

# **Применение фреймовой модели знаний в системе поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях «ЭСПЛА-ПРО»**

Морозов Роман

*Институт вычислительного моделирования СО РАН (Красноярск), Россия*

e-mail: [frozen@krasn.ru](mailto:frozen@krasn.ru)

В работе описан метод представления знаний в системе «ЭСПЛА-ПРО», а также процесс экспертного моделирования ситуаций: на основе нормативной документации и опыта экспертов разрабатываются описания различных сценариев чрезвычайных ситуаций (ЧС), позволяющие сократить время получения необходимой информации (карт, оценок масштабов событий, рекомендаций по действиям в ЧС) в экстренной ситуации до нескольких минут.

## **Введение**

Поддержка принятия решений в чрезвычайных ситуациях требует учета многих факторов и анализа больших объемов информации, как текстовой, так и графической. Как правило, информация плохо формализована, разнородная и неполная. Большинство ЧС имеют скоротечный характер и у лица принимающего решение (ЛПР) время на выполнение своих обязанностей ограничено. Остро стоит вопрос в использовании автоматизированных систем поддержки принятия решений [Исаев и др., 2008].

Чрезвычайные ситуации можно описать конечным набором динамических и статических характеристик. Представить такое описание в виде формальной модели удастся лишь на высоком уровне абстракции. Для эффективного управления мероприятиями по ликвидации ЧС, проведения спасательных работ необходима детальная информация о спасформированиях, месте ЧС, масштабах распространения поражающих факторов, об объектах защиты и т.п.

В работе рассматривается метод представления знаний о ЧС, базирующийся на объектно-фреймовой модели. Опираясь на базу знаний, система поддержки принятия решений помогает ЛПР наиболее оперативно действовать при возникновении кризисной ситуации.

## **1. Модель представления знаний**

Модель представления знаний в основе имеет фреймовую структуру [Матвеев и др., 2008]. Информация в базе знаний, описывающая условия возможных сценариев ЧС и соответствующие им способы формирования решений, представляется в виде совокупности фреймов.

Модель представлена следующими базовыми типами:

1. Фрейм-ситуация – объектно-ориентированная модель чрезвычайной ситуации;
2. Слот – атрибут или событие с прикрепленной присоединенной процедурой;

3. Присоединенная процедура – набор операций, выполняемых по определенному условию;

4. Словарь переменных – первичный справочник возможных атрибутов и событий.

ЧС представляется в виде объекта с совокупностью признаков и событий. Событие означает установление определенного значения или достижение некоторой границы значения одного или нескольких атрибутов и характеризуется как изменение состояния одного или нескольких объектов. Атрибуты ситуаций, описывающие свойства объекта, разделяются на несколько блоков, включая:

- исходные данные (место, тип и характеристики ситуации);
- блок моделирования, где происходит обмен сообщениями между экспертной системой, расчетными модулями и геоинформационной системой;
- информацию для отчетов, формирующаяся на основании запросов к базам данных и результатов моделирования динамики ЧС;
- блок формирования рекомендаций, основанный на диалоге с пользователем.

Эти характеристики можно представить в виде переменных, описания которых хранятся в специальной таблице – словаре переменных экспертной системы.

## **1.2. Словарь переменных системы**

Типы переменных разделены на две группы: простые, похожие на те, которыми оперируют языки программирования, и составные, предназначенные для управления логическим выводом. В первую группу входят *«Целое»*, *«Действительное»*, *«Строка»*, *«Время»*, *«Дата»*. Переменные второй группы: *«Список»*, *«Мультисписок»*, *«Один из списка»*, *«Процедура»*, *«Фрейм»*.

Переменные и их значения хранятся в таблицах базы данных. В словаре системы описаны идентификатор, название, тип переменной, значение по умолчанию и ограничения для числовых переменных. Например, уровень воды при паводке должен быть в пределах от 0 до 20 метров, а при катастрофическом наводнении, вызванном аварией на плотинах – от 2 до 50 метров.

Переменная может хранить значение определенного типа. Переменные в словаре подразделяются на группы, согласно выше описанных категорий. Описание начинается с декомпозиции ситуации сначала на блоки, каждый из которых можно отнести к одной из групп, а затем выделяются атрибуты и события внутри группы, которые записываются в виде переменных. Редактор отображает словарь переменных в виде дерева, ветками которого являются названия групп.

### 1.3. Фреймы-ситуации

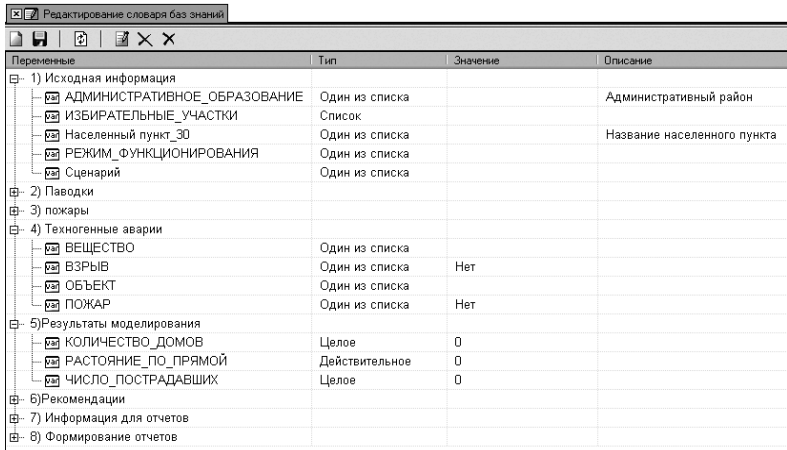
В описываемой системе фрейм представляет собой основную единицу базы знаний. Составляющими фрейма являются слоты. Спецификация слота включает: переменную из словаря и присоединенную процедуру. Текст присоединенной процедуры – последовательность действий, составляющих присоединенную процедуру.

В данной реализации в присоединенной процедуре могут выполняться следующие действия:

- если [слот] (< / > / = / !=) [слот / значение] то [действие] иначе [действие];
- запросить данные у пользователя;
- очистить слот;
- обработать слот;
- выполнить [sql-запрос] и заполнить [слот];
- записать в [слот] [значение];
- заполнить текстовую форму [имя формы];
- сформировать текстовое заключение [список форм].

### 1.4. Редактор базы знаний

Для удобства и простоты использования редактирование базы знаний и словаря системы реализовано с использованием единого инструментария. Редактор имеет два режима работы: редактирование переменных словаря системы и корректировка фреймов-ситуаций. Ввод и корректировка фреймов в базе знаний поддерживаются структурным редактором, который автоматически контролирует синтаксическую корректность и перевод во внутреннюю форму. В зависимости от наполнения словаря экспертная система может настраиваться на терминологию предметной области.



Переменные	Тип	Значение	Описание
1) Исходная информация			
АДМИНИСТРАТИВНОЕ_ОБРАЗОВАНИЕ	Один из списка		Административный район
ИЗБИРАТЕЛЬНЫЕ_УЧАСТКИ	Список		
Населенный пункт_30	Один из списка		Название населенного пункта
РЕЖИМ_ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ	Один из списка		
Сценарий	Один из списка		
2) Паводки			
3) пожары			
4) Техногенные аварии			
ВЕЩЕСТВО	Один из списка		
ВЗРЫВ	Один из списка	Нет	
ОБЪЕКТ	Один из списка		
ПОЖАР	Один из списка	Нет	
5) Результаты моделирования			
КОЛИЧЕСТВО_ДОМОВ	Целое	0	
РАСТОЯНИЕ_ПО_ПРЯМОЙ	Действительное	0	
ЧИСЛО_ПОСТРАДАВШИХ	Целое	0	
6) Рекомендации			
7) Информация для отчетов			
8) Формирование отчетов			

Рисунок 1. Окно редактора словаря переменных

Моделирование ситуаций осуществляется следующим образом. Инженер по знаниям на основе анализа нормативных и методических документов, опросов экспертов разрабатывает формализованный проект ЧС.

Проект содержит перечень атрибутов и событий, из которых на следующем этапе моделирования составляется объект.

Следующий шаг в создании фрейм-ситуации выполняется с помощью редактора фреймов-ситуаций (рисунок 2). В результате анализа, декомпозиции и выделения наиболее важных атрибутов формируется словарь переменных. Затем выполняется обратная задача, когда из имеющихся переменных "собирается" объект.

К атрибутам и событиям прикрепляются одна или несколько операций и условия их выполнения. Полученный объект является совокупностью декларативных и процедурных знаний. На заключительном этапе разрабатываются шаблоны вывода отчетных форм в формате html для визуализации информации.

Возможная последовательность процессов, формирование решений задается порядком обработки атрибутов и событий объекта – эстафетой присоединенных процедур.

Свойства			
22.	ПОДЪЕМ_УРОВНЯ	- +	Если пусто: ЗАПРОСИТЬ ДАННЫЕ; Если изменено: ОЧИСТИТЬ: СЛОТ №23, СЛОТ №26;
24.	КАРТА	- -	Если пусто: ЗАПОЛНИТЬ СЛОТ ИЗ БД;
11.	ПЛАН_НП	- +	Если пусто: ЗАПОЛНИТЬ СЛОТ ИЗ БД; ЕСЛИ (слот №11 > 0) ТО ИНАЧЕ СЛОТ := Имеется; СЛОТ := Нет;
23.	ЧИСЛО_ПОСТРАДАВШИХ	- +	Если пусто: ЗАПРОСИТЬ ДАННЫЕ;
25.	НАСЕЛЕНИЕ	- +	Если пусто: ЗАПОЛНИТЬ СЛОТ ИЗ БД;
41.	КОЛИЧЕСТВО_ДОМОВ	- -	Если пусто: ЗАПОЛНИТЬ СЛОТ ИЗ БД;

Рисунок 2. Отображение фрейма-ситуации

Таким образом, можно создать детальные модели большинства ЧС. Описанный метод практически апробирован при информационной поддержке мероприятий по ликвидации паводковых ЧС [Исаев и др., 2007], техногенных аварий на территории Красноярского края. Планируется разработка моделей ситуаций на транспорте, стратегически важных объектов Сибири, а также для анализа результатов повседневного мониторинга обстановки.

## Список литературы

[Матвеев и др., 2008] Матвеев М. Г., Свиридов А. С., Алейникова Н. А., Модели и методы искусственного интеллекта – М.: Финансы и статистика, 2008.

[Исаев и др., 2008] Исаев С.В., Морозов Р.В., Ничепорчук В.В. Разработка экспертной системы поддержки принятия решений в кризисных ситуациях. Интеллектуальные системы / Труды Восьмого международного симпозиума. Под ред. К.А. Пупкова. – М. РУСАКИ, с. 399-403, 2008.

[Исаев и др., 2007] Исаев С.В., Морозов Р.В., Ничепорчук В.В. Экспертная геоинформационная система поддержки принятия решений при паводковых ЧС. Труды Международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы» (AIS'07) и "Интеллектуальные САПР" (CAD-2007). Научное издание в 4-х томах. – М.: Физматлит, т.2. С.55-60, 2007