

# НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

<sup>1</sup>Сорокин А.Б.

<sup>1</sup>*Московский технологический университет (МИРЭА), старший преподаватель кафедры вычислительной техники Института информационных технологий, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: [ab\\_sorokin@mail.ru](mailto:ab_sorokin@mail.ru)*

---

**Обоснование идеи о необходимости разработки концептуальной структуры акта деятельности для проектирования интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Из данной структуры выделяются концептуальные планы, которые дают возможность соединить любые представления о предметной области, в том числе эволюционно-генетические со структурными и организационными представлениями, упрощая выбор интеллектуально-информационных модулей для систем поддержки принятия решений.**

---

Ключевые слова: CASE-технология, единичное решение, концептуальная структура акта деятельности, концептуальные планы, системы поддержки принятия решений.

## NEW IDEAS ABOUT THE DESIGN OF INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEMS

<sup>1</sup>Sorokin A.B.

<sup>1</sup>*Moscow University of Technology (MIREA), 119454, Russia, Moscow, Vernadsky prospect, 78, e-mail: [ab\\_sorokin@mail.ru](mailto:ab_sorokin@mail.ru)*

---

**Justification of the need to develop a conceptual framework for the activities of an act of intelligent decision support systems. Because of this structure stand out conceptual plans that make it possible to connect any idea of the subject area, including the evolutionary-genetic with the structural and organizational views, making it easier to intellectual information modules for decision support systems.**

---

Keywords: CASE-technology, a single decision, the conceptual structure of the act of activity, conceptual plans, decision support systems.

На современном этапе развития общества закономерно усложняется социальная практика, в которой людям приходится овладевать все более сложной реальностью:

- для достижения целей необходимо принимать множество решений, каждое из которых должно рассматриваться в контексте остальных;
- принимаемые решения зависимы друг от друга, обладают стохастическими и длинными связями;
- среда изменяется как под воздействием определенной совокупности систем, так и вследствие принимаемых решений.

Соответственно поддержка принятия решений в таких предметных областях (ПрО) не может основываться на классических методах оптимизации. Для их понимания, объяснения и использования требуется все большее количество синергетических комбинаций разнородных интеллектуально-информационных моделей, которые составляют ядро интеллектуальных систем поддержки принятия решений (ИСППР).

Для разработки ИСППР существует широкий спектр методов, технологий и средств, которые обладают разнообразными свойствами и возможностями. Однако психологами, а в частности А. В. Карповым отмечается: «Установление структуры какого-либо объекта во многом тождественно его познанию как таковому. Все иные аспекты во многом производны от его структурной организации и определяются ею. Структурная характеристика любого объекта является главной при его раскрытии» [5]. Поэтому наибольшее распространение получила CASE-технология (*Computer-Aided Software Engineering* – Автоматизированная

разработка программного обеспечения). В ней используется два принципиально разных подхода к проектированию программного обеспечения: структурный (например, SADT – Structured Analysis and Design Technique (Метод структурного анализа и проектирования)) и объектно-ориентированный (UML – Unified Modeling Language (Унифицированный язык моделирования)). Оба подхода в известной мере между собой не согласуются, хотя имеют общие основания – системные представления. Как отмечает А. М. Вендров: «Для того, чтобы принять взвешенное решение относительно инвестиций в CASE-технологии, пользователи вынуждены производить оценку отдельных CASE-средств, опираясь на неполные и противоречивые данные. Эта проблема зачастую усугубляется недостаточным знанием всех возможных «подводных камней» использования CASE-средств» [4].

Использование CASE-технологий для проектирования ИСППР сопровождается рядом затруднений для разработчика:

- ему предлагается множество избыточных или практически неиспользуемых концептуальных конструкций;
- ему предлагается не единый, а разнородный синтаксис, то есть разнородные правила составления конструкций языка;
- ему не предлагаются эффективные способы моделирования ПрО на электронной вычислительной машине (ЭВМ);
- в своей практике он не может опереться на формальные заключения о свойствах используемой модели знаний – непротиворечивости и согласованности.

При этом необходимо отметить, что даже лучшие из методов автоматизированной разработки программного обеспечения не имеют в своем составе развитого познавательного инструментария. Таким образом, несовершенства CASE-технологий делают проблематичным их изучение и внедрение для проектирования ИСППР, в большей степени они ориентированы на проектирование информационных систем, чем на интеграцию моделей искусственного интеллекта.

Практика использования ИСППР показывает, что на сегодняшний день в ее теоретическом обосновании не существует:

- концептуальной структуры объединяющей ситуационные, имитационные, экспертные, эволюционные и другие подходы к моделированию динамически сложных ПрО;
- целостной модели знаний о проектировании ИСППР;
- единого языка графического описания для моделирования в области разработки ИСППР;
- программного обеспечения представления баз знаний для проектирования ИСППР.

Эти обстоятельства указывают:

- состояние исследований в теории принятия решений таково, что не позволяет исследовать сложные, плохо структурированные, динамичные ПрО;
- на существование в области поддержки принятия решений проблемы, состоящей в отсутствии единой концептуальной структуры обоснованных решений относительно управления динамически сложными ПрО и программном извлечении различных знаний из концептуальной модели для проектирования ИСППР.

Для выхода из создавшегося методологического тупика предлагается рассмотреть поддержку принятия решений в динамически сложных ПрО с позиции системных исследований.

### **Системные исследования**

Рассматривая массив задач принятия решений и способы их решения с системных позиций – определено, что:

- существует семейство дефиниций понятия «Система», в которых введена роль «Наблюдателя», которая влияет на процесс разработки ИСППР и может быть определена через взаимодействие субъекта и объекта;
- существует семейство дефиниций понятия «Система», в которых система не расчленяется на самые элементарные частицы, а представляется как совокупность укрупненных компонентов, принципиально необходимых для существования и функционирования создаваемой системы.
- категорию «сложность» принято рассматривать как интегральную характеристику систем, обусловленную мерностью ее состава и организации. При этом сложность состава ПрО может рассматриваться исходя из ситуационных представлений, а сложность организации как упорядоченность системы в соответствии с системообразующим фактором – деятельностью.

Таким образом, можно констатировать, что деятельность может быть смоделирована на ЭВМ только через методы и средства искусственного интеллекта. Поэтому необходимо исследовать динамически сложные ПрО с точки зрения деятельностного подхода [9].

## Деятельностный подход

С позиции деятельностного подхода к принятию решений определено, что:

- различают две формы деятельности: внешнюю (практическую, видимую для создателя системы) и внутреннюю (мыслительную, невидимую для наблюдателя). Поэтому предлагается рассматривать только внешнюю деятельность, выраженную в реальном продукте.
- в динамически сложных ПрО может существовать неограниченное количество деятельностей. При этом деятельность всегда полифункциональна и полиструктурна, и существует в циклах воспроизводства. Циклы воспроизводства разделяют деятельность на частные изображения: сферы, виды и акты деятельности.
- акт является элементом деятельности и строится в соответствии с определенными нормами (правилами), без которых он не существует. Правила представляют интерес, когда используются многократно при построении других актов деятельности. Поэтому Г. П. Щедровицкий предложил выделить обобщающие нормы (категории), которые будут представлять некий норматив (шаблон) – категориальную схему акта деятельности (рис. 1а).

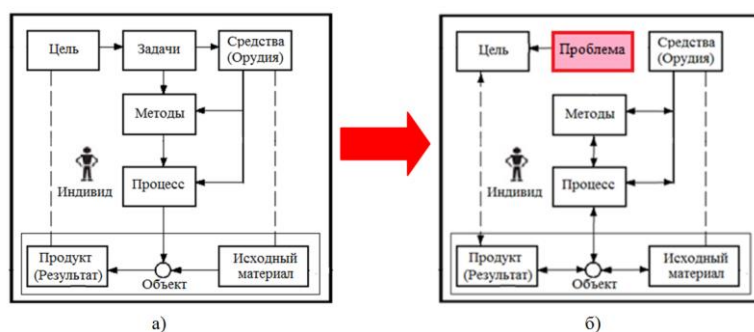


Рис.1. Категориальные схемы акта деятельности

Недостатком схемы предложенной Щедровицким является тот факт, что когда управленец сталкивается с проблемной ситуацией, он не имеет определенных знаний о методе и средствах ее решения, о последовательности действий для построения собственной деятельности, не может уверенно опираться на опыт прошлых или подобных решений. Тогда схема модифицируется, в ней обрываются следующие связи (рис. 1б):

- между задачами проблемами и методами;
- между проблемами и средствами.

Для разрешения проблемной ситуации предлагается:

- цель выразить в виде требований к продукту акта деятельности;
- нехватку знаний по элементам категориальной схемы можно восполнить из результатов (продукта) других категориальных схем актов деятельности.

Таким образом, создается поле знаний о проблемной ситуации. Это позволяет утверждать, что решения в динамически сложных ПрО могут быть найдены через выявление пересечений по актам деятельности. Однако определено, что поле знаний не учитывает роль ситуативности при разрешении проблемы, вследствие чего не может быть сформирована адекватная и полная база знаний допустимых управленческих решений.

Следующим шагом исследования предлагается рассмотреть динамически сложные области с позиции метода ситуационного анализа и проектирования модели ПрО произвольной природы (далее ситуационный анализ), разработанный Л.С. Болотовой [1].

## Ситуационный анализ

С позиции метода ситуационного анализа и проектирования модели ПрО произвольной природы – определено, что [2]:

- действие обусловлено определенным единичным решением (*decision – d*). При этом единичное решение рассматривается как связанная структура следующих элементов ( $X$ ): субъект действия ( $Xas$ ), действие ( $Xa$ ), объект действия ( $Xao$ ) и компоненты действия ( $\{Xac_1, Xac_2, \dots, Xac_N\}$ ). При этом действие образует структуру из трех возможных типов связующих звеньев: СД ( $Las$ ) – связь между субъектом действия  $Xas$  и действием  $Xa$ , ОД ( $Lao$ ) – связь между объектом действия  $Xao$  и действием  $Xa$ , КД ( $\{Lac_1, Lac_2, \dots, Lac_N\}$ ) – связь между компонентами действия  $\{Xac_1, Xac_2, \dots, Xac_N\}$  и действием  $Xa$ . Таким образом, создается каркас концептуальной структуры единичного решения (КСЕР), изображенный на рис. 2;

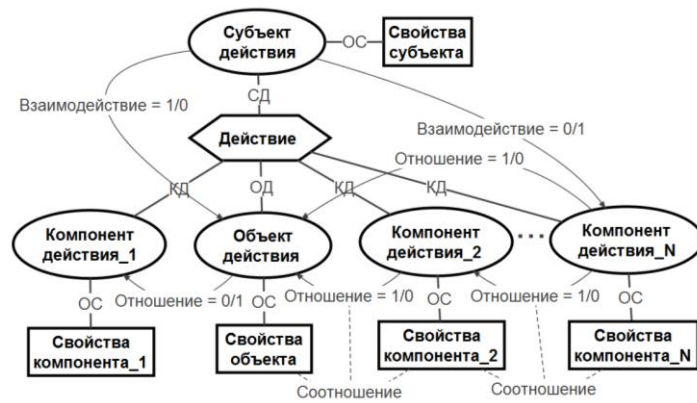


Рис. 2. Концептуальная структура единичного решения

– для создания полноценной КСЕР необходимо:

- 1) выделить два типа двунаправленных бинарных семантических отношений: взаимодействие  $Rso$ ,  $Ros$ ,  $\{Rsc_1, Rsc_2, \dots, Rsc_N\}$ ,  $\{Rcs_1, Rcs_2, \dots, Rcs_N\}$  – это вертикальные опосредованные отношения, которое выражаются через действие  $Xa$  и связующие звенья  $\{Las, Lao, \{Lac_1, Lac_2, \dots, Lac_N\}\}$ ; отношение  $\{Roc_1, Roc_2, \dots, Roc_N\}$ ,  $\{Rco_1, Rco_2, \dots, Rco_N\}$ ,  $Rcc_{jN}$  – есть эмпирическое выявление горизонтальных зависимостей, осуществляют функции координации, пространственной или логической связанности и т.д. Результатом таких семантических выражений может быть либо правда (1), либо ложь (0);
- 2) учитывать структурную связь  $OC$  ( $L^pao, L^pas, L^pac$ ) между элементами и их свойствами ( $Pas, Pao, Pac$ ). Свойство может иметь строковые, логические или числовые значения. Соответственно между свойствами существуют соотношения  $Rp_{jN}$ , которые выражены математическими или логическими символами;

– построение концептуальной модели ПрО обусловлено множеством последовательностей единичных решений  $\{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ , на основе которых реализуется база знаний для экспертного моделирования. Выявлено, что широкий диапазон деятельности в ПрО усложняет определение направления движения к цели (требований к результату) при описании совокупностью КСЕР.

В результате проведенных исследований выявлено следующее противоречие: с одной стороны деятельностный подход не учитывает ситуативный аспект, с другой ситуативный анализ не дает четкого понимания результата деятельности. Это позволяет утверждать, что должны быть модифицированы теоретические представления о возможностях ситуационного анализа и деятельностного подхода.

#### Ситуационно-деятельностный подход

Для снятия выявленных недостатков предложено синтезировать аспекты деятельностного подхода и ситуационного анализа в единое представление – концептуальную структуру акта деятельности (КСАД). Для разработки такой структуры предлагается:

- концептуальную модель ПрО представить актом деятельности состоящий из совокупности последовательных действий направленных на трансформацию свойств определенного объекта. Тогда элементом КСАД будет являться единичное решение;
- для создания КСАД его элементы (КСЕР) должны быть описаны терминами деятельностного анализа.

Для реализации данных требований необходимо спроецировать вершины схемы акта деятельности (рис. 1) на вершины КСЕР (рис. 2). При этом необходимо учитывать, что структура единичного решения существует в двух состояниях: до действия (задача), после действия (метод как решение задачи). Можно утверждать, что проекция вершин категориальной схемы акта деятельности на вершины КСЕР является биективным отображением (взаимно-однозначным).

Это позволяет естественным образом формировать КСАД (рис.3), которая будет представлять собой шаблон произвольной части деятельности и может использоваться для генерации баз знаний в виде продукционных правил [7].

На формальном уровне КСАД (CSAA – Conceptual structure of the act of an activity) интерпретируется следующим образом:

$$CSAA = Xas \wedge \{Xa_1, \dots, Xa_N\} \wedge (\{Xac_1^1, \dots, Xac_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Xac_N^1, \dots, Xac_N^N\}) \wedge \{Xao_1, \dots, Xao_N\} \wedge \{Las_1, \dots, Las_N\} \wedge (\{Lac_1^1, \dots, Lac_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Lac_N^1, \dots, Lac_N^N\}) \wedge \{Lao_1, \dots, Lao_N\} \wedge (\{Rso_1, \dots, Rso_N\} \vee \{Ros_1, \dots, Ros_N\}) \wedge (\{Rcc_{jN}\} \vee \{Rcc_{jN}\}) \wedge (\{Rsc_1^1, \dots, Rsc_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Rsc_N^1, \dots, Rsc_N^N\}) \vee \{Rcs_1^1, \dots, Rcs_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Rcs_N^1, \dots, Rcs_N^N\}) \wedge$$

$$\begin{aligned}
 & (\{Roc_1^1, \dots, Roc_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Roc_N^1, \dots, Roc_N^N\}) \vee \{Rco_1^1, \dots, Rco_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Rco_N^1, \dots, Rco_N^N\} \wedge \\
 & Pas \wedge \{Pa_{o_1}, \dots, Pa_{o_N}\} \wedge (\{Pac_1^1, \dots, Pac_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Pac_N^1, \dots, Pac_N^N\}) \wedge \{L^p a_{o_1}, \dots, L^p a_{o_N}\} \wedge \\
 & \{L^p a_{s_1}, \dots, L^p a_{s_N}\} \wedge (\{L^p a_{c_1^1}, \dots, L^p a_{c_1^N}\} \wedge \dots \wedge \{L^p a_{c_N^1}, \dots, L^p a_{c_N^N}\}) \wedge \{Rp_{jN}\} (1)
 \end{aligned}$$

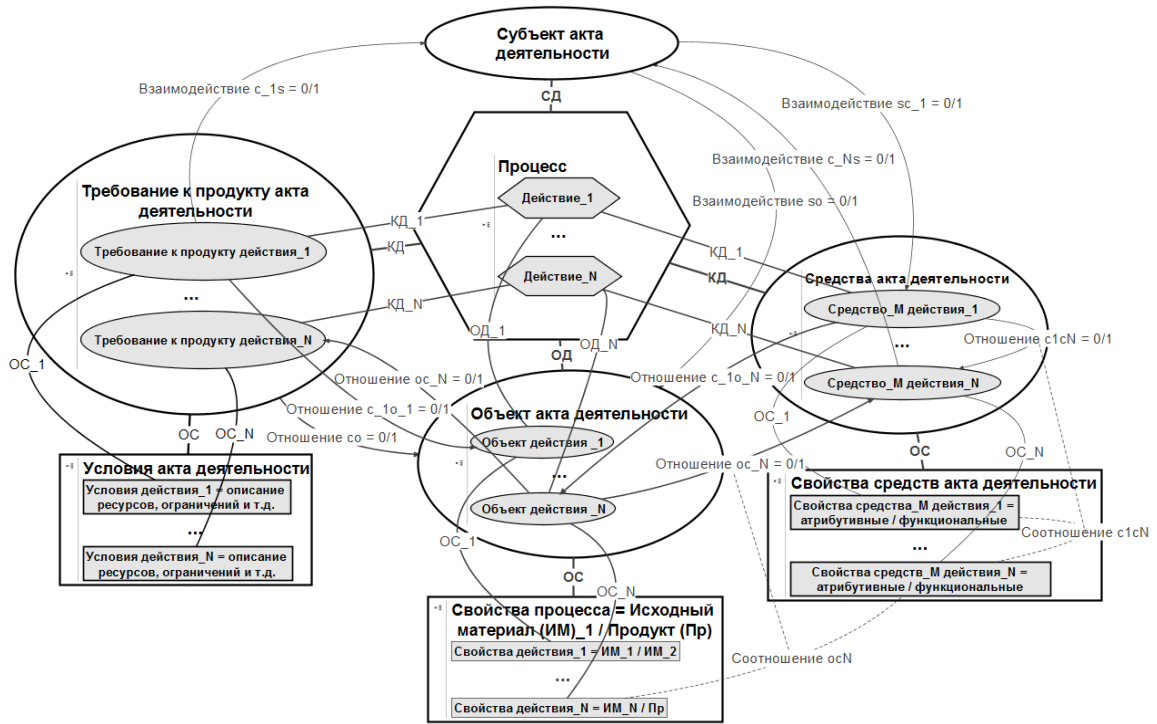


Рис. 3. Концептуальная структура акта деятельности

Таким образом, задача процесса редуцируется на задачи действия, которые могут быть выделены в виде КСЕР акта деятельности. При этом определено, что в КСАД между единичными решениями акта деятельности выполняются операции пересечения по объекту, субъекту, компонентам (требования и средства акта деятельности) и их сочетаниям (согласно полю знаний категориальных схем). На основании этого факта формируется матрица решений, которая позиционируется как концептуальная модель принятия решений в динамически сложной ПрО (рис. 4).

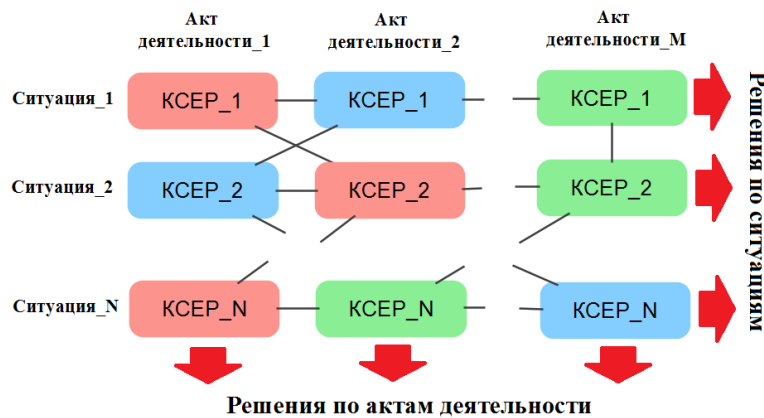


Рис. 4. Матрица решений

Матрица решений рассматривается как база знаний для проектирования экспертных систем, в которой может быть проведена проверка на полноту (решения по актам деятельности) и адекватность (решения по ситуациям). Таким образом, применение синтезированного представления является одним из видов имитации и тесно связано с проектированием экспертных систем, на этом основании можно предположить, что существуют соответствия концептуальных структур с другими моделями искусственного интеллекта. Для этого предлагается из КСАД выделить концептуальные планы.

*Определение:* Концептуальный план акта деятельности – является определенной частью концептуальной структуры акта деятельности и рассматривается как некий проект для разработки моделей основанных на знаниях [8].

Предложено выделять динамические и статические представления КСАД, которые будут разрабатываться по антологии с диаграммами CASE-технологий. Тем самым реализуется методологический принцип «лезвие Оккама», который гласит: «Не следует привлекать новые сущности без крайней на то необходимости».

Динамические представления определены двумя планами, относительно которых обоснован ряд утверждений [3]:

1). функциональным планом КСАД [7]. Построение данного плана основано на общелогическом методе познания – аналогия. Для аналогии выбрана методология SADT (*Structured Analysis and Design Technique* – Метод структурного анализа и проектирования) [4].

*Утверждение 1* – Функциональный план позволяет разрабатывать различные архитектурные стили гибридных систем, а также событийно-дискретные модели.

В формальном виде функциональный план КСАД можно представить как:

$$Pl_F = \{F_1, \dots, F_N\} \wedge (\{Xac_1^1, \dots, Xac_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Xac_N^1, \dots, Xac_N^N\}) \wedge \{Las_1, \dots, Las_N\} \wedge \{Lao_1, \dots, Lao_N\} \wedge (\{Lac_1^1, \dots, Lac_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Lac_N^1, \dots, Lac_N^N\}) \wedge \{Pao_1, \dots, Pao_N\} \wedge (\{Pac_1^1, \dots, Pac_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Pac_N^1, \dots, Pac_N^N\}) \wedge \{L^pao_1, \dots, L^pao_N\} \wedge (\{L^pac_1^1, \dots, L^pac_1^N\} \wedge \dots \wedge \{L^pac_N^1, \dots, L^pac_N^N\}) \quad (2)$$

Функциональный план КСАД описывает функцию верхнего уровня, которая может быть разбита на частные планы функциональных структур единичных решений. На основании данного факта определена типизация связей между функциями КСЕР: пересечение по исходному материалу, пересечение по продукту и исходному материалу, последовательная связность с обратной связью, пересечение по продукту и свойству одного из компонентов.

2). процессным планом КСАД [7]. Для аналогии выбрана диаграмма состояний модели-UML (*Unified Modeling Language* – Унифицированный язык моделирования) [6].

*Утверждение 2* – План процессов позволяет разрабатывать диаграмму потоков и уровней для ИДМ. В формальном виде процессный план КСАД можно представить как [8]:

$$Pl_{Pr} = \{Xa_1, \dots, Xa_N\} \wedge \{Xao_1, \dots, Xao_N\} \wedge \{Xac_1, \dots, Xac_N\} \wedge \{Lao_1, \dots, Lao_N\} \wedge \{Lac_1, \dots, Lac_N\} \wedge \{Pao_1, \dots, Pao_N\} \wedge \{Pac_1, \dots, Pac_N\} \wedge \{L^pao_1, \dots, L^pao_N\} \wedge \{L^pac_1, \dots, L^pac_N\} \quad (3)$$

Для детального исследования процессного плана акта деятельности необходимо идентифицировать взаимосвязанные между собой планы единичных решений. Выделяются следующие типы связей: последовательной прямой и обратной, логической прямой и обратной.

Статические представления также определены двумя планами, относительно которых обоснован ряд утверждений [3]:

3). контекстным планом КСАД [7]. Для аналогии выбрана диаграмма вариантов использования модели-UML [6].

*Утверждение 3* – План контекста позволяет разрабатывать различные модели, основанные на идеях когнитивного подхода.

В формальном виде контекстный план КСАД можно представить как:

$$Pl_{con} = Xas \wedge (\{Xac_1^1, \dots, Xac_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Xac_N^1, \dots, Xac_N^N\}) \wedge \{Xao_1, \dots, Xao_N\} \wedge (\{Rso_1, \dots, Rso_N\} \vee \{Ros_1, \dots, Ros_N\}) \wedge (\{Rcc_{JN}\} \vee \{Rcc_{NJ}\}) \wedge (\{Rsc_1^1, \dots, Rsc_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Rsc_N^1, \dots, Rsc_N^N\}) \vee \{Rcs_1^1, \dots, Rcs_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Rcs_N^1, \dots, Rcs_N^N\}) \wedge (\{Roc_1^1, \dots, Roc_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Roc_N^1, \dots, Roc_N^N\}) \vee \{Rco_1^1, \dots, Rco_1^N\} \wedge \dots \wedge \{Rco_N^1, \dots, Rco_N^N\}) \wedge \{Pao_1, \dots, Pao_N\} \wedge \{L^pao_1, \dots, L^pao_N\} \quad (4)$$

На уровне единичных решений данный план рассматривается через пересечение по субъекту акта деятельности и по субъекту и компонентам.

4). планом закономерностей КСАД [7]. Для аналогии выбраны статические диаграммы модели-UML [6].

*Утверждение 4* – План закономерностей служит своего рода интерпретатором графического представления в аналитическое представление в виде простейших математических уравнений.

В формальном виде план закономерностей КСАД можно представить как [8]:

$$Pl_{reg} = \{Xao_1, \dots, Xao_N\} \wedge \{Xac_1, \dots, Xac_N\} \wedge \{L^pao_1, \dots, L^pao_N\} \wedge \{L^pac_1, \dots, L^pac_N\} \wedge (\{Rco_1, \dots, Rco_N\} \vee \{Roc_1, \dots, Roc_N\}) \wedge (\{Rcc_{JN}\} \vee \{Rcc_{NJ}\}) \wedge \{Rp_{JN}\} \quad (5)$$

Определяется множественностью проявляемых свойств элементов концептуальной структуры, которые характеризуются определенными соотношениями, тем самым фиксируются закономерности преобразования исходного материала в продукт.

Например, соотношение «больше на» интерпретируется как «сложение», «больше в» – «умножение», «меньше на» – «вычитание» и «меньше в» – «деление».

Предложенная графическая нотация концептуальных планов слишком трудоемка в исполнении. Поэтому реализован комплекс программ представления баз знаний для проектирования ИСППР, основанных на гибридном подходе.

#### **Программные средства поддержки ситуационно-деятельностного подхода**

Построение концептуальных планов – нетривиальная задача, требующая понимания методики ситуационно-деятельностного подхода и особенностей ПрО. Поэтому процесс реализации концептуальных планов делится на три этапа:

1). Визуализация концептуальных структур. Для реализации данного этапа используется проект с открытым исходным кодом «VUE» (*Visual Understanding Environment* – Визуальное понимание окружающей среды), который по своему функциональному назначению позиционируется как инструментальное средство для поддержки построения концептуальных карт. Изображенные в «VUE» концептуальные структуры могут быть представлены как XML-документ в виде дерева узлов – это позволяет получить доступ к любому элементу концептуальной структуры.

2). Проверка концептуальной модели на полноту и адекватность. Используется программное обеспечение «Решатель» (*Solver*), которое поддерживает следующий набор функций: создание, хранение, модификацию, тестирование целостности, слияние баз продукционного типа; организацию и оптимизацию прямого логического вывода; генерацию отчетов с текстовыми описаниями баз знаний и результатами анализа проблемных ситуаций. Таким образом, создается база знаний для экспертного моделирования, которое неразрывно связано с исследованием успешных стратегий в разных областях человеческой деятельности.

База знаний продукционных правил реализуется в текстовом файле, в котором указываются:

- основные элементы концептуальной модели ПрО;
- имя правила <Субъект Действие Объект>;
- содержание правила в виде следующего конструкта: ЕСЛИ <Условия до действия>, ТО ВЫПОЛНИТЬ ДЕЙСТВИЕ <Условия после действия>.

3). Реализация концептуальных планов. В части предложенной методики выделения из КСАД концептуальных планов реализовано программное обеспечение «Интерпретатор» (*Interpreter*). При проектировании данной программы использовалась интегрированная среда Visual Studio 2012, которая поддерживает фреймворк Qt 5.3 со встроенным модулем QtXml. Модуль QtXml предоставляет три способа работы с XML-документами: DOM, SAX и класс QDomStreamReader. Класс QDomStreamReader рассматривается как более быстрая замена SAX и позволяет создавать рекурсивные спускаемые анализаторы. Таким образом, происходит считывание структуры дерева и классификация его объектов по связям между элементами и по элементам КСЕР. После завершения этих действий, структура внутренней памяти программы содержит только идентификаторы (ID – *identifier*) принадлежащих им узлов. Исходя из присутствующих в структуре ID, происходит наполнение структур данными, фильтрация и запись данных. Это позволяет хранить в анализаторе только структурированные данные необходимые для поиска пересечений КСЕР и выделения необходимых плановых представлений. Поиск пересечений происходит за счет сравнения наборов данных в структурах между собой и создания векторов содержащих ID структур для конкретного пересечения в порядке их следования. После завершения поиска, найденные пересечения, выводятся необходимые отчеты о концептуальных планах в HTML файле (HyperText Markup Language – Язык гипертекстовой разметки).

На основе данного алгоритма разрабатываются четыре модуля программного обеспечения «Интерпретатор».

- 1). В отчете баз знаний функционального плана определяются следующие элементы:
- функция – [Действие\_N Объект\_N];
  - входное свойство функции – [Свойство объекта\_N до действия\_N];
  - выходное свойство функции – [Свойство объекта\_N после действия\_N];
  - механизмы функции – [Средства действия\_N];
  - инструкции по управлению функцией – [Требования к акту деятельности\_N].



В HTML файле функционального плана предлагаются рекомендации по его построению в виде следующего конструкта: Вход <Свойство объекта\_N до действия\_N> → Функция <Действие\_N Объект\_N> → Выход <Свойство объекта\_N после действия\_N>.

2). В отчёте основными элементами баз знаний процессного плана является:

- уровень – [Объект\_N Количество: = <Свойство объекта до действия>] и [Объект\_N Количество: = <Свойство объекта после действия>];
- поток – [Действие\_N].

В HTML файле процессного плана предлагаются рекомендации по его построению в виде следующего конструкта: Уровень\_1 <Объект\_N Количество: = 'Свойство объекта\_N до действия\_N' → Поток <Действие\_N> → Уровень\_1 <Объект\_N Количество: = 'Свойство объекта\_N после действия\_N'.

3). В отчёте основными элементами баз знаний контекстного плана являются:

- факт взаимодействия – [Субъект Взаимодействие Объект\_N], [Субъект Взаимодействие Средство\_N] и [Субъект Взаимодействие Тредование\_N];
- факт отношения – [Средство\_N-1 Отношение Средство\_N], [Требование\_N-1 Отношение Требование\_N] и [Средство\_N Отношение Требование\_N];
- факт появления продукта – [Объект\_N Свойство объекта\_N после действия\_N].

В HTML файле контекстного плана устанавливаются факты, являющиеся рекомендациями к разработке когнитивных моделей.

4). В отчёте основными элементами баз знаний плана закономерностей являются:

- уравнение – [Объект\_N];
- параметр – [Объект\_N Свойство средства\_N после действия\_N];
- математический знак – [Соотношение];
- знак равенства – [Отношение <Определяет>].

В HTML файле плана закономерностей предлагаются рекомендации по его построению в виде следующего конструкта: Уравнение <Объект\_N> Знак равенства <Отношение 'Определяет'> Параметр <Объект\_1 Свойство средства\_1 после действия\_1> Математический знак <Соотношение> Параметр <Объект\_2 Свойство средства\_2 после действия\_2> и т.д.

Таким образом, создается интеллектуальная надстройка для проектирования систем поддержки принятия решений, которая представлена витриной знаний.

#### **Витрина баз знаний для разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решений**

В части создания витрины знаний определено, что:

- Программное обеспечение «Решатель» предоставляет возможность генерации баз знаний в виде продукционных правил;
- Программное обеспечение «Интерпретатор» предоставляет возможность генерации следующих баз знаний: о функциональной структуре, процессов, контекста и закономерностей.

Таким образом, каждая база знаний, согласно совокупности КСАД и концептуальным планам, описывает определённую часть модели искусственного интеллекта. Это позволяет утверждать, что реализуется витрина знаний для проектирования ИСППР, которая воплощена программном комплексе (ПК) «VUESI» (*VUE + Solver + Interpreter*).

Использование ПК «VUESI» обусловлено следующим алгоритмом:

- Лицо, принимающее решение определяет направление трансформации динамически сложной ПрО. Выделяет деятельности, которые способствуют или препятствуют движению трансформации, тем самым определяются границы ПрО. В каждой деятельности определяются акты. Данные умозаключения реализуются в «VUE» как иерархическая структура со всевозможными вложениями уровней деятельности.
- После определения актов деятельности разрабатываются их концептуальные структуры и разбиваются на множество КСЕР, которое определено как целостная концептуальная модель принятия решений.
- В программе «Решатель» целостная концептуальная модель принятия решений проверяется на полноту и адекватность. При необходимости генерируется база знаний в виде продукционных правил.
- После подтверждения полноты и адекватности модели в программном обеспечении «Интерпретатор» выделяются генерируются отчёты о баз знаний концептуальных планов.

Синтез баз знаний соответствует определённым моделям искусственного интеллекта (рис.5).

Предложенный алгоритм позволяет утверждать, что задача разработки витрины знаний решена и предложена оригинальная методика разработки ИСППР.



## Заключение

Анализ возможностей современного методического и программного обеспечения проектирования модели динамически сложной ПрО для ее использования в ИСППР показывает, что в целом существующие подходы позволяют рассматривать данную ПрО с различных позиций и разнообразных концептуальных представлений.

Однако, отсутствие целостного концептуального представления не позволяет

- создать адекватную модель принятия решений в динамически сложной среде;
- рассматривать всевозможные проблемные ситуации;
- направить трансформацию динамически сложной ПрО согласно целям принимаемых решений;
- работать с более глубокими уровнями структурно-функциональной сложности.

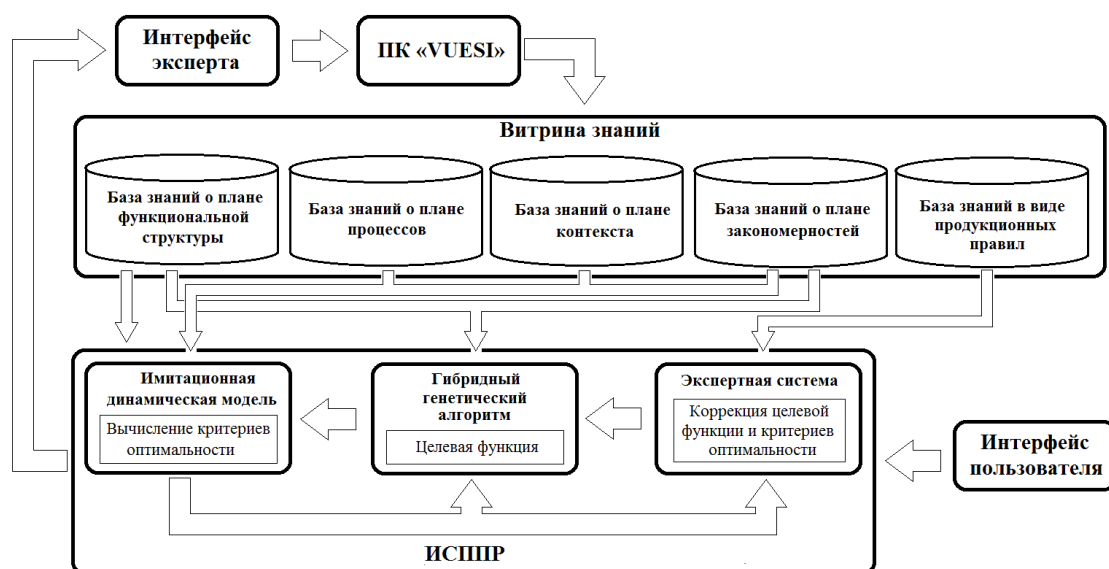


Рис. 5. Пример структуры витрины знаний

Научная новизна и теоретическая значимость предложенных решений состоят в следующем:

- модифицированы теоретические представления о возможностях ситуационного анализа, деятельностного подхода и теории модельно-параметрического пространства;
- предложен новый подход к представлению и описанию процесса принятия решений в ДСС на основе синтеза деятельностного и ситуационного подходов к анализу ПрО;
- разработана концептуальная структура акта деятельности (КСАД) как совокупность единичных решений, которую можно использовать для создания экспертных систем;
- разработана целостная концептуальная модель принятия решений в ДСС, использующая КСАД;
- предложена методика проектирования ПП СППР как совокупность ИСППР, параметрически связанных между собой.

Предложенные теоретические основы, методика и программные средства представления БЗ позволяют:

- исследовать структуру, параметры и характеристики ДСС с позиции различных системных представлений;
- фиксировать существенную информацию о моделируемой ДСС в графическом и текстовом представлении;
- верифицировать концептуальную модель принятия решений в ДСС;
- сделать формальные выводы об её свойствах непротиворечивости и согласованности;
- находить соответствия между совокупностью концептуальных планов и методами ИИ.

Предложенные решения могут использоваться для проектирования широкого

Таким образом, предложенный ситуационно-деятельностный подход основан на идеи построения базы знаний, выступающей в качестве ядерной части процессов принятия решений, на основе концепта деятельности. Именно эта идея позволила по-новому строить и саму систему знаний, и поле знаний о проблемных ситуациях, вспоможение разрешению которых составляет суть поддержки принятия решений.

Однако необходимо учитывать, чтобы составить, конкуренцию CASE-технологиям необходима поддержка всего жизненного цикла ИСППР, которая может быть реализована на основе проектирования полиструктурных и полифункциональных СППР.

### Список литературы

---

1. Болотова Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях. – М.: Финансы и статистика – 2012. – 663 с.
2. Болотова Л.С. Метод концептуализации предметной области в качестве основы для технологии приобретения знаний // Материалы Международной научно – практической конференции «Инновационные информационные технологии» – Прага, 2014. С. 558 - 567.
3. Болотова Л.С., Сорокин А.Б. Эволюционная модель, как проекция методологии ситуационно - деятельностного анализа и её реализация на примере модели противодействия развитию инфекционных заболеваний // Сборник научных трудов «Интерактивные системы: проблемы человеко-компьютерного взаимодействия» – Ульяновск, 2015. С. 120 – 130.
4. Вендров А.М. CASE–технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 176 с.
5. Карпов А. В. Психология менеджмента: Учеб. пособие – М.: Гардарики, 2005. – 584 с.
6. Леоненков А. В. Самоучитель UML. Эффективный инструмент моделирования информационных систем – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 304 с.
7. Сорокин, А. Б. Полиаспектный анализ при проектировании систем поддержки принятия решений // Научно-техническая информация. Серия 2. Информационные процессы и системы. – 2014. – №8. – С. 10 – 23.
8. Сорокин, А. Б. Концептуальные планы акта деятельности для разработки имитационных динамических моделей // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий», – Сочи, 2015. – С. 242 – 244.
9. Щедровицкий Г. П. Избранные труды. – М.:Шк.Культ.Полит, 1995. – 800 с.

### Reference

---

1. Bolotova L.S. Artificial Intelligence Systems: Models and technologies based on knowledge. - M .: Finance and Statistics - 2012. - 663 p.
2. Bolotovf L.S. The method of conceptualizing the subject area as a basis for the acquisition of technology knowledge // Proceedings of the International scientific - practical conference "Innovative Information Technologies" - Prague, 2014. S. 558 - 567.
3. Bolotova L.S., Sorokin A.B. The evolutionary model, the projection methodology of situational - the activity analysis and its implementation on the example of the development model to counter infectious diseases // The collection of scientific papers "Interactive systems: the problems of human-computer interaction" - Ulyanovsk, 2015. S. 120 - 130.
4. Vendrikh A.M. CASE-technologies. Modern methods and means for designing information systems. - M .: Finance and Statistics, 1998. - 176 p.
5. Karpov A.V. Psychology of Management: Textbook. Guide - M .: Gardariki, 2005. - 584 p.
6. Leonenkov A.V. Tutorial UML. Effective information systems modeling tool - SPb .: BHV-Petersburg, 2001. - 304 p.
7. Sorokin, A.B. Poliaspektny analysis in the design of decision support systems // Scientific and technical information. Series 2. Information processes and systems. - 2014. - №8. - S. 10 - 23.
8. Sorokin, A.B. Conceptual Plans Act activities for the development of simulation models of dynamic // Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference "Innovations based on information and communication technologies" - Sochi, 2015. - S. 242 - 244.
9. Schedrovitsky G.P . Selected Works. - M.: Shk.Kult.Polit, 1995. - 800 p