

## ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БАЗЫ ЗНАНИЙ УПРАВЛЕНИЯ СИЛАМИ И СРЕДСТВАМИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ НА ШАХТАХ

На основании результатов проведенного анализа, моделирования структуры объектов онтологии и учёта взаимодействия суперклассов, классов и подклассов в различных онтологиях при управлении силами и средствами в случаях ликвидации аварий на шахтах определены необходимые операции для поддержки принятия решений. В соответствии с предложенной методикой формирования онтологий, с учётом проведенного лингвистического анализа текстов предметной области разработаны объектно-ориентированные модели.

На підставі результатів проведеного аналізу, моделювання структури об'єктів онтології та обліку взаємодії суперкласів, класів і підкласів в різних онтологіях при управлінні силами і засобами у випадках ліквідації аварій на шахтах визначені необхідні операції для підтримки прийняття рішень. Відповідно до запропонованої методики формування онтологій, з урахуванням проведеного лінгвістичного аналізу текстів предметної області, розроблені об'єктно-орієнтовані моделі.

Based on the results of the analysis, modelling the structure of the ontology of objects and accounting interaction super classes, classes and subclasses in different ontology's in the management of forces and means in cases of emergency response in the mines determined the operations necessary to support decision-making. In accordance with the proposed methodology for the formation of ontology's, given the linguistic analysis conducted by subject area developed object-oriented model.

**Введение.** Ликвидация аварий на шахтах очень сложный процесс. В таких экстремальных ситуациях от решений руководителей аварийных работ (РАР), направленных на успешную ликвидацию аварий, зависит не только величина материальных потерь, но и зачастую жизнь людей. Поэтому решения должны приниматься целенаправленно и обоснованно, опираясь на опыт, полученный в результате борьбы с подобными критическими ситуациями.

В этом случае возникает задача накопления подобного опыта в виде прецедентов и представления его в виде онтологии. Помимо этого, необходима реализация ещё ряда онтологий, описывающих предметную область систем поддержки принятия решений при ликвидации аварий.

Все эти задачи относятся к области искусственного интеллекта. В настоящий момент в области искусственного интеллекта (ИИ) наблюдается вовлечение многих предметных областей, имеющих скорее практическое отношение к ИИ. И в данном случае задача решается подобным образом.

**Формулировка цели и задачи исследования.** Необходимо построить базу знаний системы управления процессами ликвидации аварий на шахтах, основываясь на последних достижениях в области искусственного интеллекта и объектно-ориентированного моделирования.

### **Изложение основного материала исследований.**

Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР) при ликвидации аварий на шахтах ведётся в соответствии с принципами системного анализа и проектирования.

Эта работа включает в свой состав следующие этапы: исследование, построение и внедрение. Был проведён обзор современных стандартов и методик проектирования информационных систем и выбрана методология объектно-ориентированного анализа и проектирования (*Object-Oriented Analysis and Design*). Данная методика наряду с объектно-ориентированным программированием включает объектно-ориентированный подход. Важнейшими понятиями объектной технологии являются объект, класс и экземпляр. Такой подход содержит набор моделей, связанных с понятием класса/объекта, объединяющего данные (состояние) и поведение. По объектным моделям может быть прослежено отображение реальных сущностей моделируемой предметной области (ПрО) в объекты и классы. Важным качеством объектного подхода является согласованность моделей системы от стадии анализа до программных модулей. Всё вышеперечисленное и обусловило выбор объектного подхода к моделированию данной системы.

Разрабатываемая система основана на знаниях, следовательно, в рамках объектного подхода необходимо применение методов, позволяющих разработку моделей системы, основанных на знаниях. Учитывая эту особенность, предлагается применить методологию разработки интеллектуальных систем СППР, основой которой является объектно-когнитивный анализ ПрО, интегрирующий методы *объектно-ориентированного* анализа, *онтологического* подхода и *семантические* сети представления знаний. В развитие методологии объектно-когнитивного анализа в данной работе предлагается разработать онтологическую базу знаний, интегрирующую в себе онтологию ПрО, онтологию прецедентов и правила принятия решений в аварийных ситуациях на шахтах.

Для разработки СППР выбрано *CASE* – средство *Rational Rose* (2003) фирмы *Rational Software Corporation* (США), которое поддерживает нотацию *UML 2.0 Rational Rose* и предназначено для автоматизации этапов анализа и проектирования, а также для генерации кодов на различных языках, выпуска проектной документации и инжиниринга программ.

Таким образом, для разработки данной интеллектуальной СППР использована графическая нотация *UML 2.0*, программное средство *Rational Rose 2003*.

Разработка комплекса объектно-ориентированных моделей интеллектуальной системы СППР при ликвидации аварий на шахтах.

Важным этапом моделирования является разработка модели реализации. Модель отображает подсистемы интеллектуальной СППР и компоненты, из которых они состоят. Компоненты системы представляются в виде диаграммы. Она показывает различные компоненты системы и отношения между ними. Компонент представляет собой физический модуль. Отношения между компонентами показывают, как изменения одного компонента могут повлиять на изменения других компонентов.

Для отображения технических средств и размещённых на них программных средств системы разработана диаграмма развёртывания.

Формирование модели представления знаний на основе предметной онтологии процесса ликвидации аварий на шахтах

В общем случае онтология является спецификацией концептуализации и представляет собой на текущем этапе её развития концептуальную систему, выраженную через логическую теорию.

Разрабатываемая онтология СППР при ликвидации аварий на шахтах состоит из:

- классов (*classes*);- экземпляров (*individuals, instances*);
- отношений между классами и экземплярами (*properties, slats*). Основные типы отношений в разрабатываемой онтологии:
- «импликация» (*если - то*);- «часть – целое» (*part-of*);
- «экземпляр класса» (*instance of*); - «иерархия» (*is-a*);
- ограничений и условий принадлежности, относящихся к классам и экземплярам (*axioms and facts*).

На рис. 1 изображён онтологический спектр ПрО процесса ликвидации аварий на шахтах.

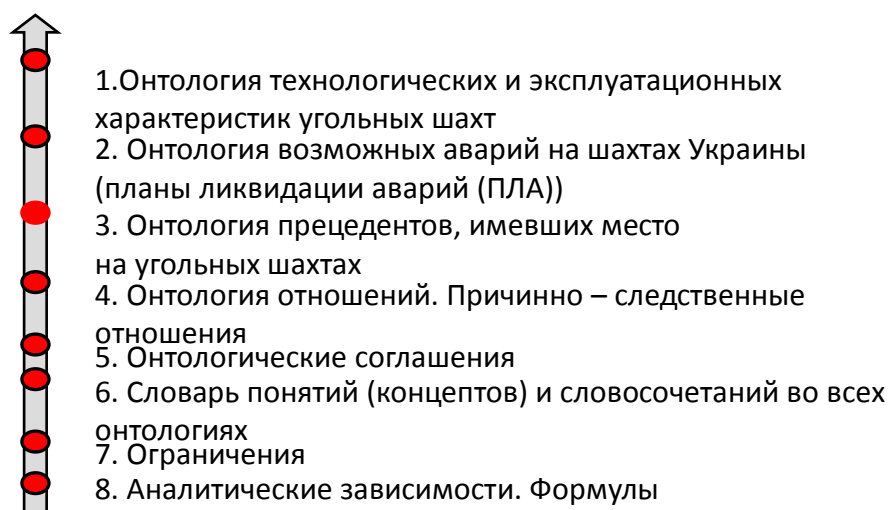


Рис. 1. Онтологический спектр исследуемой предметной области

Методика разработки любой онтологии в силу её сложности специфична для каждой задачи. В соответствии с этим и была произведена специальная разработка предметной онтологии процесса при ликвидации аварий на шахтах.

Существуют основные этапы, стандартные для разработки любой онтологии, а методы и средства, которые используются, выбираются с учётом специфики ПрО и анализа существующих в этой области разработок.

**Этап I.** Включает разработку концептуальной структуры онтологии и предварительную идентификацию концептов, таксономии, связей, функций и аксиом. Этап подразделён на под этапы.

1. Определение потенциальных пользователей и целей онтологии.
2. Процесс приобретения знаний.
3. Концептуализация.

4. Определение множеств и аксиом.
5. Принятые решения.

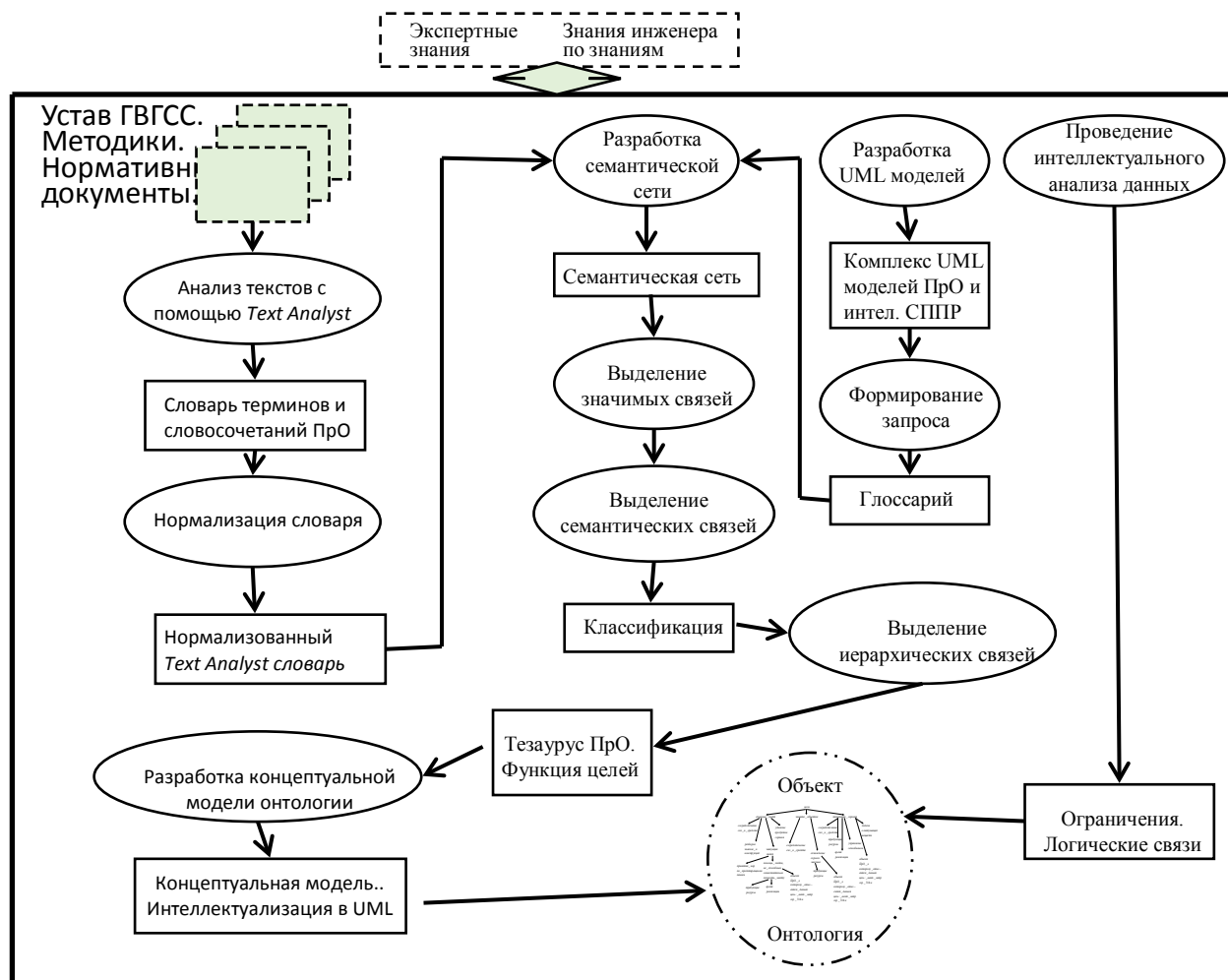


Рис. 2. Этапы разработки концептуальной структуры онтологии ПрО

**Этап II.** Включает формализацию знаний и концептуально структурирует экземпляры классов. Он подразделяется на следующие под этапы:

1. Формализация онтологического языка: представления объектов в форме классов и атрибутов, представление свойств и отношений.
2. Программа реализации интерфейса пользователя для доступа к онтологии процесса ликвидации аварий на шахтах.

Таким образом, вследствие сложности ПрО в работе предложен метод разработки онтологии процесса ликвидации аварий на шахтах. Он основан на существующих проверенных методологиях разработки. Определён процесс приобретения знаний, их концептуализация, факты и аксиомы.

Процесс приобретений и концептуализации онтологии ПрО в работе предлагается осуществлять на основе построения семантических сетей, включающие все возможные с точки зрения экспертов связи. Это необходимо сделать, поскольку сразу достаточно трудно выделить те из них, которые действительно необходимы и важны.

Для построения семантической сети процесса принятия решений при ликвидации аварий на шахтах предлагается использовать текстовые данные, содержащие всевозможные методики и нормативные документы по ликвидации аварий подразделениями ГВГСС, а также глоссарий, сформированный на основании комплекса UML моделей.

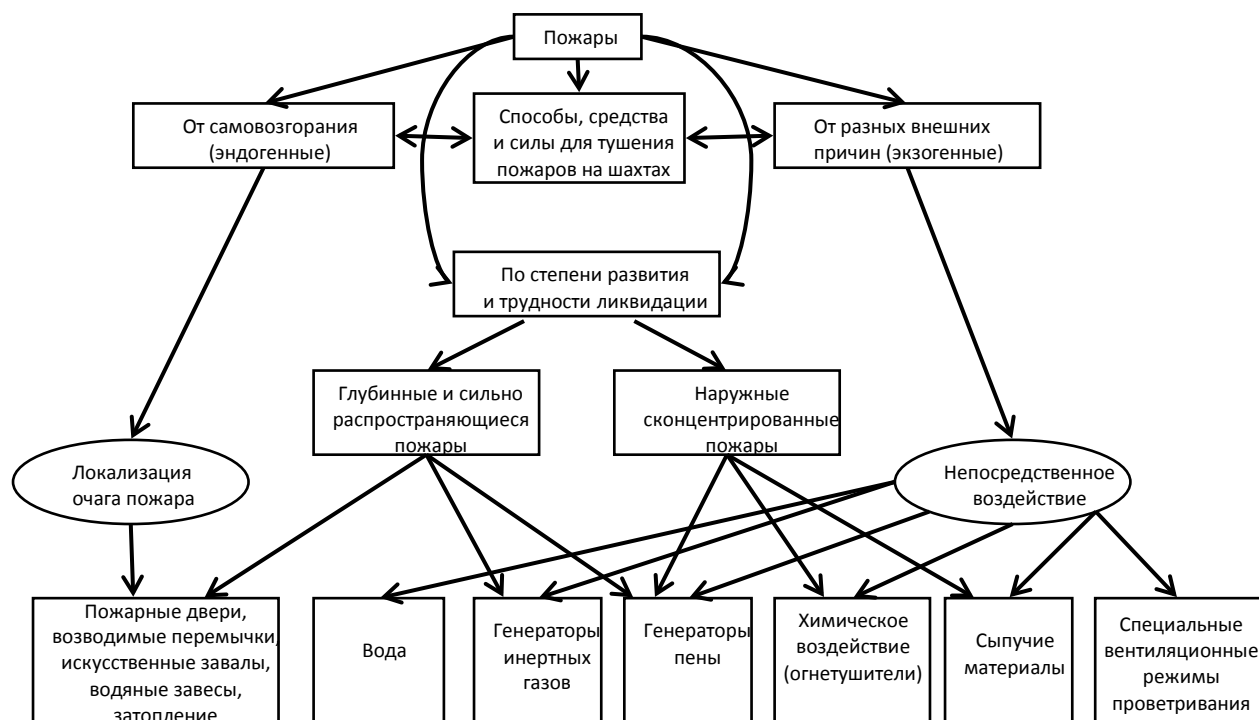


Рис. 3. Модель онтологии предметной области возможных прецедентов (ПЛА) и прецедентов уже имевших место на шахтах

В работах по объектно-ориентированному анализу и проектированию

Предлагается для разработки словаря и в дальнейшем тезауруса ПрО использовать автоматизированный лингвистический анализатор текстов. В данной работе для формирования словаря терминов и словосочетаний ПрО в автоматизированном режиме использовался лингвистический процессор *Text Analyst 2.0* (производитель программного продукта – НПИЦ «Микросистемы», г. Москва). Процессор *Text Analyst 2.0* реализует алгоритмы семантика - статистического анализа текстовых документов и позволяет экстраполировать результаты анализа в таблицы *Microsoft Excel* или в гипертекстовый формат. Лингвистический анализ текстов предметной области, проведенный с использованием *Text Analyst 2.0*, позволил создать: словарь предметной области, словарь словосочетаний, иерархию понятий, установить частоту встречаемости и веса терминов. Перед началом анализа были установлены параметры работы лингвистического процессора, включающие атрибуты «анализировать словосочетание», «установить порог выделения терминов равным 3» и др. Использование *Text Analyst* позволило получить словарь терминов и слово-

сочетаний ПрО процесса ликвидации аварий на шахтах по результатам проведенного частотного анализа в соответствии с законами Ципфа и Мандельброта. В соответствии с проведенным лингвистическим анализом текстов из полученного словаря необходимо исключить не несущие смысловые нагрузки или незначачие слова (например, по, для и др.). Они не способствуют раскрытию необходимого информационного содержания. Затем произвести нормализацию – выделить только существительные в именительном падеже. Эти операции проводились экспертами ПрО.

Комплекс UML моделей данной интеллектуальной системы, который в соответствии с предложенной методикой, необходим для разработки семантической сети, уже описан. В качестве концептуальной модели ПрО разработана диаграмма классов процесса ликвидации аварий.

Далее, на основании протоколов успешно ликвидированных аварий на шахтах построим семантическую сеть на естественном языке, фрагмент которой представлен на рис. 4.

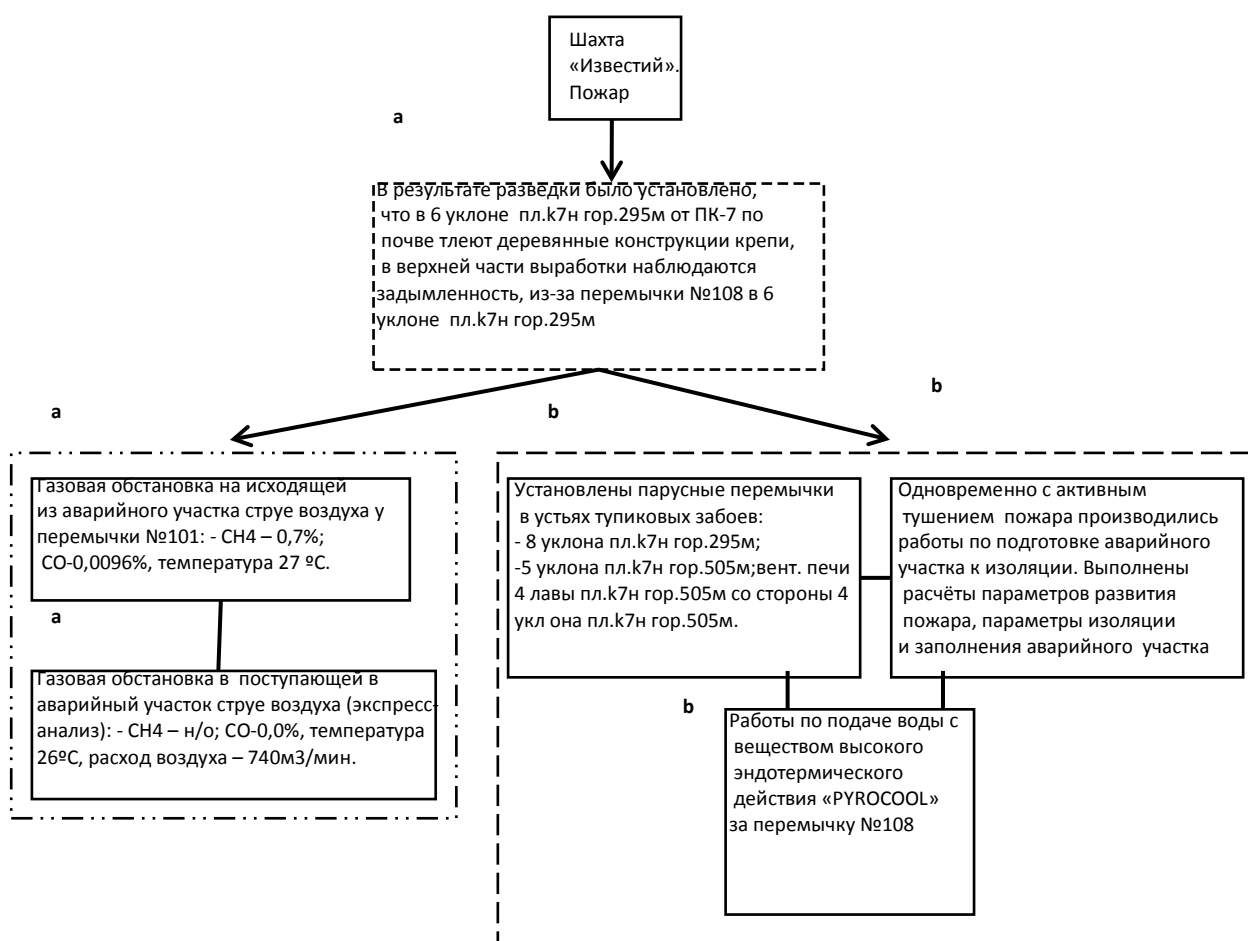


Рис. 4. Фрагмент семантической сети процесса ликвидации аварии на шахте « «Известий», ГП «Донбассантрацит», 04.09.2009 г. »

На основании полученного нормализованного словаря и глоссария из объектной модели с экспертами ПрО построим семантическую сеть на языке близком к естественному представлению. Фрагмент этой сети изображён на рис. 5.

Отношения в полученной семантической сети могут быть двунаправленными, их необходимо систематизировать, выделить классы отношений. Для этого предлагается сначала выделить иерархические отношения, то есть построить *таксономию*. Таксономия содержит корневой узел и узлы других уровней. Узлы таксономии (а, б) (рис. 4, 5) являются информационными сущностями, описывающими ПрО. Связи между узлами представляют собой отношения классификации (иерархии). Такого представления данных недостаточно для отражения сложных взаимосвязанных объектов рассматриваемой области ПрО. Следующим этапом развития в онтологическом спектре стал *тезаурус* процесса ликвидации аварий на шахтах.

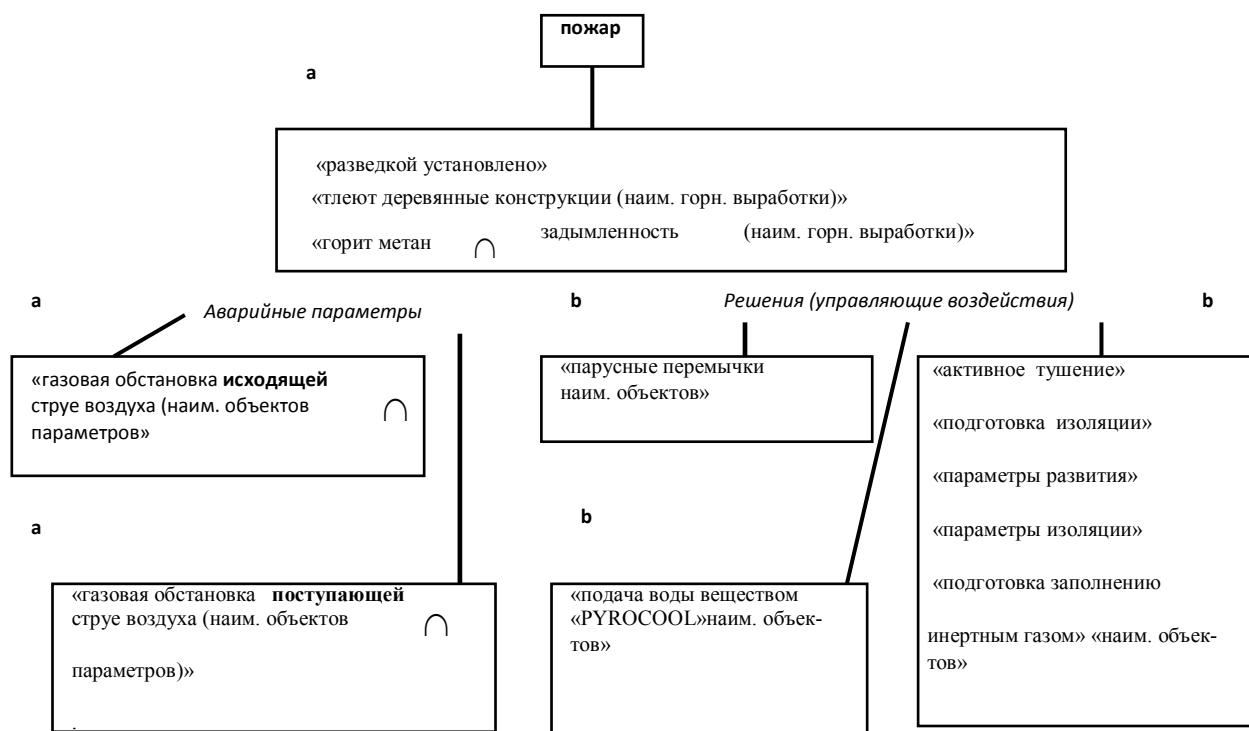


Рис. 5. Модифицированный фрагмент прецедента на языке близком к естественному представлению «ш. «Известий», ГП «Донбассантрацит», 04.09.2009 г. »

Следующим шагом повышения семантической значимости является «Концептуальная модель». В данном контексте концептуальная модель – это онтологическая модель ПрО процесса ликвидации аварий на шахтах, разработанная в нотации *UML 2.0*.

Модель онтологии является предпоследним этапом разработки интеллектуальной системы. Итак, полученная модель онтологии позволила описать разрабатываемую систему по степени абстракции в соответствии с уровнем иерар-

хии. Первым уровнем абстракции является класс *Thing*. Этот класс является начальным для любой онтологии и далее не рассматривается. Следующий уровень иерархии это «объект», «оборудование», «средства пожаротушения», «вещество» и т.п. Они представляют верхний уровень модели процесса ликвидации аварий на шахтах, характеризующийся общими знаниями об этом. Затем в каждом из этих классов находятся подклассы, представляющие средний уровень онтологии – знания о специфике конкретного объекта управления. Здесь идёт речь о шахтах в аварийных ситуациях, что описывается на модели знаний, например, такими классами: «горные выработки», «подземные и наземные сооружения», «виды пожаров» и т.п. Нижним уровнем иерархии в онтологии являются экземпляры классов.

#### **Выводы**

1. Разработаны объектно-ориентированные модели ПрО;
2. Определены необходимые алгоритмы для поддержки принятия решений;
3. Выполнен анализ и моделирование структуры объектов онтологий;
4. Проведен учёт взаимодействия суперклассов, классов и подклассов в различных онтологиях при управлении силами и средствами в случаях ликвидации аварий на шахтах;
5. Проведен лингвистический анализа текстов в предметной области процесса ликвидации аварий на шахтах.

#### Список литературы

1. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Интеллектуальные информационные системы: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 424с.
2. Гаврилова Т.А., Чернявская К.П. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. – М., Радио и связь.- 1992. – 200с.
3. Губанов В.А., Захаров В.В., Коваленко А.Н. Введение в системный анализ: Учеб. пособие / Под ред. Л.А. Петросяна. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1988, 232с.
4. Системный анализ и управление: Учеб. пособие / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин; Под ред. А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 368с.
5. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование: с примерами приложений на С++. «Издательство Бином». «Невский диалект», 1998. – 560 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Мещеряковим Л.І.  
Надійшла до редакції 10.12.2014*