



Использование онтологий в экспертных системах и системах поддержки принятия решений

Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б.

*Институт систем информатики
имени А.П. Ершова СО РАН, Новосибирск*

Онтологии, ИС и ЭС/СППР

- “Как отмечает N. Guarino, любая информационная система имеет свою онтологию, поскольку она приписывает значение каждому представленному в ней символу (имени), используемому в соответствии с присущим ей взглядом на мир.”
(Guarino, N. Formal Ontology in Information Systems. In: N. Guarino (ed.) Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, June 6-8, 1998.)
- Следовательно, имеют свои онтологии и информационные системы такого класса, как экспертные системы (ЭС) и системы поддержки принятия решений (СППР), только они не всегда явно представлены в этих системах.

СППР и ЭС

- Система поддержки принятия решений — это интерактивная автоматизированная система, которая помогает пользователю (ЛПР) использовать данные и модели для решения его профессиональных слабо формализуемых задач.
- Экспертные системы – это класс программных систем, аккумулирующих знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующих этот эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей.

Роль онтологии в ЭС/СППР

- формирование и фиксация общего разделяемого всеми экспертами знания о предметной области (ПО),
- явная концептуализация ПО, позволяющая описывать семантику данных,
- возможность переиспользования знаний,
- интеграция и возможность совместного использования разнородных данных и знаний в рамках одной системы,
- обеспечение лучшего понимания предметной области пользователями системы.

Использование онтологий в ЭС/СППР

- Использование онтологии при проектировании и разработке ИС (*управляемая онтологией разработка ИС*).
- Использование онтологии в качестве полноценного компонента ИС (*в управляемой онтологией ИС*).

OntoWEDSS system

- **Luigi Ceccaroni**, *Fujitsu Laboratories of America, Sunnyvale, USA & Departament de Llenguatges i Sistemes Informa`tics, Universitat Polite`cnica de Catalunya, Barcelona, Spain*
- Система OntoWEDSS предназначена для управления процессом очистки воды на водоочистных станциях.
- Эта система дополняет классические рассуждения на основе правил (rule-based reasoning) и на основе прецедентов (case-based reasoning) рассуждениями с использованием онтологии области знаний (domain ontology). Онтология работает, когда другие системы рассуждений заходят в тупик.

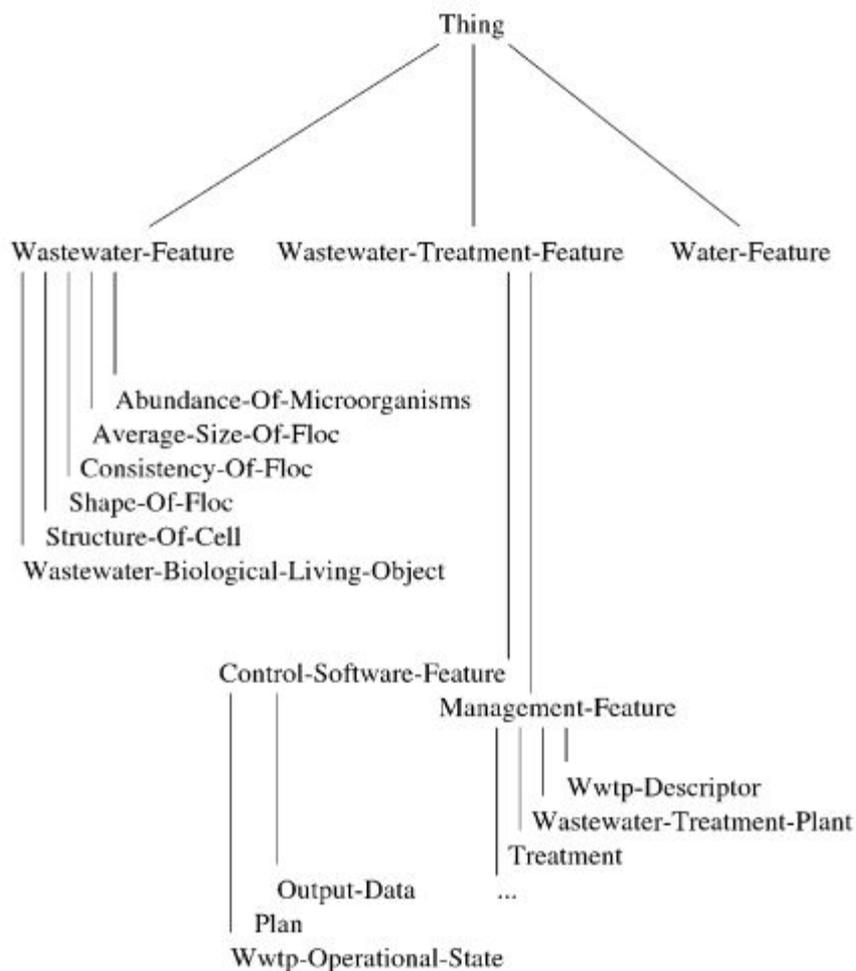
OntoWEDSS system

- Введение онтологического компонента в СППР защиты окружающей среды, в частности, позволяет (1) обеспечить более надежный процесс очистки воды под управлением онтологии и (2) переносимость (portability) системы управления водоочистой станцией.
- Также используются и другие традиционные преимущества онтологии: возможность использования согласованной (разделяемой всеми) терминологии с точно определенной семантикой, что позволяет интегрировать и использовать данные (информацию) из разных источников (например, с разных станций).

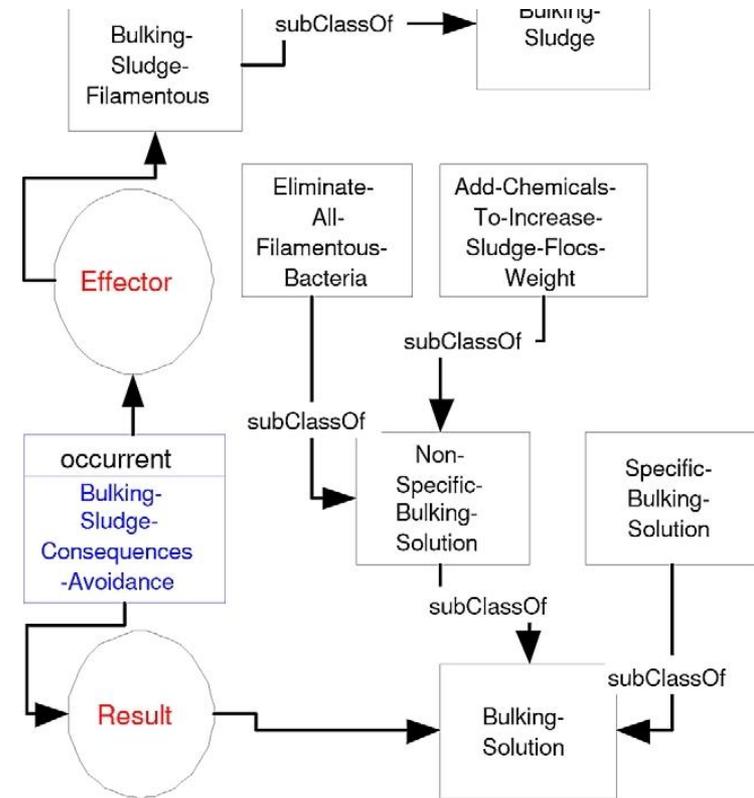
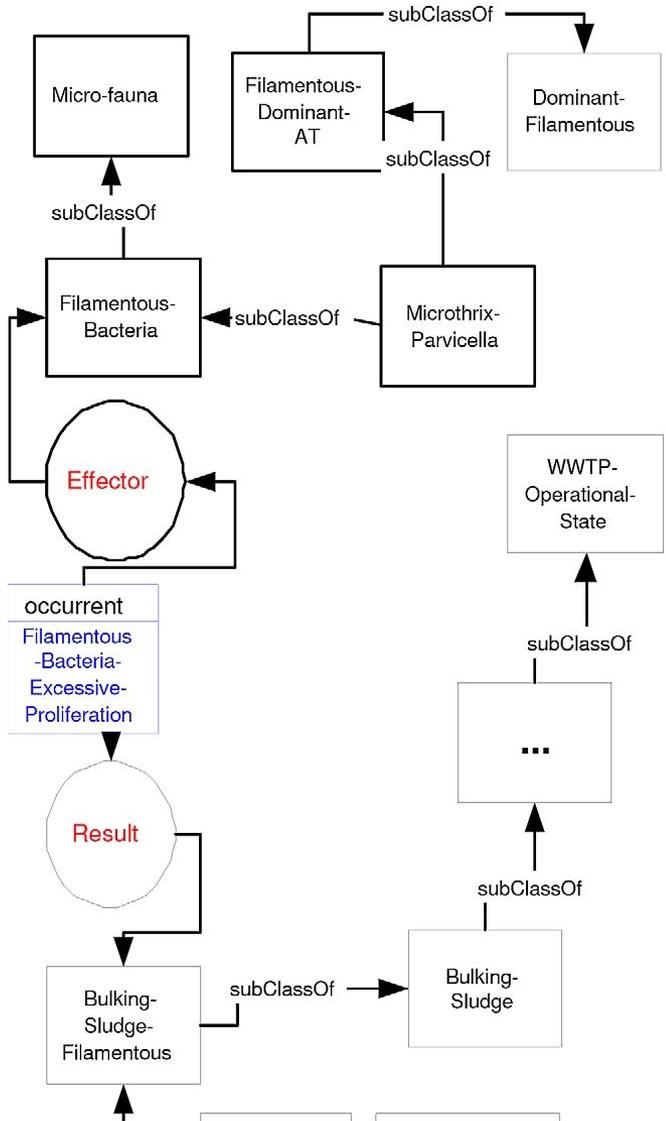
OntoWEDSS system

- В системе используется признанная экспертами онтология WaWO (WasteWater Ontology) с сервера Ontolingua ontology server (<http://www.ksl-svc.stanford.edu>).
- Онтология WaWO транслируется с языка представления знаний Ontolingua в Common LISP, на котором реализована система.

OntoWEDSS: Верхняя часть иерархии понятий онтологии WaWO



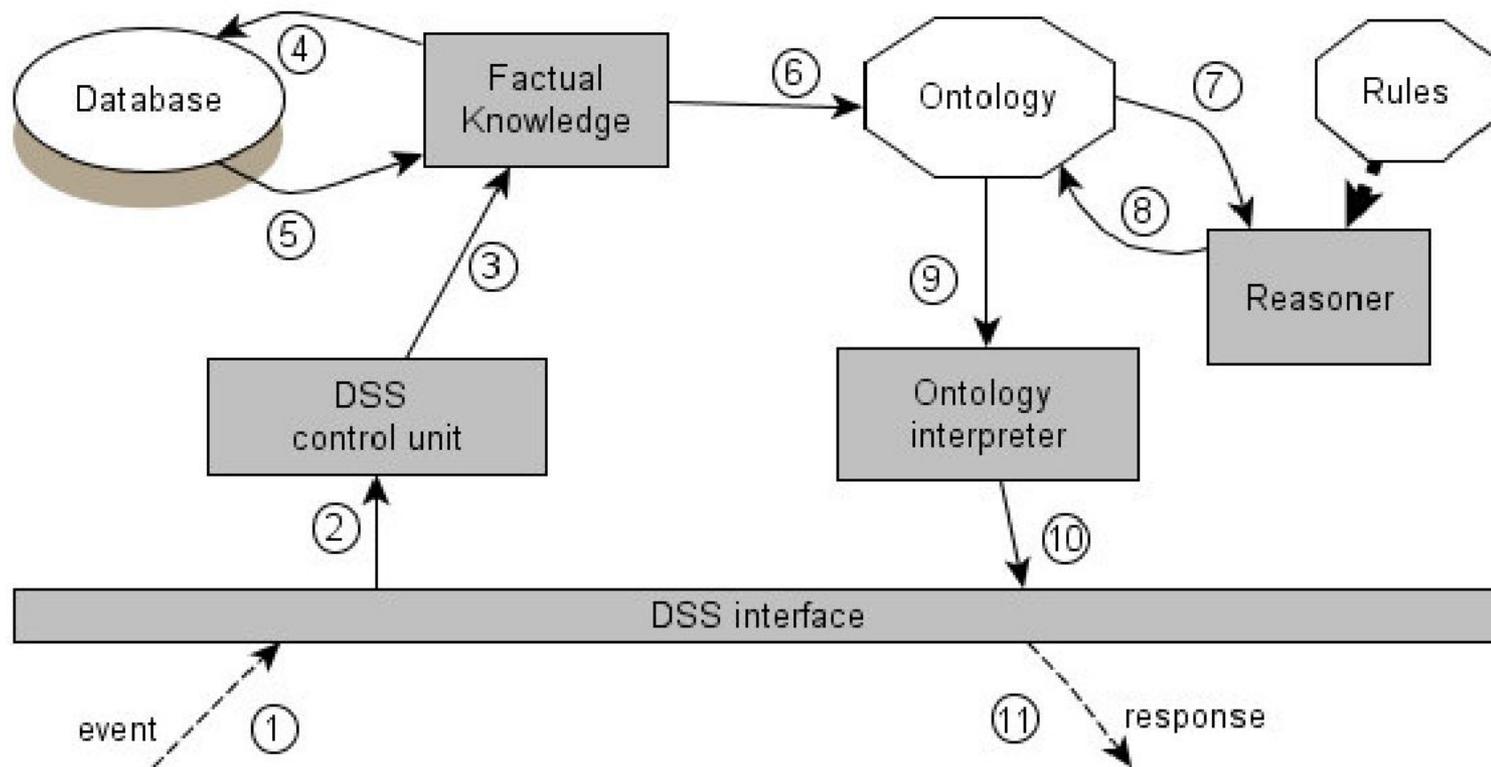
OntoWEDSS: Вывод на онтологии



HEARTFAID project

- *Marin PRCELA, Dragan GAMBERGER and Alan JOVIC, Rudjer Boskovic Institute, Laboratory of Informational Systems, Zagreb, Croatia.*
- Проект HEARTFAID нацелен на создание инструментария для построения медицинских экспертных систем для мониторинга и лечения больных с сердечной недостаточностью.
- Была разработана онтология сердечной недостаточности (Heart Failure Ontology), включающая около 200 классов, 100 свойств и более 2000 индивидов (экземпляров). Там где возможно, понятия снабжаются CUI (Concept Unique Identifier) идентификатором из UMLS (Unified Medical Language System).
- [UMLS Knowledge Source Server, <http://umlsks.nlm.nih.gov>]. Рассматривается как главный справочник медицинских терминов, интегрирует около 100 различных тезаурусов.
- Для реализации онтологий и вывода на них используются: OWL, Protege, правила (SWRL).

HEARTFAID project



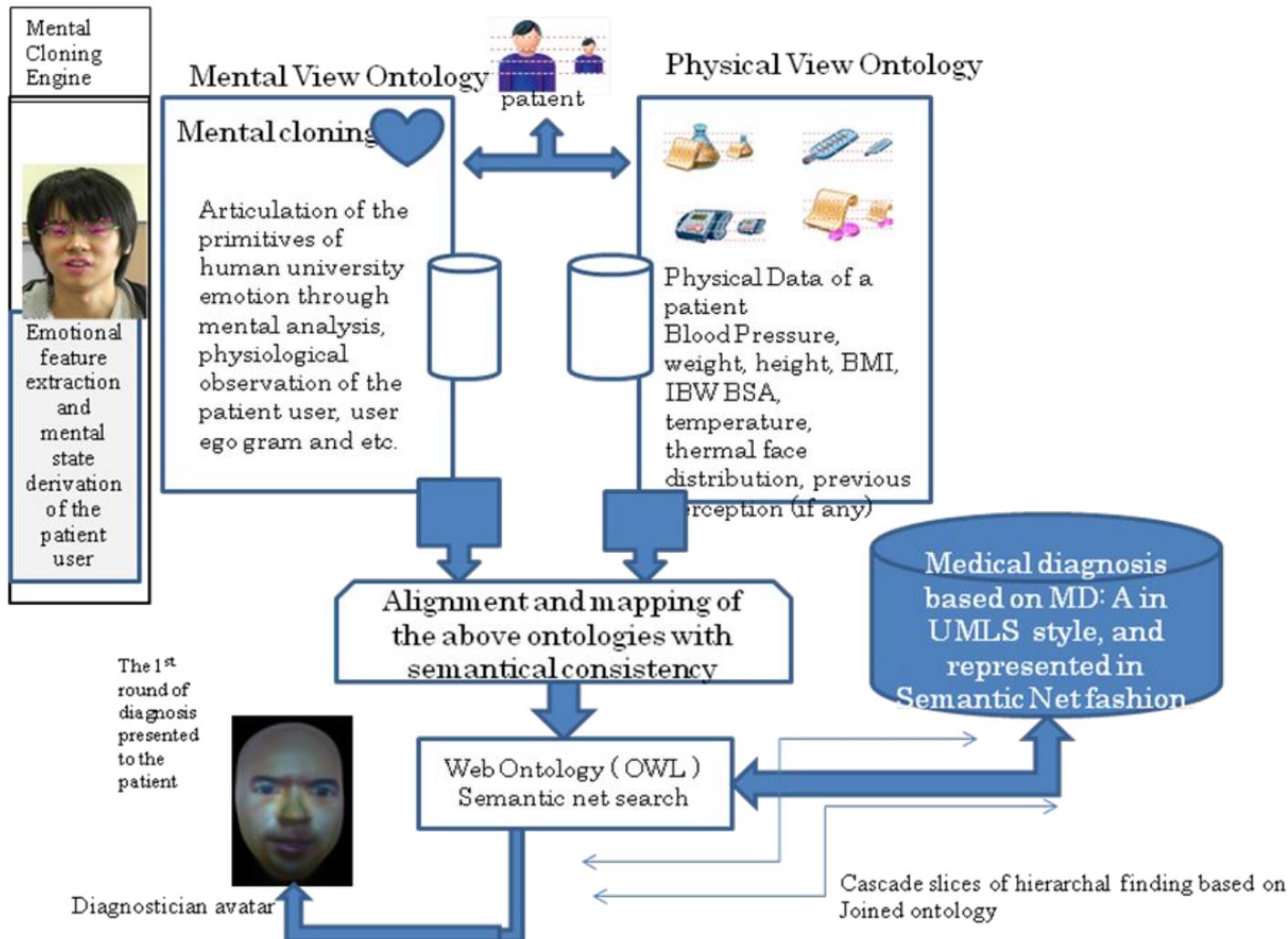
Decision Support Component

Knowledge Base Component

Virtual Medical Doctor

- *Hamido FUJITA, Iwate Prefectural University, Iwate, Japan*
- Система Virtual Medical Doctor (VMD) призвана заменить на первой стадии обследования пациента реального доктора. В связи с этим пациент общается с аватаром, имитирующим его лечащего врача.
- VMD учитывает не только физическое состояние больного, но и его эмоциональное состояние, в связи с этим в своей работе она использует две онтологии: **Ментальную онтологию и Физическую онтологию.**
- При разработке физической онтологии используется UMLS Metathesaurus® (Unified Medical Language System).
- Для реализации онтологий и вывода на них используются: OWL, Protege, SWRL.

Virtual Medical Doctor



Virtual Medical Doctor



Virtual Medical Doctor

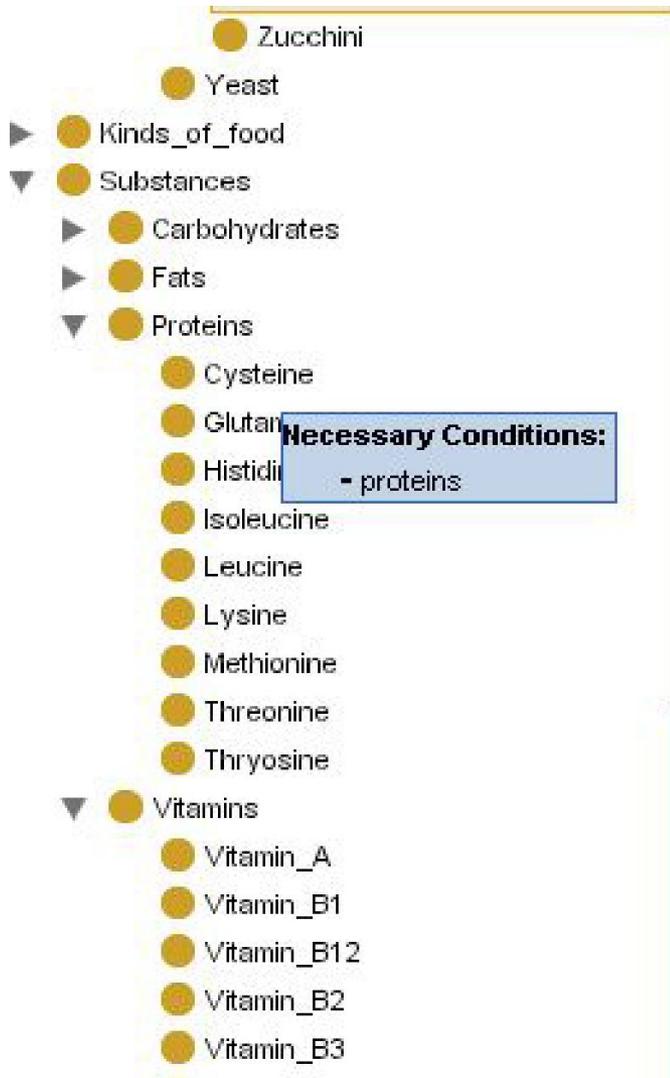


Казань 11 – 12 октября 2010

Personal Health Assistance Service Expert System (PHASES)

- *Chakkrit Snae, and Michael Brueckner, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand,*
- Экспертная система дает советы как правильно питаться и вести здоровый образ жизни (какие рекомендуются физические упражнения).
- Используются: персональная карточка пациента (Personal Health Records), онтология пищи и питания, а также система правил, использующая онтологию для выработки рекомендаций.

PHASES (Онтология пици и питания)



Some of the basic questions that have to be answered by the ontology are:

- *If users have entered a specific disease (or taken from PHR), such as diabetes, in the user interface, what is the suitable kind of food?*
- *Which are good alternatives for ingredients of a meal the user has chosen?*

PHASES (Онтология пици и питания)

With the help of the expert system in PHASES more complicated questions can be answered.

Examples of such questions are:

- *How much intake of vitamin K do I need regarding my constitution, gender, and body-mass-index?*
- *What kinds of exercises suit the patient best?*
- *What kind of foods might be appropriate for the patient?*
- *What general treatments do patients need?*
- *Which drugs have mutual influence and should not be prescribed simultaneously?*

Институт систем информатики (ИСИ), г. Новосибирск, Загорулько Ю.А.

- Экспертная система диагностики, профилактики и лечения элементарозов на основе коррекции питания,
- Система поддержки принятия решений для диагностики, профилактики и лечения остеопороза,
- Система поддержки принятия решений по повышению энергоэффективности и экологической безопасности на нефтегазодобывающем предприятии (в составе СОМТИ).

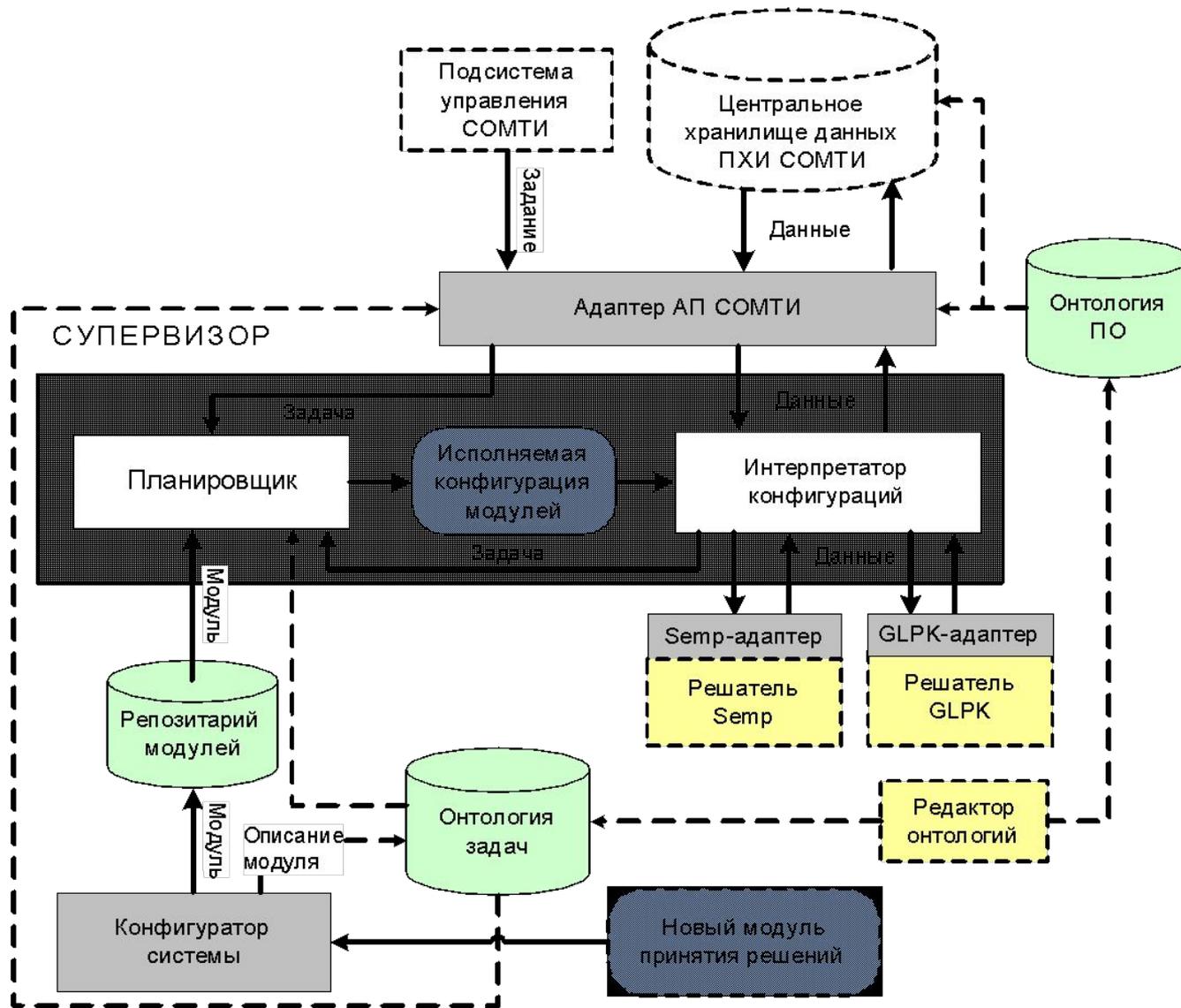
СППР СОМТИ

- Для снижения энергетических затрат нефтегазодобывающего предприятия и повышения экологической безопасности его работы разрабатывается **система оперативного мониторинга его технологической инфраструктуры (СОМТИ)**.
- Важным компонентом такой системы является подсистема, обеспечивающая поддержку принятия решений для ЛПР. Такая СППР должна анализировать состояние объектов технологической инфраструктуры НГДП и решать следующие задачи:
 - выработка рекомендаций по улучшению показателей работы объектов и предотвращению аварийных ситуаций,
 - выработка рекомендаций по проведению планового технического обслуживания и/или экстренного ремонта объектов, а также об их списании и замене новыми,
 - выработка рекомендаций для ЛПР об оптимизации потоков технологического транспорта и графика ремонтов объектов.

СППР СОМТИ

- В связи с тем, что технологическая инфраструктура предприятия может быть подвержена как структурным, так и качественным изменениям, а также может потребоваться решение новых задач вся СОМТИ в целом и СППР, в частности, должна быть настраиваема на предметную область (ПО) и типы задач.
- В связи с этим в состав СППР в явном виде входят онтологии ПО и решаемых задач, а ее архитектура допускает подключение дополнительных модулей, обеспечивающих поддержку принятия решений новых задач.

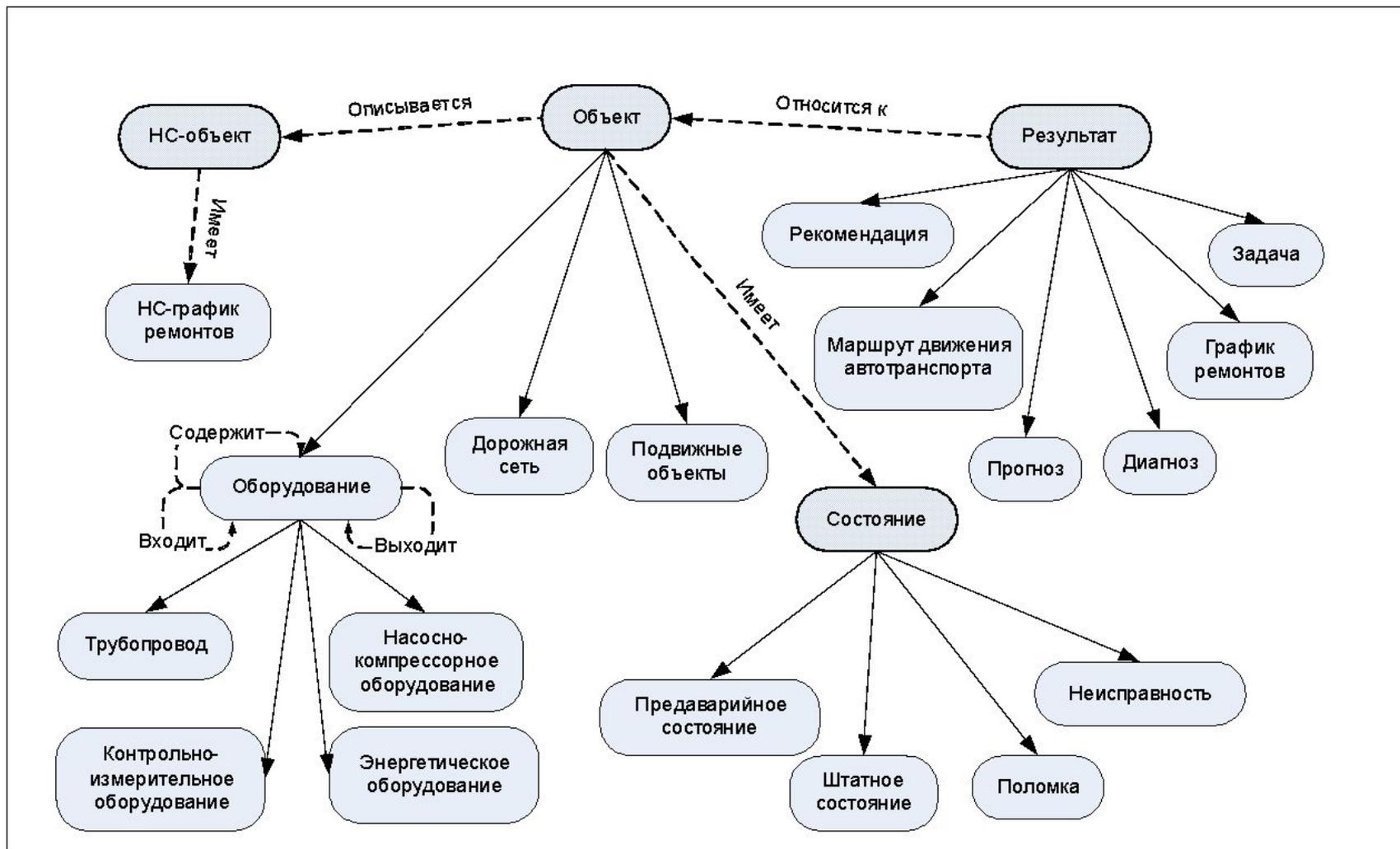
СППР СОМТИ



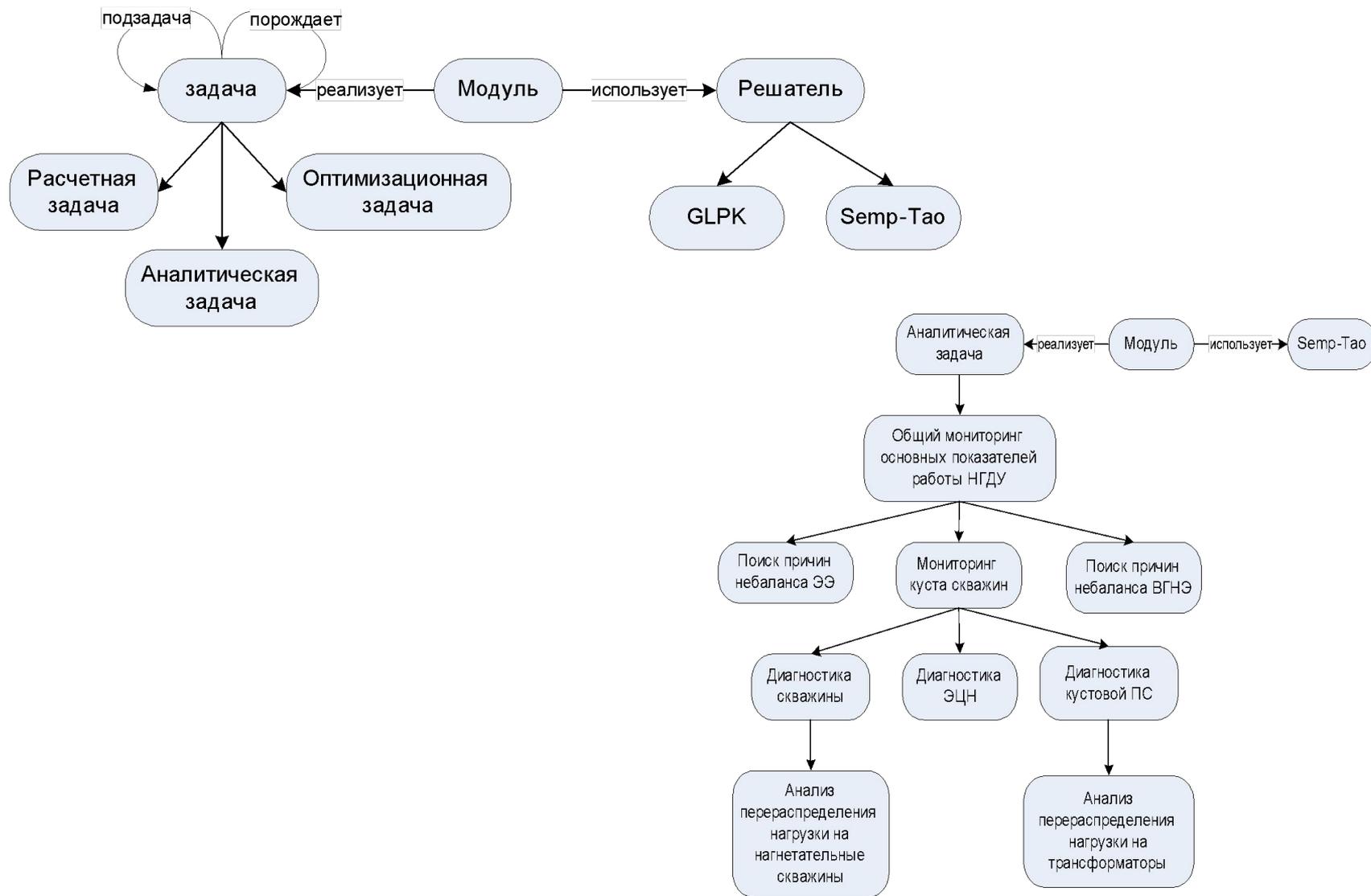
СППР СОМТИ

- Для того, чтобы упростить и унифицировать обмен информацией между разнородными компонентами и модулями СППР, а также центральным хранилищем данных СОМТИ, разработан **формат представления данных** в виде объектов (экземпляров понятий) онтологии, описывающей предметную и проблемную область системы.
- При этом онтология системы состоит из двух взаимосвязанных онтологий – **онтологии предметной области** и **онтологии задач**.

Онтология ПО и задач СППР СОМТИ



Онтология ПО и задач СППР СОМТИ



Институт систем информатики (ИСИ), г. Новосибирск, Загоруйко Ю.А.

- Средства задания онтологий и организации логического вывода: собственное инструментальное средство - технологический комплекс Semp-Taο. Предоставляется высокоуровневый язык для описания онтологии, объектной модели, продукционных правил, оперирующих классами онтологии, функций для работы с временными рядами (для выявления трендов).
- Сторонний решатель ЦЛП – GLPK, собственная разработка – решатель недоопределенных моделей UniCalc.

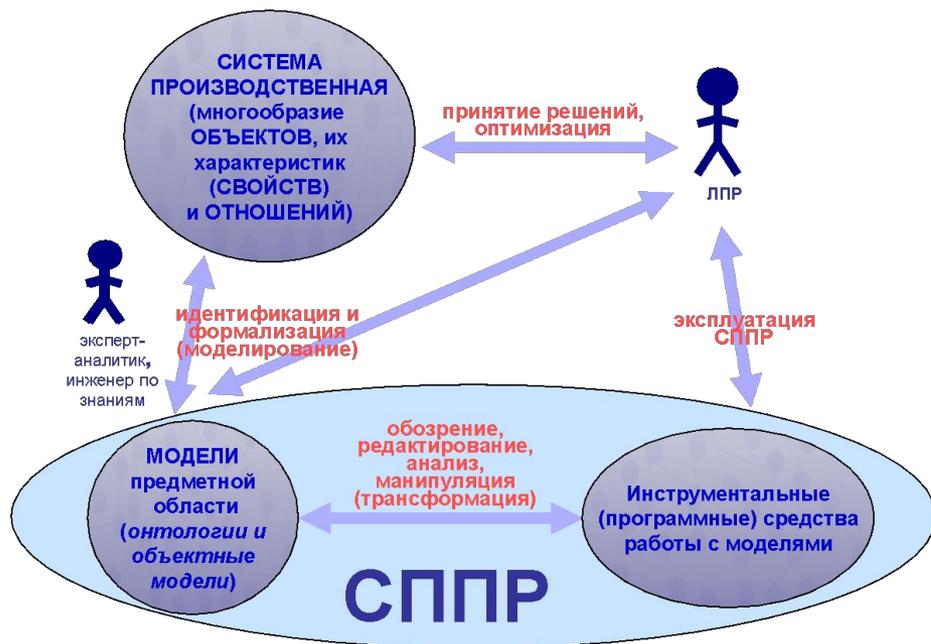
Институт проблем управления сложными системами (ИПУСС), Самара, Смирнов С.В.

- Используемые методы: онтологический анализ предметной области, построение онтологии и объектной модели ПО.
- Модель представления знаний: семантические сети и продукционные правила, упрощенная дескриптивная логика.
- Программные средства: Разработка интеллектуальных систем (в том числе и СППР) осуществляется средствами gV-системы онтологического моделирования. Эта система содержит средства для разработки онтологий, для визуализации онтологии и онтологической модели, для отдельного объекта. Средства для осуществления логического вывода, для хранения знаний и данных.
- Поддерживается многомодельность.
- Онтологии и объектные модели хранятся в БД.

Институт проблем управления сложными системами (ИПУСС), Самара, Смирнов С.В.

- Хорошо развитые интерактивные графические средства для работы с онтологиями. Инфоглобус. Предлагаются развитые средства поиска и навигации.
- Онтологии используются на этапе построения и эксплуатации СППР.
- Онтологии строятся с нуля. Хранятся в собственном формате. Разрабатываются средства отторжения в формат XML. Наоборот – нет.
- Чужие онтологии не используются.

Структура информационно-аналитической СППР

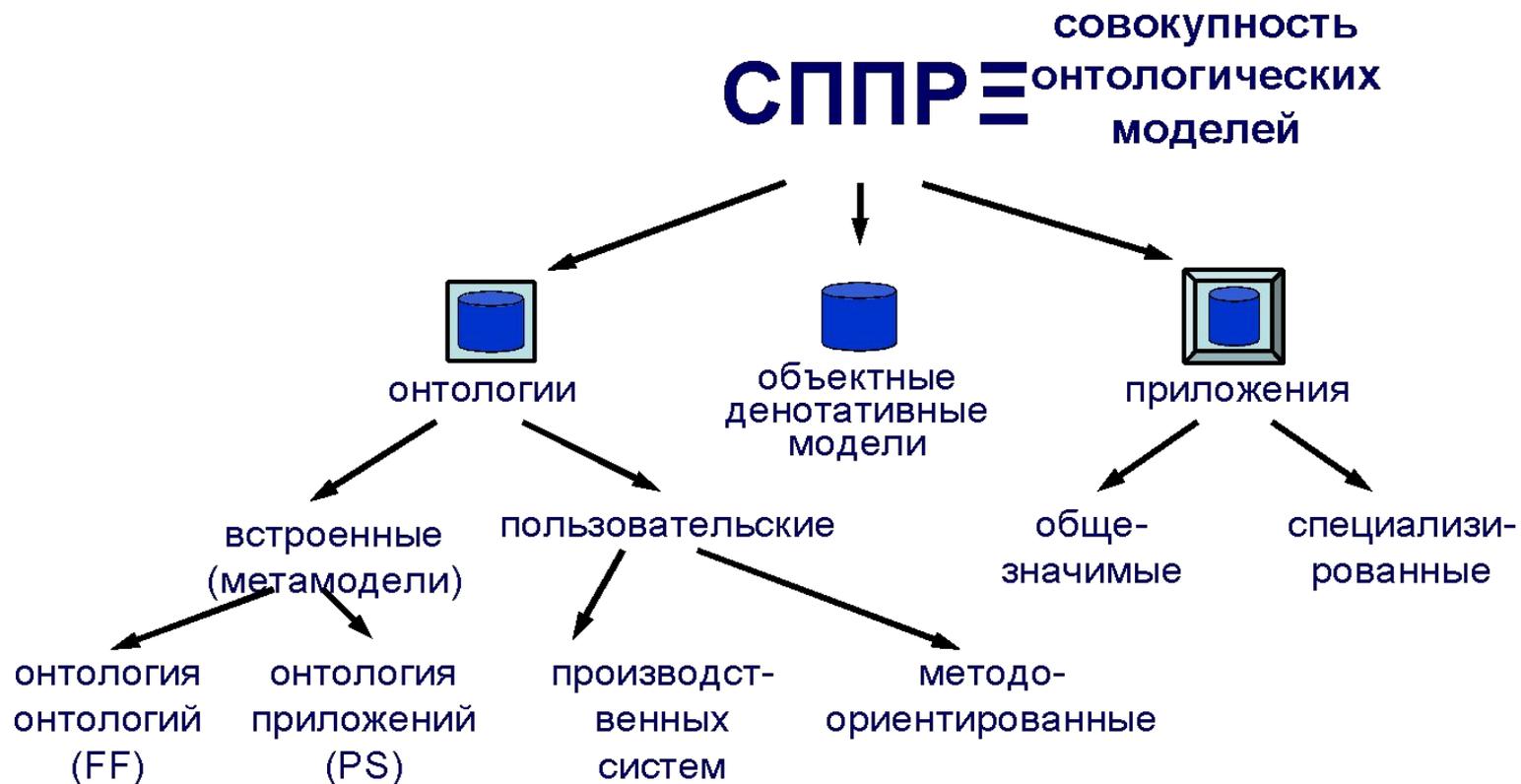


Онтологические модели производственных систем являются основой использования всех аналитических методик в СППР.

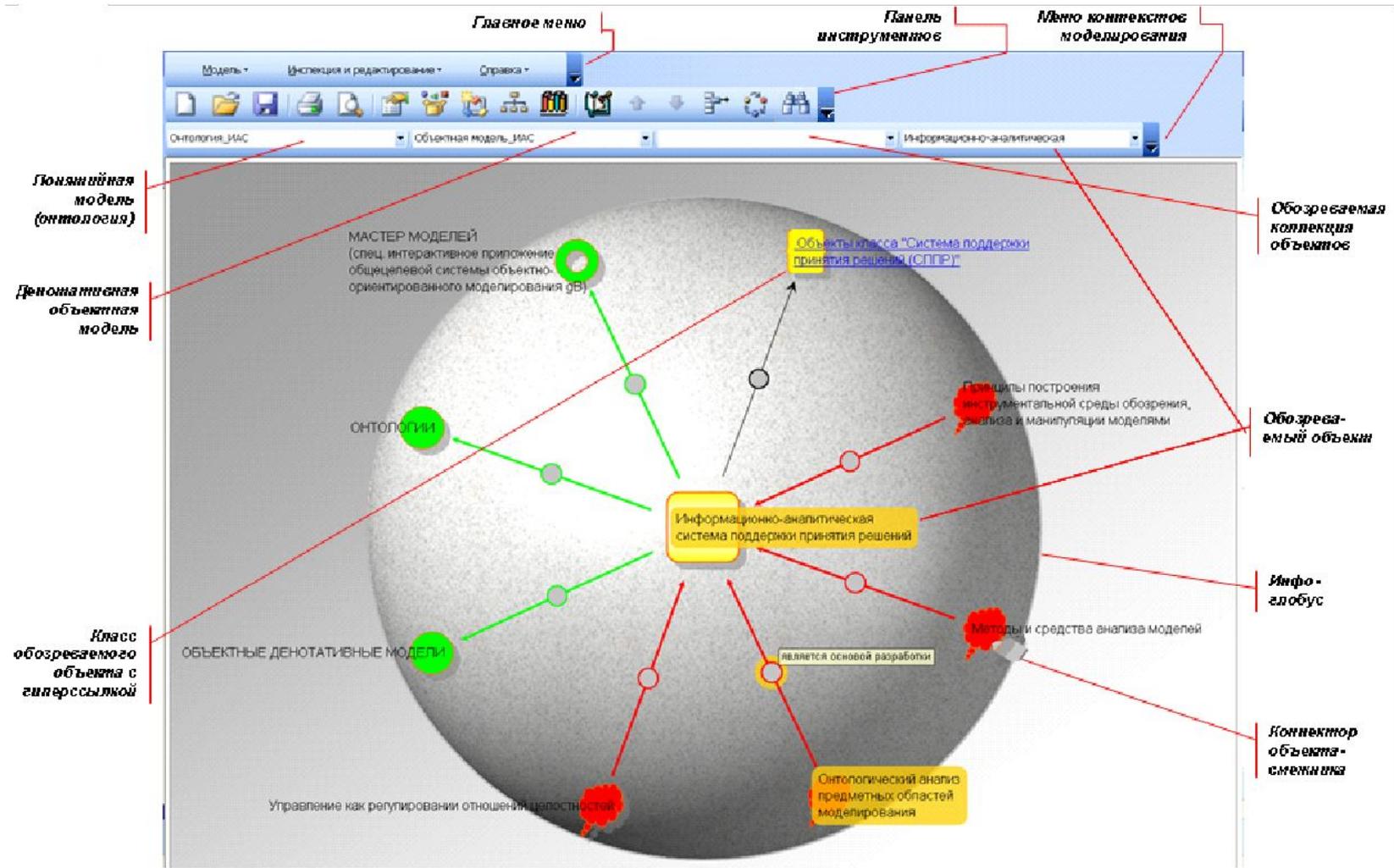
Анализ моделей предлагается осуществлять с помощью следующих основных методов:

- *Визуализация моделей*
- Исследование моделей на основе *графовых методик*, т.е. анализ семантических сетей методами и средствами теории графов

Состав СППР



Мастер моделей



Институт проблем управления сложными системами (ИПУСС), Самара, Смирнов С.В.

Области применения:

- СППР при управлении группой энергосервисных компаний
- СППР при управлении предоставлением консолидированных услуг в сфере здравоохранения и социального развития Самарской области.

Уфимский гос. авиационный технический университет, г. Уфа, Черняховская Л. Р.

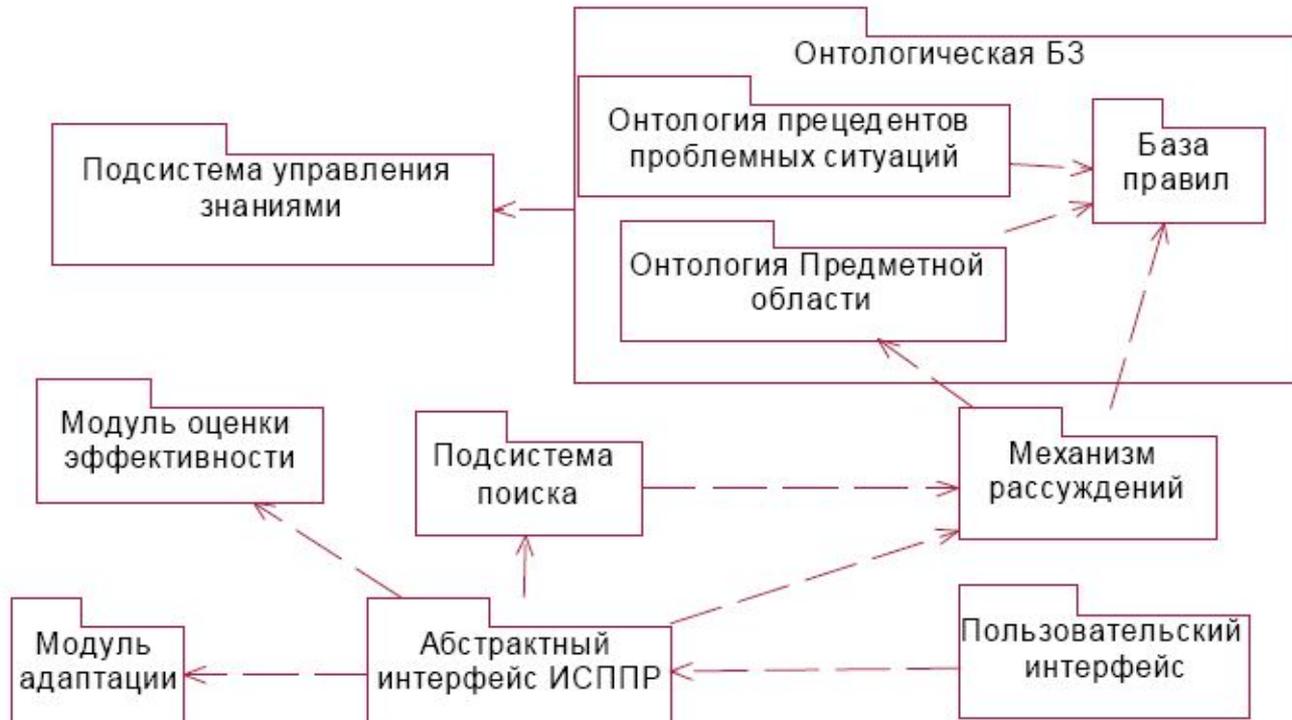


Рис.1 Модель архитектуры системы поддержки принятия решений

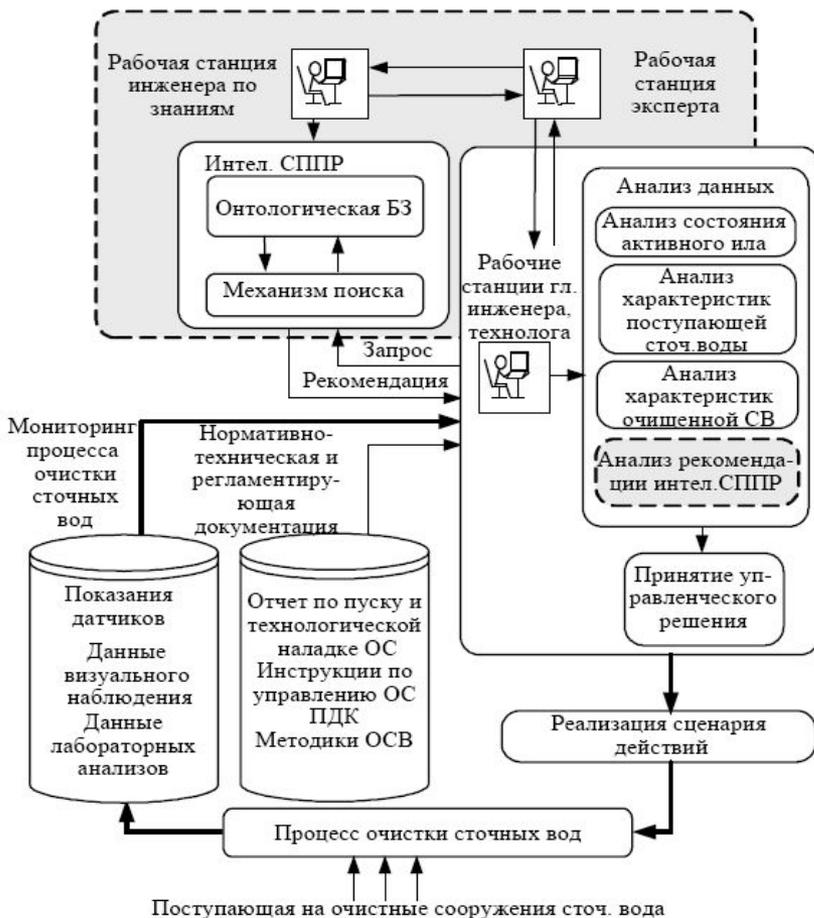
- Методы: онтологический анализ, построение онтологии ПО, онтологии прецедентов.

Уфимский гос. авиационный технический университет, г.
Уфа, Черняховская Л. Р.

Области применения:

- ИСППР для управления очисткой сточных вод
- СППР при стратегическом управлении предприятием трубопроводного транспорта нефтепродуктов

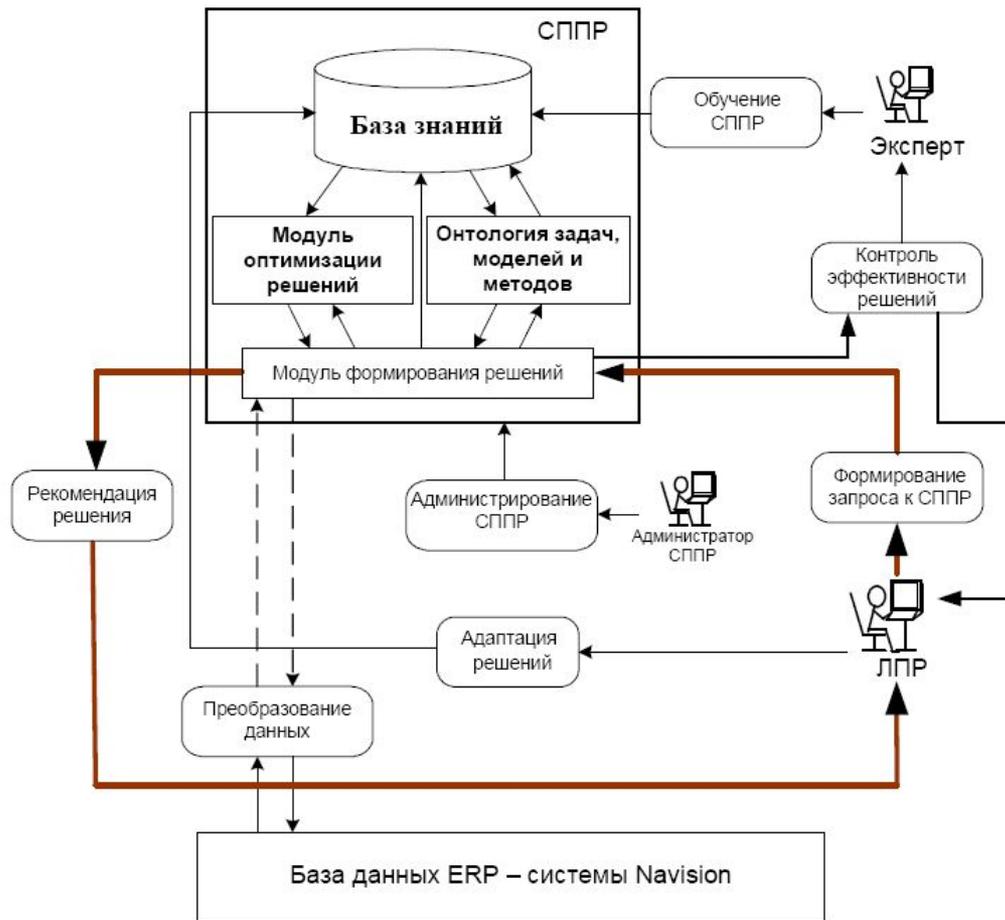
ИСППР для управления очисткой сточных вод, Шкундина Р.А.



Контур управления процессом ОСВ

- Для разработки, управления и визуализации онтологической БЗ использовано средство *Protege 3.1*. Разработана онтологическая БЗ, включающая 139 классов со свойствами и их значениями.
- Механизм рассуждений и подсистема поиска реализованы на основе разработанных объектных моделей. В качестве базового программного обеспечения, позволяющего производить логический вывод на онтологии, использован программный продукт KAON2.
- В среде *Eclipse 3* на языке *Java* разработан программный продукт для сравнения свойств экземпляров. Также разработан графический интерфейс пользователя на основе библиотеки SWT (Standard Widgets Toolkit).

СППР при стратегическом управлении предприятием трубопроводного транспорта нефтепродуктов, Муксимов П.В.



- Предложена методика построения системы
- Разработана онтология задач, моделей и методов стратегического управления

Схема управления при выборе стратегического сценария развития с использованием СППР

Уфимский гос. авиационный технический университет, г. Уфа, Попов Д.В., Ризванов Д.А.



Общая модель компетенции

- СППР по управлению компетенциями организации
- Предназначена для определения соответствия сотрудников определенным в организации требованиям (обладает ли он нужными компетенциями). На этапе построения СППР используется онтологический подход с использованием конфайнмент-моделирования, строится онтология компетенций.
- Общая модель компетенций выступает в виде онтологии предметной области, а специальные модели - в виде прикладной онтологии. В терминах объектно-ориентированного моделирования элементами онтологии предметной области будут классы. Экземплярами классов будут выступать элементы прикладной онтологии. Подобная база знаний может быть использована в системе поддержки принятия решений при создании новых моделей компетенций.

Институт Автоматики и Процессов Управления ДВО РАН, Владивосток, ЛИС, Клещев А.С.

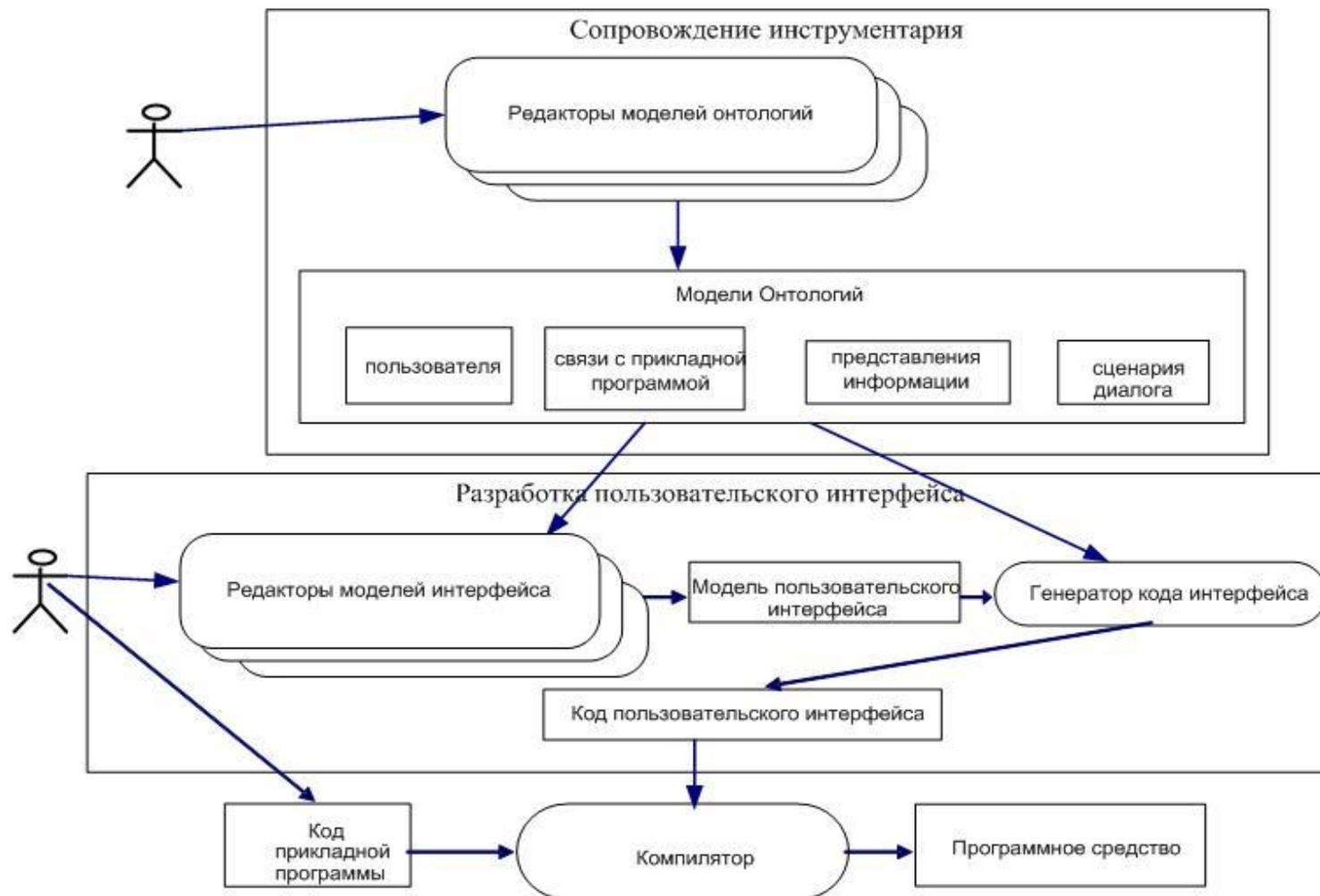
- Интеллектуальная система для рентгенофлуорисцентного анализа
- Система интеллектуальной поддержки обследования больных для врача-уролога
- Система выбора тюнинга для японских автомобилей

Система интеллектуальной поддержки обследования больных для врача-уролога

Клещев А.С., Грибова В.В., Тарасов А.В.

- Данная система управляется **онтологией наблюдений**
- Онтология наблюдений содержит определение классов понятий, связанных с медицинскими наблюдениями. Онтология имеет иерархическую организацию и делится на четыре класса: группы наблюдений, наблюдения, характеристики и значения.
- На основе онтологии наблюдений строится база знаний (база наблюдений), по которой строится история болезни.
- На основе БЗ строится и пользовательский интерфейс.
- Особенности – использование инструментария для автоматической генерации пользовательских интерфейсов (Onto Dev - собственная разработка)
- Онтология моделей интерфейса
- Таким образом, модель любого пользовательского интерфейса прикладной программы можно рассматривать как совокупность следующих моделей: системы понятий предметной области, выразительных средств интерфейса, прикладной программы, сценария диалога, а также соответствий между моделями системы понятий предметной области и выразительных средств, между моделями системы понятий и прикладной программы

Базовая архитектура инструментального средства



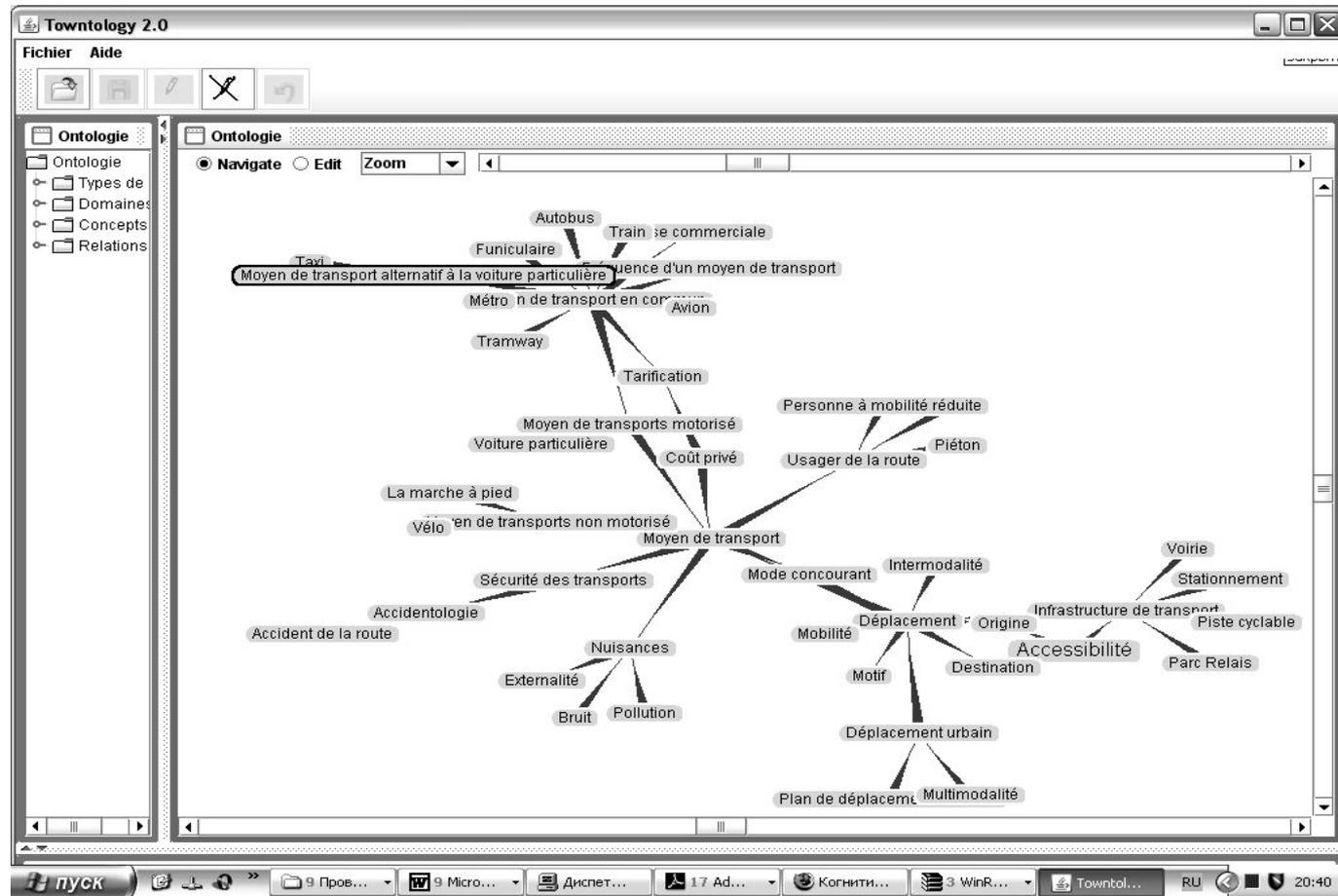
ППР в управлении развитием города:

- 5.1. Проект COST21 «Towntology», (Шестая Рабочая Программа научных исследований ЕС, в проекте участвовали ученые нескольких исследовательских центров различных европейских стран (Р.Лаурини, Ж.Теллер, К.Руссо и др.)) Проект посвящен созданию онтологических баз знаний о городе, транспорте, уличной сети и структуре управления развитием города.
- Проект Urban Modeller [11] (разработчики Х.Шеверс и В.Дрогемюллер из Австралии, Исследовательский институт CSIRO).

COST21 «Towntology»

- Главной целью является участие в лучшем осуществлении коммуникаций и большей интероперабельности при принятии решений в урбанистической сфере.
- Этапы проекта:
 - представление и интеграция знания в урбанистической онтологии из разных источников (геоинформационные системы, официальные планы и др.);
 - визуализация и представление этого знания внутри трехмерной модели города.
- На первом этапе разработана собственная программная оболочка - редактор онтологий на языке Java, позволяющая работать с онтологиями в формате .xml.

COST21 «Towntology»



COST21 «Towntology»

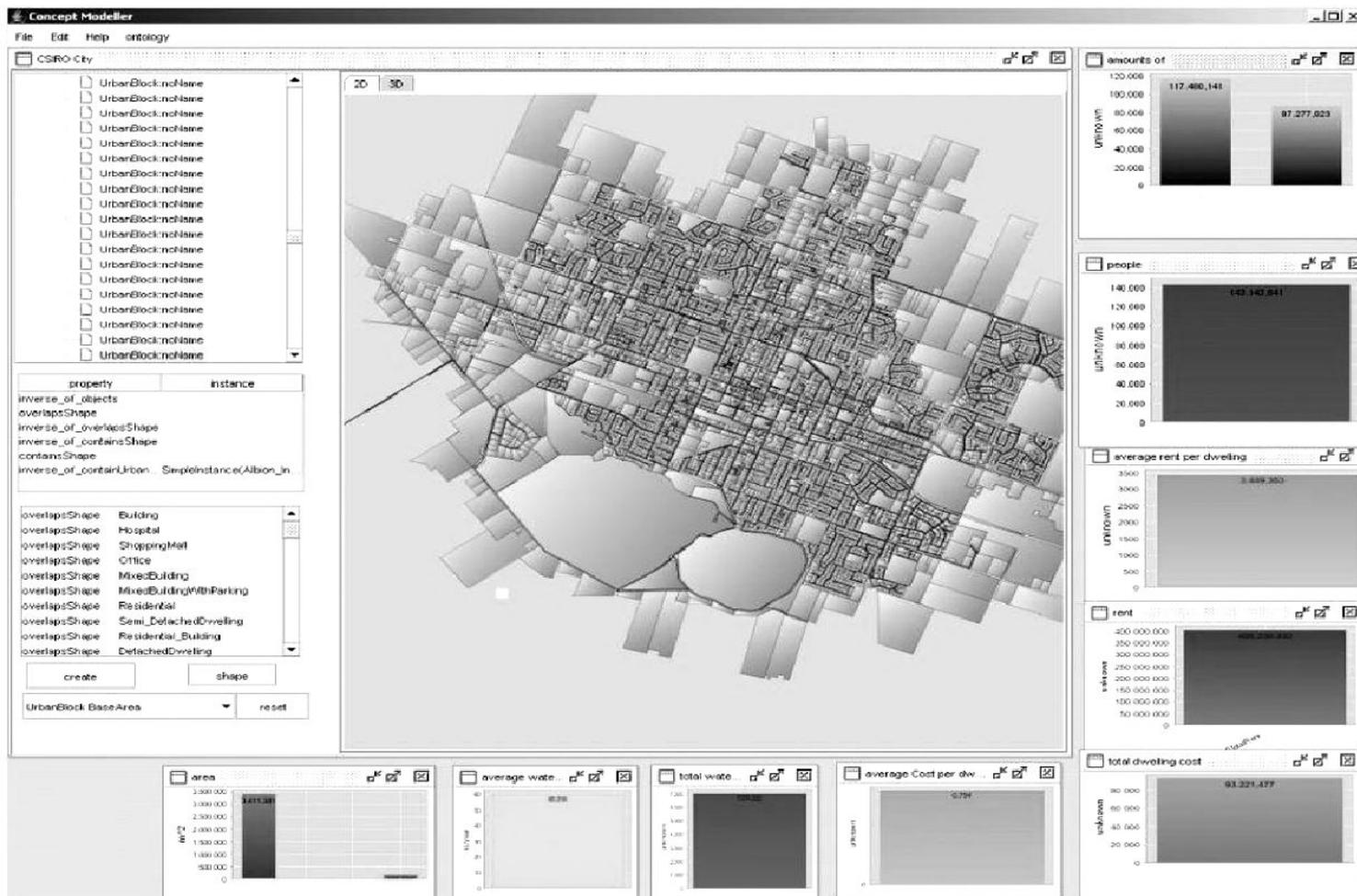
- Разработаны онтологии города и транспорта; как и интерфейс оболочки, они на французском языке.
- Задекларировано также построение базы знаний о явлении «расползания» городов (субурбанизации). Знание представлено декларативно, возможности логического вывода нет. Оболочка в принципе может служить для построения собственных пользовательских онтологий, с внешними ссылками и комментариями, фиксацией различных доменов знаний.

Urban Modeller

- Основанная на онтологиях система предназначена для планирования городской застройки и проектирования сетей
- Разработка велась в два этапа:
 - 1) разработка онтологий для совместимости с базой геоданных правового зонирования территории. На основе онтологий проектировались средства визуализации и формирования пространственных запросов;
 - 2) разработка приложений, использующих эти онтологии на входе и выходе.
- Для системы написан встраиваемый программный код - скрипт, для описания правила, задаваемых пользователем, которые позволяют конструировать нужную функциональность и делать запросы к удаленной базе пространственных данных, проверяя достижение необходимых для проектировщика условий.

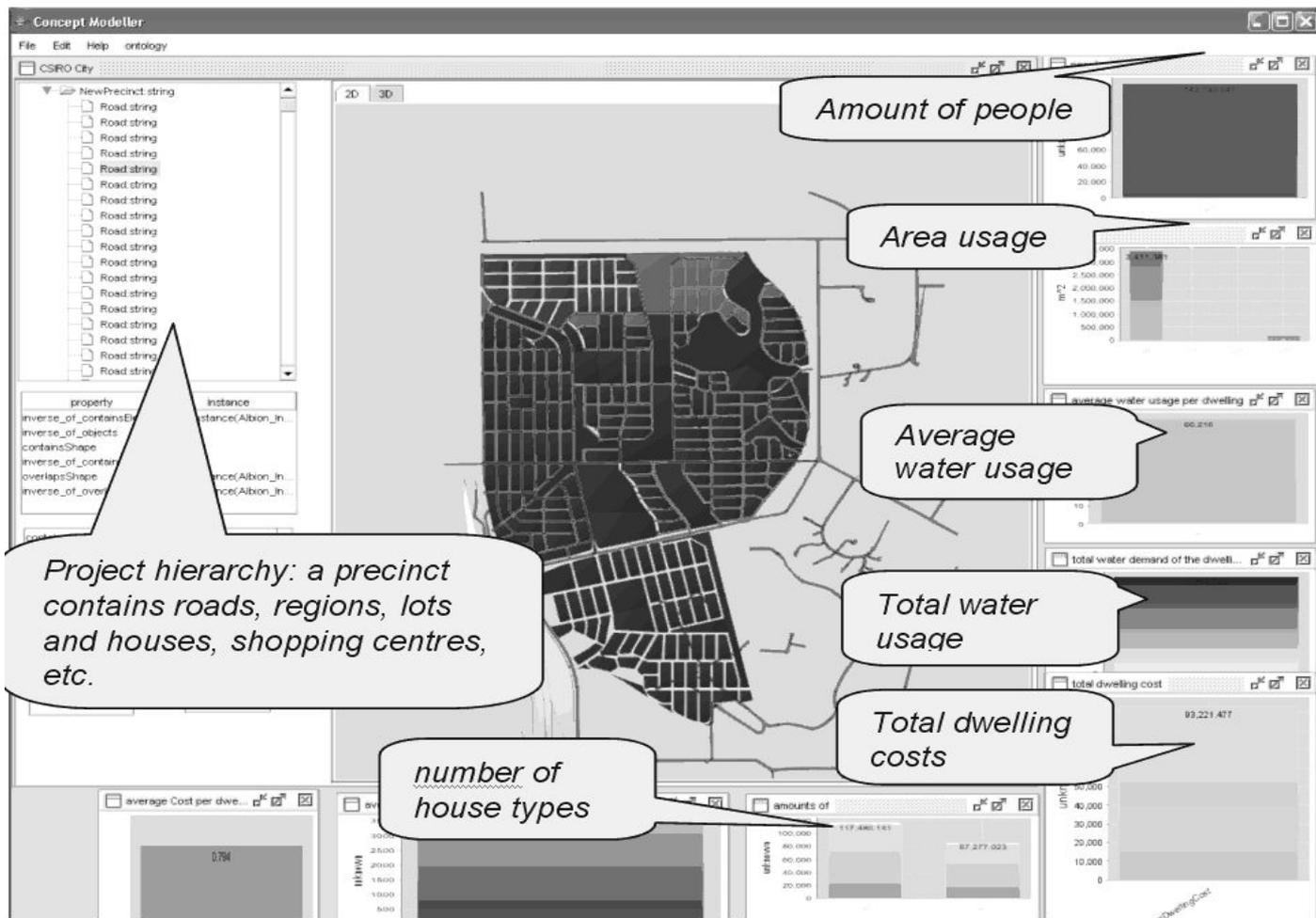
Urban Modeller

Вид программной оболочки



Urban Modeller

Проектирование жилой застройки



Резюме

- Наблюдается активное использование онтологий и средств Semantic Web для создания СППР и ЭС.
- Разработано большое количество онтологий для различных областей знаний, которые активно переиспользуются при разработке СППР и ЭС.
- Ввиду недостаточной развитости средств выражения операционной семантики в языках OWL, SWRL, разработчики вынуждены использовать дополнительные средства для решения прикладных задач (собственные решатели, машины вывода).