

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИТУАЦИЙ ДЛЯ БАЗ ЗНАНИЙ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Abstract. Requirements for the creation of knowledge bases for automated decision support systems are worked out. We propose an ontological model that in contrast to the well-known models can describe a wide class of objects. This opens up the possibility of using the known methods of artificial intelligence to create and modify knowledge bases.
Key words: crisis Situation Centre, ASPPR, ontology of the situation, artificial intelligence.

Анотація. Вироблені вимоги до створення баз знань для автоматизованих систем підтримки прийняття рішень. Запропоновано онтологічну модель, що дозволяє, на відміну від відомих моделей, описувати широкий клас об'єктів. Це відкриває можливість використовувати поширені методи штучного інтелекту для створення та модифікації баз знань.

Ключові слова: кризовий ситуаційний центр, АСППР, онтологія ситуації, штучний інтелект.

Аннотация. Выработаны требования к созданию баз знаний для автоматизированных систем поддержки принятия решений. Предложена онтологическая модель, позволяющая, в отличие от известных моделей, описывать широкий класс объектов. Это открывает возможность применения известных методов искусственного интеллекта для создания и модификации баз знаний.

Ключевые слова: кризисный ситуационный центр, АСППР, онтология ситуации, искусственный интеллект.

1. Введение

Кризисные ситуационные центры (КСЦ) как основа систем управления крупными (корпоративными) структурами в кризисных ситуациях на современном этапе развития информационных технологий находят все большее и большее распространение [1]. Неотъемлемой частью КСЦ являются автоматизированные системы поддержки принятия решений (АСППР) и, в частности, элементы искусственного интеллекта – базы знаний (БЗ).

В основе создания БЗ находится модель знаний в предметной области (ПрО), для которой создается информационная система. Для КСЦ – это знания о ситуациях, требующих оперативного принятия решения.

В литературе встречается достаточно много моделей отдельных узкоспециализированных видов чрезвычайных ситуаций [2, 3], однако отсутствует универсальная модель, позволяющая описывать широкий класс кризисных ситуаций.

В данной работе предлагается онтологическая модель кризисных ситуаций, пригодная для построения БЗ АСППР КСЦ.

Выбор онтологического описания обусловлен тем, что этот метод позволяет объединить в едином представлении реляционные модели, объектно-ориентированные модели, математические модели, тезаурусы и т.п. [4].

2. Основные функциональные требования к БЗ АСППР

На наш взгляд, онтологическая модель ситуации должна позволять легко создавать и пополнять БЗ для выполнения АСППР следующих функций:

- распознавание ситуации;
- прогноз развития ситуации;
- планирование выхода из ЧС;
- ликвидация последствий ЧС;

- анализ причин возникновения ЧС;
- анализ эффективности принятых решений во время выхода из ЧС;
- планирование мероприятий по повышению готовности сил и средств;
- планирование мероприятий по снижению риска на объектах управления.

ПрО БЗ в явном или неявном виде определяется необходимостью обеспечения поддержки выполнения этих функций.

Функции принятия решения в КСЦ, связанные с распознаванием и прогнозом развития ситуации, основываются на знаниях и моделировании процессов и явлений, лежащих в основе кризисной ситуации. Эти знания могут относиться к различным областям науки и техники.

Для принятия решений по планированию различных действий по повышению безопасности объектов и выхода из кризисных ситуаций дополнительно необходимы знания организационной структуры объекта управления, состояние сил и средств, привлекаемых к обеспечению безопасности объектов, ликвидации последствий кризисных ситуаций и т.п.

КСЦ, как правило, создается не на «пустом месте», а базируется на уже существующих информационных системах, созданных в разное время и на основе различных технологий. Такие знания для БЗ должны легко находиться по онтологической модели ситуации.

3. Положения, позволяющие структурировать ситуацию для онтологического описания

1. Концепты теории ситуационного управления.

Понятие «ситуация» существует в нескольких разделах науки и техники, например, в стандартах Министерства чрезвычайных ситуаций [5] формализовано понятие «чрезвычайной ситуации» (ЧС). В статье мы используем определение ситуации, введенное в теории ситуационного управления [6] – основного инструмента научного исследования и построения АСППР. Концепт “Полная ситуация” будет иметь два подкласса: текущая ситуация и модель системы управления.

2. Нормативно-справочная база.

Как правило, для элементов ПрО, являющихся объектом хозяйствования, создаются нормативно-правовые документы, определяющие регламент ее функционирования, и на объекты ПрО распространяется действие государственных и международных документов по профилю их деятельности.

Нормативная база – один из источников получения знания о ПрО и принятии решений при возникновении ЧС. Использование этих данных может формализовать наиболее вероятные чрезвычайные ситуации и деятельность персонала при их возникновении. Онтологическая модель должна включать эти данные.

3. Декомпозиция текущей ситуации.

Наиболее сложные ситуации, особенно те, для выхода из которых необходимо оперативное принятие решений (т.е. нет заранее подготовленных решений), состоят из нескольких неблагоприятных событий и последствий, которые, в свою очередь, могут рассматриваться как ЧС.

Текущую ситуацию, следовательно, можно представить в виде графа, узлами которого являются элементарные (неделимые) ситуации – события или процессы, а дуги отображают связи между ними (причина-следствие или часть-целое). Пример представлен на рис. 1.

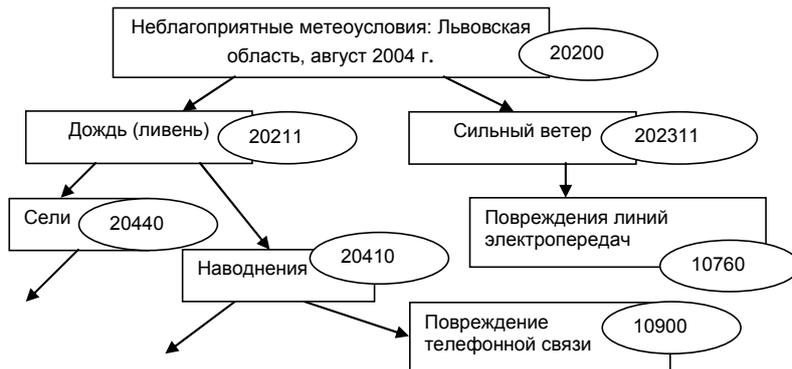


Рис. 1. Фрагмент графа, представляющего связь между структурными частями ситуации. Овалы – коды ситуации согласно Государственному классификатору

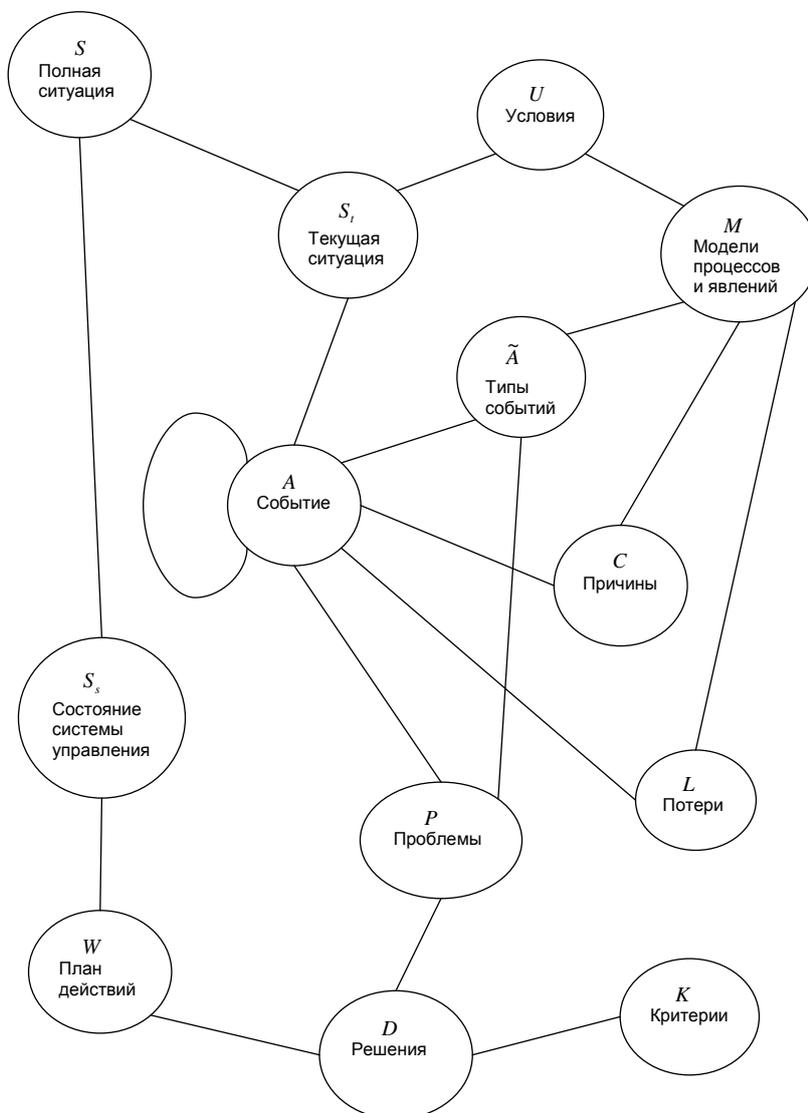


Рис. 2. Диаграмма классов онтологической модели ситуации верхнего уровня

4. Теоретические знания и модели процессов и явлений, которые могут иметь место на объектах управления.

Многие процессы и инциденты, являющиеся частью чрезвычайной ситуации, изучались в соответствующих областях науки и техники и имеют математические модели, онтологические описания и реализующие их программные комплексы. Например, модели распространения эпидемий [7], распространение вредных веществ в атмосфере [8] и т.п.

Для интеграции различных моделей в единую систему предлагается использовать базу знаний и объектно-ориентированный подход к объединению различных знаний. Это означает, что каждая подсистема, реализующая модель некоторого явления, соотносится с объектом базы знаний. Этот объект хранит информацию о структуре подсистемы, перечень входных параметров, структуру выходных данных, интерфейсные программные модули, пользовательские инструкции и т.п. В рамках базы знаний устанавливаются связи между рассматриваемым объектом и другими элементами знаний, ссылки на классификаторы.

4. Онтологическая модель ситуации

В границах вышеприведенных требований предлагается онтологическая модель – диаграмма основных классов, которая представлена на рис. 2.

Диаграмма выполнена в стандарте *idef5* [9]. В кругах, обозначающих классы, перед наименованием концепта помещено обозначение множества объектов, составляющих класс.

В модели использован ряд концептов, под которыми в данном случае подразумевается следующее.

«Событие» – центральный концепт модели. Текущая ситуация обязательно включает одно или несколько событий (эти классы связаны отношением «часть – целое» – «part is»). Именно с этим концептом связаны такие понятия, как «Причины», «Потери» и «Проблемы», которые при обобщенном кратком описании относят к ситуации в целом.

Класс «Причины» объединяет сущности, которые могут вызывать неблагоприятные события. Например, поврежденная электропроводка, которая может стать причиной пожара. Исследование элементов класса позволяет предпринимать меры по снижению риска возникновения ЧС – одна из функций, связанная с принятием решения в КСЦ.

Класс «Потери» или убытки объединяет неблагоприятные последствия ЧС, которые невозможно предотвратить посредством деятельности КСЦ. Например, сгоревший дом.

Класс «Проблемы» объединяет последствия ЧС, которые требуют решений и неотложных действий КСЦ. Например, раненые в результате пожара.

Каждый из трех классов («Причины», «Потери» и «Проблемы») связан с классом «Событие» причинно-следственной связью типа «многие ко многим».

Инциденты могут объединяться в цепочки взаимосвязанных событий. Эта причинно-следственная связь определена внутри множества событий A . На диаграмме классов она изображена рекурсивной связью.

Класс «Типы событий» представляет собой формальное описание различных типов событий на основе нормативно-справочной документации. Определение типа события определяет шаблон его описания, который находится среди объектов класса. Классы «События» и «Типы событий» связаны отношением наследования.

Класс «Модели процессов и явлений» включает в себе знания различных областей науки и техники, относящиеся к элементам множества \tilde{A} (типам событий). В число этих знаний входят также ссылки на программные и информационные средства, реализующие соответствующие модели.

Состояние среды, в которой происходят события, формализуется с помощью класса «Условия». Множество условий U включает сущности, которые не являются сами по себе неблагоприятными событиями, однако могут существенно повлиять на текущую ситуацию.

Концепт «Решения» введен в онтологическую модель для осуществления таких функций БЗ, как поиск прецедентов принятия решения и анализ принятых решений.

Класс «Критерий» содержит критерии оценки эффективности решений, что позволяет выбрать наилучшее из них.

Концепт «Состояние системы управления» детализируется в схему системы управления, которая может включать такие концепты, как спасательные отряды, специалистов, технику, материальные ресурсы. Такая схема обычно представляет собой реляционную модель данных. Эти данные должны обеспечить возможность планирования работ по выполнению решений КСЦ, определять стоимость, время выполнения плана и возможность его осуществления.

5. Использование базы знаний для поддержки принятия решений

Онтологическая модель позволяет формализовать знания о ПрО и данные, описывающие ПрО, а также для поиска новых знаний методами искусственного интеллекта. Использование БЗ в системах управления, как правило, состоит из двух основных процедур:

- накопление знаний на основе всех источников пополнения БЗ;
- поиск в БЗ для выбора знаний, релевантных рассматриваемой ситуации.

Процедура сбора и накопления знаний в БЗ позволяет сформировать знания о ситуациях, возникающих в результате реализации событий, относящихся к концепту «События», формализовать эти знания в соответствии с требованиями используемой системы управления базами знаний (СУБЗ), систематизировать знания о ситуации в соответствии с классами «Причины», «Проблемы», «Потери» и т.д. Систематизация знаний в соответствии с онтологией классов позволяет использовать предложенную модель при интеллектуальном поиске в БЗ при подготовке проектов решений.

Рассмотрим наиболее актуальные для КСЦ задачи поиска знаний для поддержки принятия решений.

Вспользуемся теоретико-множественным описанием объектов, входящих в онтологическую модель. Обозначения множеств, соответствующих классам онтологии, указаны на рис. 2 главными буквами. Например, A – множество событий, \tilde{A} – множество типов событий, U – множество условий. Элементы множеств обозначаются прописными буквами. Связи между элементами обозначаются через R .

1. Прогнозирование развития ситуации.

В соответствии с онтологической моделью задача прогнозирования развития ситуации происходит через прогнозирование возникновения событий, влечет за собой задачи прогнозирования проблем и потерь.

Прогнозирование возникновения событий означает реализацию связи $a_i R a_j$, где R – связь между элементами множества A $a_i, a_j \in A$ в каждом конкретном случае принимающая конкретные значения. Если наблюдается такая неявная связь, то это может оказаться реализацией скрытого продукционного правила

$$\langle \tilde{a}_i, u, a_i \Rightarrow a_j \rangle,$$

где $a_i, a_j \in A$, a_i и $\tilde{a}_i \in \tilde{A}$ связаны отношением наследования, т.е. \tilde{a}_i – тип элемента a_i , $u \in U$.

Получаем постановку задачи поиска скрытых закономерностей, решению которых посвящено много работ [10].

Необходимо учитывать, что продукционное правило срабатывает с некоторой степенью неопределенности и может реализовываться как цепочка последовательно примененных продукционных правил, состав которой сложно оценить. Поэтому целесообразно использовать методы нечеткой логики [10].

Аналогично ставится задача прогнозирования возникновения возможных проблем. Скрытое продукционное правило имеет вид

$$\langle \tilde{a}, u, a \Rightarrow p \rangle,$$

где $a \in A$, a и \tilde{a} связаны отношением наследования, $u \in U$.

Задача прогнозирования потерь состоит из двух частей: прогнозирование вида потерь (разрушенные дома, дороги и т.п.) и размера потерь. Первая часть – поиск закономерностей в виде продукционного правила, аналогичного первым двум. Вторая – задача масштабирования, рассмотренная в работах [11, 12].

2. Поиск решений проблем.

Эта задача рассматривалась во многих работах [10–12] как поиск прецедентов в базе знаний. Основная идея этого подхода заключается в том, чтобы найти ситуацию (проблему), имеющую решение и наиболее близкую к рассматриваемой по набору характеристик онтологической модели. Для решения задачи необходимо иметь формальное описание прецедентов. Это описание позволяет сделать онтологическая модель.

3. Планирование работ по реализации решений.

Поиск решений проблем может не дать желаемых результатов. В этом случае необходимо построение новых планов для решения проблем. Построение новых планов необходимо также, если в силах и средствах, подчиненных КСЦ, произошли существенные изменения. База знаний, построенная на предлагаемой онтологической модели, имеет все необходимые данные для иерархического планирования работ [13].

4. Анализ причин возникновения проблемных событий.

Исследование кризисных ситуаций после их завершения – очень важная и трудоемкая задача. Обобщая опыт исследования аналогичных ситуаций, можно ускорить данный процесс.

На основании онтологической модели эта задача формулируется как поиск в прецедентах событий $a \in A$ связей cRa , где $c \in C$. Подход к оценке аналогичен оценке причинно-следственных связей в предыдущих задачах, т.е. необходимо искать подтверждение продукционных правил вида

$$\langle u, c \Rightarrow a \rangle,$$

где $a \in A$ – множество событий, $c \in C$ – множество причин, $u \in U$ – множество условий, при которых происходит событие.

Принятие решения о причинах инцидентов чрезвычайной ситуации – функция аналитиков и функция ситуационного центра в режиме пополнения знаний о ПрО. База знаний обеспечивает только поддержку принятия решений.

6. Выводы

Предложена обобщенная онтологическая модель кризисной ситуации, которая:

- об'єднує різні аспекти і види кризових ситуацій;
 - дозволяє використовувати знання теорії ситуаційного управління, реляційні моделі, математичні моделі розвитку фізичних процесів при надзвичайних ситуаціях, знання з різних областей науки і техніки;
 - описує знання, необхідні для рішення всіх задач кризового центру;
 - отримувати нові знання.
- Предложена модель может служить основой для разработки БЗ, необходимой для быстрого и квалифицированного принятия решения в КСЦ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Морозов А.А. Ситуационные центры – основа стратегического управления / А.А. Морозов, В.А. Яценко // Математичні машини і системи. – 2003. – № 1. – С. 3 – 14.
2. SEVA4A: An ontology for emergency notification systems accessibility / A. Malizia, T. Onorati, P. Dias [et al.] // Expert systems with Applications. – 2010. – Vol. 37, Is. 4. – P. 3380 – 3391.
3. Paola Di Maio An open Ontology for open source emergency response systems [Електронний ресурс] / Paola Di Maio. – Режим доступу: <http://www.mfu/as/th>.
4. Guarino N. Formal Ontology Analysis and Knowledge Representation / Guarino N. // Special issue on Formal Ontology. Conceptual Analysis and Knowledge Representation / N. Guarino, R. Poli (ed.). – 1995. – 21 p.
5. Державний класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019-2001. – К.: Держстандарт України, 2002. – 15 с.
6. Поспелов Д.А. Ситуационное управление – теория и практика. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 288 с.
7. Бароян О.В. Проблемы прогнозирования в эпидемиологии / Бароян О.В. – М.: Знание, 1971. – 64 с.
8. Беспалов В.П. Автоматизована система "Оцінка характеру і наслідків надзвичайної події на хімічно небезпечних об'єктах" / В.П. Беспалов, Ю.Х. Коваль // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика: зб. доповідей наук.-практ. конф. з міжнар. участю (Київ, 7 червня, 2005 р.). – Київ, 2005. – С. 82 – 85.
9. IDEF5 Method Report. Information Integration for Concurrent Engineering (IICE) // Knowledge Based Systems, Inc., 1408. – Texas, USA, University Drive East College Station 1994. – September 21. – 175 p.
10. Siu Nin Lam Department of Computer Science [Електронний ресурс] / Siu Nin Lam // University of Illinois at Urbana-Champaign. Discovering Association Rules in Data Mining. – Режим доступу: <http://www.raymond-lam.com/opinion.html>.
11. Шерстюк В.Г. Гибридная интеллектуальная СППР для управления судном / В.Г. Шерстюк, А.П. Бень // Штучний інтелект. – 2008. – № 3. – С. 141 – 144.
12. Карпов Л.Е. Методы добычи данных при построении локальной метрики в системах вывода по прецедентам [Электронный ресурс] / Карпов Л.Е., Юдин В.Н. – М., 2007. – (Препринт / ИСП РАН). – Режим доступа: http://citforum.univ.kiev.ua/consulting/BI/data_mining/5.shtml.
13. Иерархическое планирование производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://menedjeri.ru/index.php?gmenu=896129123&razdel=84786769>.

Стаття надійшла до редакції 14.06.2010