

УДК 004.891

**Л. Р. ЧЕРНЯХОВСКАЯ, Е. Б. СТАРЦЕВА, П. В. МУКСИМОВ, К. А. МАКАРОВ****ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
ПРИ УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ  
НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ**

Рассмотрены проблемы управления сложными производственными системами, и представлен подход к организации поддержки принятия решений в данных системах на основе онтологических баз знаний. Также в статье представлены принципы и технологии моделирования информационно-управляющей производственной среды, на основе которых предлагается построение систем поддержки принятия решений. *Онтология; поддержка принятия решений; информационно-управляющая производственная среда; онтологическая база знаний; информационная поддержка; интеллектуальная поддержка*

Деятельность как отдельных людей, так и предприятий сейчас все в большей степени зависит от имеющихся у них знаний как одного из самых ценных ресурсов и способности их эффективно использовать [1, 2].

Для современного предприятия характерно постоянное изменение среды, в которой оно работает, адаптируется и выживает. В условиях конкуренции эффективность функционирования предприятия во многом определяется скоростью и точностью реакции системы управления на изменение внешней среды [3], а это требует применения в менеджменте новых концепций, техник и инструментария.

Управление знаниями сегодня рассматривается как мощное конкурентное преимущество на предприятии, ориентированном на постоянные изменения деловых процессов. Информационные технологии и данные сами по себе не могут обеспечить конкурентного преимущества на долгосрочный период. Эффективность функционирования предприятия может быть достигнута трансформацией имеющейся в его распоряжении информации в знания [4]. В связи с этим актуальной тенденцией развития информационно-управляющих производственных систем является их интеллектуализация.

Актуальной является также организация единого информационного пространства для обмена мнениями и опытом между специалистами в области постановки и решения задач управления, специалистами по управле-

нию деловыми процессами и специалистами по анализу и моделированию систем.

Таким образом, чтобы обратить на пользу предприятию всю имеющуюся у него информацию, опыт и квалификацию сотрудников, повысить качество принимаемых решений и сократить время реакции на меняющиеся рыночные условия, нужно создать единую информационную среду для интеграции данных и знаний, используемых в различных деловых процессах.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ  
К ОРГАНИЗАЦИИ ПОДДЕРЖКИ  
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Развитие современных информационно-управляющих систем идет в направлении интеграции их с системами искусственного интеллекта. Интеллектуальная и информационная поддержки принятия решений повышают эффективность управления в сложных производственных системах путем своевременного предоставления необходимой информации пользователю.

На данный момент уже сформированы некоторые подходы к организации поддержки принятия решений, которые быстро развиваются в различных областях научной и производственной деятельности. Наиболее широко используемые методы организации поддержки принятия решений приведены в табл. 1.

Таблица 1

## Подходы к организации поддержки принятия решений при управлении

Методы организации ППР	Модель представления данных и знаний	Решаемые задачи
Формирование решений на основе хранилищ данных	Модели оперативной аналитической обработки данных (OLAP)	Организация среды для накопления данных. Сбор данных, их объединение и преобразование. Интеллектуальный анализ данных.
Формирование решений в экспертной системе на основе правил	Продукционные модели Логические модели Семантические сети Фреймы Искусственные нейронные сети	Поиск решений в базе правил. Объяснение решений. Обучение базы знаний новым правилам.
Формирование решений на основе прецедентов (СВР-системы)	Прецеденты проблемных ситуаций	Накопление прецедентов. Поиск решений в базе прецедентов. Адаптация решений к новой проблемной ситуации.
Формирование решений на основе онтологий	Семантические сети, описывающие понятия в рассматриваемой предметной области и отношения между понятиями	Формирование классов понятий в рассматриваемой предметной области. Формирование отношений между понятиями Разработка логической модели онтологии.

Из всех направлений развития искусственного интеллекта наиболее современным и перспективным направлением в области формализации знаний, которое дает возможность использовать накопленные знания для компьютерной обработки и представления, является онтологический анализ. Подход на основе онтологий является достаточно гибким и универсальным, что обосновывает его применение при решении задач управления сложными производственными системами в среде с большими объемами информации и необходимостью оперативного извлечения ее частей [5]. Преимущества онтологического анализа производственной системы состоят в следующем:

- представление теоретических знаний об управлении производственной системой в виде семантической сети понятий и отношений между понятиями;
- рассмотрение производственной системы, как многофункциональной среды ведения взаимосвязанных деловых процессов, не ограниченной рамками одной системы управления;
- повышение эффективности информационного поиска на основе структуризации и классификации хранимых знаний;

- возможность сбора, накопления, обработки и представления знаний в Интранет-сети предприятия в соответствии с концепцией Semantic Web.

Поэтому в данной статье предлагается новый подход к поддержке принятия решений при управлении сложными производственными системами на основе онтологической базы знаний.

#### ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Система взаимосвязанных деловых процессов промышленного предприятия включает большое количество неоднородных задач управления (оперативного, тактического, стратегического) разной сложности, поэтому при разработке информационно-управляющей производственной среды требуется их рассмотрение с различных точек зрения с использованием разных типов моделей и средств моделирования. На основании этого разработаны следующие принципы моделирования:

- унификация обработки, представления и хранения информации о различных деловых

вых процессах, представленных с различных точек зрения в едином формате онтологической базы знаний;

- интеграция на основе моделей онтологического анализа структурных моделей управления производством с логическими моделями принятия решений;
- обеспечение различных видов информационной и интеллектуальной поддержки принятия решений в информационно-управляющей производственной среде.

В соответствии с представленными принципами для моделирования информационно-управляющей производственной среды использован ряд технологий, которые позволяют интегрировать структурные модели управления производством с логическими моделями принятия решений. Различные типы моделей позволяют предоставить пользователю различные виды поддержки (см. рис. 1).

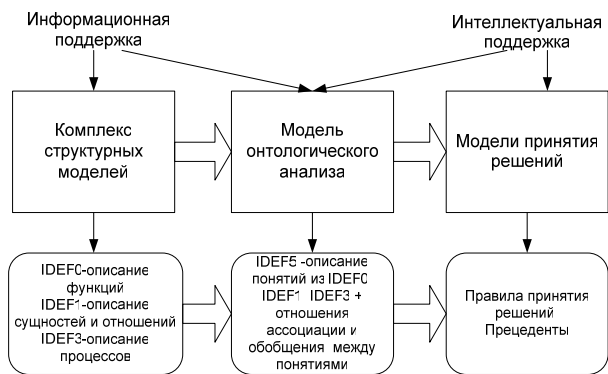


Рис. 1. Технологии моделирования информационно-управляющей производственной среды

Для интеграции структурных моделей управления производством с логическими моделями принятия решений в данной работе предлагается использовать онтологический анализ предметной области. Онтологическая модель представления знаний представляет собой множество классов понятий и связей (отношений) между ними. Установление различных видов отношений позволяет организовать сложную иерархическую структуру понятий предметной области.

Таким образом, предлагаемые принципы и технологии моделирования позволяют с различных точек зрения описать сложные системы, которые содержат огромное число элементов и связей, для функционирования которых требуются большие объемы информации и знаний, сокращая при этом время, требуемое на их разработку, повышая качество формализации предметной области и точность предоставляемых решений.

## ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

Онтологическая модель представления знаний позволяет интегрировать абстрактные знания в рассматриваемой предметной области, выраженные в математической форме, и эмпирические знания экспертов, сформулированные с использованием моделей представления знаний.

Использование онтологической модели представления знаний для проектирования сложных производственных систем оправдано еще и тем, что онтологии выделяют три уровня общности отражаемых знаний [4]:

- онтологии общих знаний (мета-онтологии);
- онтологии предметных знаний;
- онтологии задач, моделей и методов принятия решений.

Формально онтология может быть представлена:

$$Onto = \langle Onto_{meta}, Onto_{app}, Inf \rangle, \quad (1)$$

где  $Onto_{meta}$  — онтология общих знаний;  $Onto_{app}$  — онтология предметных знаний;  $Inf$  — механизм логического вывода.

При этом онтология общих знаний содержит знания более высокой степени общности, позволяющие доопределять модели конкретных предметных знаний на основе описания общих свойств пространства и времени.

Онтология предметных знаний содержат знания по предметной области управления деловыми процессами и знания относительно задач, моделей и методов принятия решений. Приложения, работающие в информационной управляющей производственной среде, могут обращаться к онтологиям общих знаний для получения информации, выходящей за их рамки, но необходимой для корректной постановки задачи управления.

$$Onto_{app} = \langle Class_s, Class_m, Class_{mod}, R, P, Inst, Ax \rangle, \quad (2)$$

где  $Class_s$  — класс задач;  $Class_m$  — класс методов;  $Class_{mod}$  — класс моделей;  $R$  — отношения между классами;  $P$  — свойства (атрибуты) классов;  $Inst$  — примеры классов;  $Ax$  — аксиомы.

Онтологии задач, моделей и методов представляют собой базу знаний в совокупности

с механизмом логического вывода для конкретных предметных областей, и дают возможность использования существующих знаний для решения различных задач [1, 4].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПОВ И МОДЕЛЕЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИУПС

Задачей управления, на примере которой можно продемонстрировать необходимость разработки информационно-управляющей производственной среды, может быть задача проведения подрядных торгов на оказание услуг предприятию транспорта нефтепродуктов. На предприятии ОАО «Уралтранснефтепродукт» эта задача решается несколькими службами и увязывает между собой несколько различных деловых процессов, таких как выполнение работ и услуг, поставка материалов и оборудования и др. При решении данной задачи возникает необходимость выбора подрядчика, в этом случае принятие управленческого решения заключается в выделении оптимального предложения из всех имеющихся. При создании концепции будущей системы для решения проблемы сопоставления подрядчиков и выбора оптимального подрядчика было предложено использовать ма-

тематическую модель, построенную на основе метода анализа иерархий.

Для представления знаний о предметной области была разработана ее онтология, которая была интегрирована с онтологией моделей и методов.

Фрагмент онтологической базы знаний для решения задачи «Проведение подрядных торгов» представлен на рис. 2. Этот фрагмент позволяет представить экспертные знания о решении конкретной задачи управления, определенным методом, путем формирования отношений между представленными в различных онтологиях понятиями задачи, модели и метода. Например, после формирования отношения между задачей проведения подрядных торгов и классом многокритериальных моделей стало возможным определение метода решения задачи из представленных в онтологии моделей и методов.

В реальных процессах управления практически невозможно однозначно отобразить множество задач принятия решений на множество математических моделей и методов их решения. Это существенно усложняет задачу выбора метода принятия решений. Поэтому для решения этой проблемы в данной работе предлагается использовать прецеденты использования математических моделей и методов для решения конкретных задач.

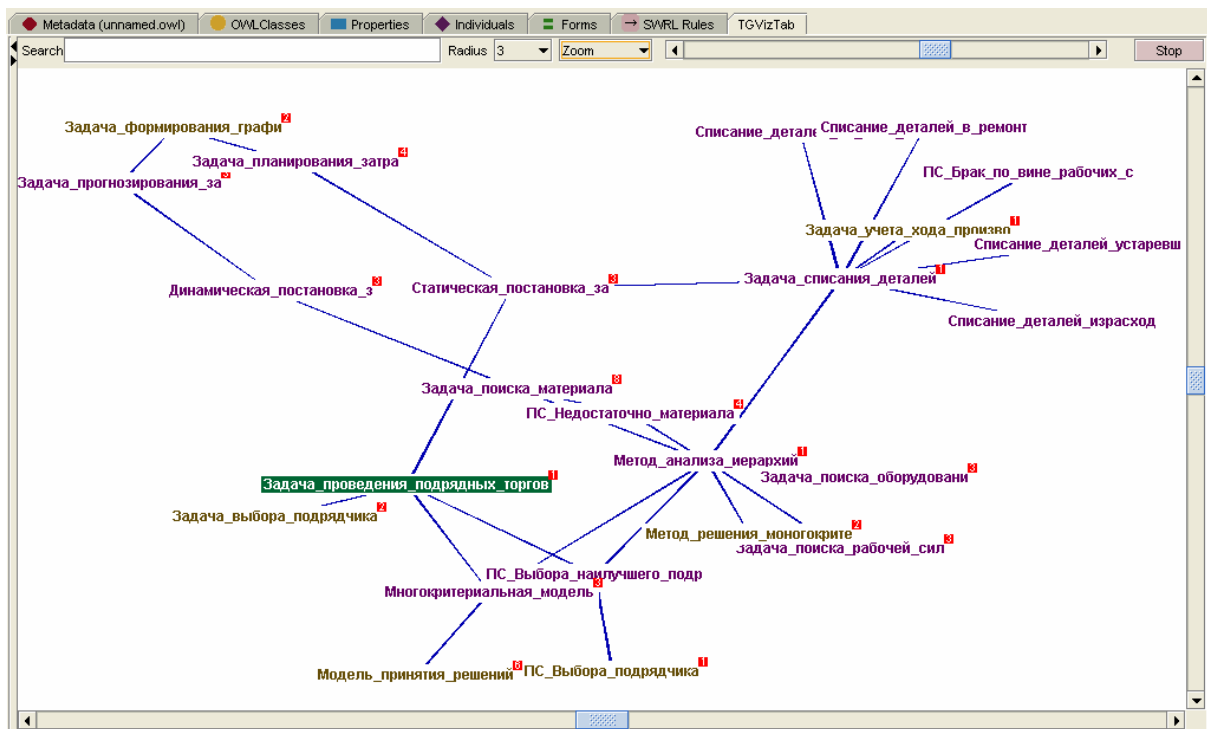


Рис. 2. Фрагмент онтологической базы знаний



Таким образом, предлагается подход к формированию интеллектуальных компонентов информационно-управляющей производственной среды, позволяющий определить соответствие между методами принятия решений и задачами управления, а также предложить метод решения задачи управления на основе прецедентов.

Организация единой информационной среды для обмена мнениями и опытом между специалистами в области управления предприятием, специалистами по управлению производственными процессами и специалистами по анализу и моделированию систем повышает эффективность управления предприятием путем повышения обоснованности решений, а также за счет повышения квалификации лиц, принимающих решения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был проведен сравнительный анализ существующих подходов к поддержке принятия решений, выделены их преимущества и недостатки. Предложен новый подход к поддержке принятия решений при управлении сложными производственными системами. Сущность предлагаемого подхода состоит в том, что предлагается разработать информационно-управляющую среду как единую среду для интеграции данных и знаний, используемых в различных деловых процессах. Для представления знаний в информационно-управляющей среде предлагается онтологическая модель. Данный подход позволяет повысить обоснованность принимаемых решений, а также сократить финансовые и временные затраты на проектирование информационно-управляющей производственной среды за счет интеграции ее моделей на основе имеющихся корпоративных знаний.

Результаты работы могут быть использованы при проектировании информационно-управляющей системы крупного предприятия или организации, где требуется оперативное и обоснованное представление информации, необходимой для принятия решений, обеспечение целостности хранимой информации и снижение психологической нагрузки на лицо, принимающее решение.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бадамшин, Р. А.** Проблемы управления сложными динамическими объектами в критических ситуациях на основе знаний / Р. А. Бадамшин, Б. Г. Ильясов, Л. Р. Черняховская. М. : Машиностроение, 2003. 240 с.

2. **Startseva, E. B.** Strategic management problems, models and method of their solution / E. B. Startseva, P. V. Muksimov, K. A. Makarov, R. I. Nizamutdinova // The 9th Int. Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2007). USATU, Ufa, Russia, 2007.
3. **Ильenkova, С. Д.** Управление качеством : учеб. / С. Д. Ильenkova, Н. Д. Ильenkova, С. Ю. Ягудин [и др.]. М. : ЮНИТИ, 1998.
4. **Тартаковский, Г. П.** Теория информационных систем : учеб. пособие / Г. П. Тартаковский. М. : Изд-во Физматкнига, 2005. 340 с.
5. **Черняховская, Л. Р.** Онтологический подход к разработке систем поддержки принятия решений / Л. Р. Черняховская, Р. А. Шкундина, К. Р. Нугаева // Вестник УГАТУ. 2006. Т. 8, № 1 (17).

### ОБ АВТОРАХ



**Черняховская Лилия Рашитовна**, проф. каф. техн. киберн. Дипл. инж. эл-ной техн. (УАИ, 1970). Д-р тех. наук по сист. анализу, упр. и обр. инф. (УГАТУ, 2004). Иссл. в обл. интел. инф. систем, поддержки принятия решений.



**Старцева Елена Борисовна**, доц. каф. АСУ. Дипл. инж.-сист. по АСУ (УАИ, 1992). Канд. тех. наук по АСУ (УГАТУ, 1997). Иссл. в обл. интел. инф. систем, поддержки принятия решений.



**Муksимов Павел Валерьевич**, асп. каф. техн. киберн. Дипл. экон. и магистр по инф. системам (УГАТУ, 2002). Готовит дис. в обл. интел. инф. систем.



**Макаров Константин Александрович**, асп. каф. техн. киберн. Дипл. инж. по АСУ (УГАТУ, 2007). Готовит дис. в обл. интел. инф. систем.