



# OSTIS-2011

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.89:004.4

## ПРОЕКТ ОТКРЫТОГО РАСШИРЯЕМОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СППР

Г.Б. Загорулько (gal@iis.nsk.su)

Ю.А. Загорулько (zagor@iis.nsk.su)

*Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН,  
г. Новосибирск, Россия*

Рассматривается подход к разработке инструментария для построения интеллектуальных систем поддержки принятия решений (СППР). Данный инструментарий предназначен для использования в слабо формализуемых динамически изменяющихся областях. Описывается архитектура инструментария и разрабатываемых на его основе СППР, позволяющая легко расширять функциональность системы путем добавления новых классов задач и методов их решения. Подчеркивается роль онтологий при разработке и использовании СППР.

*Ключевые слова:* система поддержки принятия решений, инструментальная среда, открытая архитектура, онтология предметной области, онтология задач, онтология методов принятия решений.

### Введение

Системы поддержки принятия решений (СППР) являются одним из наиболее востребованных классов программных систем. Они используются в самых разных областях для решения широкого класса задач. Создание СППР – это трудоемкий и сложный процесс. В таких областях как, например, банковское дело, управление продажами, бизнес-планирование разработаны специализированные средства и среды для конструирования СППР, однако в сложных, слабо формализуемых областях, характеризующихся большими объемами экспертных знаний, такого инструментария нет. Поэтому создание инструментальной среды разработки СППР для таких областей (интеллектуальных СППР) является важной и актуальной задачей. Рассмотрим, какими основными чертами должна обладать интеллектуальная СППР (ИСППР).

В разработке ИСППР участвуют специалисты различных профилей: системные аналитики, программисты, инженеры знаний, эксперты. Каждая из этих групп специалистов общается на своем профессиональном языке. Для установления приемлемого уровня взаимопонимания между этими группами могут служить онтологии [Guarino, 1998]. Кроме того, в виду слабой формализованности решаемых в СППР задач очень важно иметь детальное непротиворечивое описание предметной и проблемной областей, в рамках которых лицо, принимающее решение (ЛПР) решает свои задачи. Онтология является хорошим инструментом для создания такого описания.

Помимо формирования и фиксации непротиворечивого разделяемого всеми экспертами знания о предметной области (ПО) онтологии в системах такого класса могут выполнять следующие функции:

- обеспечение явной концептуализации ПО, позволяющей описывать семантику данных;
- обеспечение возможности переиспользования знаний;
- интеграция и возможность совместного использования разнородных данных и знаний в рамках одной системы;

- обеспечение лучшего понимания предметной и проблемной областей пользователями системы.

ИСППР должна быть настраиваема на ПО и классы решаемых задач. Кроме того, она должна поддерживать возможность выбора для ЛПР определенного метода решения его задачи. Для этого в состав ИСППР явным образом включаются три взаимосвязанные онтологии: онтология предметной области, онтология задач и онтология методов принятия решений.

Поскольку знания в сложных предметных областях очень быстро меняются или устаревают, появляются новые задачи и новые методы решения, то разработчикам СППР и экспертам очень важно иметь развитые средства для управления знаниями. А так как знания в системе представлены в основном в виде онтологий, то необходимы средства построения и редактирования онтологий.

Системы данного класса должны оказывать информационную поддержку ЛПР, предоставляя хранящуюся в системе информацию в удобном для него виде. Кроме того, ЛПР должен иметь возможность получить представление о системе понятий, существующей в предметной области СППР, а также ориентироваться в классах решаемых системой задач и методов их решения. В связи с этим СППР имеет развитый интерфейс конечного пользователя (ЛПР).

## 1. Архитектура ИСР

Распространенным классом инструментария для разработки интеллектуальных систем являются оболочки. К этому классу принадлежит и описываемая инструментальная среда разработки (ИСР). Её архитектура, равно как и архитектура разрабатываемых на ее основе СППР, представлена на Рис. 1.

В соответствии с этой архитектурой ИСР – это типовая ИСППР, являющаяся отправной точкой для разработки конкретной ИСППР путем достройки ее базы знаний, представленной онтологиями, и включения в нее необходимых для поддержки требуемой функциональности программных компонентов, выбранных из имеющегося набора или реализованных заново.

Система имеет два входа, предназначенных для различных типов пользователей: интерфейс ЛПР (конечного пользователя) и интерфейс эксперта и/или инженера знаний, представленный редактором онтологий. Кроме того, система включает конфигуратор, который позволяет разработчикам подключать к системе новые модули и решатели, обеспечивая расширение класса решаемых системой задач.

СППР при выработке решений и рекомендаций для ЛПР использует разнообразную информацию из внешнего хранилища данных (ВХД). В связи с этим СППР реализуется в виде двух взаимодействующих подсистем – адаптера СППР, обеспечивающего обмен данными с ВХД и получение задач от ЛПР, и супервизора. Супервизор является ядром системы, он организует работу решателей, обеспечивающих в СППР решение определенных классов задач. Каждый решатель имеет свой формат входных и выходных данных, поэтому для каждого решателя разработан адаптер для обмена данными между ним и локальной памятью (ЛП) системы. Решение конкретных задач реализуется отдельными модулями поддержки принятия решений, за исполнение (интерпретацию) которых отвечает один из решателей. Исполняемая конфигурация модулей поддержки принятия решений, реализующих решение поступившей на вход системы задачи, порождается планировщиком, который обращается к онтологии задач, чтобы узнать имя реализующего данную задачу модуля принятия решений (в общем случае – группы модулей).

Для того чтобы упростить и унифицировать обмен информацией между разнородными компонентами и модулями СППР (адаптерами, супервизором, решателями и др.), а также между супервизором и ВХД, разработан формат представления данных в виде объектов (экземпляров понятий) онтологии, описывающей предметную (онтология ПО) и проблемную (онтология задач и онтология методов принятия решений) области системы.

Для разработки онтологий требуется редактор, предоставляющий развитые интерактивные средства создания, редактирования и сопровождения онтологий для пользователей различных уровней – инженеров знаний и экспертов. Кроме этого, редактор должен включать средства анализа и визуализации онтологий в виде графов и экранных форм. Редактор также должен

позволять конвертировать онтологии не только в формат, используемый в ИСП СППР, но и в форматы стандартов OWL, XML и RDF. Кроме того, он должен обеспечивает импорт онтологий, представленных в формате OWL.

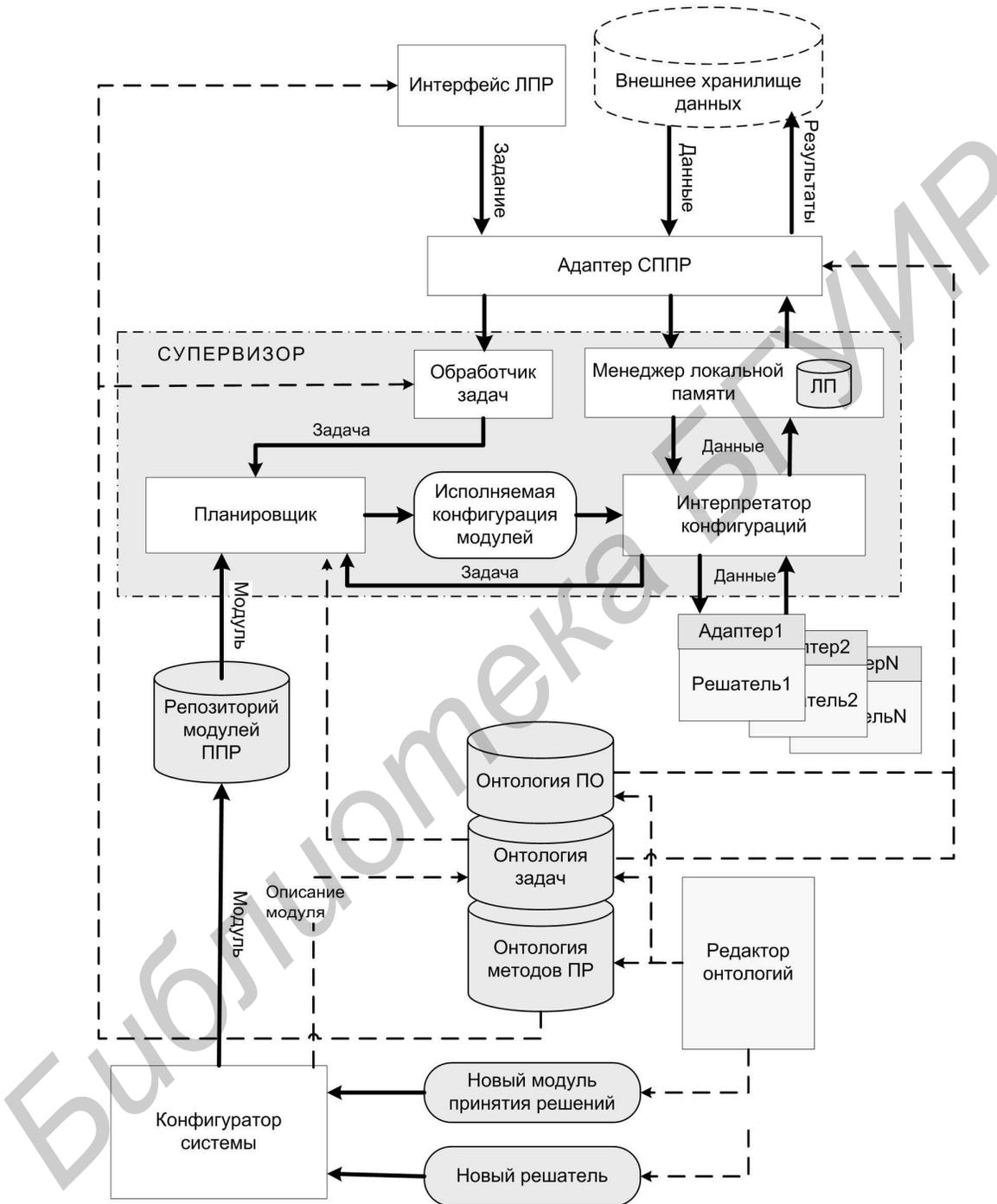


Рисунок 1 – Архитектура ИСП

## 2. Варианты использования СППР

СППР используются для информационной поддержки ЛПР, а также для решения сложных задач, возникающих в рассматриваемой ПО.

Функционирование системы в значительной степени базируется на онтологии. Для принятия взвешенных решений ЛПП необходимо хорошо ориентироваться в ПО и разбираться в сути решаемых задач. Для лучшего понимания предметной области ИСППР позволяет ЛПП просматривать систему понятий, представленных в онтологии ПО, а для того, чтобы он мог решить задачу наиболее эффективным образом, обеспечивает доступ к онтологии методов принятия решений. Кроме того, ЛПП может просматривать локальную память системы, которая благодаря структуризации в соответствии с онтологией представляет собой сеть взаимосвязанных объектов.

Среди решаемых системой задач можно выделить два важных класса: логико-аналитические и расчетно-оптимизационные. Логико-аналитические задачи используют в качестве модели представления знаний семантические сети и продукционные правила. Для решения таких задач предлагается использовать средства технологического комплекса Semp-Тао [Загорулько, 1996]. Для расчетно-оптимизационных задач можно использовать тот или иной специализированный решатель. Например, задачи целочисленного линейного программирования решаются средствами пакета GLPK [GLPK, 2010], а задачи удовлетворения ограничений – решателем Uпicalc [Нариньяни, 1996]. Можно использовать и другие решатели, предварительно описав их в онтологии методов принятия решений и установив связи с понятиями онтологии задач.

При решении какой-либо задачи, планировщик строит план ее решения и обращается к онтологии задач, где представлены связи между задачами, модулями принятия решений и решателями. При этом он выбирает из репозитория необходимые модули принятия решений и последовательно передает их на исполнение соответствующим решателям. Результаты решения задачи сообщаются пользователю и/или выкладываются во внешнее хранилище данных в формате, определенном онтологией предметной области.

Если у задачи есть несколько методов решения, то возможны 2 варианта: (1) ЛПП указывает системе, каким методом она должна решить задачу; (2) формируется новая задача, целью которой является получение решения первоначальной задачи всеми имеющимися в системе методами и выбор одного или нескольких решений, удовлетворяющих заданным критериям.

### Заключение

Описан подход к разработке открытого расширяемого инструментария для построения интеллектуальных СППР. Благодаря явному включению в состав ИСП онтологий и средств управления ими, разрабатываемые СППР будут достаточно легко настраиваемы на различные ПО и типы задач. Архитектура ИСП позволяет подключать новые решатели и методы решения задач.

Идеология и отдельные компоненты данного подхода были использованы при разработке специализированной СППР, входящей в состав системы оперативного мониторинга технологической инфраструктуры нефтегазодобывающего предприятия [Загорулько, 2010].

В настоящее время ведется работа по реализации ядра ИСП, редактора онтологий и онтологии методов принятия решений.

### Библиографический список

[Guarino, 1998] Guarino N. Formal Ontology in Information Systems // Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, June 6–8, 1998 / Ed. N.Guarino. Amsterdam: IOS Press, 1998. P. 3–15.

[Загорулько и др., 1996] Загорулько Ю.А., Попов И.Г. Представление знаний в интегрированной технологической среде Semp-ТАО // Проблемы представления и обработки не полностью определенных знаний / под ред. И.Е. Швецова. – М.-Новосибирск, 1996.

[GLPK, 2010] GLPK (GNU Linear Programming Kit). – <http://www.gnu.org/software/glpk/glpk.html>

[Нариньяни и др., 1996] Нариньяни А.С., Семенов А.Л., Телерман В.В., Швецов И.Е., Яхно Т.М. Недоопределенные модели и их приложения // Системная информатика. Вып. 5: Архитектурные, формальные и программные модели / под ред. И.В. Поттосина. – Новосибирск: Наука, 1996.

[Загорулько и др., 2007] Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Кравченко А.Ю., Сидорова Е.А. Разработка системы поддержки принятия решений для нефтегазодобывающего предприятия // Труды 12-й национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием – КИИ-2010. – Москва: Физматлит, 2010. -Т.3. -С.137-145.