

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКЦИОННОГО ПОДХОДА ПРИ СОЗДАНИИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, ИНВАРИАНТНОЙ К ПРЕДМЕТНЫМ ОБЛАСТЯМ

С.Е. Чекменев, А.Ю. Пушкин (ГОУ ВПО МГТУ "СТАНКИН")

*Представлена система поддержки принятия решений (ППР), инвариантная к предметным областям, основанная на использовании продукционной модели представления знаний. Показано, что подобная система может успешно применяться совместно с системами автоматизации уровня предприятия для решения различных "интеллектуальных" задач.*

В процессе ввода в эксплуатацию автоматизированных систем управления предприятием часто возникают проблемы, связанные с трудностями переноса в компьютерную среду накопленных за многие годы разнородных данных. Поставщики решений уровня автоматизации предприятия предоставляют пользователям возможность самостоятельно, используя специализированный инструментарий, вносить изменения в систему с учетом специфики хозяйственной деятельности предприятия. Например, широкие возможности предоставляет российская разработка 1С:Предприятие, в котором вся бизнес-логика реализуется на встроенном языке программирования. С одной стороны, это предоставляет возможность предприятию дорабатывать программный продукт в соответствии с нормативными актами и внутренними потребностями, а не подстраиваться под типовую модель ведения бизнеса, а с другой — внесение изменений в типовую конфигурацию вынуждает предприятие постоянно привлекать высококвалифицированных специалистов для доработки используемого ПО. Кроме того, язык программирования в таких системах не является стандартизированным.

Как правило, даже гибкие программные продукты не обладают инструментарием для решения таких творческих задач, как, например, оценка ситуации и выбор решения при управлении сложными производственными процессами, задачи диагностики технических систем, прогнозирование финансово-экономических параметров предприятий и т. д. Для решения указанных задач традиционно применяются специализированные решения, основанные на методологии искусственного интеллекта — экспертные системы или системы поддержки принятия решений [1].

Однако при использовании комплексов с интеллектуальной поддержкой совместно с автоматизированными системами управления предприятием на этапе ввода в эксплуатацию также возможны проблемы:

- интеграции экспертной системы с используемыми на предприятии приложениями из-за различия методологий программных продуктов;
- квалификации персонала, кроме того, экспертные системы требуют на этапе внедрения привлечения специалистов, обладающих специфической квалификацией из-за использования специальных методологий и языков программирования.

<sup>1</sup>Продукционная система — это система, основанная на правилах типа нормальной формы Бекуса-Наура, в которой порядок правил не имеет значения. Продукционные системы представляют правила как совокупность независимых операторов, в отличие от условной логики, используемой в логическом программировании или от процедурных языков программирования.

Для устранения указанных недостатков на кафедре информационных технологий и вычислительных систем МГТУ "СТАНКИН" (Москва) была разработана инвариантная к предметной области интеллектуальная подсистема поддержки принятия решений (ППР) Р2, предназначенная для встраивания в существующие информационные системы предприятия.

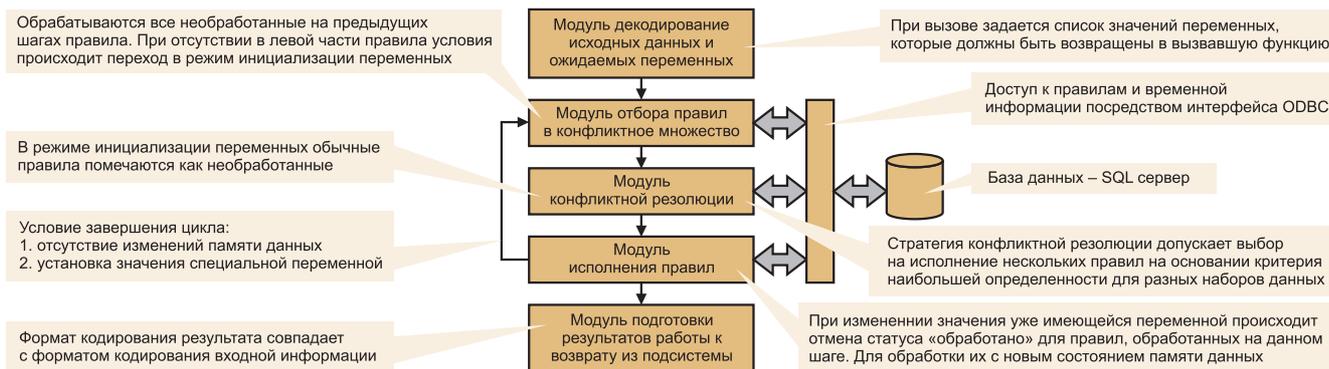
В качестве основы для подсистемы ППР предлагается использовать продукционную модель<sup>1</sup> представления знаний [1,2]. Такая модель имеет следующие преимущества:

- база знаний подсистемы ППР формируется из неупорядоченного множества правил, записанных на ограниченном естественном языке;
- порядок исполнения правил определяется специальной программой — механизмом вывода;
- отпадает необходимость повторной разработки программ: при необходимости внести изменения в предметную область, с которой работает подсистема ППР, достаточно внести изменения в базу знаний.

Другое немаловажное преимущество заключается в том, что после ввода первой очереди системы в эксплуатацию и принятия решения об автоматизации следующих производственных задач, в подсистеме ППР необходимо заменить только базу знаний, а сам механизм вывода данных остается неизменным, что позволяет сократить сроки разработки и внедрения таких систем.

Однако указанному подходу присущи недостатки, связанные с особенностями реализации и функционирования оболочек экспертных систем. В связи с этим к разрабатываемой продукционной подсистеме предъявляются следующие основные требования:

- система должна быть реализована таким образом, чтобы на этапах внедрения и эксплуатации не требовалось привлечения специалистов, обладающих специфическими знаниями в области экспертных систем;
- для обеспечения интегрируемости с другими уже существующими приложениями необходимо использовать широко распространенные языки программирования и реализовывать продукционную подсистему в виде встраиваемого компонента;
- программа должна не только осуществлять выбор, но и различные математические расчеты, описанные в продукционных правилах, составляющих базу знаний;



Особенности разработанной архитектуры подсистемы ППР производственного типа

- необходимо предусмотреть возможность работы в пакетном режиме, основываясь только на исходных данных и заданной заранее базе знаний.

Производственная подсистема Р2 была разработана и реализована в виде встраиваемого модуля с использованием объектно-ориентированной среды разработки CLARION v6. В процессе реализации подсистемы Р2 в традиционную производственную модель были внесены изменения, основные из которых показаны на рисунке.

Процесс обработки правил является циклическим и проходит следующие этапы: предварительная обработка правил, разрешение конфликтов и исполнение правил. За выполняемые действия на каждом из этапов отвечают модули: отбора производственных правил в конфликтное множество; конфликтной резолюции и исполнения правил. Каждый из этапов состоит из нескольких действий.

1. *Предварительная обработка* производственных правил, где происходит анализ правил, при этом проверяются только те, у которых признак проверки установлен в значение "правило не проверялось", то есть правило может быть обработано подсистемой только один раз. Это обеспечивает выполнение условия конечности обработки – вычисления прекращаются, если во время текущего цикла обработки не выполнится ни одного производственного правила.

По результату анализа производственные правила помечаются одним из трех видов признаков:

- "метка\_0" – правило не проверялось. Изначально все правила помечены "меткой\_0", и по мере обработки метка\_0 заменяется на "метку\_1" и "метку\_2";
- "метка\_1" – все компоненты правил были сопоставлены с памятью данных и обнаружено полное совпадение, такое правило помещается в конфликтное множество;
- "метка\_2" – все компоненты правил были сопоставлены с памятью данных и правило не выполняется. Далее, правила, обладающие таким признаком не исполняются и исключаются из всех дальнейших операций проверки и обработки.

2. *Разрешение конфликтов.* Назначение этого модуля заключается в исключении из конфликтного множества наименее значимых правил. Оставшиеся в

конфликтном множестве производственные правила передаются на выполнение в модуль исполнения производственных правил.

Для работы подпрограмм данного этапа определены следующие принципы и условия:

- обработке подлежат правила, находящиеся в конфликтном множестве (помеченные "метка\_1");
- каждое правило выбирается в качестве эталонного для проверки один раз;
- правила, составные части условия которых полностью входят в состав эталонного, считаются незначимыми и исключаются из конфликтного множества;
- все правила группируются по аналитическому атрибуту – номер подгруппы;
- алгоритм разрешения конфликтов действует только в пределах подгруппы эталонного правила.

3. *Исполнение производственных правил.* На этом этапе происходит выполнение правил, оставшихся в конфликтном множестве после их обработки алгоритмом разрешения конфликтов. Исполняются все правила с признаком "метка\_1". После исполнения правила происходит установка признака "метка\_2" для исключения повторного анализа и обработки.

Если при исполнении правила происходит изменение значения уже имеющейся ячейки памяти данных, то выставляется специальный флаг, при наличии которого после исполнения правил происходит запуск специальной процедуры – возвращения статуса правил к состоянию на начало текущего цикла обработки при состоянии памяти данных на конец текущего цикла обработки. Возвращение правил к состоянию начала текущего правила осуществляется удалением признаков "метка\_1" и "метка\_2", установленных во время работы текущего шага.

Модифицированный таким образом алгоритм позволяет использовать более простые с точки зрения пользователя правила, однако за счет многократного повторения одного цикла обработки происходит некоторое снижение производительности.

Так как разрабатываемая подсистема ППР предназначена для использования в составе производственных программ и информационных систем, предлагается исключить для большинства пользователей доступ к части возможностей, присущих экспертным

системам, а именно к способности объяснения результатов и осуществления отладки процесса принятия решений. Для пользователей работа подсистемы ППР будет заключаться в автоматической обработке информации без возможности ведения диалога с ней.

Такой подход предоставит пользователю простую в использовании и поддержке подсистему ППР, не требующую специальных навыков и знаний. В случае неполноты базы знаний о предметной области предлагается пропускать те исходные данные, которые не могут быть корректно обработаны. По каждому такому случаю в дальнейшем должно быть принято решение, которое может быть следующим:

- уточнить базу знаний для обеспечения возможности корректной обработки данной ситуации;
- произвести коррекцию исходных данных.

Другим отличием предложенного подхода является то, что правила хранятся в реляционной БД, предоставляющей стандартный интерфейс доступа к данным, что обеспечивает возможность сторонним поставщикам ПО расширять возможности подсистемы, взаимодействуя с ней посредством общей БД.

В автоматическом режиме, при отсутствии возможности диалога с пользователем подсистема P2 осуществляет процесс вывода решения, опираясь только на исходные данные, заданные при запуске подпрограммы и имеющиеся в базе знаний факты и правила. Такое решение с одной стороны позволило сократить время, затрачиваемое на вывод решения, а с другой — несколько снизило точность вывода. Корректность результатов в данном случае зависит только от полноты и достоверности базы знаний, заданной на этапе внедрения и опытной эксплуатации. Такая особенность не позволяет использовать разработанную подсистему поддержки принятия решений в тех областях хозяйственной деятельности человека, где цена ошибки велика.

*Чекменев Сергей Евгеньевич — канд. техн. наук, проф., декан ф-та "Информационные технологии",*

*Пушкин Алексей Юрьевич — преподаватель кафедры*

*Информационных технологий и вычислительных систем ГОУ ВПО МГТУ "СТАНКИН".*

*Контактный телефон (499) 972-9486.*

Подсистема P2 без существенных доработок была внедрена и эксплуатируется совместно с программным комплексом 1С:Предприятие v8 на предприятии, входящем в группу компаний "За рулем" и занимающемся производством и продажей автотехнической продукции. Задачи, решаемые подсистемой, связаны с отслеживанием товарных запасов на складе и своевременным размещением заказов на производство и поставку продукции, а также некоторых аспектов бухгалтерского учета предприятия. База знаний подсистема P2 состоит из 170 производственных правил, все данные подсистемы хранятся в БД Microsoft SQL 2000.

С помощью вспомогательных средств подсистемы P2 пользователь может самостоятельно проконтролировать не только правильность составления базы знаний, но и порядок вычисления, а в случае необходимости без привлечения программистов путем корректировки базы знаний изменить критерии, на основании которых осуществляется анализ и обработка исходной информации.

Во время опытной эксплуатации подсистемы было отмечено значительное сокращение (почти в два раза) времени, затрачиваемого специалистами отдела товарно-транспортного обеспечения на обработку и анализ одной товарной группы.

Таким образом, пользователям предоставляется интегрируемая многофункциональная подсистема обработки информации и ППР производственного типа, которая может решать задачи, относящиеся к разным аспектам деятельности предприятия.

#### Список литературы

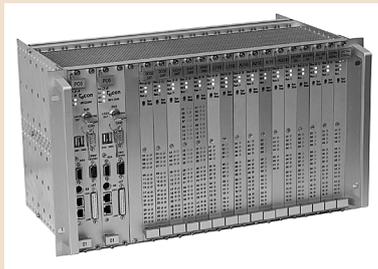
1. Люгер Джордж Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. 4-е издание. М.: Издательский дом "Вильямс". 2003.
2. Browston L., Farrell R., Kant E., Martin N. Programming expert systems in OPS5. Massachusetts, Addison-Wesley Publishing company. INC. 1986.

# tecon

## МФК3000: новое внедрение в нефтегазовой отрасли!

В сентябре состоялся ввод в промышленную эксплуатацию распределенной АСУТП установки пропан-бутанового сжижения (УПБС-3) на предприятии УДП "Шуртаннефтегаз" (г.Карши, Узбекистан). Разработку системы, построенной на контроллере МФК3000, выполнила научно-производственная фирма "ASU-Engineering" — авторизованный системный интегратор ТЕКОН в Республике Узбекистан.

Распределенная система управления УПБС-3 состоит из трех автоматизированных подсистем: САУиР (система автоматического управления и регулирования) компрессорами Series-4, САУиР турбодетандерным агрегатом на магнитном подвесе и собственно АСУТП установки в целом. В качестве основы системы управления был



избран флагманский продукт ТЕКОН — контроллер МФК3000 с распределенной архитектурой и высокой производительностью для крупномасштабных АСУТП и ответственных применений.

Контроллер МФК3000 является ядром распределенной АСУ ТП УПБС-3 и управляет через протокол MODBUS RTU системами автоматического управления компрессорами и турбодетандером. Благодаря высокой производительности и возможностям резервирования МФК3000 с помощью контроллера реализуются противоаварийные защиты и блокировки, автоматическое регулирование параметров, дистанционное управление исполнительными механизмами (насосы, отсекатели, АВО). Верхний уровень АСУТП реализован на SCADA-системе Integrator, разработанной НПФ "ASU-Engineering".

[www.tecon.ru](http://www.tecon.ru)