

А.М. Алексеев

(Украина, Днепрпетровск, Национальный горный университет)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ НА ШАХТАХ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

Введение. Современные условия добычи полезных ископаемых характеризуются возрастающим риском аварийных ситуаций и поэтому задачи обобщения накопленного опыта в заданной предметной области становятся актуальными. Требования, которые при этом накладываются на модель представления информации, крайне разнородны и зачастую на начальных этапах полностью не ясны. Онтологический подход – это оперирование различными типами данных, количественными и качественными характеристиками. При этом интерес представляет онтологическое представление информации как явной спецификации концептуализации. Она позволяет создать модель с использованием понятий, в которых излагается и анализируется информация экспертами. Оперирования качественными характеристиками на уровне семантики, т.е. их связями и значениями с другими понятиями в рамках данной концептуализации, позволяют в дальнейшем интегрировать различные источники данных и решать задачи классификации данных.

Однако методология построения онтологии существует в обобщенном виде и не полностью учитывает сложности, с которыми сталкиваются специалисты при формализации определенной предметной области. Онтологии оцениваются чаще всего обобщенными категориями типа целостности, избыточности описания, степени формальности и т.д. При решении задачи построения информативной модели о ликвидации аварий на шахтах с помощью существующих методов разработки системы классификации, ввода новых понятий в модель и формализации качественных возникают определенные трудности на этапе характеристик. Это обусловлено тем, что термины, которыми описываются ситуации, зачастую могут классифицироваться по многим параметрам и иметь сложную структуру отношений с другими понятиями в рамках модели. Поэтому возникает необходимость создать методику формализации онтологии, которая бы позволила структурировать разнородные знания о предметной области.

Анализ существующих достижений и публикаций

Жизненный цикл онтологии был определен в рамках подхода Methontology [1]. Данное предложение было основано на стандартах IEEE для разработки программного обеспечения и разделило процесс разработки онтологии на три основных направления:

- менеджмент (управление временем, управление качеством, и т.д);
- непосредственно разработка;
- поддержка.

Основные этапы непосредственно разработки онтологии представлены на рис.1.

Исходя из классификации онтологий по назначению, их делят на 4 основных вида [2,3]:

- **онтологии представления.** Их назначение – описание области представления знаний, создание языка для спецификации других онтологий более низких уровней;
- **онтологии верхнего уровня.** Их назначение – создание единой “правильной онтологии”, фиксирующей знания;
- **прикладные онтологии.** Их назначение – описание концептуальной модели конкретной задачи или приложения, общей для всех предметных областей при многократном использовании данной онтологии;

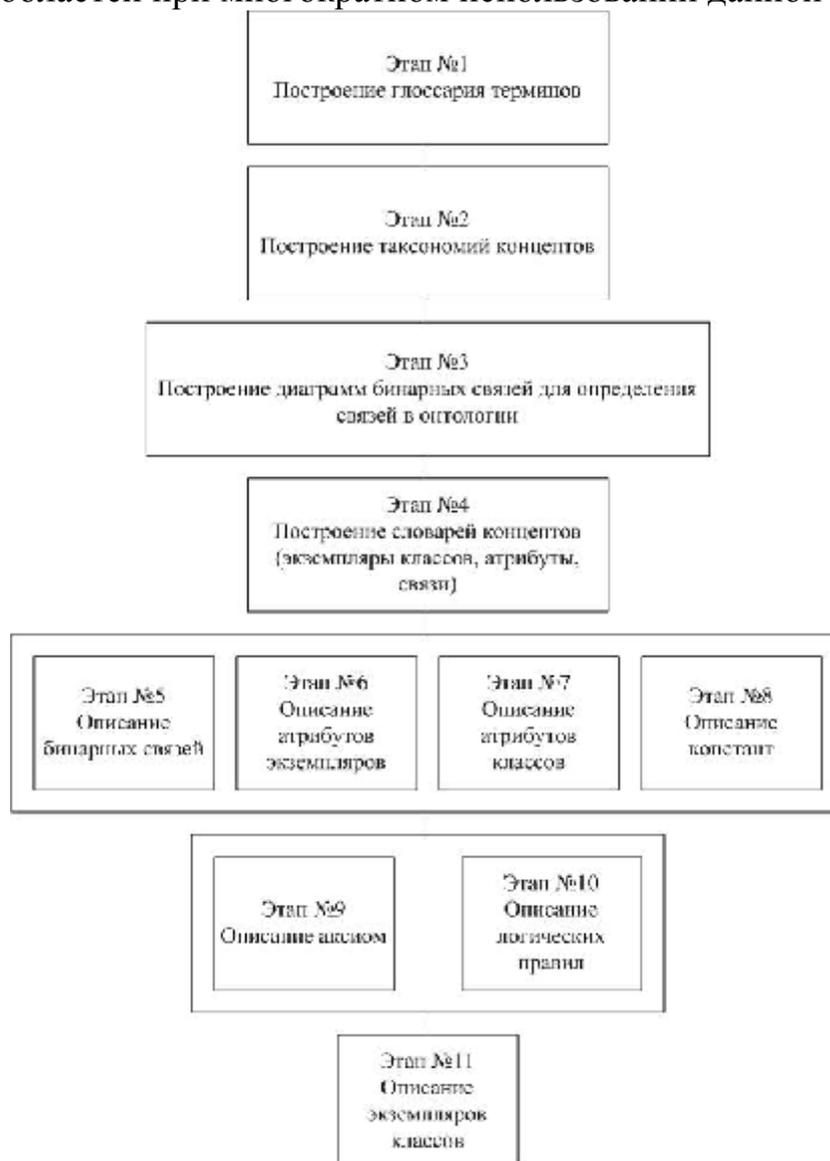


Рис.1. Основные этапы разработки онтологии

- **онтологии предметных областей.** Их применение схоже с назначением онтологий верхнего уровня, но область интереса ограничена предметной областью.

Онтологию ликвидации аварий на шахтах можно отнести к классу прикладных, которые характеризуются направленностью на специфическую задачу и, как следствие, соответствующими методами разработки.

На этапе построения словаря терминов (гlossария) и таксономии существует три основных стратегии выделения необходимой структуры онтологии [4]:

1. Путь от более общих терминов к более частным с построением отношений между концептами.
2. Путь от наиболее частных концептов к наиболее общим с построением бинарных связей.
3. Определение некоторого множества базовых концептов с их последующим обобщением (движение вверх) и уточнением (движение вниз).

Третий метод для построения прикладной онтологии является наиболее сбалансированным, так как позволяет определить необходимую точность обобщения и детализации онтологии исходя из случаев применения и анализа прецедентов. Непосредственно разработке онтологии предшествует этап классификации и сбора источников. Данный процесс специфичен и определяется исходя из задач и целей дальнейшего применения онтологии.

Формулировка цели и задачи исследований

Целью работы является исследование моделей представления знаний при ликвидации аварий на шахтах и разработка методики построения онтологии данной предметной области исходя из задач возможности ее применения в экспертной системе.

Изложение основного материала исследований

При анализе исходной предметной области и задач онтология делится на базовую, которая составляет скелет описания, и прецедентную, куда вносятся и где классифицируются аварийные ситуации.

Исходя из задач деления онтологии, представленной на рис. 2, выполним классификацию источников данных обучения (ontology learning):

- методические указания к формированию планов ликвидации аварий, действиям военизированной горноспасательной части при ликвидации аварий;
- научные статьи, и прочие документы, которые определяют действия персонала в случае внештатных ситуаций. Из данных документов в онтологию отбираются основные концепты, которые в дальнейшем составляют скелет описания ситуаций;
- прецеденты реальных аварийных ситуаций, из которых отбираются данные для будущих классов прецедентов.



Рис. 2. Процесс деления разрабатываемой онтологии на две области

Анализируя источники первого типа, выделяем изначально наиболее часто применимые концепты, например: пожар, задымленность, ответственное лицо за принятие решения, открытое пламя, локализован в, представляет угрозу, количественная характеристика, термин, характеризуется, место. Сведем данные понятия в таблицу/ глоссарий.

Глоссарий

Название	Тип	Описание
Пожар	Концепт	Типичная авария, которая может классифицироваться по месту, типу возникновения и т.д.
Задымленность	Концепт	Характеристика места
Открытое пламя	Индивид	Характеристика пожара
Ответственное лицо	Концепт	Лицо, ответственное за мероприятия
Локализован в	Свойство	Свойство аварии, которое связывает ее с местом
Представляет угрозу	Свойство	Свойство аварии (степень опасности)
Характеристика	Концепт	Наиболее общий концепт для описания объектов
Термин	Концепт	Тип характеристики
Характеризуется	Свойство	Отношение связывает характеристику и объект
Место	Концепт	Пространственная позиция

Обобщим рассматриваемые понятия и сведем их в диаграмму бинарных отношений (рис. 3).

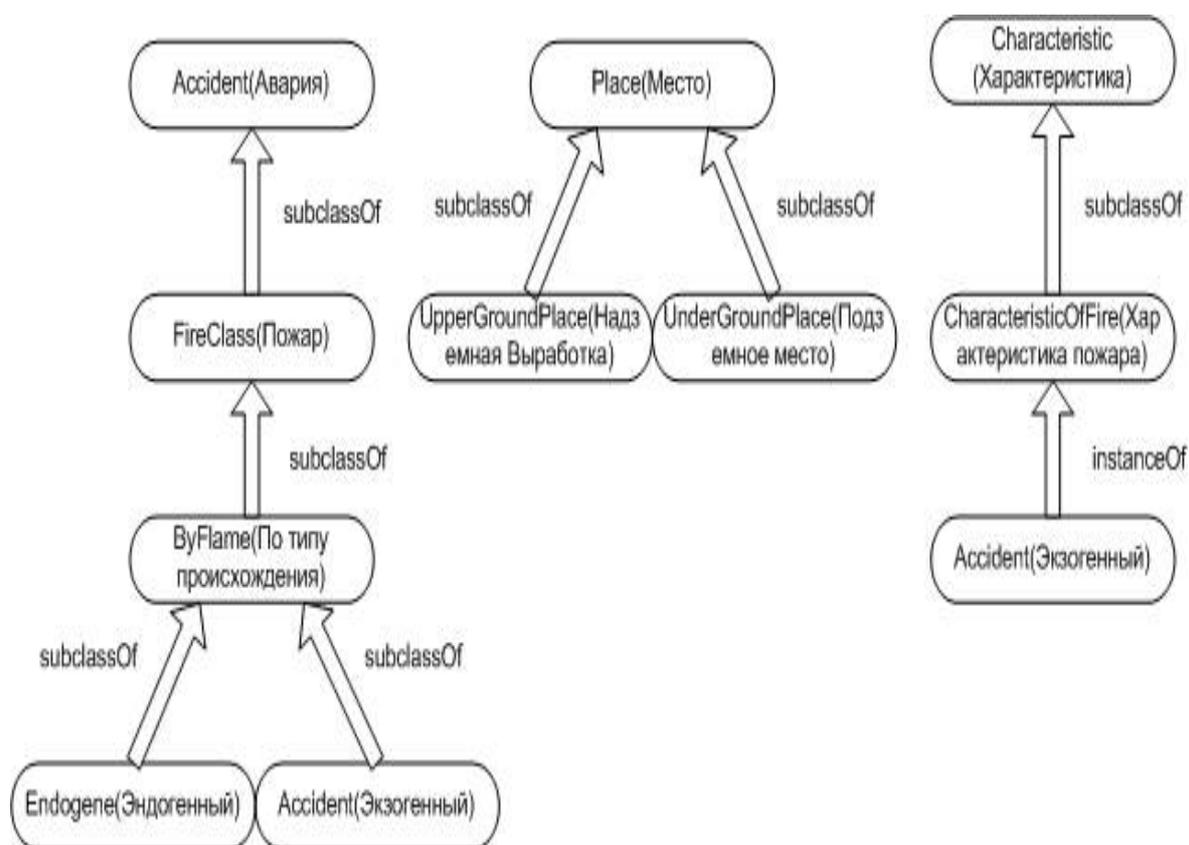


Рис. 3. Диаграмма классов / индивидов понятий

На представленной диаграмме показана базовая детализация и выполнено обобщение представленных понятий. Однако для задач логического вывода онтология должна отвечать определенным требованиям. Помимо отношений класс / подкласс (classOf / subclassOf), свойство / подсвойство (Property / subPropertyOf), необходимо ограничить возможности интерпретации концептов онтологии с помощью:

- определения дизъюнктивных классов;
- определения области значения / определения свойств (domain / range);
- указания инверсных (inverse) / транзитивных (transitive) / симметричных (symmetric) / рефлексивных свойств (reflexive);
- определения необходимых условий класса (Superclass);
- определения достаточных условий аксиом (Equivalent class).

Прецедент аварийной ситуации вводится в онтологию как отдельный класс с определением необходимых и достаточных условий и описывается с помощью базовых свойств, таких как авария, локализация, характеристика, и т.д. Благодаря гибкому языку описания онтологии разные прецеденты могут быть описаны различным набором характеристик, что в дальнейшем позволяет непосредственно сравнивать модели представления ситуаций по наборам характеристик. Классифицироваться могут как отдельные компоненты прецедента, так и весь прецедент, в общем, возможно отношение между прецедентами под-

класс, что позволяет предельно классифицировать прецедент и перенести аналогию ликвидации аварии уже имеющегося прецедента.

На рис. 4 представлен фрагмент построенной онтологии с определенными ограничениями на интерпретации понятий при использовании языка OWL – DL и редактора онтологий Semantic Works.

Выводы

1. Предложенный подход по построению онтологий является продуктом синтеза существующих методов формирования онтологий, а также спецификой предметной области. Проработан подход наполнения онтологии, произведена классификация источников данных. Предложена модель онтологии “базовая онтология предметной области / прецедентная онтология”.

2. Исследования целесообразно продолжить в направлении построения интерпретаций онтологии в терминах онтологий высших уровней, в частности онтологий естественного языка типа WordNet, DOLCE и онтологии для экспертных систем OntoKADS [5].

Список литературы

1. M. Fernández A. Gómez-Pérez and N. Juristo, "METHONTOLOGY: From Ontological Art towards Ontological Engineering," Proc. AAAI Spring Symp. Series, AAAI Press, Menlo Park, Calif., 1997, pp. 33-40.
2. Mizoguchi, R. Vanwelkenhuysen, J.; Ikeda, M. Task Ontology for Reuse of Problem Solving Knowledge. Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building & Knowledge Sharing. IOS Press. 1995. 46-59.
3. Van Heist, G.; Schreiber, T.; Wielinga, B. Using Explicit Ontologies in KBS International Journal of Human-Computer Studies. Vol. 46. (2/3). 183-292. 1997
4. M. Uschold and M. Grüninger: Ontologies: Principles, methods and applications. Knowledge Engineering Review, 11(2), 1996.

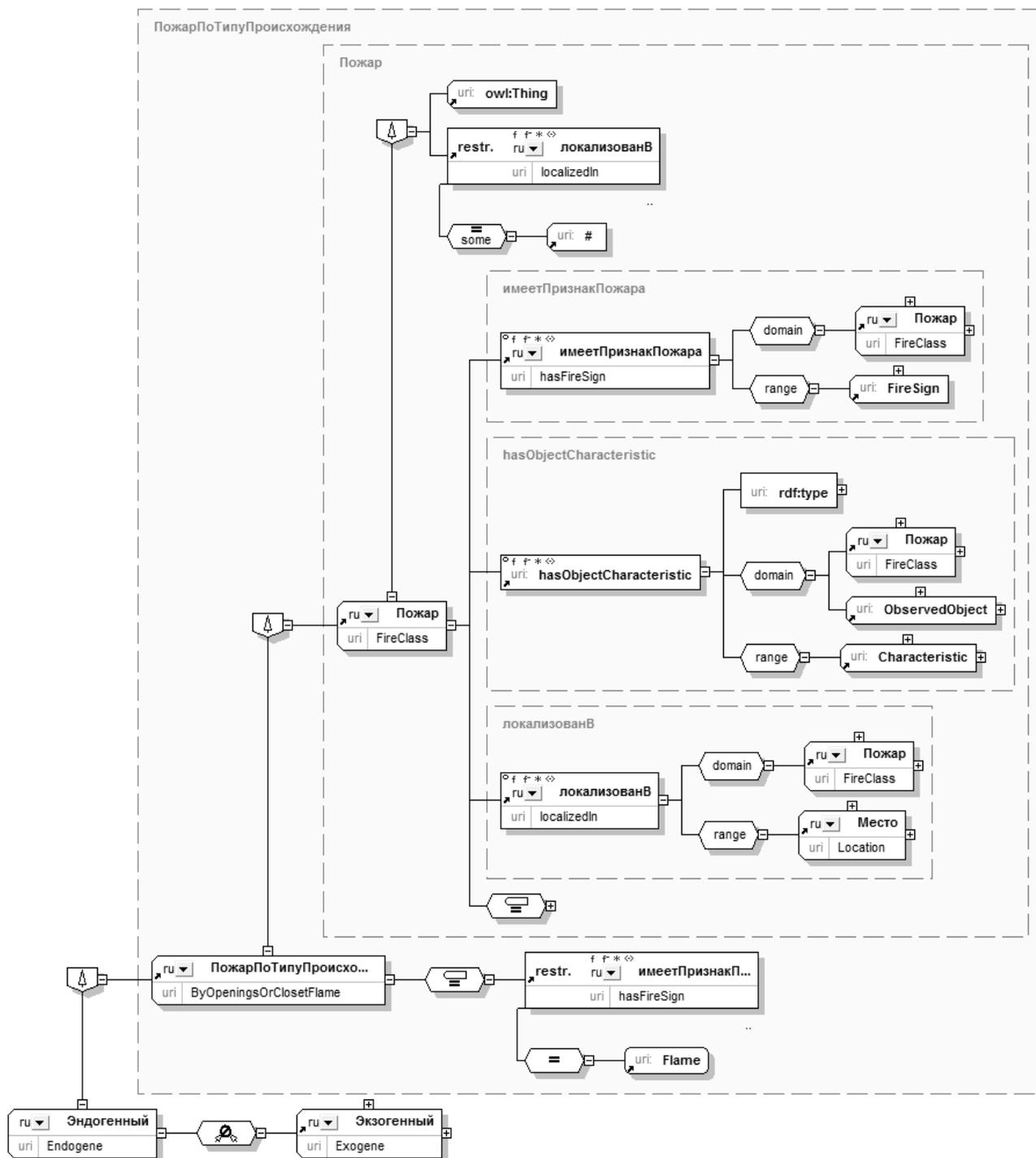


Рис. 4. Фрагмент построенной онтологии

5. S. Bruaux, G. Kassel and Gilles Morel. An ontological approach to the construction of problem-solving models. LaRIA Research Report 2005-03, University of Picardie Jules Verne. Available at <http://hal.ccsd.cnrs.fr/ccsd-00005019>.