служить еще одним определением критического множества X_t^* .

Теорема 7. Решение обобщенной задачи $[\forall t, X_t \cup X_t^* \rightarrow_a X_t^*, \forall x \in X_t^* \exists! z \in Z P(x, z)]$ означает решение исходной задачи $[\forall x \in X \exists! z \in Z P(x, z)]$.

Гипотеза. У когнитивных систем X_t^* является результатом самоорганизованной критичности. Эволюция предельных множеств

$$\dots \rightarrow X_{t-1}^* \rightarrow X_t^* \rightarrow X_{t+1}^* \rightarrow \dots \quad (6)$$

приводит к эволюционной или чаще катастрофической смене моделей знаний (результата обучения) и формированию коммуникативных «собственных значений». Главная задача ИТ – радикально ускорить формирование X_t^* в сознании пользователя (пользователь пытается фальсифицировать ИТ-модели).

К эволюции X_t следует добавить эволюцию $Y_t = \langle X_t, Z_t \rangle$, где Y_t – смысловое пространство Z -задачи. Смысловые пространства разных Z -задач могут пересекаться. $\Psi_t = \{Y_t\}$ – смысловой универсум (совокупность всех задач). Следует рассматривать совместно эволюцию и метаэволюцию (эволюцию механизмов, инструментов)

$$\dots \rightarrow \langle Y, C, B, a \rangle_t \rightarrow \langle Y, C, B, a \rangle_{t+1} \rightarrow \dots$$

Отображения C, B, a определены на всем Y_t .

В психологии существует представление **о среднем – базовом уровне** категоризации. Модель этого уровня: $H_t \leftrightarrow X_t^* \leftrightarrow T_t$

Решение задачи $\forall x \in X_t^* \exists! z \in Z P(x, z)$. Предполагается, что X_t^* достаточно компактно (конечно), поэтому для решения можно использовать предельную модель знаний вида $k_t^* = \{x^* \rightarrow z\} = \{S^*\}_t$, где S^* – предельные синдромы. Модель знаний k_t^* является пределом эволюции (самоорганизации) моделей знаний $k_t = \{x \rightarrow z\} = \{V\}_t$, где V – идеальные закономерности (когерентность закономерностей) [9]. Модель знаний k_t^* строится на основе базы прецедентов $\Omega_t = \{\langle X_1, Z_1 \rangle, \dots, \langle X_n, Z_n \rangle\}$. Решение - $P(x, k_t^*, z)$.

Гипотеза переноса: k_t^* в пределе ($t \rightarrow \infty$) представляет все X_t^* и, следовательно, все X_t , а не только Ω_t .

Теорема 8. Пусть по построению $\forall t k_t^*$ существует и конечно, тогда $\exists! \{k_{\min}\}_t: \forall j k_{\min, j} \sim k_t^*$ (эквивалентны по доминированию).

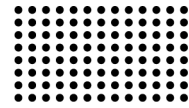
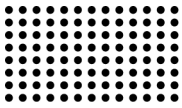
Примечание. Существует два типа минимальных моделей знаний: с исключением какого-либо одного z и без исключения [9].

Множество моделей $\{k_{\min}\}_t$ при ($t \rightarrow \infty$) являются «собственными формами» процесса обобщения, которые, материализуясь порождают «собственное поведение». В повторяющемся процессе рекурсивно организованных сенсомоторных актов различения, взаимных возмущений и реакций на возмущения возникают инварианты во взаимоотношениях сложных систем с внешней средой. Основатель кибернетики второго порядка (кибернетики наблюдателя) Гейнц фон Фёрстер (von Foerster) назвал подобные инварианты «собственное поведение» (eigenbehavior) [10] по аналогии с давно известным в математике понятием «собственный вектор» (eigenvector). Фактически, собственное поведение – это неподвижная точка оператора, остающаяся неизменной при его действии (в ходе бесконечного числа рекурсий).

Некоторые из предельных синдромов S^* при достаточно большом t и с большим подкреплением на базе прецедентов Ω_t можно рассматривать в качестве *предпараметров и параметров порядка* эволюции ситуации, процесса. На основе конкурирующих наборов параметров порядка $\{S^*\}_t$, а также предвестников, может быть реализован синдромный принцип управления (решения задач управления) [7, 8].

Набросок сущности «Информация» с позиции наблюдателя. Пусть сообщение x передается получателю (наблюдателю). Опираясь на разработанный выше формализм, рассмотрим вопрос о том, какую информацию у наблюдателя генерирует x . Формализм показывает, что x запускает у наблюдателя, в частности, следующие процессы:

- a) $C_t(x)$ – когерентность; $B_t(x)$ – перколяция;
- b) $x \rightarrow_a X_t^*$ – критичность;
- c) $\{S = (x^* \rightarrow z)\}$ – актуализация поведения, различения, продолжения коммуникации;



d) $C_t(x) \rightarrow C_{t+1}(x); X_t^* \rightarrow X_{t+1}^*; \dots$ – циркулярность, самоорганизованная критичность (может спонтанно и катастрофично меняться модель мира).

Вывод: информация нигде не хранится, не передается, а является собой актуализирующийся моментальный и только единожды субъективный результат коммуникации. Информацию поэтому нельзя “накопить” в памяти или “переписать на другой носитель”. Сообщение x выступает лишь ситуативным катализатором информации (зависит от текущей энергии). Таким образом, информация, различия привносятся в мир наблюдателем. Подобная интерпретация информации по духу близка интерпретации Никласа Лумана [11].

ЛОГИКА ИСПОЛНЕНИЯ

$\forall j k_{\min,j}$ «материализуется» в функциональную систему (ФС). Любая ФС на прикладном уровне решает задачу $\forall x \in X_t^* \exists ! z \in Z P(x, k_{\min}, z)$ и, следовательно, в пределе ($t \rightarrow \infty$) решает обобщенную задачу $[\forall t, X_t^* \cup X_t^* \rightarrow_a X_t^*, \forall x \in X_t^* \exists ! z \in Z P(x, z)]$.

В рамках ФС рассматриваются вопросы [7]: «собственное поведение», иерархия ФС, гомеостаз ФС, фрактальное время, критический путь, отказоустойчивость и другие. ФС позволяют реализовать технологию банка взаимодействующих наблюдателей.

Синдромный принцип управления (СПУ). Помимо синдромной модели k_t^* существует также модель знаний в виде множества вероятностных закономерностей или предвестников

$$k_R = \{x \rightarrow J_z Z\}_t = \{R\}_t; k_R^* = \{R^*\}_t,$$

где R – вероятностные закономерности или предвестники; R^* – предельные вероятностные закономерности; J_z – оператор оценки истинности. СПУ – это управление на основе параметров порядка $\{S\}_U \cup \{R\}_U$. Под Z -задачами понимаются три основные задачи ($\{z/T\}$ – разновидность x) [8]: а) различения: $\alpha(\{z/T\}, z/Z)$; б) перевода в целевое состояние: дано $\alpha(\{z/T\}, z/Z)$, найти $\{S\}_U \cup \{R\}_U$ такое, что $z/Z \rightarrow z/Z$; в) стабилизации: достигнут целевой результат z/Z , требуется его закрепить или удержать (добавляются «хорошие» синдромы и предвестники и удаляются «плохие» предвестники). Все три задачи решаются одинаково

во на основе ФС и СПУ. Развертывание Z -задач во времени образует Z -поток – Z -Flow.

Спиральная когнитивная метадинамика (СКД) [7]. Для исследования критических систем часто применяется прием, называемый масштабным преобразованием, или перенормировкой. Перенормировка заключается в огрублении пространственного разрешения, в результате чего несколько элементов исходной системы объединяются в единый блок, который на новом масштабе уже рассматривается как самостоятельный элемент. При этом свойства критических систем одинаковы на всех масштабах.

Пусть $G_S(W)$ – орграфы набросков произвольных явлений W , в частности, банков прецедентов Ω_t . Орграфы набросков строятся на основе порождающих отображений $\langle C, V \rangle_{t,v,Y}$ слоя v задачи Y .

Зададим метапереход (перенормировку) следующим образом:

$$\{G_S(W)\}_{t,v,Y} \rightarrow \langle C, V \rangle_{v+1,\{Y\}}, \quad (7)$$

т.е. орграфы набросков слоя v универсума Ψ переходят в порождающие отображения слоя $v+1$ в рамках новых задач $\{Y\}$ (происходит «означивание»). При этом в рамках каждой Z -задачи всех предыдущих слоев реализуется собственная самоорганизованная критичность ($t_{v,z} \rightarrow \infty$), описанная выше. Получается спираль усложнения универсума Ψ (рост интеллектуальности). В результате универсум $\Psi = \{Y\}$ имеет слоистую структуру: каждый следующий слой порождается предыдущим слоем.

Таким образом, СКД раскрывает самопроизвольную динамику усложнения смыслового универсума Ψ , а также показывает механизм формирования связи порождающих отображений $\langle C, V \rangle$.

Математически однородное поле компьютерной информации. Детализация представленного формализма позволяет на прикладном уровне разработать и реализовать следующие модели [7 – 9]: математические базисы высокого уровня; когнитивные модели языков программирования; математически однородное поле компьютерной информации; транзитивно-индукторные вычислительные поля. Данные модели основаны на том, что любые преобразования, движения, вывод, импульсы, вычислительные модели

в системе координат $\{G(\tau)\}$ (банк тестов) можно описать с помощью динамических системопаттернов (или просто системопаттернов) вида

$$f/\mu: \{a/A\}, e/E \rightarrow \{b/B\}, \quad \mu \in \{\mu\}_i,$$

где $\{a/A\}$ — входные тесты; $\{b/B\}$ — выходные тесты; e/E — требуемая структурная энергия, ресурсы; μ — механизм реализации. Системопаттерны могут объединяться в иерархии ФС [7].

В самом общем виде произвольный банк математических моделей k и, соответственно, математически однородное поле компьютерной информации в рамках многообразия с системой координат $\{G(\tau)\}$ можно представить в виде множества системопаттернов:

$$k = \{f/\mu: \{J_a a/A\}, J_e e/E \rightarrow \{J_b b/B\}, \\ \mu \in \{\mu\}_i \cup P_k, \{Gs(f/\mu)\} \subset k, \quad (8)$$

где J — оператор оценки истинности, который также является тестом; P_k — правила композиции и обобщения системопаттернов и/или передачи структурной энергии. Последнее условие отражает тот факт, что орграфы набросков системопаттернов также при-

надлежат k . На базе k можно строить суррогатные модели, формировать вычислительные потоки и потоки работ. Множество механизмов $\{\mu\}_i$ и множество системопаттернов $\{f/\mu\}$ указывают на важное свойство разнообразие (Diversity) или мультиверсионность вычислений (Multy-Version Computing) на всех системных уровнях.

Важно отметить, что модель (8) реализует трансдисциплинарный подход: на основе орграфов значений, доменов, набросков интегрируются все формализмы — дискретные, непрерывные, нечеткие, интервальные, фрактальные, лингвистические, квантовые и т.д.

Пример построения систем смыслопорождения на основе представленного формализма приведен в [8]. Примеры построения многоцелевых банков знаний и когнитивных ядер интеллектуальных сред приведены в [7, 9].

Заключение. Представленные результаты позволяют по новому подойти к построению систем компьютерной поддержки принятия решений, реализуя действительно экологический подход. Однородное поле компьютерной информации позволяет строить мультиагентные гетерогенные рефлексивные среды, например, в медицине и образовании.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Zatuliveter Ju. S., Fishhenko E. A. Grafodinamicheskie sistemy s setecentricheskim upravleniem v matematicheski odnorodnom pole komp'yuternoj informacii // Upravlenie bol'shimi sistemami. - 2010. - №30-1. - S.567-604.
2. Prokopchuk Ju.A., Kodola G.N., Volynec N.S. «Obraznyj» Internet kak superpozicija i obobshhenie getero-gennykh intellektual'nykh sred // Sbornik dokladov XI-jj Mezhdunarodnoj nauchno – prakticheskoi konferencii «Matematicheskoe i programnoe obespechenie intellektual'nykh sistem» (Dnepropetrovsk, 20-22 nojabrja 2013 g.). – Dnepropetrovsk: Iz-vo DNU, 2013. – S. 204 – 205.
3. Gribova V.V., Kleshhev A.S. Kakoj dolzhna byt' paradigma reshenija zadach na osnove baz znaniij? // Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Otkrytye semanticheskie tekhnologii proektirovanija intellektual'nykh sistem – OSTIS-2014» (Minsk, 21-23 fevralja 2014 g.). – Minsk: BGUIR, 2014. – S. 131 – 135.
4. Zadeh L. Generalized Theory of Uncertainty (GTU) – Principal Concepts and Ideas // Computational Statistics and Data Analysis. – 2006. – №51. – P.15-46.
5. Malineckij G.G. Teorija samoorganizacii. Na poroge IV paradigmy // Komp'yuternye issledovaniya i modelirovanie. – 2013. - T. 5. - № 3. - S. 315–366.
6. Dojich D. Struktura real'nosti. – M.: RKhD - Moskva-Izhevsk, 2001. – 178 s.
7. Prokopchuk Ju.A. Slozhnosistemnoe myshlenie: mul'tifraktal'naja dinamika ritmokaskadov aktivnosti. Modeli i realizacija. // Mizhvuziv'skij zbirnik naukovikh prac' «Problemi informacijnikh tekhnologij». – 2013. – №02 (014). – S. 78 - 89.
8. Prokopchuk Ju.A. Postroenie sistem smyslopороzhdenija na osnove paradigmy predel'nykh obobshhenij / Ju.A. Prokopchuk // Reestracija, zberigannja i obrobka danikh. — 2014. — T. 16, № 1. — S. 88-96.
9. Prokopchuk Ju.A. Modeli kognitivnykh arkhitektur i processov na osnove paradigmy predel'nykh obobshhenij / Ju.A. Prokopchuk // Kibernetika i vychisl. tekhnika. – 2013. - Vyp. 171. - S. 37-51.
10. Von Foerster H. Principles of self-organization in socio managerial context // Self-organization and management of social system / Ulrich H., ed. - Springer Series in Synergetics: Springer-Verlag. - Vol.26. - 1984.
11. Luman, N. Social'nye sistemy. Ocherk obshhej teorii / Per. s nem. I. D. Gazieva; pod red. N. A. Golovina. — SPb.: Nauka, 2007. — 648 c.