

# Ситуационно-деятельностный подход для проектирования синергетических комбинаций интеллектуальных моделей

В. А. Старых  
НИУ ВШЭ  
vstarykh@hse.ru

А. Б. Сорокин  
ФГБОУВО «Московский технологический  
университет»  
ab\_sorokin@mail.ru

**Аннотация:** Изложена оригинальная методика проектирования синергетических комбинаций интеллектуальных моделей на основе интеграции системных представлений, деятельностного подхода и ситуационного анализа. Представленная триада рассматриваемых методик приводит к построению концептуальной структуры акта деятельности, в которой выделяются частные представления: функций, процессов, контекста и закономерностей. Предложенный подход дает возможность формализовано определить необходимую область знаний о предметной области для реализации экспертных, когнитивных, аналитических, эволюционных и имитационных моделей.

**Ключевые слова:** системное представление; большая система; деятельностный подход; ситуационный анализ; категориальная схема акта деятельности; концептуальная структура акта деятельности; матрица решений; концептуальный план; витрина знаний; интеллектуальная надстройка

Системный анализ с одной стороны признается в настоящее время наиболее конструктивным из направлений системных исследований, но с другой он не существует в виде строгой методологической концепции, хотя и тесно связан с различными направлениями современной науки.

В связи лавинообразным характером системных исследований, предложено достаточно большое количество общих и специальных определений понятия «система». Одни из них претендуют на универсальность: система есть совокупность или множество связанных между собой элементов [1]. Однако свойство универсальности таких определений дает возможность развернуть знания о динамически сложной среде в любом направлении. Тогда структура строится из множества элементов  $A$ , заполняющих пространство системы  $S$

Предлагается рассматривать динамически сложную среду, характеризующуюся следующими особенностями [2]:

- для достижения целей необходимо принимать множество решений, каждое из которых должно рассматриваться в контексте остальных;

- принимаемые решения зависимы друг от друга, обладают стохастическими и косвенными связями;
- среда изменяется как под воздействием определенной совокупности систем, так и вследствие принимаемых решений.

В динамически сложной среде находится множество систем (экономических, социальных, техногенных и др.), в которых центральную роль играет логика человеческих целей и действий. При таких условиях среда определена многомерностью состава и сложностью организации, а знания о ней обладают не структурированностью и трудно формализуемым характером. Тогда необходимо динамически сложную среду определить терминами системного анализа, который позволит сформировать идею о целом представлении.

Предлагается рассмотреть динамически сложную среду как большую систему, т.е. систему, которая не может рассматриваться иначе как в качестве совокупности априорно выделенных подсистем [3]. Таким образом, большая система  $S_b$  определена мерностью и однородностью состава, которая может быть описана на одном языке моделирования. Это позволяет утверждать, что связи между подсистемами возможны только в том случае, если их объединяет общая основа. При многоуровневом расчленении большой системы необходимо определить термин понятия «подсистема» как элемент системы, который при подробном рассмотрении оказывается системой [4]. Тогда подсистему согласно данному определению, возможно, представить, как сложный объект, которому может быть приписано столько систем, сколько можно придумать. Каждая такая система выражает лишь определенную грань объекта, т.е. другими словами: сложная система – эта система, построенная для решения многоцелевой задачи; система, отражающая разные, несравнимые аспекты характеристики объекта; система, для описания которой необходимо несколько языков; система, включающая взаимосвязанный комплекс разных моделей [3].

Тогда по отношению к пространству большой и сложной системы  $S_{bc}$  в подсистемах  $S_1$  и  $S_2$  существуют

структуры ( $S_1^1, S_1^2, S_1^3, S_1^4$ ) и ( $S_2^1, S_2^2, S_2^3, S_2^4$ ), которые увеличивают мерность состава и сложность организации.

Таким образом, можно из одной и той же совокупности элементов строить различные иерархические структурные представления, образующие полиструктуру. При этом структура определяет функцию, так как при одном и том же составе элементов, но при различном взаимодействии между ними меняется функция системы и ее возможности. В тоже время одна и та же функция может реализоваться различными структурами, которые находятся в различных средах. Тогда можно утверждать, что динамически сложная среда должна рассматриваться как большая и сложная система, которая не только полиструктурна, но и полифункциональна.

Изменчивость среды определяет высокую активность ее элементов, компонентов и систем, т.е. они обладают большой степенью свободы их различных организаций. Однако организация выступает не только как свойство всего сущего, а как некоторая упорядоченность содержания, упорядоченность системы в соответствии с системообразующим фактором [5].

Очевидно, что главным системообразующим фактором в динамически сложной среде является активное взаимодействие человека с окружающим миром – деятельность. Поэтому необходимо рассмотреть моделирование динамически сложной среды с позиции деятельностного подхода [6]. В динамически сложной среде может существовать множество деятельностей. При этом деятельность существует в циклах воспроизводства, которые разделяют ее на частные изображения: сферы, виды и акты деятельности. Таким образом, реализуется иерархическая структура динамически сложной среды, которая обладает свойством полиструктурности и полифункциональности. Данные свойства позволяют деятельности развернуться в самые разные структуры и занимать определенное пространство окружающей действительности. Пространство действительности обладает внутренними характеристиками – целостности и логической однородности. Другими словами, существует возможность: отделить деятельность, от других действительностей построив ее структуру и логически перейти от любого элемента этой структуры к другому элементу этой же структуры. [6]

Акт является элементом деятельности и строится в соответствии с определенными нормами (правилами), без которых он не существует. Эти правила представляют интерес, когда используются многократно при построении других деятельностей, при этом можно выделить обобщающие нормы, которые будут представлять некий шаблон. Для построения схемы акта деятельности целесообразно рассмотреть «... совсем абстрактные, собственно методические представления деятельности в виде набора блоков» [4]. Тогда шаблон акта деятельности должен представлять собой категориальную схему акта деятельности, каждый элемент которой может «разворачиваться» в выбранном направлении деятельности.

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 средах может 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. В [7] рассмотрена динамически сложная среда с позиции метода ситуационного анализа и проектирования модели предметной области произвольной природы (далее ситуационный анализ), где выявлено следующее противоречие: с одной стороны, деятельностный подход не учитывает ситуативный аспект, с другой ситуативный анализ не дает четкого понимания результата деятельности. Для снятия этих недостатков предложено синтезировать данные аспекты в единое представление – концептуальную структуру акта деятельности.

Очевидно, что построение концептуальных моделей – нетривиальная задача, требующая понимания методики деятельностного подхода, ситуационного анализа и особенностей предметной области. При этом возникают задачи, которые могут быть решены только на программном уровне:

*Первая* задача – визуализация концептуальных структур;

*Вторая* задача – проверка концептуальной модели на полноту и адекватность;

*Третья* задача – генерация базы знаний продукционного типа для экспертного моделирования.

*Четвертая* задача – генерация базы знаний для когнитивного, имитационного и других видов моделирования, поддерживаемых данным подходом.

Для решения *первой* задачи реализовано программное обеспечение «Оформитель», которое определено следующим инструментарием:

- инструмент узлов – позволяет создавать различные узлы, которые реализуют функционально-целевую часть (формула 2) и обеспечивающую часть (формула 3);
- инструмент связей – позволяет создавать различные связи, отношения и соотношения между вершинами концептуальных структур;
- инструмент текста – позволяет изменять текстовое содержимое элементов концептуальных структур;

- инструмент масштабирования – позволяет увеличить рассматриваемый узел до полноэкранного масштаба для детального изучения его содержимого.

Обрабатываемые в программном обеспечении «Оформитель» концептуальные структуры представляются как XML-документ, который представлен в виде дерева узлов – это позволяет получить доступ к любому элементу концептуальной структуры. Следовательно, можно изменять и обрабатывать их содержание на программном уровне.

Вторая и третья задачи решаются программным обеспечением «Решатель», которое разработано в рамках ситуационного анализа и поддерживает следующий набор функций [9]:

- создание, хранение, модификация, тестирование целостности, слияние пользовательских баз знаний продукционного типа;
- организация проведения и некоторая оптимизация прямого логического вывода;
- генерация отчетов с текстовыми описаниями баз знаний и результатами анализа проблемных ситуаций.

Таким образом, в программном комплексе «Решатель» происходит чтение XML-файла, сохраненного программой «Оформитель», выделение из него необходимых фрагментов и построение первичной логической структуры, описывающей концептуальные схемы как размеченные ориентированные графы. В случае обнаружения каких-либо синтаксических ошибок в концептуальных структурах, пользователю выдаются соответствующие сообщения.

Также происходит проверка базы знаний на полноту и адекватность. Все множество фактов делятся на следующие группы [8, с. 37]:

- факты, описывающие начальную (или проблемную) ситуацию;
- факты, описывающие целевую ситуацию;
- факты, не включенные в начальную или целевую ситуацию, не рассматриваются.

Анализ совокупности концептуальных структур единичных решений на адекватность начинается с установления значений фактов проблемной и целевой ситуации. Если путём логических выводов будет достигнута целевая ситуация, то на основании содержания сгенерированного текстового отчета устанавливается факт об адекватности и полноте вырабатываемых рекомендаций для соответствующей базы знаний. Для концептуальной модели динамически сложной среды исследование на полноту и адекватность осуществляется путем проверки логических выводов по актам деятельности и по ситуациям. Полнота проверяется по классам ситуаций. При этом если логический вывод прерывается по причине невозможности применения правил к начальной ситуации,

то база знаний не полна либо неверно настроена стратегия управления правилами. Проверка на адекватность обусловлена логическими выводами по классам актов деятельности. Полученный отчет о результатах вывода должен соответствовать логике моделируемого процесса акта деятельности. При обнаружении неполноты или неадекватности следует доработать базу знаний, или попытаться применить другие стратегии управления правилами.

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

- основные элементы концептуальной модели;
- имя правила <Субъект Действие Объект>;
- содержание правила в виде следующего конструкта: ЕСЛИ <Условия до действия>, ТО ВЫПОЛНИТЬ ДЕЙСТВИЕ <Условия после действия>.
- Продукционные правила описывают предусловия, которым должно удовлетворять состояния участвующих в действии объектов, и правила изменения состояния объектов в конце соответствующего действия.

Четвертая задача решается программным обеспечением «Интерпретатор», которое разделяется по двум блокам: динамических и статических знаний.

В отчете динамической базы 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].

Совокупность взаимодействующего программного обеспечения создает программный комплекс «Оформитель + Решатель + Интерпретатор», который позиционируется как интеллектуальная надстройка для проектирования интеллектуальных моделей.

Таким образом, реализуется интеллектуальная надстройка проектирования синергетических комбинаций интеллектуальных моделей, представленная витриной знаний. Использование программного комплекса обусловлено следующим алгоритмом:

- эксперт устанавливает направление трансформации динамически сложной среды, согласно своему взгляду на проблемную ситуацию. Выделяет деятельности, которые способствуют и препятствуют движению трансформации, тем самым определяются границы предметной области. В каждой деятельности определяются её акты.

Данные умозаключения реализуются в программном обеспечении «Оформитель» как иерархическая структура со всевозможными вложениями уровней деятельности;

- после определения актов деятельности в программе «Оформитель» реализуются их концептуальные структуры и разбиваются на множество концептуальных структур единичных решений, которое определено как целостная концептуальная модель принятия решений;
- в программном комплексе «Решатель» целостная концептуальная модель принятия решений проверяется на полноту и адекватность. При необходимости генерируется отчет о базы знаний в виде продукционных правил;
- после подтверждения полноты и адекватности модели в программном обеспечении «Интерпретатор» генерируются отчеты о базах знаний концептуальных планов. Синтез баз знаний соответствуют определённым моделям и системам искусственного интеллекта.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрено проектирование синергетических комбинаций интеллектуальных моделей и систем с позиции системных исследований, деятельностного подхода и ситуационного анализа. Обосновывается возможность выделения из концептуальной структуры акта деятельности концептуальных планов для

проектирования соответствующих моделей, основанных на знаниях. Соответственно на программном уровне создается интеллектуальная надстройка для проектирования синергетических комбинаций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Дж. ван Гиг Прикладная общая теория систем: том 1, пер. с англ. М.: Мир, 1981. 336 с
- [2] Brehmer B. Dynamic decision making: Human control of complex systems // Acta Psychologica. 1992. 81(3). P.211–241.
- [3] Черняк Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой М.: Экономика, 1975. 191 с.
- [4] Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ: Учебное пособие. К.: МАУП, 2003. 368 с.
- [5] Анохин П.К. Философские аспекты теории функциональной системы: избр. тр. М.: Наука, 1978. 399 с.
- [6] Щедровицкий Г.П. Избранные труды. М.: Шк.Культ.Полит. 1995. 800 с.
- [7] Старых В.А., Сорокин А.Б., Смольянинова В.А. Проектирование синергетических комбинаций интеллектуальных моделей. Сборник трудов XIV международной научно-практической конференции «Инновационные, информационные и коммуникационные технологии» 1-10 октября 2017 года, Россия, г. Сочи /Москва: Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА им. Жуковского, 2017, с.с. 206-211, ISSN-2500-1248
- [8] Марка Д., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования SADT. М.: МетаТехнология, 1993. 240 с.
- [9] Болотова Л.С., Смольянинова В.А., Смирнов С.С. Концептуальное проектирование модели предметной области при помощи программных систем поддержки принятия решений // Международный научно-технический журнал «Наукоемкие технологии», 2009. Т. 10. № 8. С. 23–28.