

## **Метод построения иерархии критериев на основе онтологического анализа систем**

**Е.А. Цвелик**

При управлении сложными системами в задачах принятия решения приходится сталкиваться с большим количеством параметров, влияющих на выбор управляющего воздействия. Для упрощения обработки значений большого количества показателей применяют процедуры комплексного оценивания на основе иерархии критериев, в которых более частные показатели объединяются в агрегированные. Варианты решения задачи автоматического построения иерархии критериев были предложены в [1, 2]. Однако данные алгоритмы построены для технических систем на основе выявленных в ходе экспериментов зависимостей. Проведение экспериментов и получения необходимых выборок для социально-экономических систем затруднено временной продолжительностью и сложностью экспериментов. В данной работе предлагается метод построения иерархий на основе онтологического анализа функциональной структуры системы.

В предлагаемом подходе используется принцип структурно-функциональной декомпозиции системы на основе ее онтологического анализа. Функциональная декомпозиция позволяет построить иерархию процессов и описать показатели качества их выполнения. Используя технологию вывода на онтологиях, формируется иерархия показателей, описывающих данные процессы.

Онтологический подход начинается с выделения инфологических и функциональных аспектов моделируемой системы в соответствующую онтологию [3]. Первым этапом построения онтологии, на основе которой возможно автоматизированное построение иерархии критериев, является выделение структурных и функциональных элементов – определений данной системы.

«Онтологический анализ – аналитическая работа с целью определения и объединения релевантных информационно-логических и функциональных аспектов исследуемой системы в соответствующей содержательной онтологии» [4]. Для выделенных аспектов, которые в онтологии будут выстроены в связанную таксономию, необходимо определить параметры или критерии их выполнения.

Основой для разработки онтологии являются результаты структурно-функционального анализа системы. На этом этапе выделяются структурные элементы системы управления, процессы, реализующие определенные виды деятельности. Кроме того, онтология описывает показатели, характеризующие качество реализации процессов. Основные элементы онтологии и взаимосвязи между ними схематично представлены на рис. 1.

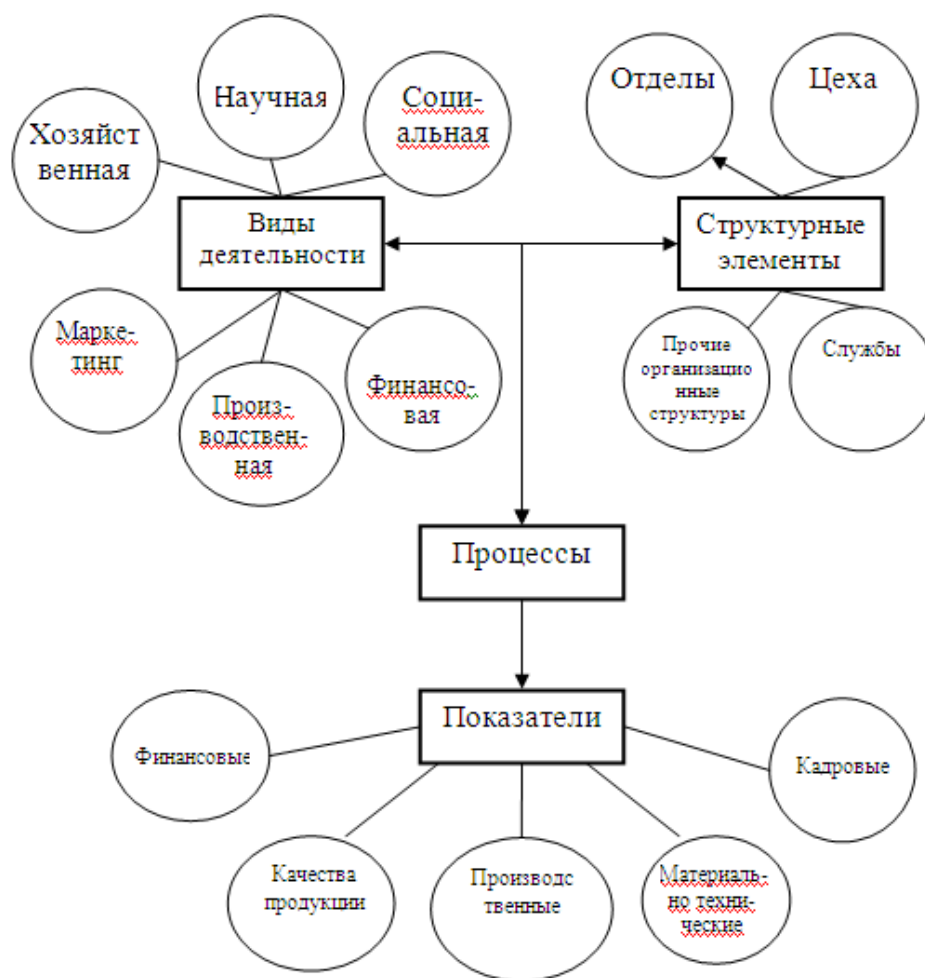


Рис. 1.- Схема элементов онтологии

Онтологии, основанные на логиках, имеют формальное описание и могут применяться в алгоритмах вывода на онтологиях. Для описания формальных онтологий применяются специализированные языки, например, RDF, RDF Schema, OWL, DL и т.д. Целый класс современных формальных онтологических моделей основан на всевозможных видах дескриптивных логик. Дескриптивные логики позволяют обеспечить с одной стороны описание понятий предметной области, с другой стороны обладают хорошими вычислительными свойствами. «Они характеризуются набором конструкций, которые позволяют создавать сложные понятия и отношения из простых и при этом оставляют возможность автоматического логического вывода для решения определенных задач» [5].

Онтология в моделях, основанных на дескриптивной логике, определяются кортежем  $\langle C, R, H_C, H_R, I, A \rangle$ , где

$C$  - множество классов,

$R: C \times C$  – множество свойств классов,

$H_C: C \times C$  – иерархия классов,

$H_R: R \times R$  – иерархия отношений,

$I$  – множество индивидов,

$A$  – множество аксиом над классами и ограничений отношений.

Формальная онтология организационно-функциональной структуры социально-экономической системы является основой для разработки иерархии показателей, которые будут использоваться в системе поддержки принятия решений.

Отличительной особенностью дескриптивных логик является упор на формальный вывод, который позволяет извлекать новые знания из тех, которые были явно заданы в базе знаний. Важнейшим свойством дескриптивных логик является их способность строить иерархии на концептах.

Метод построения иерархии критериев на основе формально онтологии функциональной структуры системы включает в себя следующие этапы (рис.2):

1. Структурно-функциональный анализ социально-экономической системы. Выявление организационных элементов, процессов.
2. Построение набора определений для выявленных элементов.
3. Описание неформальной онтологии из выявленных понятий.
4. Построение формальной онтологии на основе дескриптивной логики.
5. Логический анализ онтологии с помощью машины вывода. Формирование иерархии классов, проверка онтологии на выполнимость и непротиворечивость.
6. Выделение в иерархии классов свойств процессов, построение их в иерархию показателей.

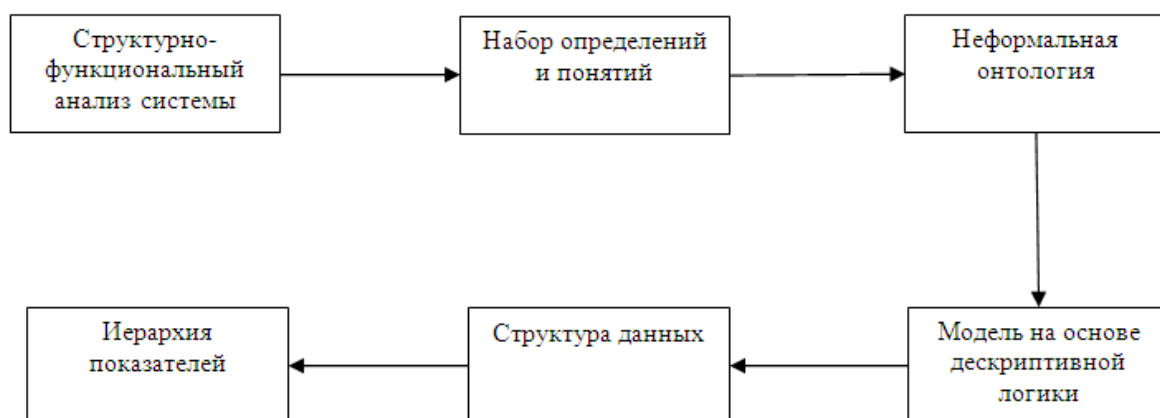


Рис. 2. – Процесс построения иерархии показателей на основе формальной онтологии

В организационно – функциональной онтологии системы иерархия классов представляет собой иерархию организационных элементов (служб, отделов и т.п.) и подчиненных им функций, процессов и подпроцессов. Каждому процессу соответствуют показатели качества, результативности их выполнения. Таким образом, если представить таксономию понятий онтологии – показатели не будут иметь подчиненных элементов. В иерархии

же показателей – критериев их индекс будет соответствовать индексу родительского элемента – процесса в иерархии функций.

Примерная схема элементов онтологии представлена на рис.3, которая представляет собой граф таксономии сущностей онтологии. Показатели выполнения процессов, подпроцессов, работы отдельных структурных элементов обозначены  $K_{ij}$ , где  $i$  – номер процесса на данном уровне иерархии,  $j$ - номер показателя процесса.  $N$  – количество уровней иерархии в организационно-функциональной модели. Столько же уровней иерархии будет и в структуре показателей.

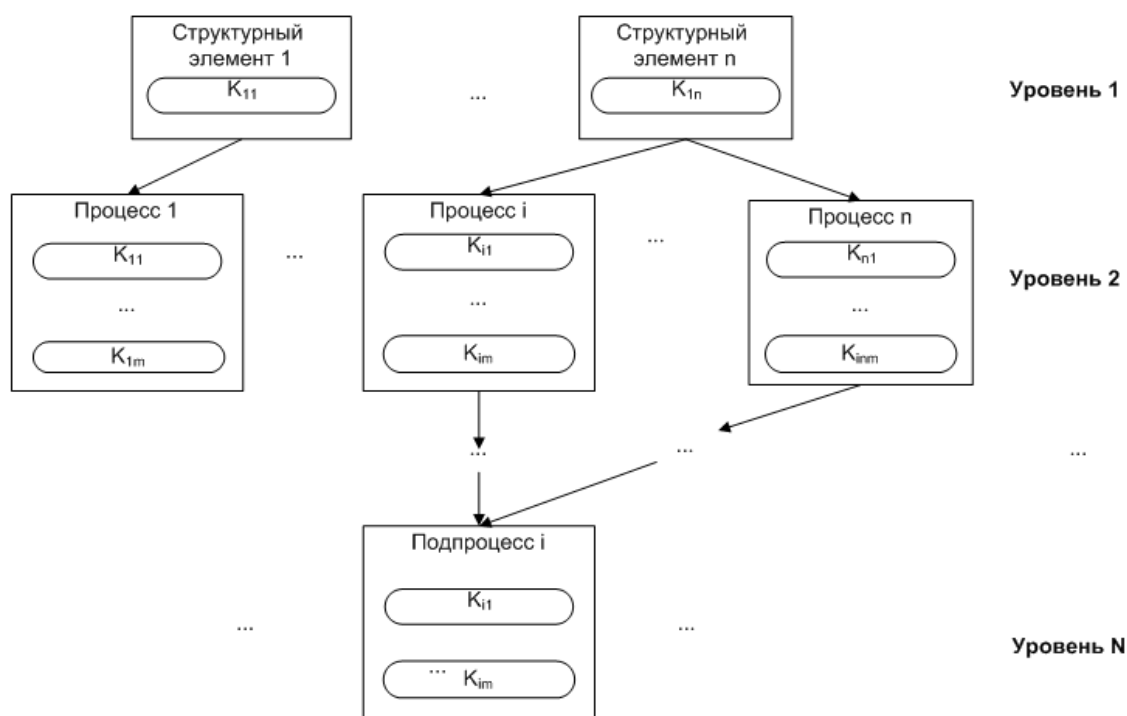


Рис. 3. – Примерная схема элементов онтологии

В таксономии сущностей всей онтологии нам необходимо выделить сущности, которые связаны с процессами ролью – «есть характеристика для».

Если  $R$  – роль «есть характеристика для»,  $S$  – множество процессов, то нам необходимо определить множество элементов  $K \equiv \forall R. S$ , которые будут являться критериями.

Множество сущностей  $K$  выстроено в иерархию согласно тому уровню, на котором находился характеризуемый процесс, в соответствующем процессе подчинении. То есть,

если  $C1 \subseteq C2, K1 \equiv R. C1, K2 \equiv R. C2$ , то  $K1 \subseteq K2$ , где

$C1, C2$  – процессы,  $R$  - роль «есть характеристика для»,  $K1, K2$  - критерии.

Таким образом, для решения проблемы построения иерархии критериев предложен метод анализа онтологии, в котором перечень сущностей онтологии формируется на основе функциональной декомпозиции системы. Онтология строится на основе дескриптивных логик. В этом случае обеспечивается автоматическое построение иерархии с помощью машины вывода. Из построенной иерархии автоматически в иерархию выстраиваются элементы, являющиеся критериями выполнения описанных функций.

Предложенный метод может быть использован в задачах управления сложными социально-экономическими системами, в которых требуется обработка и анализ большого числа параметров.

### **Литература:**

1. Y. Chen, B. Yang, A. Abraham and L. Peng Evolutionary Design of Hierarchical TS Fuzzy Models using Evolutionary Algorithms [Текст]//IEEE Trans. on Fuzzy Systems, 2006. - №10 – С.130-137

2. Синюк В.Г. Поляков В.М., Кузубова А.А. Алгоритм построения иерархических систем нечеткого вывода Такаги-Сугено [Текст]// Тринадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2012 (16-20 октября 2012 г., г. Белгород, Россия): труды конференции. Т. 2. — Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. — С.223-229

3. С.В. Смирнов Онтологический анализ предметных областей моделирования [текст]// Известия Самарского научного центра РАН. 2001. - Т. 3. № 1. С. 62-70.

4. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А.Гаврилова, В.Ф.Хорошевский – СПб: Питер,2000. – 384 с.: ил.

5. Вахитов А. Р., Новосельцев В. Б. Преимущества дескриптивной логики при проектировании знаний [Электронный ресурс] // Известия ТПУ, 2008. - №5. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-deskriptivnoy-logiki-pri-obrabotke-znaniy> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

6. Лаптев П.В. Моделирование системы контроллинга на промышленном предприятии[Электронный ресурс]/ П.В. Лаптев // «Инженерный вестник Дона», 2012, №2. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/854>(доступ свободный) - Загл. с экрана. – Яз.рус.

7. Бутенко Д.В. Свойство целостности при построении функциональных структур технических систем [Электронный ресурс]/ Д.В. Бутенко // «Инженерный вестник Дона», 2013, №3. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1526> (доступ свободный) - Загл. с экрана. – Яз.рус.

8. Берёза А.Н., Цвелик Е.А.. Применение метода интегральных нечетких взвешенных оценок при принятии решения [Текст] // Известия ЮФУ. Технические науки, 2012. - №7 (132). - С.119-125

9. Берёза А.Н., Ершова Е.А. Применение онтологического подхода для повышения качества управленческих решений в вузе [Текст] // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS-IT'10»/Научное издание в 4-х томах. – М.Физматлит, 2010.-Т.2. - С.354-360

10. Yuehui Chen, Ajith Abraham Tree-Structure based Hybrid Computational Intelligence // Theoretical Foundations and Applications Intelligent Systems Reference Library, 2 (Том 2), ISSN 1868-4394. Springer-2009, 224с.