

2. L. A. Zadeh. From Computing with Numbers to Computing with Words – From Manipulation of Measurements to Manipulation of Perceptions // IEEE Transactions on circuits and systems. – 1999. – Vol. 45. – P. 105-119.
3. Leszek Rutkowski. Flexible Neuro-fuzzy Systems: Structures, Learning and Performance Evaluation. – New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic Publishers, 2004. – 279 p.

**Е.В. Сенин, И.Г. Жукова, М.Б. Сипливая**

*Волгоградский государственный технический университет, e-mail: h31337@mail.ru*  
*Волгоградский государственный технический университет, e-mail: kreative@vistcom.ru*  
*Волгоградский государственный технический университет, e-mail: marina@cad.vstu.ru*

### **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КАЧЕСТВЕННЫХ РАССУЖДЕНИЙ**

В работе представлен обзор перспективных направлений применения моделей и методов качественных рассуждений в прикладных областях.

#### **1. Введение**

Качественные рассуждения – область искусственного интеллекта, в которой разрабатываются модели и алгоритмы для рассуждений об объектах на качественном уровне, т.е. без использования точных количественных данных, либо с использованием количественных данных в качестве вспомогательной информации. Модели и методы качественных рассуждений с успехом применяются для решения различных задач, в том числе для решения задач анализа и моделирования поведений сложных систем.

Традиционно процесс математического моделирования сопряжен с процессами построения математической модели системы и расчетом ее числовых параметров, однако такой подход не применим, когда точные значения параметров (так же как и точная структура системы) не известны. Такие проблемы возникают при моделировании сложных технических, химических, биологических, медицинских, экономических, организационных и других систем. Многие важные аспекты таких моделей слабо формализованы, либо не формализованы вообще, также как и состояния, в которых модель применима. Эти проблемы частично можно решить, основываясь на теории качественных рассуждений, используя модели и методы качественной физики, которые позволяют эффективно решать задачи анализа и моделирования поведений сложных систем.

В настоящее время, разработано большое количество теоретических работ в данном направлении. Однако необходимо использовать полученные теоретические результаты в практической деятельности, поэтому является актуальной задача применения разработанных моделей и методов для решения практических задач.

#### **2. Области применения качественных рассуждений**

Модели и методы качественных рассуждений предоставляют широкие возможности для решения различных задач, таких как сбор и накопление информации о системе и ее поведении; анализ качественных моделей технических систем [de Kleer, 1977]; синтез сложных качественных моделей на основе существующих и т.п.

На данный момент основными направлениями использования качественных рассуждений в области моделирования и анализа сложных систем являются:

- построение моделей диагностики системы по ее описанию и описанию ее компонентов и эффективный анализ системы;

- выявление дефектов системы при прогнозировании (численном или нечисловым);
- моделирование поведений и параметров системы перед их реальным физическим построением;
- объяснение численного моделирования;
- понимание процессов, происходящих в системах, и их контроль;
- поддержка принятия решений на этапах анализа и моделирования в условиях неопределенности и др.

Модели и методы качественных рассуждений, в т.ч. качественной физики, успешно применяются в следующих прикладных областях [Price et al., 2005]:

- автоматизированное образование;
- автомобилестроение (виртуальные транспортные средства - от концепции до утилизации);
- понимание и управление сложными естественными системами;
- медицина (интерпретация 4D данных);
- автономное решение проблем в неопределенных ситуациях;
- интеллектуальная поддержка инженерного анализа.

Создание систем на основе моделей и методов качественных рассуждений имеет большое значение для разработки и дальнейшего совершенствования систем в области образования [Brown et al., 1982]. Преподаватели и обучаемые нуждаются в средствах для извлечения и представления концептуальных знаний. Необходимо формально представлять (и автоматизировать объяснения) знания, которые являются качественными, неполными, нечеткими, а при взаимодействиях, часто выражаются устно и схематически. Неспособность, достаточно полно представить это знание в формате удобном для машинной обработки, сохраняя его уникальные характеристики, препятствует разделению информации и пониманию связей в теоретических знаниях. Это является основной проблемой в образовании и обучающих системах. Технология качественных рассуждений может обеспечить решение задач представления знаний и реализации механизмов рассуждений в области концептуальных знаний.

При изготовлении транспортных средств увеличиваются затраты на анализ подсистем новых моделей автомобилей (временные, трудовые и т.п.). В результате акценты производителей и инженеров-проектировщиков смещаются к созданию и использованию модели виртуального прототипа и автоматизации его анализа. Благодаря построенной модели - прототипу, можно решать возникающие на разных этапах жизненного цикла автомобиля задачи – моделирование системы и ее эффективный анализ, проведение диагностики и определение дефектов, производство контролирующего оборудования и др. Применение качественных рассуждений дает возможность провести анализ моделей на ранних стадиях проектирования до того, как вся информация об объекте доступна, что позволяет существенно снизить затраты на реальное проектирование и уменьшить вероятность возникающих проектных ошибок.

В естественных системах модели, построенные на основе качественных рассуждений, должным образом объединенные с имеющейся количественной информацией, играют огромную роль при изучении и понимании процессов функционирования систем.

Также известны успешные примеры применения технологии качественных рассуждений в медицине. Так, например, в электрокардиологии модели и методы качественных рассуждений применяют для поддержки процессов принятия решений в данной предметной области и автоматизированной идентификации существующих электрокардиограмм и их особенностей, определения и интерпретации электрокар-

диограмм, получения объяснений электрокардиограмм, хранения и дальнейшего использования их в клинической практике [Ironi et al., 2003].

Перспективным направлением применения моделей и методов качественных рассуждений для автономного решения проблем, возникающих в неопределенных ситуациях, является область космических технологий и спутников. Для достижения цели межпланетный спутник – вездеход должен построить план своего движения на другой планете, а качественное моделирование может быть использовано для проверки соответствия данного плана конечной цели. При этом всегда существует возможность скорректировать полученный план, в зависимости от той или иной «нештатной ситуации» (например, когда какой-нибудь из датчиков вышел из строя).

Одним из важных направлений применения технологии качественных рассуждений является интеллектуальная поддержка инженерного анализа.

Математический аппарат инженерных расчетов постоянно развивается. Однако технология решения инженерных задач с помощью современных методов остается достаточно сложной. В процессе инженерного анализа возникает ряд проблем, от правильности решения которых в значительной степени зависит точность и достоверность результатов анализа [Wriggers et al., 1988].

В основу концепции интеллектуальной поддержки инженерного анализа положены принципы объединения возможностей численных и символьных вычислений и совместного использования количественной и качественной информации об объекте и процессе анализа. Реализация такого подхода возможна на основе применения технологии качественных рассуждений совместно с численными методами инженерного анализа [Жукова и др., 2005].

### 3. Заключение

Представленный анализ показывает, что модели и методы качественных рассуждений успешно применяются для решения практических задач в различных прикладных областях, при этом удается решать задачи, связанные с анализом, синтезом и моделированием поведений сложных систем в условиях неполной, неточной, качественной информации, что существенно повышается эффективность решения поставленных задач и получаемых результатов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Brown J.S., Burton R., de Kleer J., Pedagogical and Knowledge Engineering Techniques in SOPHIE I, II and III, in "Intelligent Tutoring Systems", D. Sleeman and J. S. Brown (eds), pp227-282, Academic Press, New York, 1982.
2. de Kleer J., Multiple Representations of Knowledge in a Mechanics Problem-solver, in Proceedings IJCAI-77, pp299-304, Morgan Kaufmann, 1977.
3. Ironi L., Tentoni S., Towards automated electrocardiac map interpretation: an intelligent contouring tool based on Spatial Aggregation, Lecture Notes in Computer Science, 2003.
4. Price C.J., Travé-Massuyès L., Milne R., Ironi L., Bredeweg B., Lee M.H., Struss P., Snooke N., Lucas P., Cavazza M., Qualitative Futures. 19th International Workshop on Qualitative Reasoning QR-05, Graz, Austria, May 18th - 20th, 2005.
5. Wriggers P., Tarnow N. Interactive control of nonlinear FE calculations by an expert system. // IBNM, Hannover, 1988.
6. Жукова И. Г., Сипливая М.Б., Сливин Р.Ю. Проблемы интеллектуальной поддержки инженерного анализа на основе теории качественных рассуждений и рассуждений по прецедентам, приложение к журналу "Открытое образование", материалы XXXII международной конференции молодых ученых: Информационные технологии в науке, образовании и бизнесе, IT + S&E'05.