

Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin  
(editors)

# **Natural and Artificial Intelligence**

**ITHEA**

**SOFIA**

**2010**

**Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin (ed.)**

**Natural and Artificial Intelligence**

ITHEA®

Sofia, Bulgaria, 2010

ISBN 978-954-16-0043-9

First edition

Recommended for publication by The Scientific Council of the Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA

This book is engraved in prof. Zinoviy Lvovich Rabinovich memory. He was a great Ukrainian scientist, co-founder of ITHEA International Scientific Society (ITHEA ISS). To do homage to the remarkable world-known scientific leader and teacher this book is published in Russian language and is concerned to some of the main areas of interest of Prof. Rabinovich.

The book is opened by the last paper of Prof. Rabinovich specially written for ITHEA ISS. Further the book maintains articles on actual problems of natural and artificial intelligence, information interaction and corresponded intelligent technologies, expert systems, robotics, classification, business intelligence; etc. In more details, the papers are concerned in: conceptual problems of the natural and artificial intelligent systems: structures and functions of the human memory, ontological models of knowledge representation, knowledge extraction from the natural language texts; network technologies; evolution and perspectives of development of the mechatronics and robotics; visual communication by gestures and movements, psychology of vision and information technologies of computer vision, image processing; object classification using qualitative characteristics; methods for comparing of alternatives and their ranging in the procedures of expert knowledge processing; ecology of programming – a new trend in the software engineering; decision support systems for economics and banking; systems for automated support of disaster risk management; and etc.

It is represented that book articles will be interesting for experts in the field of information technologies as well as for practical users.

General Sponsor: Consortium FOI Bulgaria ([www.foibg.com](http://www.foibg.com)).

Printed in Bulgaria

**Copyright © 2010 All rights reserved**

© 2010 ITHEA® – Publisher; Sofia, 1000, P.O.B. 775, Bulgaria. [www.ithea.org](http://www.ithea.org); e-mail: [info@foibg.com](mailto:info@foibg.com)

© 2010 Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin – Editors

© 2010 Ina Markova – Technical editor

© 2010 For all authors in the book.

© ITHEA is a registered trade mark of FOI-COMMERCE Co.

**ISBN 978-954-16-0043-9**

C/o Jusautor, Sofia, 2010

## КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ И МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ УКРАИНЫ

Юрий Пономарев, Богдан Клюк, Виктор Борисенко

**Abstract:** в работе определены основные концептуальные принципы построения, методы разработки и средства реализации автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ) газотранспортной системой (ГТС) Украины. В качестве современного программно-технического ядра (каркаса) АСОДУ ГТС был обосновано выбран новый класс систем оперативного управления – MES (). Важной особенностью систем класса MES является наличие единого реляционного хранилища оперативной информации, собираемой множеством систем нижнего уровня типа SCADA и передаваемой по современным корпоративным каналам передачи данных.

**ACM Classification Keywords:** J/1 Administrative data processing

---

### Введение

Разработка и внедрение корпоративных систем управления бизнес-процессами ориентировано на высокий уровень информационной поддержки принятия управленческих решений, что позволяет обеспечить высокие уровни управляемости, прибыльности и, в конечном итоге, капитализации компании. Перспективным направлением повышения качества и эффективности работы таких систем является использование при их построении современных интеллектуальных компонентов и технологий.

---

### 1. Интеллектуальное структурно-инвариантное объектно-ориентированное ядро интегрированного распределенного банка данных

В качестве базовой интеллектуальной информационной компоненты корпоративной системы управления бизнес-процессами было разработано и внедрено в государственной газотранспортной компании "Укртрансгаз" интеллектуальное структурно-инвариантное объектно-ориентированное Ядро (ИЯ) интегрированного распределенного банка данных (ИРБД). Работа проводилась в отраслевом институте транспорта газа (г. Харьков, Украина).

Одной из наиболее важных технических характеристик ИЯ ИРБД, существенно повышающих эффективность сопровождения и развития системы, является его *унифицированная стандартизованная саморасширяемая структура*, которая позволяет включать (изменять) метаинформацию о новых сущностях (объектах предметной области) и их атрибутах без добавления новых таблиц, столбцов и отношений между ними. Способность к структурно-инвариантному информационному саморасширению является весьма важным интеллектуальным механизмом, характерным, например, для естественных биологических систем, обладающих достаточно развитым мозгом. Для реализации данной возможности ИЯ ИРБД содержит в едином структурированном виде, как метаданные, так и фактографическую информацию, разделяемую несколькими распределенными приложениями.

Область метаданных является реализацией формализованного представления в реляционной базе данных структурно-семантических знаний о предметной области и интеллектуальной корпоративной системе управления бизнес-процессами. Основу метаданных составляют описание классов объектов, их типов (категорий), типовых (базовых) отношений между классами, различных иерархий функционально-семантического группирования классов, формируемых разработчиками и расширяемых системными

администраторами по мере развития ИРБД. К метаданным относится и метасистемная служебная информация о конечных пользователях системы, их привилегиях и правах доступа к данным ИРБД, а также информация о функциональных подсистемах корпоративной системы управления бизнес-процессами, реализующих их приложениях и разработчиках. Метаданные вносятся в ИРБД на этапе разработки или развития системы.

Фактографические данные описывают конкретные статические или динамические свойства элементов объекта автоматизации либо являются нормативно-справочной информацией, необходимой для единообразного представления нормативных характеристик объекта. Фактографические данные вносятся в ядро ИРБД как на этапах разработки, внедрения, так и во время эксплуатации системы.

Понятия классов объектов и их свойств лежат в основе предлагаемого подхода, т.к. на их основе строится вся система знаний об объектах автоматизации. Класс объекта является базовым унифицированным *информационным семантическим шаблоном*, в котором представлен набор общих свойств, а также данные о типовой внутренней структуре конкретных сущностей (экземпляров, объектов), относящихся к данному классу. Метаинформация структурно-категорного типа, содержащаяся в классе, определяет общие особенности подмножества его экземпляров и правила построения отношений между ними, а также связей между экземплярами одного либо разных классов.

Для каждого класса определен расширяемый набор свойств и, возможно, типовых состояний объектов класса, а также множество допустимых семантических отношений объектов данного класса с другими объектами.

Свойства классов по видам делятся на *нормативные, статические и динамические*. *Нормативные* свойства определяются для промышленных изделий и представляют собой номинальные характеристики всех экземпляров объектов данного типа (марок). Значения нормативных свойств класса задаются для каждой марки промышленного изделия, относящейся к этому же классу. *Статические* свойства представляют неизменяемые во времени или редко изменяемые характеристики экземпляра объекта, такие, например, как километр расположения крана на трубопроводе. Значения статических свойств задаются для каждого экземпляра объекта отдельно. *Динамические* свойства отражают режимные характеристики экземпляра объекта, изменяющиеся во времени, например выходной ток катодной установки. Значения динамических свойств задаются для каждого экземпляра объекта и имеют связь с описанием его состояния, в результате перехода объекта в которое они были зарегистрированы. Каждое состояние характеризуется информацией о дате и времени перехода объекта в это состояние и выхода из него. Состояния объектов могут быть объединены причинно-следственными связями и сгруппированы для отражения детализации сложных состояний. Одной из важнейших характеристик свойства является тип данных, который определяется в унифицированном универсальном формате, не привязанном к особенностям конкретной СУБД.

Среди классов выделено несколько семантических категорий (понятия, технологические объекты, организационные объекты и др.). Категория (тип), к которому принадлежит класс, определяет допустимое подмножество видов свойств, которыми он может характеризоваться.

Разработчик может в виде дерева определить иерархическое группирование классов объектов, которые будут использованы в его приложениях, по какому-либо признаку (например, функциональному). Вершины дерева представляют собой семантические группы классов и классы объектов (конечные вершины), а ветви - отношения вида "тип - подтип". Корневой вершине такого дерева присваивается наименование всей иерархической семантической группы. Иерархическое семантическое дерево классов в интеллектуальной корпоративной системе управления бизнес-процессами используется, например, для

упрощения задания сложных составных условий фильтрации или организации сложного концептуального поиска информации.

Кроме того, для классов допустимы *отношения наследования* (для объектов в данной реализации они не предусмотрены). Отношение наследования устанавливается в том случае, если возникает необходимость уже существующий класс разделить на два или более классов в связи появлением новых свойств, которые присущи только некоторому подмножеству объектов данного класса. В этом случае уже существующий класс (родительский) автоматически становится абстрактным с сохранением у него общих для всех объектов свойств, а новыми свойствами, присущими только части объектов класса, наделяется новый наследованный подкласс.

---

## 2. Интеллектуальная адаптивная технология синхронизации данных

---

Все известные способы и системы синхронизации (репликации) данных между распределенными серверами баз данных, встроенные в современные промышленные СУБД, имеют ряд существенных недостатков, основными среди которых являются следующие:

- неудобная, сложная, негибкая настройка механизмов распределенной репликации данных;
- ненадежная работа встроенных систем репликации при наличии сегментов корпоративной сети с невысокой пропускной способностью (в газотранспортной системе – это удаленные пункты сбора данных с устройств линейной телемеханики, газораспределительные станции и т.п.);
- неэффективная работа встроенных механизмов репликации со сложными, гибкими распределенными базами данных, имеющими в составе развитые концептуально-семантические метаданные (к ним и относится ИЯ ИРБД. [Борисенко, 2004]).

В целях преодоления вышеуказанных недостатков в отраслевом институте транспорта газа была разработана, апробирована и внедрена интеллектуальная технология репликации (синхронизации) данных (ИТРД).

Разработанная технология имеет адаптивный характер и базируется на процедурном методе представления знаний, необходимых для организации эффективного, надежного и качественного обмена данными между удаленно расположенными информационными серверными узлами ИРБД..

Предлагаемая технология базируется на следующих основных принципах реализации:

- изменения данных должны распространяться по древовидной структуре сначала на подчиненные информационные узлы (серверы), а потом на вышестоящий узел. Информация обо всех узлах ИРБД и о подключении их друг к другу, должна храниться в специальной таблице ядра ИРБД на каждом узле;
- изменения данных ИРБД, выполненные на конкретном узле должны накапливаться в промежуточном буфере обмена (при помощи триггеров регистрации), после чего передаваться на другие узлы, подключенные к данному серверу;
- промежуток времени, за который выполняется попытка передачи изменений на смежный сервер, должен задаваться администратором ИРБД в настройках информации. При этом для каждого смежного сервера этот промежуток может быть задан отдельно;
- при записи изменений текущего сервера в буфер обмена необходимо помечать данные, относящиеся к одному непрерывному логическому блоку информации маркерами начала и конца;

- после того, как изменения текущего сервера будут переданы на все смежные серверы, данные из буфера обмена должны быть удалены и сохранены в архиве. Время хранения данных в архиве должно задаваться адаптивными параметрами настройки;
- передача данных на удаленный сервер должна производиться также в промежуточный буфер обмена. Каждая удачно переданная строка буфера обмена должна подтверждаться операцией commit;
- данные буфера, переданные с других серверов, могут быть развернуты только в том случае, если были выявлены непрерывные логические блоки (найденны маркеры начала и конца блоков);
- должен быть реализован контроль работы системы синхронизации данных путем введения обратной семантико-событийной связи по выбранному каналу (удаленный режим контроля).
- должна быть реализована возможность удаленного управления процессом репликации по выбранному каналу (удаленный командный режим);
- должна существовать возможность семантической пометки блока изменений как требующего подтверждения при успешной передаче с указанием почтового ящика, на который потом должны прийти письма-подтверждения со всех серверов. Письма должен высылать почтовый робот удаленного управления серверами ИАСУ.
- должна существовать гибкая система разграничения прав пользователей на внесение изменений в различные объекты ИРБД; Каждый пользователь должен иметь права изменять свое подмножество данных, определенное системным интегратором или разработчиком;
- права на изменение, добавление и удаление данных должны быть двух видов - права с полной ответственностью и права с ограниченной ответственностью. Права с полной ответственностью присваиваются пользователям на непересекающиеся подмножества данных (интеллектуальная процедура раздачи прав должна это строго контролировать). Права с ограниченной ответственностью могут быть даны на пересекающиеся подмножества;
- должна быть обеспечена возможность запрета репликации данных об объектах заданных классов;
- должна существовать интеллектуальная процедура передачи изменений структуры объектов ИРБД только заданного типа в рамках общих потоков данных.

Предлагаемая интеллектуальная адаптивная система синхронизации данных реализует четыре основных режима функционирования:

- *автоматический широковещательный режим* (изменения затрагивают все сервера ИРБД и передаются от сервера к серверу в реальном масштабе времени автоматически);
- *автоматический режим с адресными метками* (изменения пишутся в историю изменений с указанием адресов серверов, на которых они должны быть развернуты);
- *принудительный широковещательный режим* (изменения передаются всем серверам автоматически, но данные разворачиваются по команде интегратора);
- *принудительный режим с адресными метками* (изменения разворачиваются по команде интегратора на заданных серверах).

Основные интеллектуальные программные средства поддержки синхронизации данных ИРБД реализованы в виде настраиваемого параметризованного пакета хранимых процедур СУБД Oracle и удаленной службы (интеллектуального агента) обслуживания узлов ИРБД. Интеллектуальный агент реализует все описанные выше алгоритмы синхронизации данных, а также выполняет ряд

дополнительных системных функций, требующих периодического вызова и самовосстановления после сбоев при возникновении нештатных ситуаций, таких как: перезагрузка сервера, сбой питания, обрыв канала передачи данных, критическая перезагрузка ресурсов сервера, временная нехватка оперативной памяти и т.п..

В качестве дополнительного модуля была разработана служебная программа, которая предназначена для удаленного выполнения SQL-запросов к информационным серверным узлам, а также для получения и просмотра результатов их выполнения в асинхронном режиме. Она может быть также использована для удаленного обновления и перекомпиляции хранимых процедур, триггеров, пакетов и других объектов ORACLE одновременно на нескольких узлах. Кроме того, был разработан web-базируемый программный модуль для администратора узлов ИРБД, который выполняет следующие основные функции:

- отображение в удобном для пользователя виде значений контролируемых параметров на основе информации последнего опроса;
- сигнализация о наличии аварийных значений параметров при помощи цветового выделения соответствующего аварийного узла и параметра;
- изменение значений управляющего набора параметров и отсылку соответствующего SQL-запроса;
- отображение статуса параметра (дата последнего опроса, наличие и характер ошибки опроса);
- добавление новых контролируемых и управляющих параметров.

---

## Выводы

В работе было представлено описание двух современных интеллектуальных технологий, используемых для построения базовых информационно-процедурных компонент корпоративной системы управления бизнес-процессами.

Опыт разработки и внедрения рассмотренных интеллектуальных технологий показывает, что данное направление развития современных систем управления бизнес-процессами является актуальным, практически целесообразным и весьма перспективным подходом к решению более общей проблемы существенного повышения уровня капитализации, эффективности и рентабельности современных крупномасштабных промышленных предприятий.

---

## Библиография

[Борисенко, 2004] В. Борисенко, Т. Борисенко. Процедурно-семантическая модель представления знаний и ее реализация в виде адаптивного объектно-ориентированного ядра корпоративной системы управления газотранспортной системой. - В кн. "Трубопроводные системы энергетики: Управление развитием и функционированием". - Новосибирск: Наука, 2004, с. 312-321.

---

## Информация об авторах

**Юрий Пономарев** – заместитель директора по научно-исследовательским работам, Институт транспорта газа, маршала Конева, 16, г. Харьков, 61004, Украина;  
e-mail: [ponomarev@asugaz.kharkov.com](mailto:ponomarev@asugaz.kharkov.com)

**Виктор Борисенко** – ученый секретарь Совета института, начальник отдела, Институт транспорта газа, маршала Конева, 16, г. Харьков, 61004, Украина; e-mail: [vborisenko.nipi@naftogaz.net](mailto:vborisenko.nipi@naftogaz.net)

**Татьяна Борисенко** – ведущий инженер-программист, Институт транспорта газа, маршала Конева, 16, г. Харьков, 61004, Украина; e-mail: [tborisenko.nipi@naftogaz.net](mailto:tborisenko.nipi@naftogaz.net)