

ИМИТАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ СИСТЕМ ЗНАНИЯ

В.И. Разумов, В.П. Сизиков

Введение

Будущее человечества зависит уже не только от взаимодействий человека с физической реальностью, но и от его взаимодействий с информацией (ИФ) и знаниями. Мир современного человека образуют три класса систем: физические, информационные, знания. От Аристотеля пошло разделение онтологии, эпистемологии, логики. Оно вошло в классическую науку как базовое и сохраняется по настоящее время. Интенсивное развитие ИФ-систем и систем знания обусловило их самостоятельность относительно друг друга и физических систем. Возникают серьезные проблемы, связанные с прогнозированием и управлением знаниями и информацией, требуются новые подходы к моделированию физических объектов. Сочетание требований автономности и адекватности текста модели и физического объекта предполагает раскрытие имитационной (Им*-) природы систем. Реализация Им*-подхода предусматривает выделение нескольких этапов, ее подготовивших.

Исходной предпосылкой было выделение категориальных схем (КС), которые позволили выявлять качественную специфику объектов. Это реализовано в категориально-системной методологии [1]. Изучение КС с учетом ИФ-подхода и с привлечением логики и математики позволило выделить особый класс КС – динамические ИФ-системы (ДИС). ДИС как аналитический объект становится базовым объектом для теории ДИС (ТДИС) [2].

Согласно ТДИС каждый реальный объект (РО) допускает описание в ранге ДИС как модели-прототипа этого объекта, как своеобразного кластера знаний о нем. На деле в сочетании с процедурами дешифровки (ДШ) и свертки каждый РО допускает неограниченное множество согласованных моделей-прототипов разных уровней [3].

Наиболее оптимальный и вполне адекватный вариант ДШ и сверток через триады категорий [4] приводит к цепочкам ДИС-компьютеров (ДИС-*К) [5], последовательно получаемых одна за другой процедурами ДШ. С выявлением процедур мутаций таких ДИС выходим на всю сеть ДИС-*К [6], которая наделена еще и богатым набором организующих функций как генетически обусловленная структура (ГО-СТ) [7]. ДИС-*К выступают как кластеры определенных знаний, а их цепочки – как кластеры программ.

Процедуры ДШ, свертки и мутаций позволяют раскрывать онтологию конкретных РО, формировать и анализировать кластеры знаний о них. В главном здесь работает структурный аспект ДИС. Учет функционального аспекта ДИС позволяет пополнять указанную выше ГО-СТ, образуя резерв под специальные программы и создавая возможности для более сложных организационных процедур проработки всей сети ДИС-*К. Фактически мы имеем пример специфической базы данных для осуществления ДИС-технологий [8].

Чередуя процедуры ДШ и свертки и меняя мутации, можно делать целенаправленные переходы по сети ДИС-*К с признаками образований типа параллельных звеньев и разветвлений в духе дерева [9]. Становится возможным организовывать и взаимодействия относительно независимых программ, представленных различными цепочками ДИС-*К [10]. Независимые программы могут отражать автономное развитие различных РО, а на пересечении соответствующих цепочек ДИС-*К решается проблема взаимодействия данных РО, в том числе целенаправленного, с признаками субъекта. В итоге сеть ДИС-*К предстает также системой принятия решений [11]. Здесь, конечно, существенно, что, по сути, все есть во всем, как это и наблюдается в обычном фрактале, и решающее значение имеет не формальное, а некое онтологическое расстояние между кластерами как понятиями.

Ранее нами были намечены контуры математической философии, которая позволяет не только представлять любое знание с условием сохранения его содержательного богатства, смысловой полноты и математической строгости, но и предусматривает аппарат исчисления категорий [12]. Такой аппарат, с одной стороны, математически обоснован, а с другой стороны, на уровне технологии когнитивных шаблонов он легко доступен специалистам, не владеющим математикой. Значительный потенциал для развития математической философии создает проработка в ней особой версии Им*-подхода. Таким образом, в конструировании систем

знания удастся согласовать эвристичность, связанную с выбором исходной категории, подбором новых категорий для ДШ, основные направления мутаций ДИС-*К с применением формального аппарата, когда в ближайшей перспективе формирование конкретной системы знания может осуществляться с помощью *К-программ.

Цель данной работы – раскрыть Им*-потенциал сети ДИС-*К, а развертывание этого потенциала посредством инструмента в лице математической философии позволяет более полно осуществлять проработку знаний. Разрешается противоречие между требованиями точности и однозначности задания РО математикой и полисемичностью содержательно-образного представления, когда категориальный аппарат ТДИС позволяет исчислить все смылосодержательные ветвления для любого исходного понятия. Материал статьи образует математическое дополнение к данным в серии публикаций примерам КС различных типов как основ для конструирования соответствующих систем знания на базе их категориального исчисления. Формируется новая идеология представления и обработки знаний, взятых не в качестве отдельных единиц, а в сетях произвольного уровня сложности, когда одна, в принципе любая, категория может быть развернута до выражения картины всего Мироздания.

1. Динамические информационные системы как особый класс категориальных схем

Многочисленные проработки понятий и методов с позиций ИФ-подхода неизбежно приводят к основам, заложенным в ТДИС [13]. Выявленные для КС свойства оппозиционности, полилогичности помогли обнаружить особый класс КС, называемых ДИС. Во-первых, для любой КС категория является онтологически осмысленной, если она входит в некоторый замкнутый цикл из трех или более категорий либо выражает содержание более богатое, чем такого рода цикл. Во-вторых, КС типа ДИС должны сосредоточивать в себе два типа ИФ – активную и пассивную и обладать способностью к переработке (трансформации) пассивной ИФ в активную, а ИФ перераспределяется по вершинам-категориям КС по двум типам ребер – ведущим и контролирующим. ДИС представляет собой орграф с заданным на нем процессом ИФ-функционирования (ПИФ). ДИС могут выступать в роли моделей-прототипов любых РО.

Определение 1. ДИС D есть пара (G, PIF_G) , где G – орграф с двумя типами ребер, а $PIF_G = \{A(k)|k \in Z\}$ – ПИФ на нем как последовательность из трех типов актов перераспределения ИФ по вершинам орграфа:

$$\begin{aligned}
& G = (V, R_d, R_c), \text{ где } V \subset \mathfrak{R}, |V| < \infty, (R_d \cup R_c) \subseteq (V^2 \setminus V), \\
& A(k): FS(k) \rightarrow FS(k+1), FS(k) = (S(k), \lambda_k, f_{kd}, f_{kc}), S(k) = (r_k, q_k), \\
& r_k: V \rightarrow R^+, q_k: V \rightarrow R^+, \lambda_k: V \rightarrow R^+, f_{kd}: R_d \rightarrow [0; 1], f_{kc}: R_c \rightarrow [0; 1], \\
& (\forall k \in Z)(\forall v \in V)((f_{kd}^-(v) \leq 1) \& (f_{kc}^-(v) \leq 1)) \text{ и} \\
& \text{либо 1) } r_{k+1}(v) = (1 - f_{kc}^-(v)) r_k(v), q_{k+1}(v) = q_k(v) + q_k^*(v), \\
& \text{либо 2) } r_{k+1}(v) = r_k(v) \text{ для } q_k(v) < \lambda_k(v) \text{ и } = r_k(v) + q_k(v) \\
& \quad \text{для } q_k(v) \geq \lambda_k(v), \tag{1} \\
& \quad q_{k+1}(v) = q_k(v) \text{ для } q_k(v) < \lambda_k(v) \text{ и } = 0 \text{ для } q_k(v) \geq \lambda_k(v), \\
& \text{либо 3) } r_{k+1}(v) = (1 - f_{kd}^-(v)) r_k(v) + r_k^*(v), q_{k+1}(v) = q_k(v), \\
& \text{где } f_{kd}^-(v) = \sum \{f_{kd}(v, v_1)|(v_1 \in V) \& ((v, v_1) \in R_d)\}, \\
& \quad f_{kc}^-(v) = \sum \{f_{kc}(v_1, v)|(v_1 \in V) \& ((v_1, v) \in R_c)\}, \\
& \quad r_k^*(v) = \sum \{f_{kd}(vI, v)r_k(v_1)|(v_1 \in V) \& ((v, v_1) \in R_d)\}, \\
& \quad q_k^*(v) = \sum \{f_{kc}(vI, v)r_k(v_1)|(v_1 \in V) \& ((v_1, v) \in R_c)\}.
\end{aligned}$$

Здесь Z – множество целых чисел; \mathfrak{R} – множество всех кластеров знаний как философских категорий; V, R_d, R_c – множество вершин, ведущих и контролирующих ребер орграфа G ; $|V|$ – мощность множества V ; $V^2 = V \times V$; I – тождественное отображение (на V); $R^+ = [0; \infty)$; $A(k)$ – акт ПИФ; $S(k), FS(k)$ – состояние и полное состояние ДИС в начале $A(k)$; $r_k(v), q_k(v), \lambda_k(v)$ – значения количеств активной и пассивной ИФ и уровня трансформации второго типа ИФ в первый в $v \in V$; $f_{kd}(w_d), f_{kc}(w_c)$ – значения относительных проводимостей ведущего w_d и контролирующего w_c ребер. Характеристики орграфа G есть структурные параметры, значения уровней трансформации и относительных проводимостей – функциональные параметры, а последовательность $\{S(k)|k \in Z\}$ – график ПИФ ДИС D .

В рамках синтеза ИФ-подхода, когнитивного и онтологического подходов каждому РО может быть с определенной степенью детализации и точности поставлена в соответствие модель-прототип в ранге ДИС, которая одновременно выступает как алгоритмическая модель РО. Если для избранного РО имеют существенное значение какие-то внешние по отношению к нему факторы, то, строго говоря, понятие РО здесь используется не вполне адекватно и правильно будет начала дополнить картину до образования самодостаточной системы, – она-то и будет требуемым

РО. В целом каждому РО может быть сопоставлено целое семейство согласованных между собой моделей-прототипов разных уровней детализации. В связи с этим предусматривается класс операций над ДИС [14], в котором особое место занимают операции категориальной композиции и свертки, привязанные к процедуре ДШ КС и ДИС [15].

2. От динамических информационных систем к ДИС-компьютерам

Далее, в качестве минимальной самодостаточной ДИС, с которой может быть проассоциирован любой РО, выступает триада саморазвития с категориями «понятие», «средство работы с понятием», «математический аппарат как средство анализа». Это дает основания ограничиваться только такими процедурами ДШ, при которых каждой категории сопоставляется триада, ассоциированная с триадой саморазвития. Так, на базе любой исходной категории может быть сформирована стандартная последовательность ДИС с 3, 9, 27, ... вершинами, раскрывающая все более детально сущность РО, прописанного в имени исходной категории. Это и есть цепочка ДИС-*К уровней соответственно 1, 2, 3, ... [16].

Если категории триады саморазвития пронумеровать соответственно цифрами 0, 1, 2, то индуктивно формируем n -значный номер из указанных цифр для вершин ДИС-*К уровня n , дописывая в номер соответствующую цифру при каждой процедуре ДШ. Тогда имеют место закономерности, которые сформулируем в ранге теоремы.

Теорема 1. ДИС-*К уровня n имеет 3^n вершин и по 3^{2n-1} ведущих и контролирующих ребер. При этом имеется ведущее ребро, идущее из вершины с номером N_1 в вершину с номером N_2 , (соответственно контролирующее ребро в обратном направлении) в точности тогда, когда $\sum_2 - \sum_1 \equiv 1 \pmod{3}$ [17], где \sum_i – сумма цифр номера N_i ($i = 1, 2$).

Очевидно, обратной процедуре – свертке отвечает факт объединения в одну вершину каждой тройки таких вершин, номера которых различаются лишь последними цифрами. Укороченные номера указывают на места расположения новых вершин в ДИС-*К с уровнем, на единицу меньшим.

Принимая во внимание, что условие $f_{ka}(w_a) = 0$ (1) выступает эквивалентом факта отсутствия ведущего ребра w_a в структуре ДИС при акте $A(k)$ и что такое же справедливо в отношении контролирующих ребер,

получаем основания того, что при работе с ДИС достаточно ограничиться классом ДИС-*К. По сути, любая ДИС может быть рассмотрена как часть ДИС-*К подходящего уровня.

3. Рациональный инструмент организации в лице генетически обусловленной структуры

Из каких же принципов следует исходить при формировании конкретных ДИС как моделей-прототипов РО? Что за части РО должны прописываться в роли вершин ДИС? Что за ресурс должен выступить в роли ИФ при развертывании ПИФ ДИС? Для того чтобы определиться с этим, необходимо выявить достаточно универсальные инструменты организации процессов. Таковыми оказываются ГО-СТ.

Определение 2. ГО-СТ $G \in \Gamma$ – это тройка (U, P, s) , где U – базовое множество, носитель структуры G , P – некий класс операций на U , содержащий тождество $I: I(u) = u, \forall u \in U$, а s – некое свойство для элементов из U , и при этом имеет место условие

$$\begin{aligned} & ((\{u_1, \dots, u_n\} \in U) \& (p \in P) \& (u = p(u_1, \dots, u_n) \in U) \\ & \& (u \in s)) \Rightarrow ((u_1 \in s) \& \dots \& (u_n \in s)), \end{aligned} \quad (2)$$

где $u \in s$ обозначает, что элемент u обладает свойством s . Если в U нет элементов со свойством s , то ГО-СТ G называется вырожденной.

Если в определении 2 факт $u \in s$ истолковать как признак реализации, явности элемента $u \in U$, то по условию (2) в рамках класса законов P явиться может лишь то, что само базируется только на явных элементах. Иначе говоря, набор $\{u_1, \dots, u_n\}$ в (2) служит явной причиной для $u = p(u_1, \dots, u_n)$, а ГО-СТ G выражает некий принцип причинности. Многообразие Γ выступает уже как сеть причинности в Мироздании.

Далее, если в определении 2 факт $u \in s$ истолковать как признак истинности элемента $u \in U$, то $G \in \Gamma$ предстанет как логическая структура с классом операций P [18]. Очевидно, когда P в логической структуре G состоит из одной операции конъюнкции, то автоматически оказывается $G \in \Gamma$. Ввиду этого момента Γ служит поставщиком примеров классов логических операций P , обобщающих операцию конъюнкции.

Обратимся к данному еще А.И. Уемовым [19] определению понятия системы: системой является любая вещь (субстрат), на которой реализуются некоторые отношения (реляционная структура), обладающие

определенным, заранее фиксированным свойством (атрибутивным концептом). Так, перечисленные здесь три характеристики системы явно соответствуют тройке (U, P, s) из определения 2. Значит, понятие ГО-СТ можно считать эквивалентом понятия системы, а многообразии всех систем – отождествить с многообразием Γ .

Итак, в лице ГО-СТ имеем рациональный инструмент по проработке сразу принципа причинности, логики синтеза и понятия системы. Ввиду этого многие математические результаты по ГО-СТ несут в себе богатое онтологическое содержание. Отметим четверку результатов, практически очевидных из определения 2 ГО-СТ.

Теорема 2. Если $G = \{U, P, s\} \in \Gamma(2)$, то и при любых $U^c \subseteq U, P^c \subseteq P$ $G^c = \{U^c, P^c, s\} \in \Gamma$.

Теорема 3. Если $G_j = \{U_j, P, s\} \in \Gamma (j \in J)$, то, либо также $G_0 = \{\cup (U_j | j \in J), P, s\} \in \Gamma$, либо $G = \{U, P, s\} \notin \Gamma$ при любом $U \supseteq \cup (U_j | j \in J)$.

Теорема 4. Если $G_j = \{U, P_j, s\} \in \Gamma (j \in J)$, то и $G_0 = \{U, \cup (P_j | j \in J), s\} \in \Gamma$.

Теорема 5. Если $G_j = \{U, P, s_j\} \in \Gamma (j \in J)$, то и $G_0 = \{U, P, s_0\} \in \Gamma$, где базовое свойство s_0 определяется из условия: $u \in s_0 \Leftrightarrow (\exists j \in J)(u \in s_j)$.

Теорема 2, по сути, отражает факт, что РО, как правило, свойствен феномен расслоения на относительно автономные подсистемы. Далее, теорема 3 позволяет говорить о совместности и, наоборот, о несовместности наборов из нескольких ГО-СТ. Теорема 4 указывает на отсутствие противоречивости в вопросе о совместимости на внутреннем уровне конкретной ГО-СТ. Наконец, теорема 5 показывает, что на формальном уровне любой набор качеств в ГО-СТ может быть объединен под признаком нового единого качества.

ГО-СТ выполняют организующую функцию, благодаря которой они проявляют качества объективного автомата [20]. Это далеко не клеточный автомат [21] или его многочисленные обобщения, лишенные, однако, достаточно полной онтологической проработки и способные работать только по искусственным программам, заданным людьми. В случае с ГО-СТ имеем открытую систему [22], в которой срабатывают механизмы принятия решений без вмешательства людей.

Учет многообразия Γ позволяет на базе ТДИС развивать метод алгоритмических моделей РО. Его основные положения в лице ДИС-

технологий укладываются в последовательность трех этапов работы моделирования: 1) выявление ГО-СТ G , определяющей моделируемый РО; 2) формирование алгоритмической модели данного РО; 3) вычислительные технологии через алгоритмические модели.

В данной работе приводится один из примеров реализации указанного метода. Он базируется на минимальном потенциале, заложенном в сети ДИС-*К как ГО-СТ.

Теорема 6. Пусть в $G = (U, P, s)$ (2) множество U представляет сеть всех ДИС-*К [23], класс P состоит из процедур ДШ и свертки [24] ДИС-*К, а условие $u \in s$ выражает факт осмысленности всех подсистем типа ДИС-*К в ДИС-*К $u \in U$. Тогда $G \in \Gamma$.

4. Сеть ДИС-компьютеров как генетически обусловленная структура и ее имитационный потенциал

Итак, применение процедуры ДШ позволяет развернуть модель РО до ДИС-*К любого уровня. Однако при этом начиная с уровня 2 оказывается возможным получить тот же самый ДИС-*К, с тем же по содержанию набором вершин, но либо через другие по содержанию промежуточные наборы вершин, либо через те же по содержанию, но с другим порядком связей (ребер) между ними. Для выявления первой из таких ситуаций достаточно осуществить глобальную перестановку последних цифр на другое фиксированное место в номерах вершин ДИС-*К, что никак не скажется на структуре ДИС-*К, но при процедуре свертки потребует объединять вместе совсем другие тройки вершин. Это приводит к понятию связанной мутации ДИС-*К.

Определение 3. Связная мутация ДИС-*К есть любая перестановка его вершин, при которой не нарушается ни геометрия ДИС-*К, ни топология сети связей между его вершинами, но возникает новый порядок формирования этого ДИС-*К триадной ДШ из исходной категории.

Теорема 7. Полный набор связанных мутаций ДИС-*К уровня $n \geq 1$ представляет собой группу M_n [25] относительно операции их суперпозиции, причем $|M_n| = 3 \cdot (3^{n-1})^3$.

По сути, M_n есть группа таких перестановок вершин ДИС-*К, что в каждой вершине разность вычетов [26] по модулю 3 сумм цифр у

нового и старого номеров одна и та же. При этом вершины ДИС-*К, которым отвечает одинаковое значение вычета, могут переставляться между собой произвольным образом. Возникает легкоосмысливаемое представление группы M_n .

Теорема 8. В группе M_n всегда можно выделить четыре подгруппы: $M_n^{(i)}$, $i = 0, 1, 2, 3$, такие что каждая из первых трех изоморфна классической группе перестановок на 3^{n-1} элементах, каковыми оказываются соответственно те вершины ДИС-*К, у которых сумма цифр n -значного номера имеет вычет по модулю 3 [М7, вычет], равный i , а четвертая изоморфна классической группе циклических перестановок на трех элементах, каковыми оказываются сами значения вычетов по модулю 3. При этом мутации из разных первых трех групп перестановочны между собой, а действие мутации из четвертой группы обеспечивает циклическую перестановку этих трех групп, так что каждая мутация $\mu \in M_n$ однозначно, с точностью до перестановки между собой первых трех элементов, представима в виде

$$\mu = \mu^{(0)} \mu^{(1)} \mu^{(2)} \mu^{(3)}, \text{ где } \mu^{(i)} \in M_n^{(i)}, i = 0, 1, 2, 3. \quad (3)$$

Роль единицы в группе M_n и каждой из подгрупп $M_n^{(i)}$, $i = 0, 1, 2, 3$ выполняет мутация в лице тождественного преобразования I – фактически отсутствия преобразования. Ввиду этого группа M_1 сводится к подгруппе $M_1^{(3)}$, обеспечивающей лишь циклическую перестановку значений вычетов по модулю 3, остальные три подгруппы вырождаются в единицу, т.е. $\mu^{(0)} = \mu^{(1)} = \mu^{(2)} = 1$ (3). А в группе M_2 интерес может представить подгруппа базовых мутаций BM_2 . В этой подгруппе, наоборот, $\mu^{(3)} = 1$, а также, если КС с девятью категориями (КС-9), отвечающей становлению философии [27], сопоставить единицу в группе M_2 , то в BM_2 войдет эта единица, а остальные элементы будут иметь соответственно разложения (3):

$$\begin{aligned} \mu^{(0)} = \mu^{(1)} = \mu^{(2)} &= (021) \text{ для приложения философии;} \\ \mu^{(0)} &= (021), \mu^{(1)} = (102), \mu^{(2)} = (210) \text{ для становления физики;} \\ \mu^{(0)} &= 1, \mu^{(1)} = (120), \mu^{(2)} = (201) \text{ для приложения физики;} \\ \mu^{(0)} &= 1, \mu^{(1)} = (201), \mu^{(2)} = (120) \text{ для становления математики;} \\ \mu^{(0)} &= (021), \mu^{(1)} = (210), \mu^{(2)} = (102) \text{ для приложения математики.} \end{aligned}$$

Здесь, к примеру, (201) обозначает перестановку из начального расположения (012), вернее, ее результат.

Поскольку реальная работа ведется с ДИС-*К, постольку желательно, чтобы с каждой мутацией связывался определенный порядок расположения вершин ДИС-*К с учетом их содержания, т.е. чтобы по виду такого порядка можно было определять саму мутацию. По этой причине следовало бы некий из всех возможных порядков посчитать в ранге исходного, отвечающего мутации, равной единице. Таким порядком удобно выбирать тот, который отвечает становлению философии и выражает наиболее онтологическую по смыслу последовательность процедур ДШ при развертывании содержания всего ДИС-*К.

Из теоремы 8 легко усматривается численный результат теоремы 7. С использованием ее представляется возможным получить и серию других онтологически значимых численных результатов.

Теорема 9. ДИС-*К уровня n содержит $\{3^{n-1}/[3^{m-1} \cdot (3^{n-1} - 3^{m-1})!]\}^3$ различных по содержанию ДИС-*К уровня m при $0 < m \leq n$ и 3^n ДИС-*К уровня 0 , т.е. вершин. А конкретная развертка в ДИС-*К уровня n помещает 3^{n-m} ДИС-*К уровня m : $0 \leq m \leq n$.

Фактически теорема 9 определяет количество блоков из категорий в ДИС-*К, которые сами имеют тип ДИС-*К и, согласно теореме 6, должны быть онтологически осмысленными. Таким образом, ДИС-*К уровня n несет в себе в обязательном порядке

$$\chi(n) = 3^n + \sum \{ \{ 3^{n-1}/[3^{m-1} \cdot (3^{n-1} - 3^{m-1})!]\}^3 \mid m = 1, \dots, n \} \quad (4)$$

онтологически осмысленных понятий, тогда как конкретная развертка в ДИС-*К уровня n прописывает в себе $0,5 \cdot (3^{n+1} - 1)$ онтологически осмысленных понятий.

Так, в ДИС-*К уровня 1, т.е. в триаде, имеется $3 + 1 = 4$ онтологически осмысленных понятия, – это сама триада в целом и ее три категории. В ДИС-*К уровня 2, ассоциированном с КС-9, имеется $9 + 27 + 1 = 37$ онтологически осмысленных понятий, а в ДИС-*К уровня 3, ассоциированном с КС-27, – уже $27 + 729 + 592704 + 1 = 593461$ онтологически осмысленное понятие. Единая компактная формула для величины $\chi(n)$ вряд ли существует, но можно выделить главную часть этой величины, по сравнению с которой вклад остальных частей с ростом n составляет все меньшую долю, которая уже при $n = 3$ меньше 0,13%. Такой главной частью является предпоследнее слагаемое в сумме (4), выражающее количество ДИС-*К уровня $n - 1$ в ДИС-*К уровня n , причем для этого слагаемого может быть получена более

ясная аппроксимирующая оценка, использующая оценку Стирлинга для факториала [28]:

$$\chi(n) \approx \{3^{n-1}/[3n^{-2}! \cdot (2 \cdot 3^{n-2})!]\}^3 \approx 6,75^{\alpha(n)},$$

где $\alpha(n) = 3^{n-1} - 0,863n + 0,601$. (5)

Чтобы отразить всего лишь главный порядок роста величины $\chi(n)$, достаточно ограничиться соотношением $\alpha(n) \sim 3^{n-1}$. Так что в главном количестве онтологически осмысленных понятий в ДИС-*К оценивается двуступенчатой показательной функцией с основаниями 6,75 и 3. Очевидно, что в сравнении с этим количество онтологически осмысленных понятий, прописываемых конкретной разверткой в ДИС-*К уровня n , ничтожно мало. Иначе говоря, такой же порядок роста следует ожидать в количестве всех различных разверток в фиксированный по содержанию ДИС-*К уровня n . Естественно, за этим ростом должно стоять приумножение числа различных по содержанию ДШ в триаду у отдельно взятых категорий. По такому случаю особый интерес представляет оценка количества различных по содержанию ДШ в триаду у исходной категории, т.е. на самом первом этапе ДШ. Фактически речь идет о количестве всех вариантов выбора различных по содержанию троек дополняющих друг друга ДИС-*К уровня $n-1$ в ДИС-*К уровня n . Именно эти соображения, с учетом теоремы 9, и позволяют получить требуемую оценку.

Теорема 10. Каждая развертка категории в ДИС-*К уровня n порождает с учетом мутаций ровно

$$\delta(n) = (3n^{-1}!)^3/[6 \cdot (3n^{-2})!] \approx 3^{\beta(n)}, \text{ где } \beta(n) = 3n - 3n + 0,85, \quad (6)$$

различных по содержанию вариантов ДШ этой категории в триаду.

Так, ДИС-*К уровня 2, ассоциированный с КС-9, порождает 36 вариантов ДШ исходной категории в триаду, а ДИС-*К уровня 3, ассоциированный с КС-27, – уже $36 \cdot 280^3$, т.е. почти 10^9 , таких вариантов. Вновь, чтобы отразить всего лишь главный порядок роста величины $\delta(n)$, достаточно ограничиться соотношением $\beta(n) \sim 3^n$. Так что в главном развертка категории в ДИС-*К уровня n порождает с учетом мутаций количество вариантов ДШ этой категории в триаду, оцениваемое двуступенчатой показательной функцией с основаниями, равными 3. В целом при $n \geq 3$ указанных вариантов ДШ оказывается даже больше, чем онтологически осмысленных понятий.

Момент, прописанный в теореме 10, имеет существенное онтологическое значение. Оказывается, что вслед за осуществлением ДШ частей системы происходит мощное обогащение содержания самой системы, приумножение вариантов организующих эту систему начал. Заметив нечто одно в системе, мы имеем шанс увидеть в ней и многое другое, развернув Им*-потенциал этой системы средствами мутаций.

Приведенные результаты показывают, насколько важной является задача изучения групп мутаций M_n . Причем здесь существенно изучение не только на формальном, математическом, уровне, но прежде всего через поиск онтологически значимых интерпретаций самих мутаций. Математика, конечно, может и должна помочь в этом деле, но нужны также проработки физического и философского содержания. В связи с этим укажем на трудности, привносимые следующим моментом.

Теорема 11. Для каждого $n \geq 2$ существуют мутации $\mu \in M_n$ такие что свертка σ на одну ступень двух ДИС-*К A_n и $\mu(A_n)$ уровня n дает в результате два ДИС-*К $\sigma(A_n)$ и $\sigma(\mu(A_n))$ уровня $n - 1$ с одинаковым содержанием вершин, но, тем не менее, $\sigma(A_n) \neq \mu'(\sigma(\mu(A_n)))$ ни при какой мутации $\mu' \in Mn_{-1}$ [29].

Иначе говоря, теорема 11 указывает, что понятие связанной мутации не инвариантно относительно процедур ДШ и свертки ДИС-*К. Так, если применить процедуру свертки к ДИС-*К уровня 2, отвечающим становлению и приложению философии, то в результате получатся триады, вторая из которых будет иметь обратный порядок категорий по сравнению с первой, что невозможно получить за счет только связанных мутаций триады. Уже по этой причине пришлось рассматривать более широкую алгебраическую группу OM_1 из шести обобщенных мутаций триады [30], где фактически берутся все возможные перестановки категорий триады. Но главное, что дополнительные три мутации триады тоже получили онтологическое обоснование и интерпретации, правда, пока лишь в рамках работы с базовыми мутациями из VM_2 .

Именно от проработки физического и философского содержания мутаций зависит, насколько важен переход к формированию и изучению алгебраических групп OM_n обобщенных мутаций в общем случае. Насколько, в частности, допустимыми и осмысленными будут инверсии связей в ДИС-*К?

Но и в рамках работы с применением связанных мутаций открывается много новых, не мыслимых ранее возможностей в отношении

переработки категорий на базе ТДИС в синтезе с категориально-системной методологией и математическим моделированием. Фактически расширяется инструментарий, используемый для развертывания Им*-потенциала категориального аппарата и системы знаний в целом. Этот инструментарий выступает как математическая философия.

5. Математическая философия как аппарат имитации знаний

Здесь главное внимание уделим онтологической проработке как источнику Им* знаний. Представляя знания о РО и их развитие в терминах сети ДИС-*К, организующее начало которой выражено в теореме 6, следует теперь определиться с целевыми переходами по этой сети, которые будут, по сути, выражать установки специальных программ.

Правда, с учетом представлений об обобщенном субъекте в рамках ТДИС [31], определившиеся установки будут вполне объективны, как и феномен ДИС-*К. Иное дело, когда речь заходит об отдельно взятом ограниченном субъекте или классе таких субъектов, – тогда в деятельности субъекта начинают преобладать ситуации типа рассогласований и организации процессов в русле управления. Именно так оно и обстоит, когда цели и специальные программы ориентированы на волю людей.

Так, в теореме 6 есть плохо формализуемое звено в ранге осмысленности подсистем, требующее присутствия субъекта при формировании конкретного ДИС-*К как модели-прототипа исследуемого РО, в частности при проработке системы знаний. При этом и конкретный ДИС-*К оказывается ГО-СТ по теореме 2. Однако забота об осмысленности подсистем актуальна именно как Им*-потенциал, заложенный в структуре модели, при наличии которого модель РО может допускать ДШ до ДИС-*К более высокого уровня. Такая ДШ вполне может понадобиться в процессе исследования. Наконец, Им*-потенциал можно пополнить через специфику управления ПИФ модели как некую базу программирования, расширив этим ГО-СТ.

Теорема 12. Пусть $G_i = (U_i, P_i, s_i) \in \Gamma$ ($i = 1, \dots, m$). Если сформировать $G = ((U_1, \dots, U_m), (P_1, \dots, P_m), (s_1, \dots, s_m))$ так, что $(p_1, \dots, p_m) (u_1, \dots, u_m) = (p_1(u_1), \dots, p_m(u_m))$ и $((u_1, \dots, u_m) \in (s_1, \dots, s_m)) \Leftrightarrow ((u_1 \in s_1) \& \dots \& (u_m \in s_m))$, то и $G \in \Gamma$.

Заметим, что ГО-СТ в теореме 12 не объединяются, как это было в теоремах 3–5, а изначально располагаются в различных, независимых пространствах. Поэтому здесь нет прямого выхода на взаимодействие РО, прежде всего физических объектов, которые и при объединении оказываются располагающимися в едином пространстве размерности 3. В свою очередь, теорема 12 позволяет синтезировать структурные и функциональные аспекты РО. Если ставить на место G_1 в теореме 12 часть ГО-СТ из теоремы 6, выражающую структуру модели РО в форме ДИС-*К, то на место G_2 следует поставить ГО-СТ, выражающую специфику ПИФ и границы этой модели, включая резервы для управления ПИФ. В итоге при $m = 2$ теорема 12 даст ГО-СТ G , описывающую РО. Конечно, проблема выбора специфики ПИФ тоже нуждается в возможно более полной проработке, чтобы выявлять, к примеру, переходные процессы, характерные для РО. От этого зависит эффективность Им*. Но пока ограничимся проработками на уровне содержания, прописываемого в структуре ДИС-*К.

Первейшая для запуска Им* потребность состоит в осуществлении процедур ДШ. Фактически при этом совершается переход от дешифруемой категории к любой из ее дешифрующих категорий как части ее самой. Каждая из новых категорий получает одновременно и коллективное, и индивидуальное осмысление. Процедура ДШ может быть продолжена тоже и на коллективном уровне, и на индивидуальном уровне – в зависимости от целей исследователя. Возможны также и обратные переходы в ранге процедур свертки, только началом этому всегда служит триада категорий.

Вторая потребность, значимая для закладки и развертывания Им*-потенциала в системах знаний, состоит в процедурах мутаций ДИС-*К. Фактически при этом совершается переход от одной версии развернутого содержания ДИС-*К к всевозможным другим таким версиям. В результате выявляются новые блоки типа ДИС-*К, которые еще предстоит осмыслить и через это, возможно, проконтролировать адекватность исходной версии содержания ДИС-*К. Если контроль не выявил каких-либо расхождений, то в распоряжение поступает новая версия содержания ДИС-*К, и далее можно сосредоточить работу на ней вместо исходной версии или совершить переход на другую версию, вновь осуществив процедуру мутации.

Много важного могут дать также переходы, комбинирующие процедуры ДШ, свертки и мутаций. Так, сочетание процедур мутаций

и сверток позволяет определить все возможные варианты организующих данную систему начал, что отражено в теореме 10. Когда накоплен опыт работы с такого рода началами, появляется смысл в развертке одной системы знаний находить часть, например категорию, для которой можно применять ДШ, отличную от той, что была в исходной системе знаний, получая фактически некое ответвление от исходной системы, и работать с этим ответвлением независимым образом. Естественно, далее могут быть ответвления и от новой развертки выбранной части, так что можно говорить о походах по всей сети ДИС-*К, по совокупной системе знаний.

Описанные переходы вполне могут быть оформлены как работа специальной *К-программы, как автоматизация инструментария математической философии.

6. Физические источники имитации знаний

Конечно, потребность в очередной ДШ уже имеющейся модели РО может исходить из интересов самого исследователя. Но не менее важны случаи, когда потребность в ДШ, возможно, локальной, диктуется особым поведением ПИФ имеющейся модели РО. Поэтому остановимся еще и на выборе вариантов специфики ПИФ ДИС-*К достаточного большого уровня n . И здесь примем во внимание, что пока этот выбор ограничивается рамками следующего результата [32].

Теорема 13. Пусть в $G = (U, P, s)$ (2) множество U есть семейство обобщенных стохастических матриц размера $n > 0$, у которых все элементы больше либо равны 0, а сумма элементов в каждом из столбцов и каждой из строк больше 0, класс P исчерпывается композициями операций сложения и произведения матриц, а также умножения на произвольное число больше 0, а условие $u \in s$ выражает факт, что у матрицы $u \in U$ максимальное число не пересекающихся прямоугольных блоков в квазидиagonalной форме, получаемой перестановками строк и столбцов этой матрицы, не меньше фиксированного целого m : $0 < m \leq n$. Тогда $G \in \Gamma$.

Решающее значение имеют интерпретации [33] указанных в теореме 13 прямоугольных блоков, когда матрица рассматривается как выразитель перераспределения ИФ в ДИС-*К при одном или нескольких актах ПИФ (1). Эти интерпретации в сочетании с наступающими изменениями в них при тех или иных целенаправленных переменах параметров

в базе программирования позволяют определить важные места в модели РО и, возможно, перенести внимание на их локальные ДШ и изучение.

И все же наиболее естественными признаками переходных процессов в ДИС и соответствующем ей РО являются задержки в ее ПИФ трансформаций пассивной ИФ в активную в некоторых вершинах. Однако такие ситуации теорема 13 явно не допускает. Значит, есть еще резервы для развития Им*-подхода.

Заключение

Процессы, протекающие в знаниях, дополнительно по отношению к физическим процессам, и они координируются посредством ИФ-субстанции, а выражение такого согласования дается в ТДИС. Принципиально важно вскрыть интеллектуальную составляющую автоматизации работы с ИФ и знаниями. Алгоритмический подход оказывается доступен для конструирования систем знания любого типа и глубины проработки. Онтологически осмысленный математический аппарат в лице ГО-СТ осуществляет организацию за счет выражения в моделируемых объектах принципа причинности. В теоремах 2–5 доказываются интуитивно очевидные положения об ограничении комбинаций произвольных объектов тем, что не все они ведут к образованию жизнеспособной, целостной системы. Одновременно аппарат ГО-СТ дает возможность всегда осуществлять такую доработку в принципе любого материала (ДШ, мутации), что позволяет получить систему с искомыми свойствами.

Можно надеяться, что найден способ соединить качественные и количественные аспекты исследования. Р. Декарт писал: «Я вполне утвердился в подозрении, что они (древние. – *Авт.*) знали некую математику, весьма отличную от общепринятой математики нашего времени» [34]. Доказанные в теоремах раздела 4 теоретические положения и приведенные там же численные расчеты подтверждают осмысленность и глубину интуитивно открытых онтологических принципов триадности и причинности. На базе изложенных в статье онтологических представлений доказано, что порождаемые математикой, физикой и философией многообразия могут быть вполне согласованными. Решается также вопрос о выборе оснований и об обоснованности этого выбора: вне зависимости от избранной исходной категории на определенном шаге ДШ будут получены категории, выражающие всю картину ми-

рождения, когда-либо рассматриваемую человеком. Каждый следующий уровень ДШ предполагает рассчитываемое число категорий, и особое место занимают мутации как порождения новых путей смыслообразования и понимания для КС. Кластеры знания проявляют эффекты, подобные изомерам и конформерам химии, что дополняет математические и философские проработки физическими. Сетевое представление знания с учетом поддержки *К позволяет перейти к развертыванию систем знаний в формах динамически развивающихся графов. Такие графы доступны для пополнения новой ИФ, а их ДШ достаточно высоких уровней сглаживает границы между упаковкой знания в различные гносеологические единицы (категории, понятия, термины), когда число вершин таких орграфов сопоставимо с числом слов языка. Причем пополнение может происходить на основе Им*-экспериментов с уже имеющимися данными. Открытой остается проблема выражения специфики лексических форм: существительных, глаголов, прилагательных, наречий, предлогов и др.

Сеть ДИС*К образует бесконечный ряд величин и значений, сопоставимый с рядами как натуральных, так и трансфинитных чисел. Отличительной особенностью ряда ДИС*К выступает их богатство как математических объектов, исследуемых средствами алгебры и логики, геометрии и топологии, в сочетании с доступностью для численных расчетов и *К-моделирования. Намечается подход к работе со знаниями, в рамках которого выразительные возможности естественного и математического языков становятся дополнительными, а в работе гуманитариев и математиков появляется область для совместных исследований и проектов. Получает вариант решения также фундаментальная для философии проблема единого и многого, сформулированная Платоном в «Пармениде». Так, ДШ исходной категории до уровня КС из 27 категорий уже выявляет около 10^9 вариаций первичной ДШ этой категории. И наоборот, почти 10^9 различных вариантов восприятия категории можно прописать с помощью КС всего лишь из 27 категорий. Простое может быть носителем сложного, а сложное сворачиваться в простое.

Примечания

1. См.: Разумов В.И. Категориально-системная методология в подготовке ученых: Учеб. пособие. – Омск, 2004 / www.ic.omskreg.ru/~cognitiv.

2. См.: Разумов В.И., Сизиков В.П. Математические и философские основы теории динамических информационных систем: Учеб. пособие / newasp.omskreg.ru/tdis/.

3. Там же.
4. Там же.
5. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Согласование структурных и функциональных особенностей моделей в аспекте управления системами // Параллельные вычисления и задачи управления: Тр. Междунар. конф. – М.: ИПУ, 2001. – С. 245–272 / www.sicpro.org.
6. См.: *Сизиков В.П., Разумов В.И.* ДИС-компьютер: теория и практика // Вестник КазНУ. – Новосибирск; Алматы, 2004. – № 3 (42). – Сер.: Вычислительные технологии. – Ч. IV, т. 9. – С. 29–34; *Они же.* Проект ДИС-компьютера // Параллельные вычисления и задачи управления: Тр. II Междунар. конф. РАСО'2004 памяти Е.Г. Сухого. – М.: ИПУ, 2004. – С. 1307–1328 / www.sicpro.org; *Сизиков В.П.* Рациональный инструмент отражения принципа причинности // Омский научный вестник. – 2005. – № 4 (33). – С. 92–96.
7. См.: *Сизиков В.П.* Рациональный инструмент...
8. См.: *Сизиков В.П., Разумов В.И.* ДИС-компьютер...; *Они же.* Проект ДИС-компьютера; *Сизиков В.П.* Рациональный инструмент...
9. См.: *Оре О.* Теория графов: Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Наука, 1980.
10. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Согласование структурных и функциональных особенностей...; *Сизиков В.П., Разумов В.И.* ДИС-компьютер...; *Они же.* Проект ДИС-компьютера; *Сизиков В.П.* Рациональный инструмент...
11. См.: *Сизиков В.П., Разумов В.И.* Системы принятия решений: открытость и перспективы применения // Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании: Тр. междунар. конф. – Павлодар: ТОО НПФ «ЭКО», 2006. – Т. II. – С. 524–533.
12. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Развитие философской логики и математической философии с примером анализа категорий И. Канта // Философия: история и современность. – Новосибирск; Омск, 2005. – С. 14–41.
13. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Математические и философские основы...
14. Там же.
15. См.: *Разумов В.И.* Категориально-системная методология...; *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Математические и философские основы...
16. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Согласование структурных и функциональных особенностей...; *Сизиков В.П., Разумов В.И.* ДИС-компьютер...; *Они же.* Проект ДИС-компьютера; *Сизиков В.П.* Рациональный инструмент...
17. См.: *Математическая энциклопедия* / Гл. ред. И.М. Виноградов. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 1.
18. См.: *Razumov V.I., Sizikov V.P., Sizikova L.G.* The genetically caused logic structures // The 9th Asian Logic Conference: Abstracts. – Novosibirsk, 2005. – P. 120–121.
19. См.: *Системный подход в современной науке: К 100-летию Людвиг фон Бергаланфи* / Отв. ред. И.К. Лисеев, В.Н. Садовский. – М.: Прогресс-Традиция, 2004. – С. 40.
20. См.: *Сизиков В.П., Разумов В.И.* Информационно-логическое понимание жизни // Идентификация систем и задачи управления: Тр. IV Междунар. конф. SICPRO'05. – М.: ИПУ РАН, 2005. – С. 1920–1955 / www.sicpro.org.
21. См.: *Тоффоли Т., Марголюс Н.* Машины клеточных автоматов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991.
22. См.: *Сизиков В.П., Разумов В.И.* Системы принятия решений...; *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Информационная проработка феномена открытых систем // Журнал проблем эволюции открытых систем. – 2006. – Вып. 8, т. 1.

23. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Согласование структурных и функциональных особенностей...; *Сизиков В.П., Разумов В.И.* ДИС-компьютер...; *Они же.* Проект ДИС-компьютера; *Сизиков В.П.* Рациональный инструмент...
24. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Математические и философские основы...
25. См.: *Математическая энциклопедия.* – Т. 1.
26. Там же.
27. См.: *Сизиков В.П., Разумов В.И.* Проект ДИС-компьютера; *Они же.* Системы принятия решений...; *Они же.* Информационно-логическое понимание жизни; *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Развитие философской логики...; *Они же.* Информационная проработка феномена открытых систем.
28. См.: *Бронштейн И.Н., Семендяев К.А.* Справочник по математике: Пер. с нем. / Под ред. Г. Гроше, В. Циглера. – М.: Наука, 1980. – С. 195.
29. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Согласование структурных и функциональных особенностей...; *Сизиков В.П., Разумов В.И.* Проект ДИС-компьютера.
30. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Согласование структурных и функциональных особенностей...; *Они же.* Развитие философской логики...; *Они же.* Информационная проработка феномена открытых систем; *Сизиков В.П., Разумов В.И.* Проект ДИС-компьютера.
31. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П.* Математические и философские основы...; *Они же.* Информационная проработка феномена открытых систем; *Сизиков В.П., Разумов В.И.* Системы принятия решений...; *Они же.* Информационно-логическое понимание жизни.
32. См.: *Сизиков В.П., Сизикова Л.Г.* Пример генетически обусловленного семейства операторов // *Вестник Омск. гос. ун-та.* – Омск, 2003. – № 1. – С. 13–14.
33. См.: *Сизиков В.П.* Рациональный инструмент...
34. *Декарт Р.* Правила для руководства ума // *Декарт Р.* Сочинения: В 2 т. – М.: Мысль, 1989. – Т. 1. – С. 77–153.

Омский государственный университет
им. Ф.М. Достоевского,
Омский филиал Института математики
им. С.Л. Соболева СО РАН

Razumov, V.I. and V.P.Sizikov. Imitation approach to the development of knowledge systems

Imitation approach is used in problems of reconciliation between of three types of systems: those of knowledge, information, and physical ones. For this purpose, it is realized on the basis of the dynamic information systems (DIS) theory where a special kind of categorical schemes, viz DIS, is identified. DIS being directed graphs with vertexes-categories are presented as DIS-computer networks. Theorems are proved and formulas for calculating categories are given. Some considerations about a version of development of mathematical philosophy are applied. The proposed imitation approach to the knowledge system makes it accessible to computer imitation.