МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СППР В СЛАБОФОРМАЛИЗОВАННЫХ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЯХ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Г.Б. Загорулько, Ю.А. Загорулько

Институт систем информатики имени А.П. Ершова СО РАН

Введение

План доклада:

1. Введение. Анализ современного состояния в области средств и методологий разработки ИСППР
2. Концепция комплексной поддержки разработчиков интеллектуальных СППР
3. Технология разработки информационно-аналитических интернет-ресурсов (ИАИР)
4. Методика разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях
5. Примеры использования
6. Заключение

Введение

«СППР — интерактивные компьютерные системы и подсистемы, направленные на помощь лицам, принимающим решения, путем предоставления доступа к коммуникационным технологиям, данным, документам, знаниям и/или моделям с целью определения, решения проблем и принятия решений»

Power D.J. A Brief History of Decision Support Systems. DSSResources.COM, http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html version 4.0, March 10, 2007.

«Системы поддержки принятия решений являются человеко-машинными системами, которые позволяют лицам, принимающим решения, использовать данные, знания, объективные и субъективные модели для анализа и решения слабоструктурированных проблем».

Ларичев О.И., Петровский А.Б. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы развития // Итоги науки. Техническая кибернетика, том 21, Москва, ВИНИТИ,1987, с. 131-164

Введение

Слабоформализованные предметные области (СФПО) характеризуются

- отсутствием строгих математических моделей;
- преобладанием декларативных описаний понятий, связей между ними, процессов вывода новых знаний из имеющихся;
- использование преимущественно качественной информации;
- недоопределенность или нечеткость количественных данных.

В СФПО продолжается интенсивная компьютеризация. В СФПО принимаются наиболее важные решения. Работа по их принятию сложна, а ответственность за результат велика.

СППР, использующие методы искусственного интеллекта, способны существенно облегчить задачу лица, принимающего решения (ЛПР).

Анализ современного состояния

Три основных подхода к разработке СППР:

1) подход, обеспечивающий полный жизненный цикл системы (SDLC);
2) быстрое прототипирование;
3) подход конечного пользователя.

Power D.J. A Brief History of Decision Support Systems. DSSResources.COM, http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html version 4.0, March 10, 2007

Методология гибкой разработки программного обеспечения (Agile software development) для создания СППР:

- использование итеративной разработки,
- динамическое формирование требований,
- тесное взаимодействия разработчиков различного профиля.

Garaibeh, N.K., 2012. DSS Development and Agile Methods: Towards a new Framework for Software Development Methodology. International Journal of Machine Learning and Computing, Vol. 2, No. 4

Анализ современного состояния

Методологии создания медицинских СППР. Перспективными считаются как разработка специализированных систем, так и использование гибких, легких сервисов, позиционируемых как отдельные приложения и интегрируемых между собой.

Ефименко И.В., В.Ф. Хорошевский, 2017. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в медицине: ретроспективный обзор состояния исследований и разработок и перспективы. Материалы конференции ОСТИС, Минск, Белоруссия, февраль 2017, № 7, с. 251–260

Анализ современного состояния

Унифицированный подход к разработке программного обеспечения СППР.

Подразумевает использование каркасной архитектуры программного обеспечения и следующих принципов проектирования:

- принцип свободы от субъективизма разработчиков, позволяющий системе быть максимально гибкой и подстраиваться под нужды и потребности ЛПР;
- принцип инвариантности по отношению к предметной области;
- принцип множественности методов, при котором СППР обеспечивает легкую и прозрачную интеграцию требуемых методов, советует пользователю, какой метод лучше применим и почему.

Судаков В. А., В. П. Осипов, 2014. Унификация разработки программного обеспечения прикладных СППР. Материалы Всероссийского совещания по проблемам управления, Москва, 2014, с. 8855–8863

Анализ современного состояния

Методология построения СППР для определенного класса задач. СППР содержит множество методов и позволяет выбирать методы для решения конкретных задач.

Пример: Экспертная СППР (ЭСППР) для решения экономических задач. Содержит около 50 методов принятия решений, базу знаний, представленную в виде последовательности вопросов об элементах задачи принятия решения и их различных реализациях (ответах). ЭСППР является web-приложением, что делает ее доступной широкому кругу пользователей и позволяет привлекать экспертов для оценки альтернативных вариантов решения.

Кравченко Т.К., 2013. Развитие экспертной системы поддержки принятия решений. Искусственный интеллект и принятие решений, № 4: 72–80

Анализ современного состояния

Современная ИСППР должна быть информационной системой с развитыми средствами анализа и обработки хранящихся в них данных.

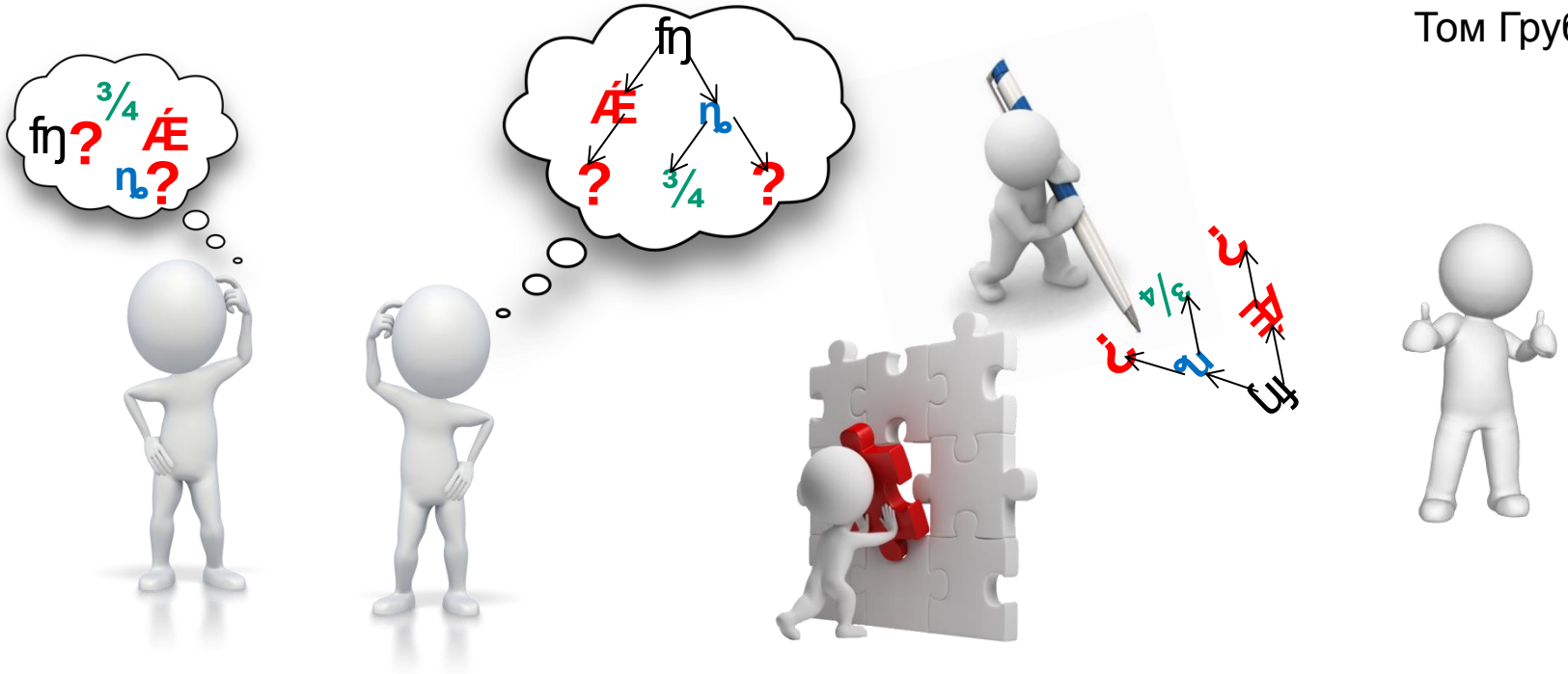
- *Халин В.Г., Г.В. Чернова, А.В. Юрков, 2015. Методологические аспекты создания и функционирования систем поддержки принятия решений. Экономический анализ: теория и практика, № 7(406): 20–33*
- *Edwards M.P., T. Lippeveld, U. Khatri, D. Kunaka, M. Mwebaze, R. Tohouri, 2018. Building a Web-Based Decision Support System. MEASURE Evaluation. Date Views 06.02.2019 https://www.measureevaluation.org/resources/publications/fs-18-288*
- *Zhang D., X. Chen, H. Yao, 2015. Development of a Prototype Web-Based Decision Support System for Watershed Management. Water, № 7: 780–793*

Онтология

Современная ИСППР содержит развитую базу знаний (БЗ), основу которой составляют онтологии.

***Онтология* — это явная спецификация концептуализации.**

Том Грубер



Основное назначение онтологии — структуризация знаний о некоторой предметной области, их фиксация и отчуждение.

Онтология

«Онтология — формальная теория, ограничивающая возможные концептуализации мира» Н. Гуарино

O = < C, R, F >, где C — конечное множество концептов (понятий) предметной области, R – конечное множество отношений между концептами, F — конечное множество функций интерпретации, заданных на концептах и/или отношениях

«Онтологии – это БЗ специального типа, которые могут «читаться», пониматься и отчуждаться от разработчика и/или физически разделяться их пользователями»

Т.А. Гаврилова и В.Ф. Хорошевский

«Онтология — это система, состоящая из набора понятий и набора утверждений об этих понятиях, на основе которых можно описывать классы, отношения, функции и индивиды» Добров Б. В., Лукашевич Н. В.

Роль онтологии в ИСППР

- 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 ИСППР

- Использование онтологии при проектировании и разработке ИСППР (управляемая онтологией разработка ИСППР).

- Использование онтологии в качестве полноценного компонента ИСППР (в управляемой онтологией ИСППР).

Анализ современного состояния

Современная прикладная интеллектуальная СППР (ИСППР) может включать несколько взаимосвязанных подсистем:

информационную,

моделирующую,

аналитическую,

оценивающую,

экспертную.











Эти подсистемы, решая общую задачу, используют разные подходы и методы.

Предлагаемый подход



Онтология как концептуальный базис

Концептуальным базисом комплексной поддержки разработчиков ИСППР является **онтология** области знаний (ОЗ) «Поддержка принятия решений». Она описывает объекты, предметы, методы, результаты исследования в данной области, а также понятия, относящиеся к осуществляемой в данной области деятельности.

Средством информационной поддержки является специализированный **информационно-аналитический интернет-ресурс (ИАИР)** по поддержке принятия решений

Онтология и ресурс созданы средствами

технологии разработки интеллектуальных научных интернет-ресурсов

Методология построения онтологий

Онтология конкретного ИНИР строится в соответствии с методологией, главными принципами которой являются:

- **структурирование онтологии ИНИР** на ряд относительно независимых онтологий (*онтологию области знаний ИНИР, онтологию задач и методов* и *онтологию научных информационных ресурсов)*;
- **наличие базовых онтологий,** не зависящих от конкретной области знаний;
- **построение онтологии ИНИР на основе базовых онтологий** путем их достройки и развития.

Такой подход значительно упрощает создание онтологии ИНИР и ее дальнейшее сопровождение.

Методология построения онтологий

Онтология ИНИР		Базовые онтологии
Онтология области знаний ИНИР	⇐	(1) Онтология научной деятельности (2) Онтология научного знания
Онтология задач и методов	⇐	(3) Базовая онтология задач и методов
Онтология научных информационных ресурсов	⇐	(4) Базовая онтология научных информационных ресурсов

Методология построения онтологий

Онтология научной деятельности включает классы понятий, относящиеся к организации научной и исследовательской деятельности, такие как *Персона, Организация, Событие, Деятельность, Проект, Публикация* и др.

Онтология научного знания фиксирует основные содержательные структуры, используемые для построения онтологий конкретных областей знаний: *Раздел науки, Метод исследования, Объект исследования, Научный результат* и др.

Базовая онтология научных информационных ресурсов в качестве основного включает класс *Информационный ресурс*, служащий для описания представленных в Интернет ресурсов. Набор атрибутов и связей этого класса основан на стандарте Dublin Core.

Методология построения онтологий

Базовая онтология задач и методов включает такие классы как *Задача*, *Метод решения* и *web-сервис*, а также отношения, связывающие эти понятия между собой и понятиями других базовых онтологий.

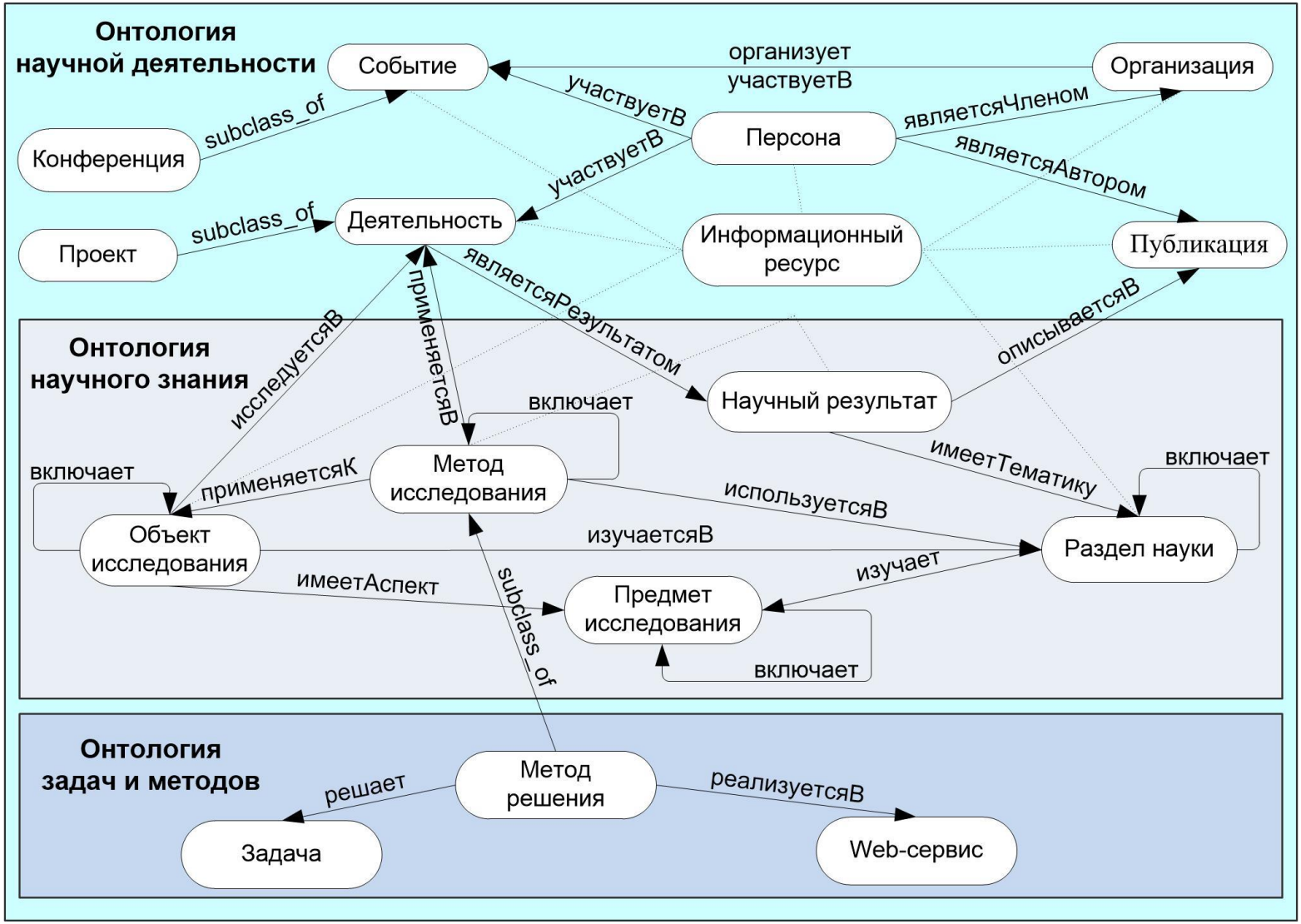
С помощью понятий и отношений данной онтологии могут быть описаны:

– **задачи**, на решение которых нацелен ИНИР,

– **методы** их решения,

– **web-сервисы**, реализующие данные методы решения, а также методы обработки информации, используемые в данной области знаний.

Базовые онтологии



Паттерны онтологического проектирования

Для разработки онтологий предложены

Паттерны Онтологического Проектирования (Ontology Design Patterns), которые представляют собой документально зафиксированные описания проверенных на практике решений проблем онтологического моделирования.

Их назначение — облегчить процесс построения онтологий и помочь разработчикам избежать часто повторяющихся ошибок онтологического моделирования.

Реализация базовых онтологий

При реализации базовых онтологий ИНИР использовался язык **OWL**, предложенный в рамках инициативы **Semantic Web**.

Причины:

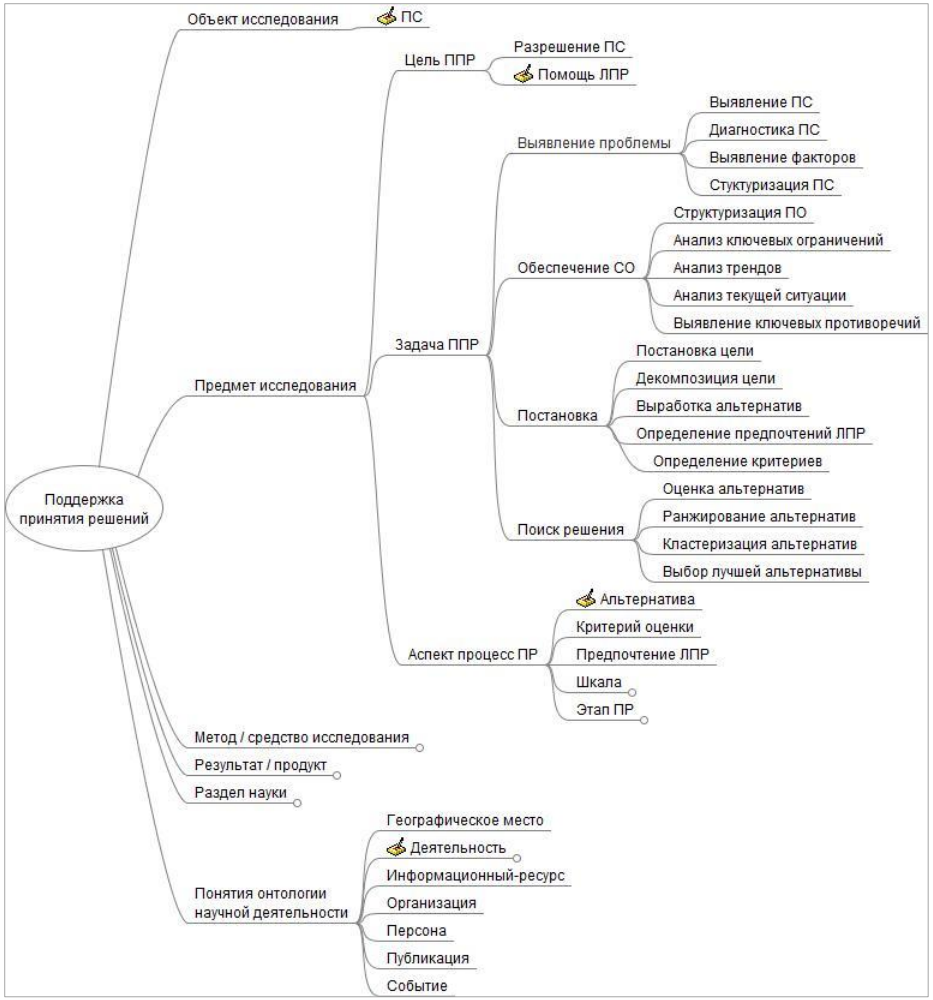
– OWL обеспечивает достаточно удобные и выразительные средства представления знаний,

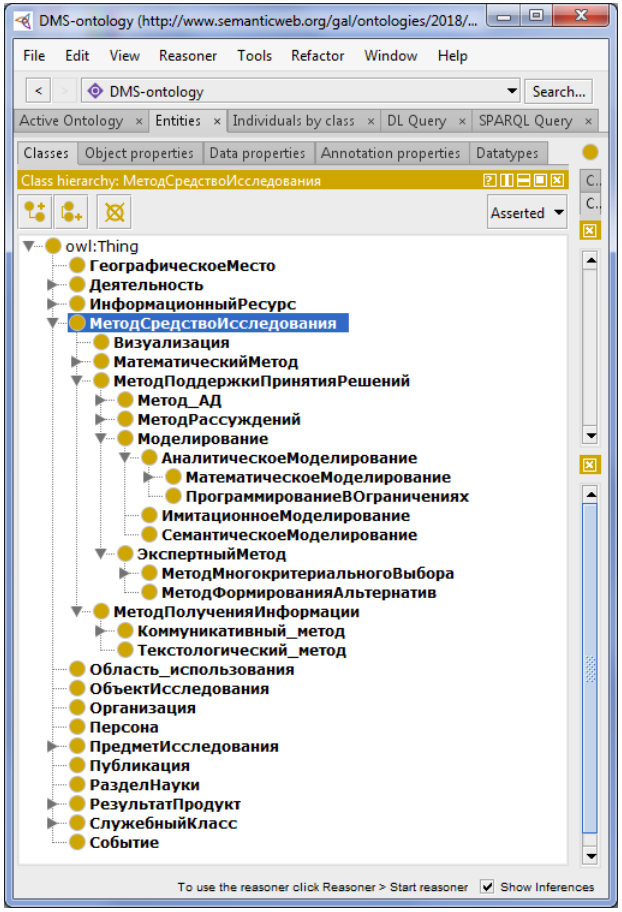
– OWL является стандартным средством спецификации онтологий (рекомендация W3C) и благодаря этому его использование дает реальную возможность для повторного использования онтологий,

– применение OWL позволяет использовать существующие в свободном доступе машины вывода, с помощью которых можно не только выводить новые знания, но и контролировать корректность и целостность всей системы знаний ИНИР.

Для реализации расширенного вывода на онтологиях используется язык **SWRL.**

Онтология области знаний «Поддержка принятия решений»





Концепция информационно-аналитического интернет-ресурса

Средством информационной поддержки и основным компонентом разрабатываемой интеллектуальной СППР является **информационно-аналитический интернет-ресурс (ИАИР)** выбранной области знаний.

ИАИР представляет собой доступную через Интернет информационную систему.

ИАИР систематизирует и интегрирует знания и информационные ресурсы определенной области знаний, а также обеспечивает содержательный эффективный доступ к ним, к методам обработки информации, используемым в данной области знаний, и к методам решения типовых для данной области задач.

ИАИР предоставляет пользователям соответствующие интерфейсы и сервисы.

Концепция информационно-аналитического интернет-ресурса

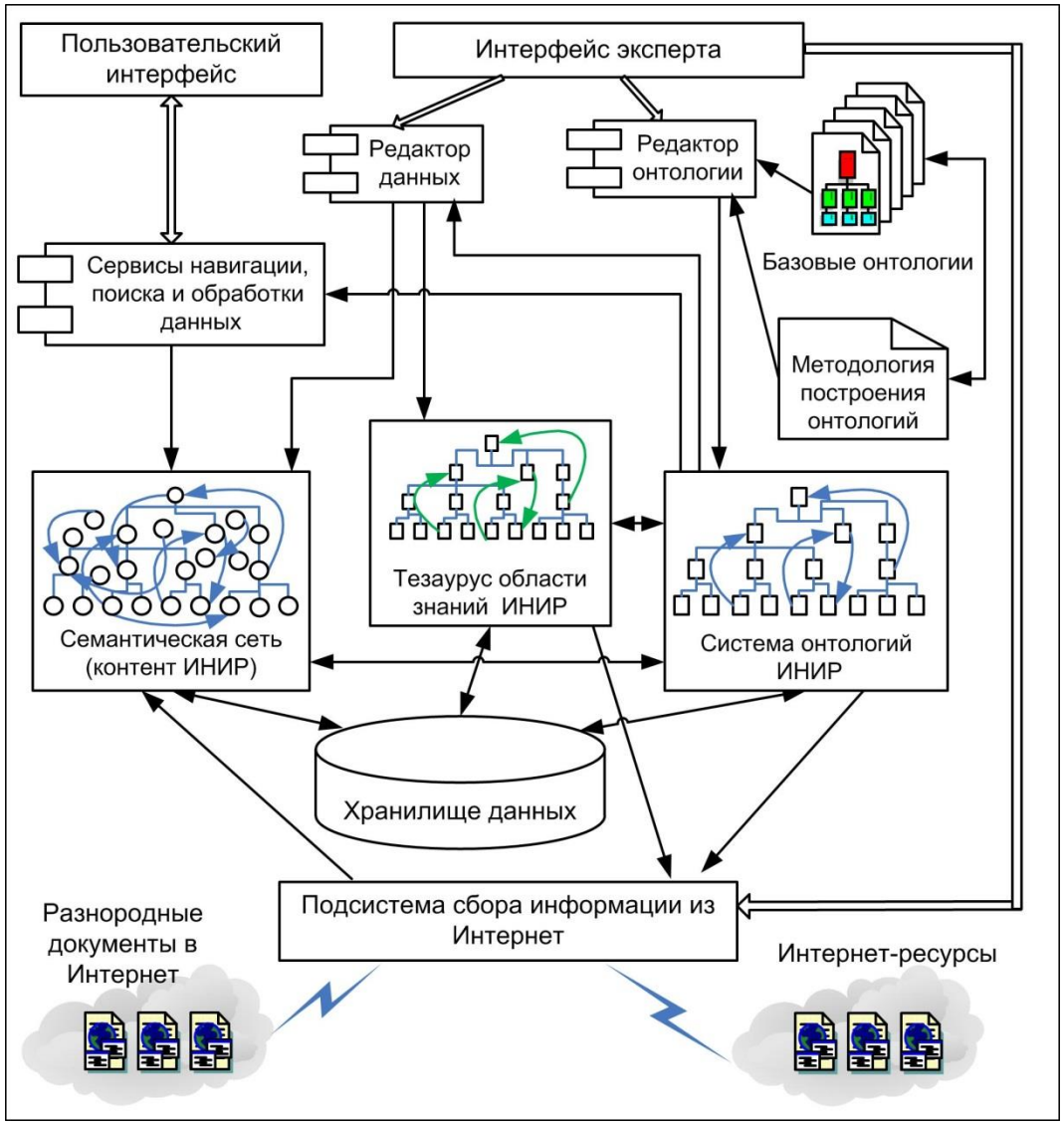
ИАИР базируется на формализмах **онтологий** и **семантических сетей**.

Онтология выступает в качестве ядра **системы знаний** ИАИР. Онтология наряду с описанием моделируемой области знаний включает соотнесенное с ним описание структуры и типологии интегрируемых информационных ресурсов и методов обработки информации.

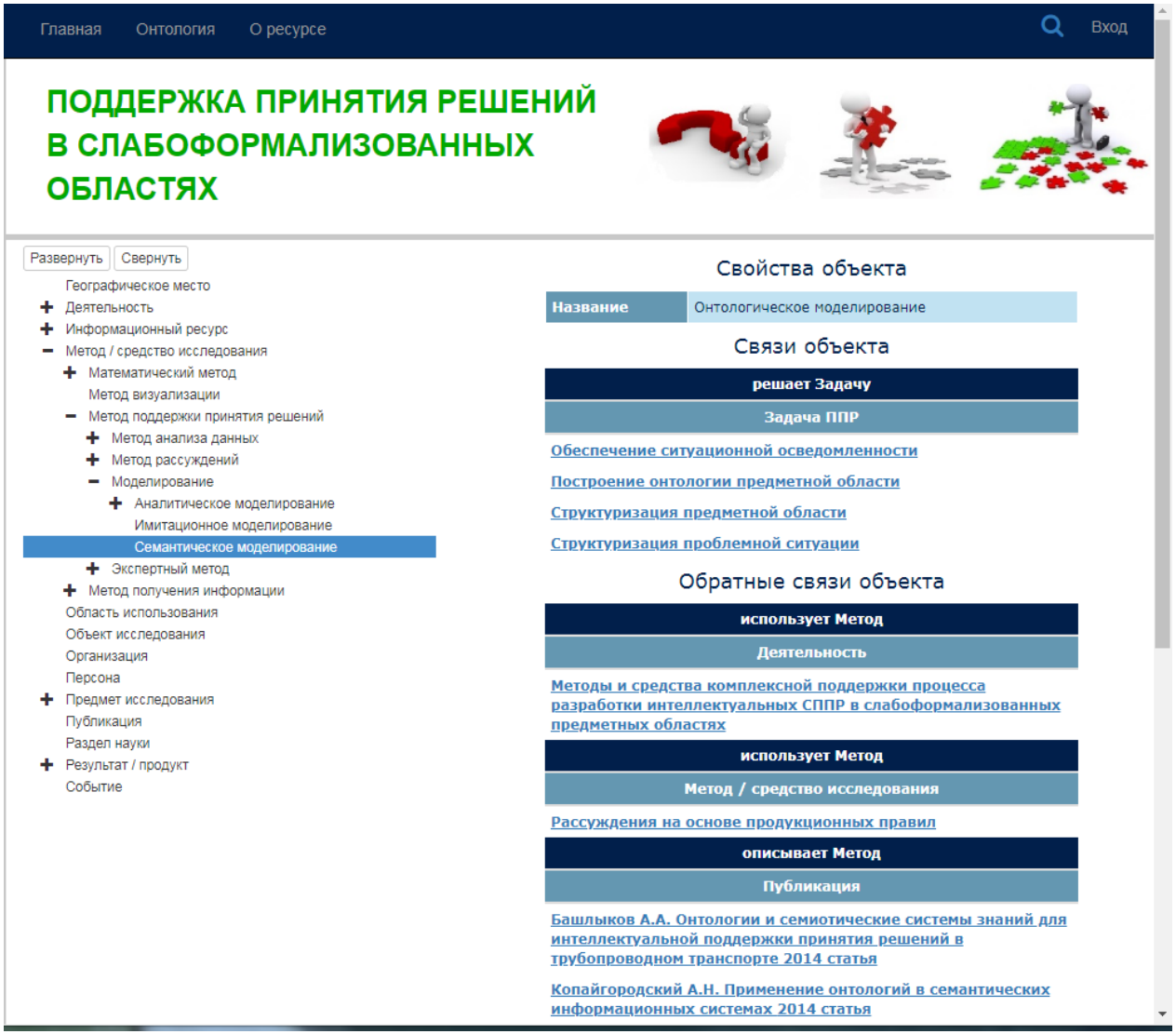
Семантическая сеть играет в ИАИР роль интеллектуального хранилища данных, в котором накапливается информация об основных сущностях области знаний, релевантных ей научных информационных ресурсах, а также сервисах и алгоритмах, реализующих методы обработки информации.

На основе онтологии и семантической сети организуются **навигация** по информационному пространству ИАИР и **содержательный поиск** необходимой информации.

Технология разработки ИАИР



Информационно-аналитический ресурс по поддержке принятия решений



Репозитарий методов поддержки принятия решений

Средством компонентной поддержки разработчиков ИСППР является **репозитарий методов ППР.**

Репозитарий представляет собой библиотеку сервисов, реализованных как локальные сервисы либо web-сервисы. Часть сервисов является авторскими, другие реализованы сторонними разработчиками. Они могут размещаться на удаленных серверах.

Репозитарий методов поддержки принятия решений

Включение сервиса в репозитарий означает создание в контенте ИАИР ППР информационного объекта, описывающего данный сервис, его связи с решаемыми задачами, реализуемыми методами, авторами-разработчиками, типом используемой информации, методикой его применения.

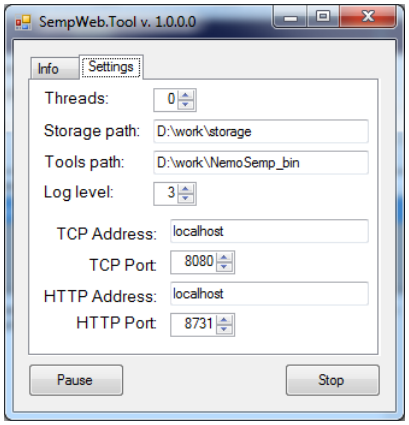
Такой информационный объект обязательно имеет ссылку, по которой пользователь может запустить сервис удаленно или скачать его на свой компьютер.

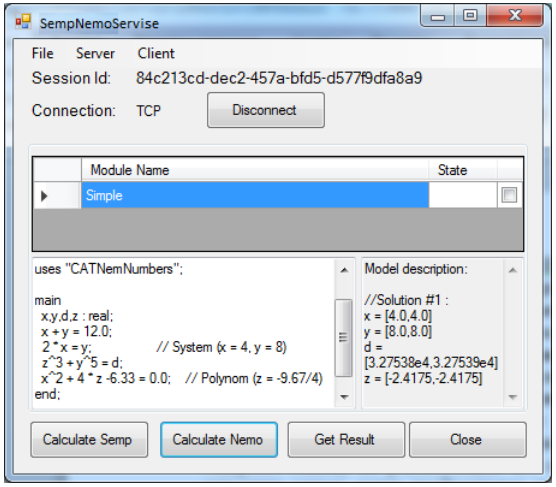
Для сервиса, имеющего программный интерфейс, описание содержит ссылку на него, которая позволяет запускать этот сервис сторонним программным агентам.

Репозитарий методов поддержки принятия решений

В репозитарий включены следующие сервисы:

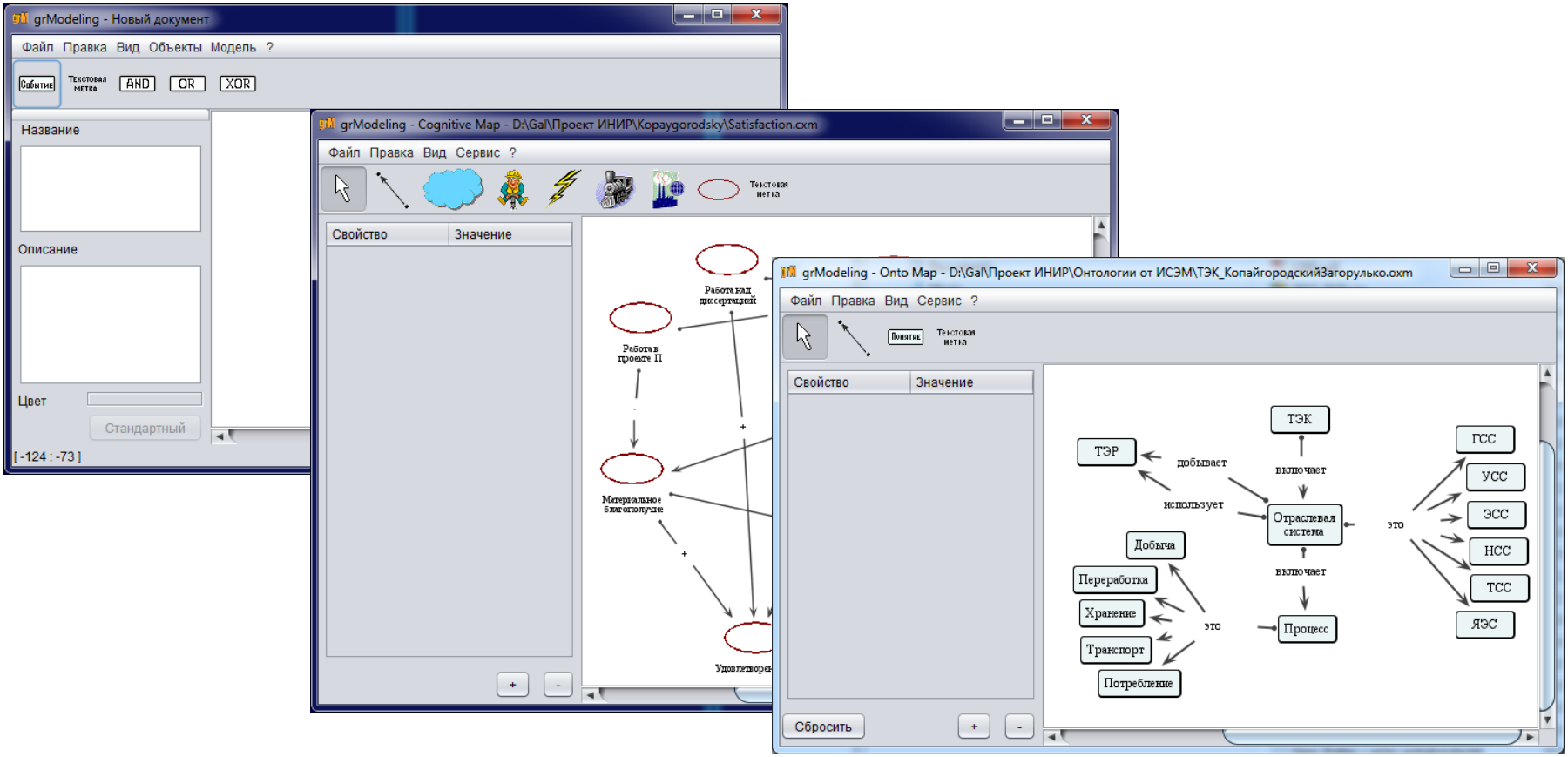
SempNemo — сервис, реализующий метод недоопределенных вычислений и метод рассуждений на основе экспертных правил (ИСИ СО РАН).





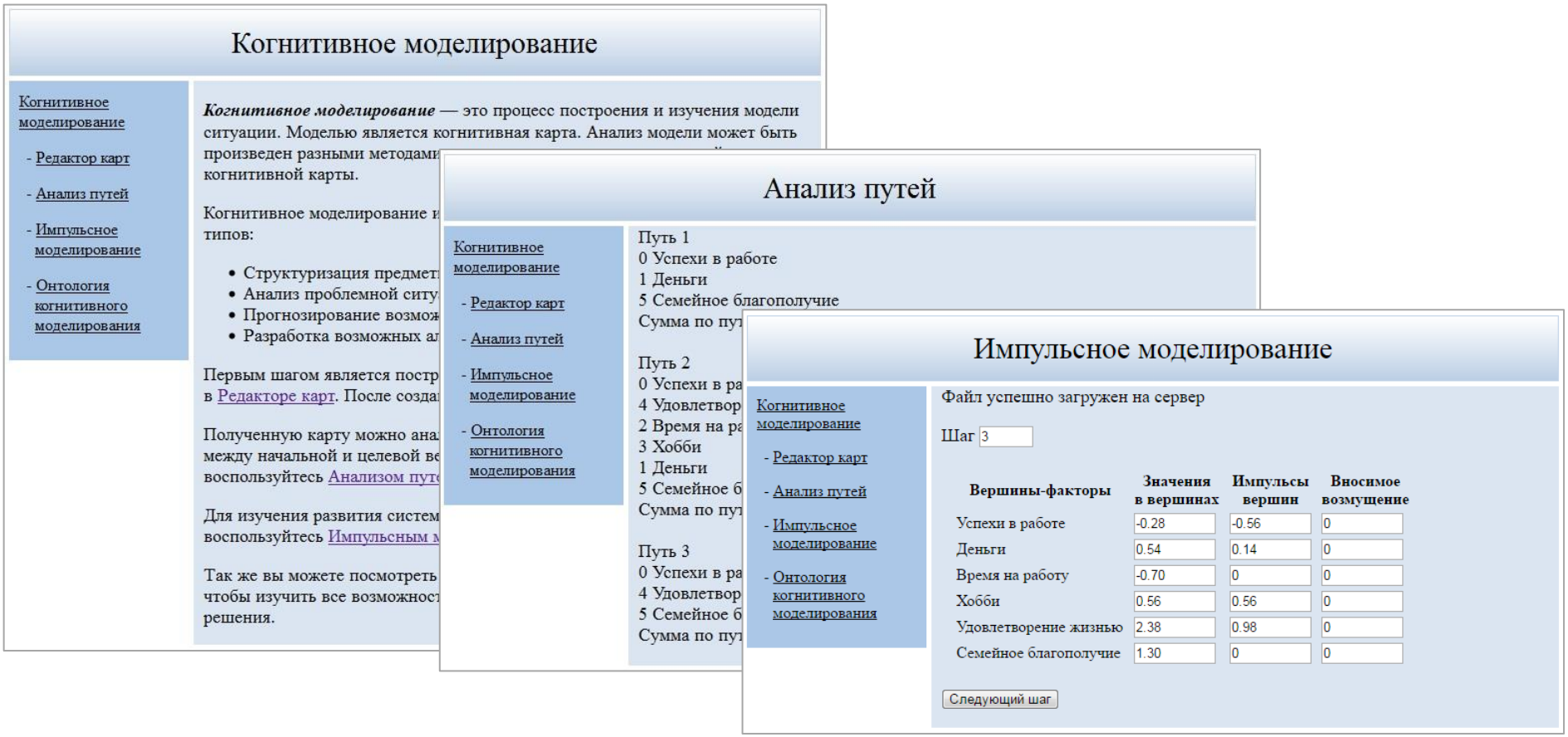
Репозитарий методов поддержки принятия решений

grMOntoMap, **grCognitiveMap**, **grEventMap** — сервисы, реализующие, соответственно, методы онтологического, когнитивного, событийного моделирования (ИСЭМ СО РАН).



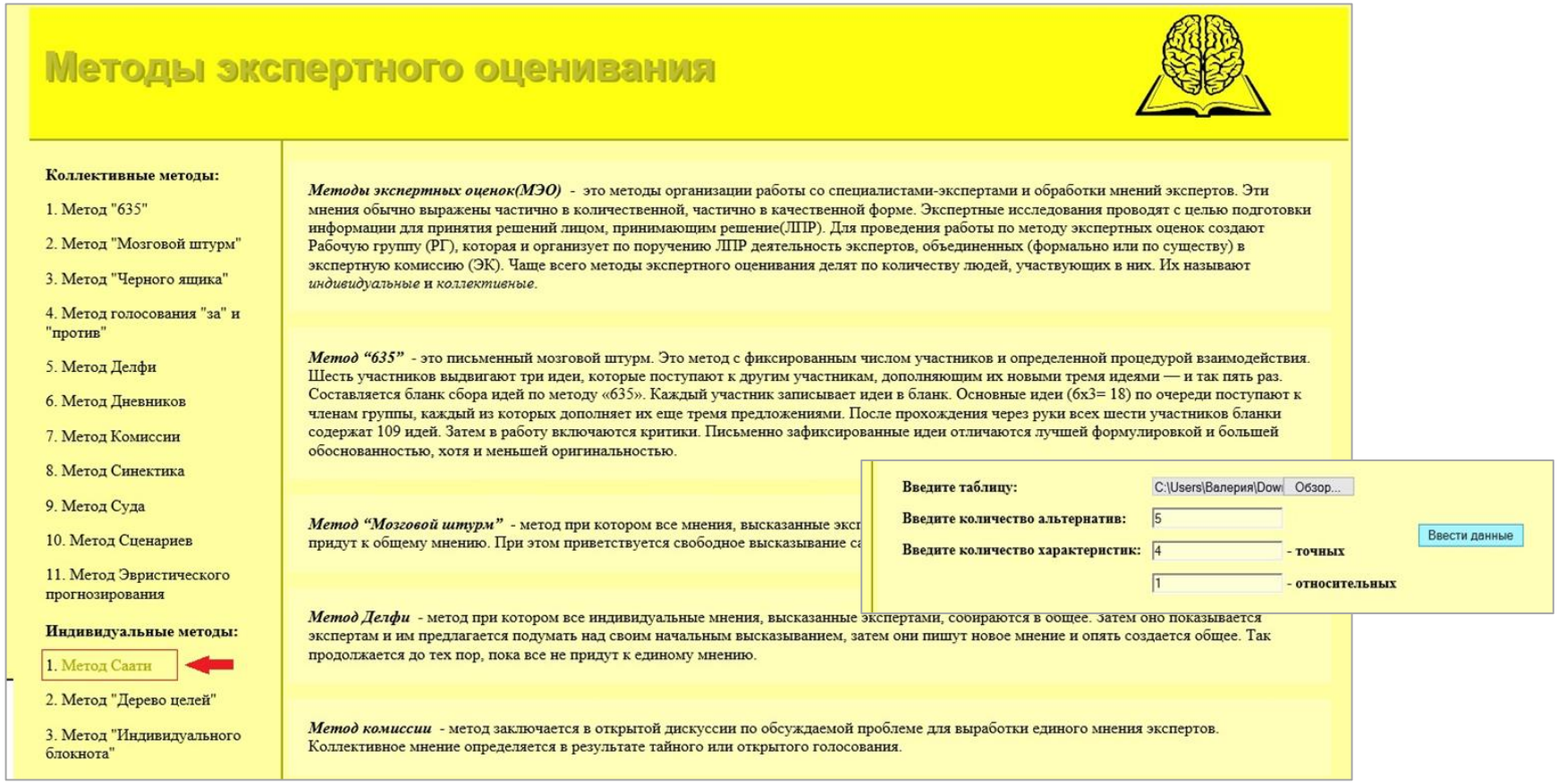
Репозитарий методов поддержки принятия решений

Web-приложение, позволяющее анализировать когнитивные карты, созданные с помощью сервиса grCognitiveMap, находить в них пути, моделировать возмущения (ИСИ СО РАН).



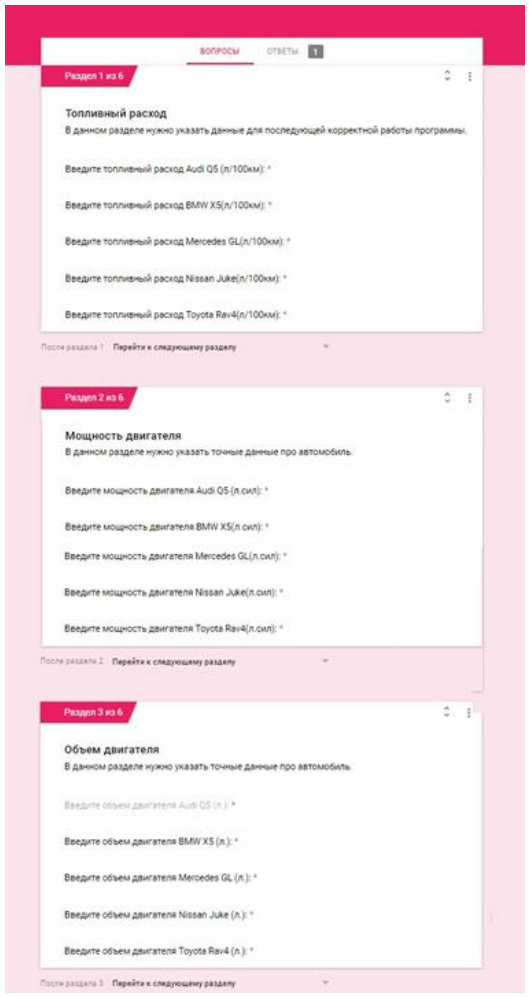
Репозитарий методов поддержки принятия решений

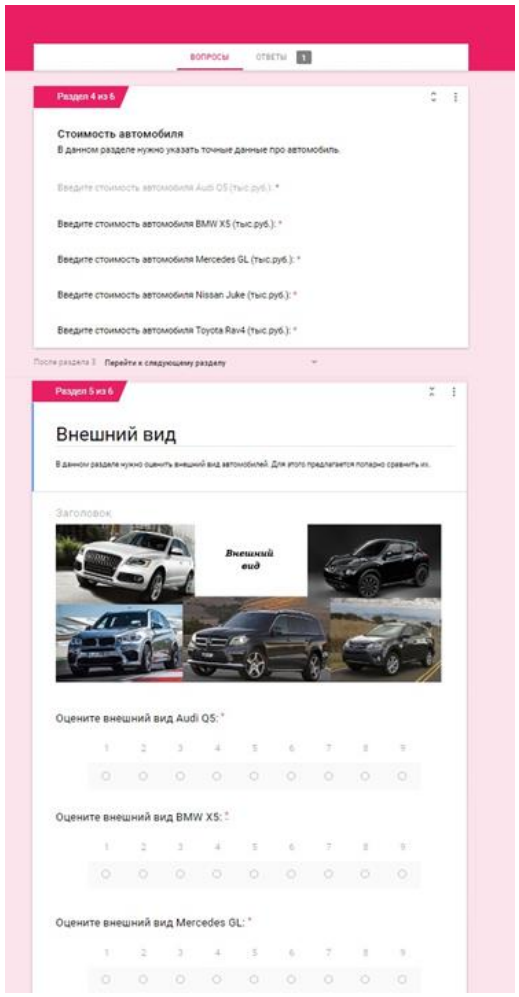
Web-приложение, предоставляющее доступ к информации о методах экспертного оценивания и позволяющее оценивать методом анализа иерархий альтернативы решения разных предметных задач (ИСИ СО РАН).

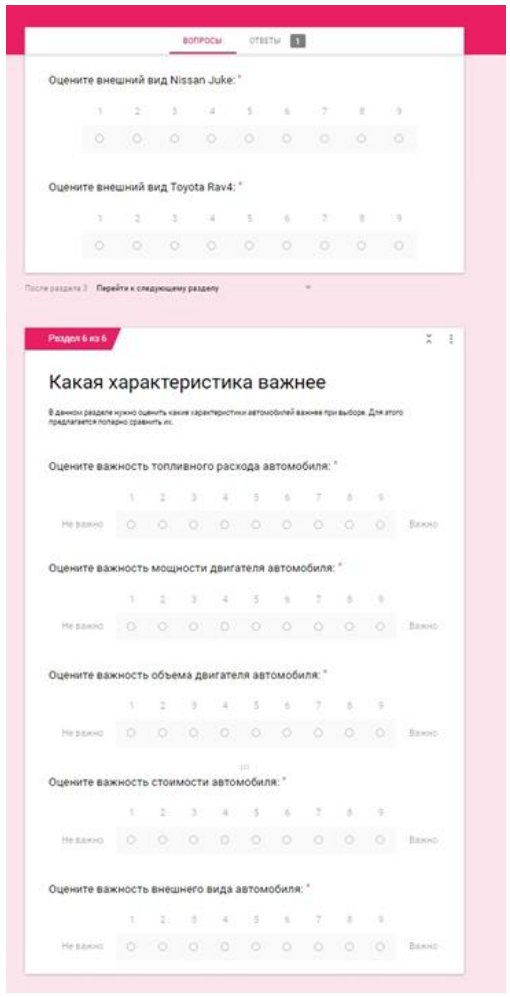


Репозитарий методов поддержки принятия решений

Сервис Google Forms (Google), позволяющий создавать анкеты и проводить опрос экспертов.

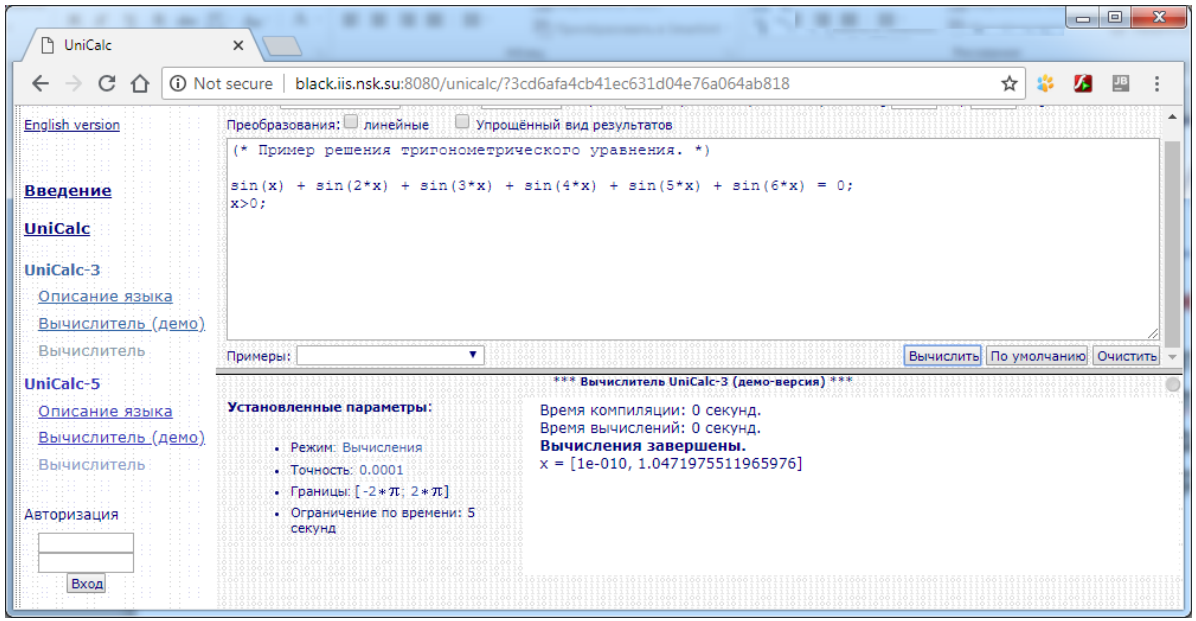






Репозитарий методов поддержки принятия решений

Приложение **WebUnicalc**, позволяющее описывать и запускать на счет недоопределенные модели (ИСИ СО РАН) В отличие от SempNemo-сервиса данный инструмент предоставляет услуги полноценного редактора для создания недоопределенных моделей, однако не предоставляет программных интерфейсов.



Репозитарий методов поддержки принятия решений

Сервисы для работы с внешними данными, предоставляющие организовать взаимодействие с внешними источниками данных. Это могут быть сторонние базы данных (БД), либо БД, созданные разработчиками конкретных ИНИР. Сервисы предоставляют следующие возможности:

1. Описание информационных объектов со значениями из внешних БД.
2. Импорт значений свойств указанных объектов из внешних источников.
3. Визуализация значений свойств объектов в виде таблиц или графиков.
4. Запуск сервисов анализа импортированных данных.
5. Использование импортированных данных для решения задач.

Методика разработки интеллектуальных СППР в СФПО



Методика разработки интеллектуальных СППР в СФПО

Предлагаемые методика и программные средства упрощают и упорядочивают процесс разработки интеллектуальных СППР. Согласно предлагаемому подходу, основным компонентом разрабатываемой интеллектуальной СППР, её **каркасом**, на который будут нанизаны интерфейсные и функциональные компоненты, является **тематический ИАИР** выбранной ПО.

Построение тематического ИАИР осуществляется средствами **технологии разработки ИАИР** и, фактически, сводится к созданию его системы знаний, т.е. включает разработку онтологии и наполнение контента ресурса. Так как онтология составляет основу системы знаний ИАИР, важнейшим компонентом данной технологии является методика построения онтологий, поддержанная инструментальными средствами (редакторами онтологий и данных), а также представительным набором базовых онтологий и паттернов, на основе которых эксперты строят онтологии и тезаурусы тематических ИАИР.

Методика разработки интеллектуальных СППР в СФПО

К тематическому ИАИР в виде сервисов подключаются элементы пользовательского интерфейса, выбранные методы решения задач и, при необходимости, сервисы доступа к данным из внешних хранилищ.

ИАИР ППР, обеспечивающий информационную поддержку разработчиков, снабжает их информацией, позволяет выделить цели, задачи создаваемой интеллектуальной СППР, определить и опробовать необходимые для их решения методы.

Методика разработки интеллектуальных СППР в СФПО

Онтология выбранной ПО может строиться с использованием любого специализированного редактора, например, Protégé.

Она разрабатывается на основе предоставляемых методологией базовых онтологий путем их достройки и конкретизации. Для использования онтологии в ресурсе-оболочке ИСППР необходимо задать параметры визуализации ее элементов.

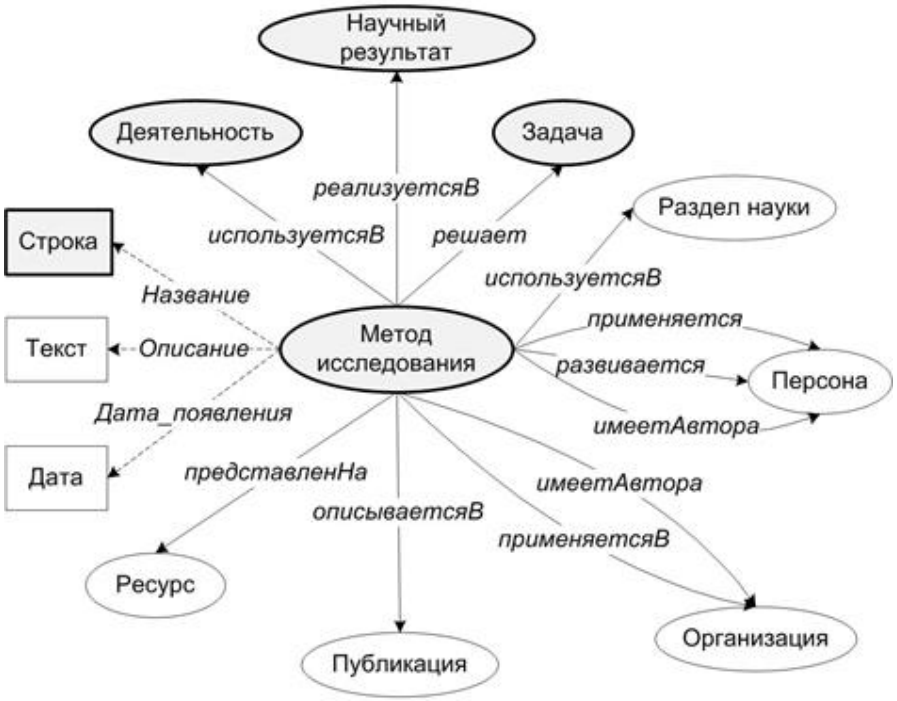
Задание параметров делается на основе паттернов представления, предлагаемых пользователям технологией разработки ИАИР.

Наполнение контента тематического ресурса может осуществляться средствами встроенного в оболочку редактора данных.

Методика разработки интеллектуальных СППР в СФПО

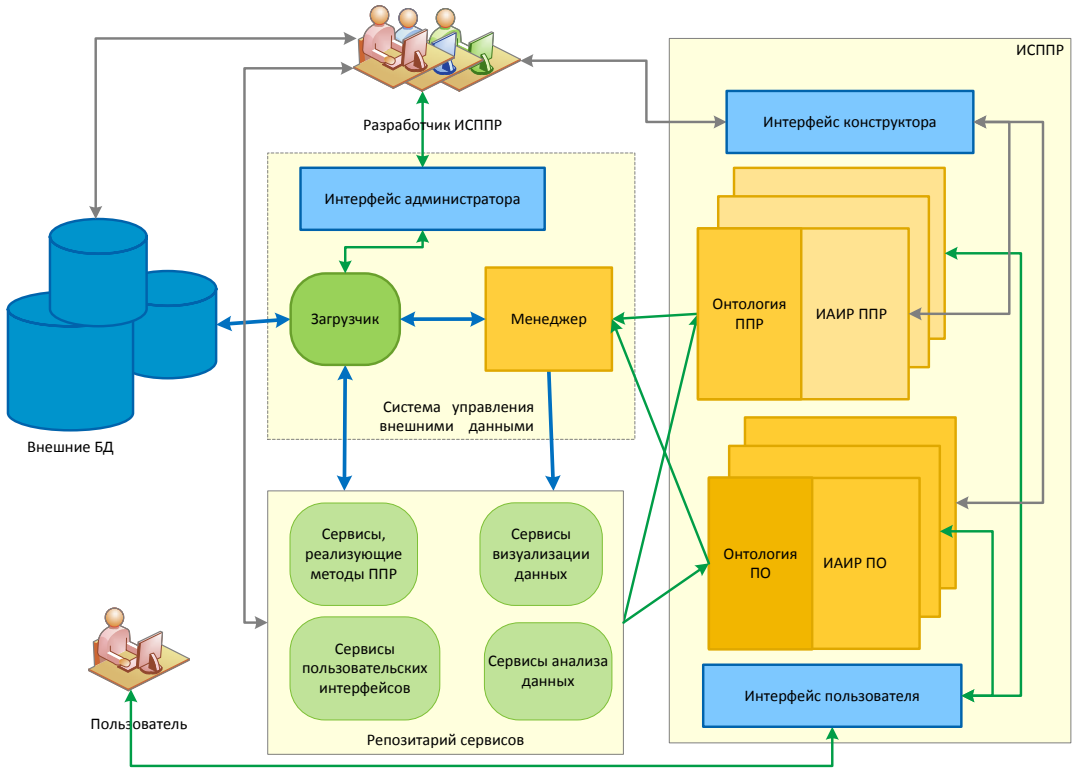
Экспертная система по подбору метода

ЭС позволяет выбрать метод, последовательно задавая ограничения на его свойства.



Методика разработки интеллектуальных СППР в СФПО

Архитектура интеллектуальной СППР



Реализация

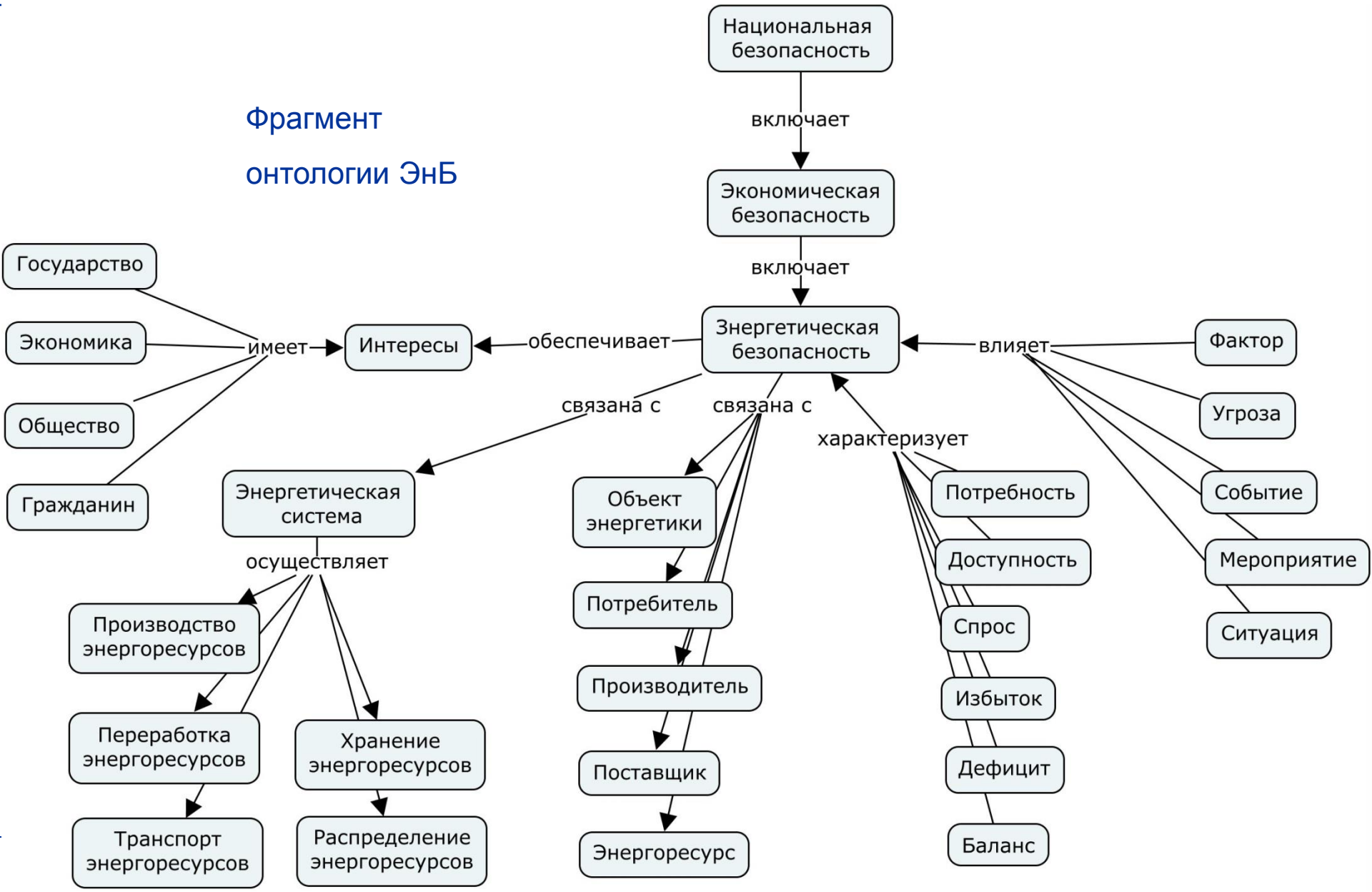
- Онтология ППР описана на языке OWL (синтаксис Turtle).
- Оболочка ИАИР реализована на языке PHP средствами фреймворка Yii. В качестве хранилища данных использовано RDF-хранилище Apache Jena Fuseki. Для доступа к нему используется SPARQL при помощи библиотеки EasyRdf.

Сервисы, предоставляющие методы ППР, реализованы на разных языках и платформах:

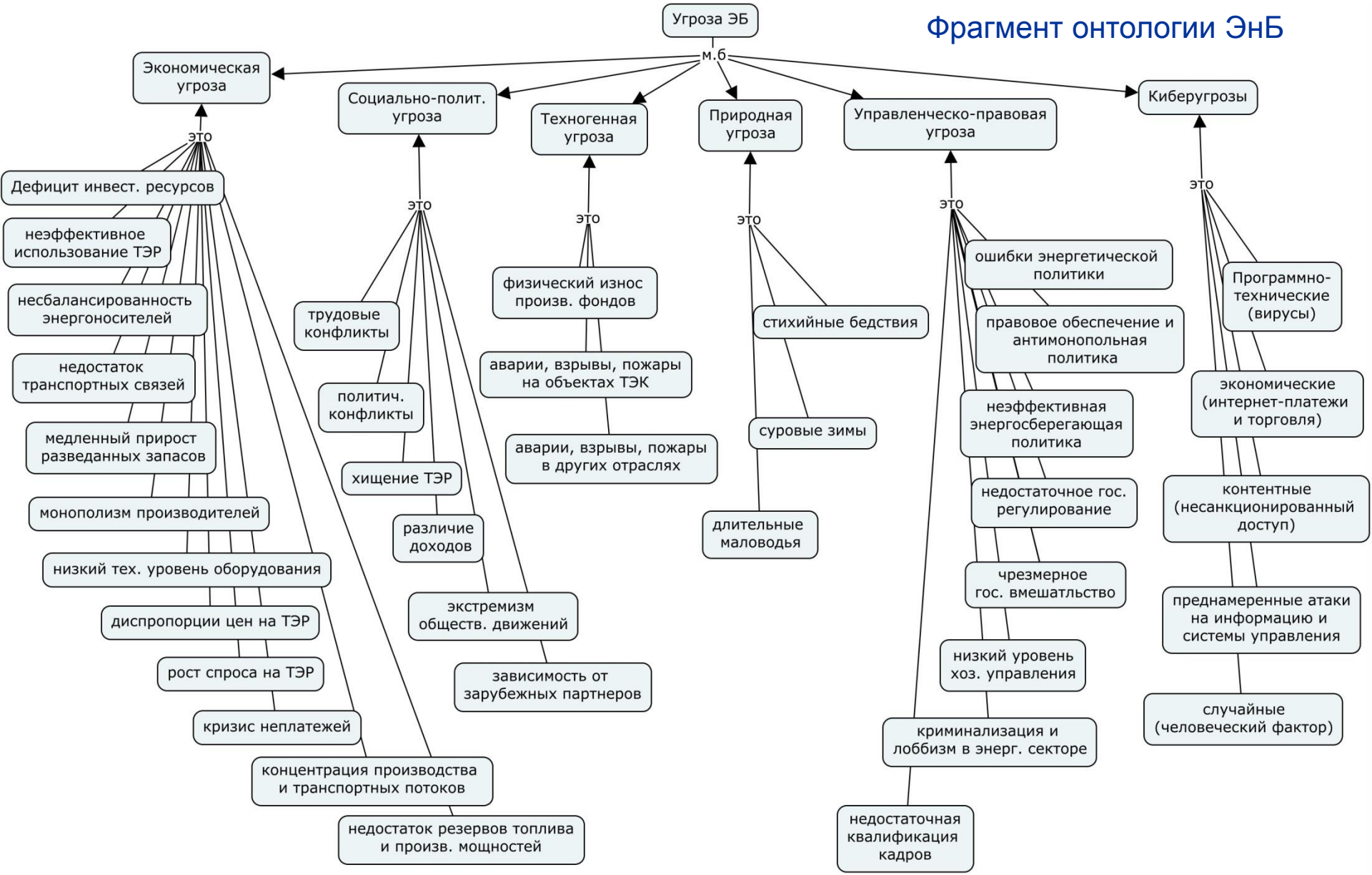
- Сервисы загрузки и визуализации написаны на языках Python с применением фреймворка Django и JavaScript с использованием библиотек React и plotly.js.
- Сервис SempNemo написан на языке C#. Для обмена данными используется спецификация WSDL.
- Сервисы для доступа к методам когнитивного моделирования и методам экспертного оценивания реализованы на языке PHP.
- Сервисы для доступа к методам семантического моделирования реализованы на языке Java с использованием протокола JNLP.

Пример использования ИСППР по угрозам энергетической безопасности

Фрагмент онтологии ЭнБ

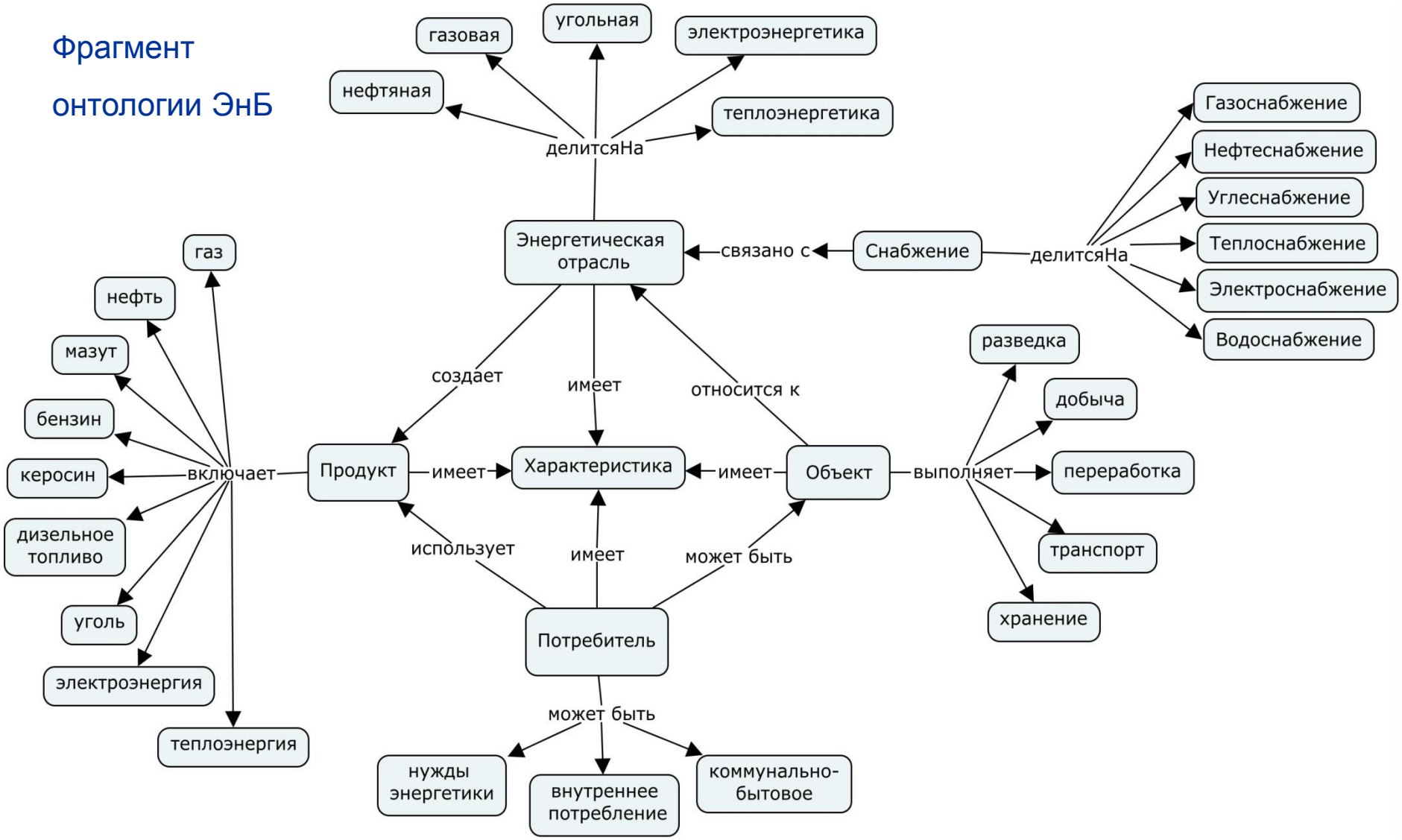


Пример использования ИСППР по угрозам энергетической безопасности

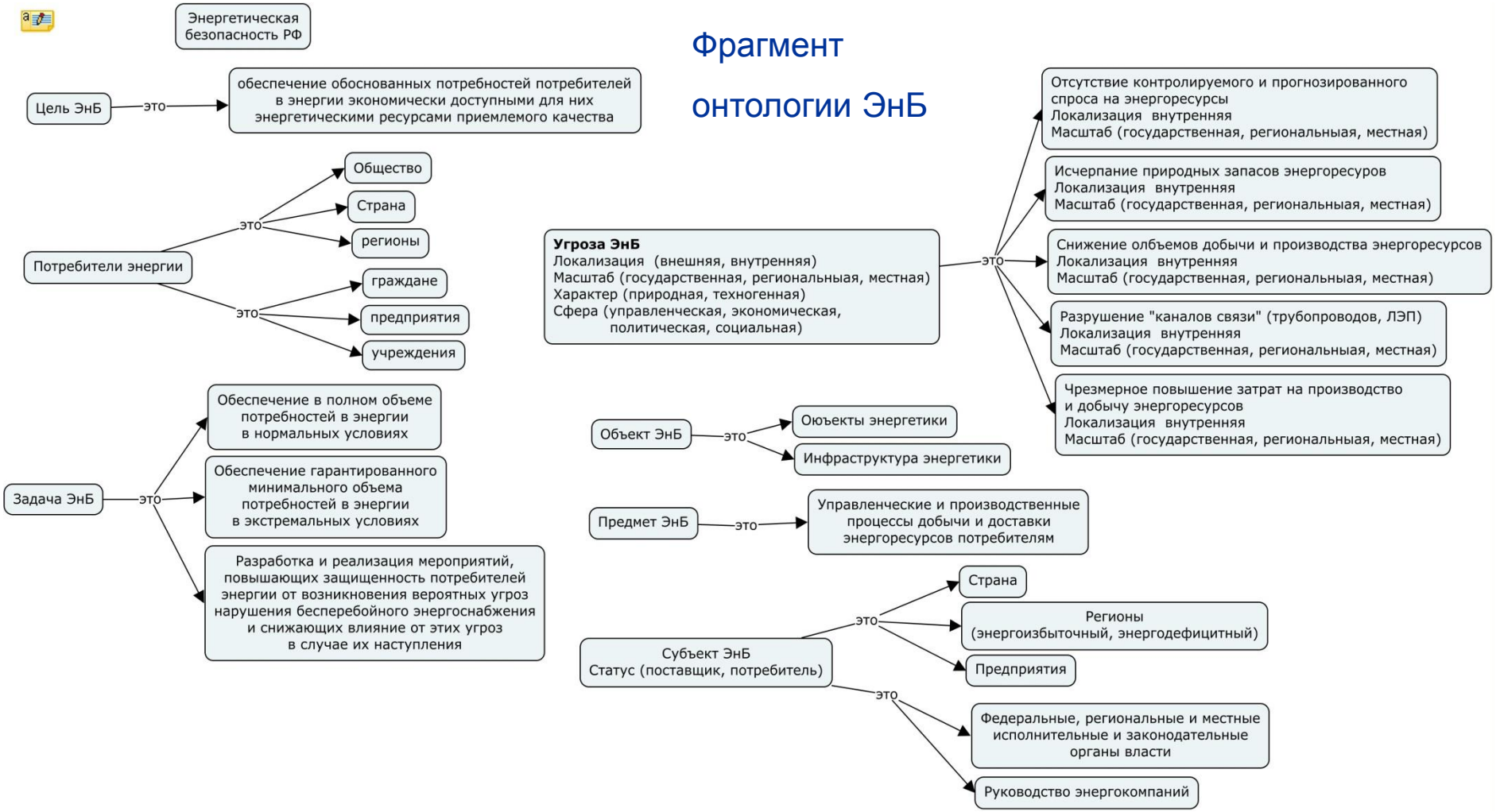


Пример использования ИСППР по угрозам энергетической безопасности

Фрагмент онтологии ЭнБ



Пример использования ИСППР по угрозам энергетической безопасности

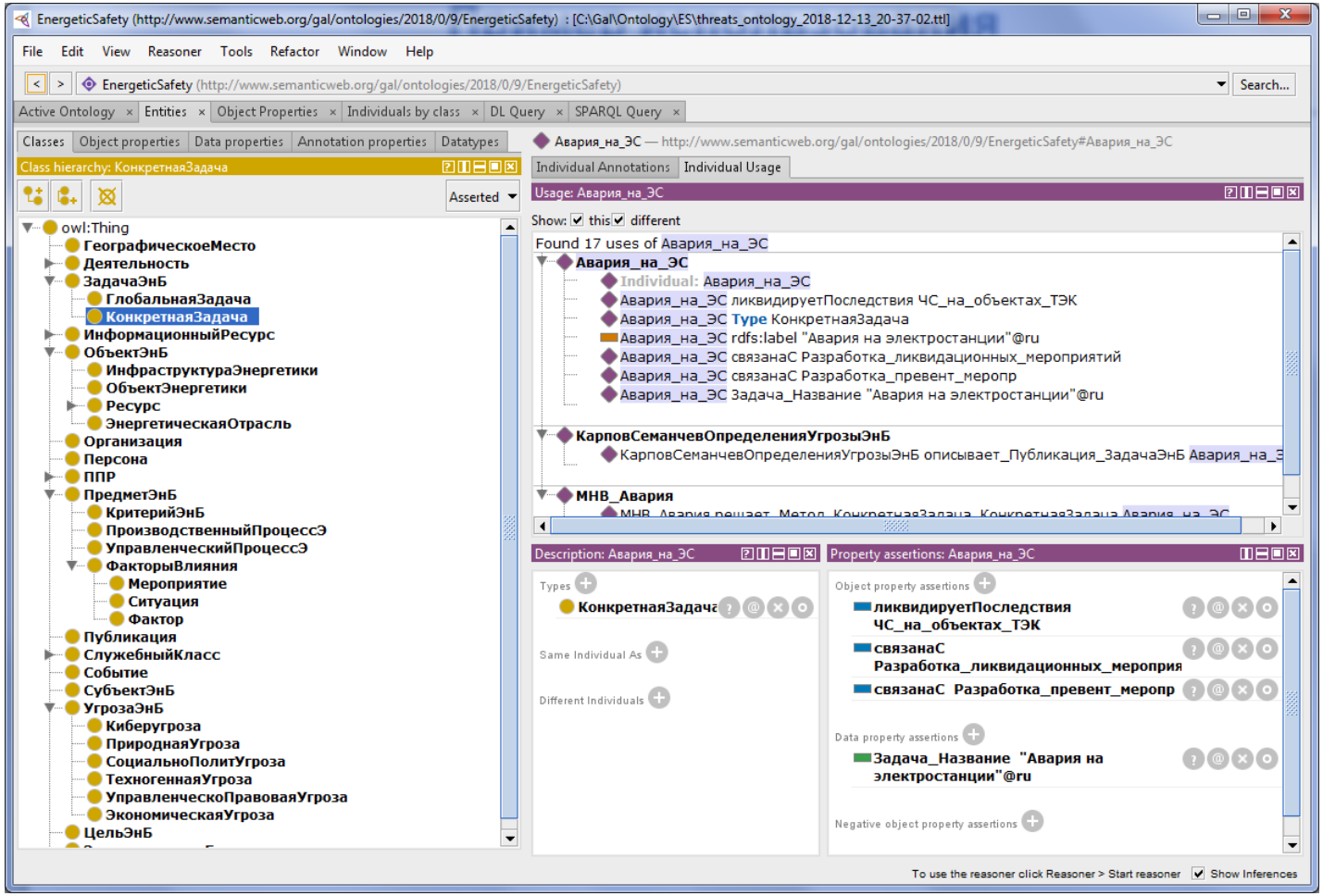


Пример использования ИСППР по угрозам энергетической безопасности

Онтология ЭнБ.

Редактор

Protégé



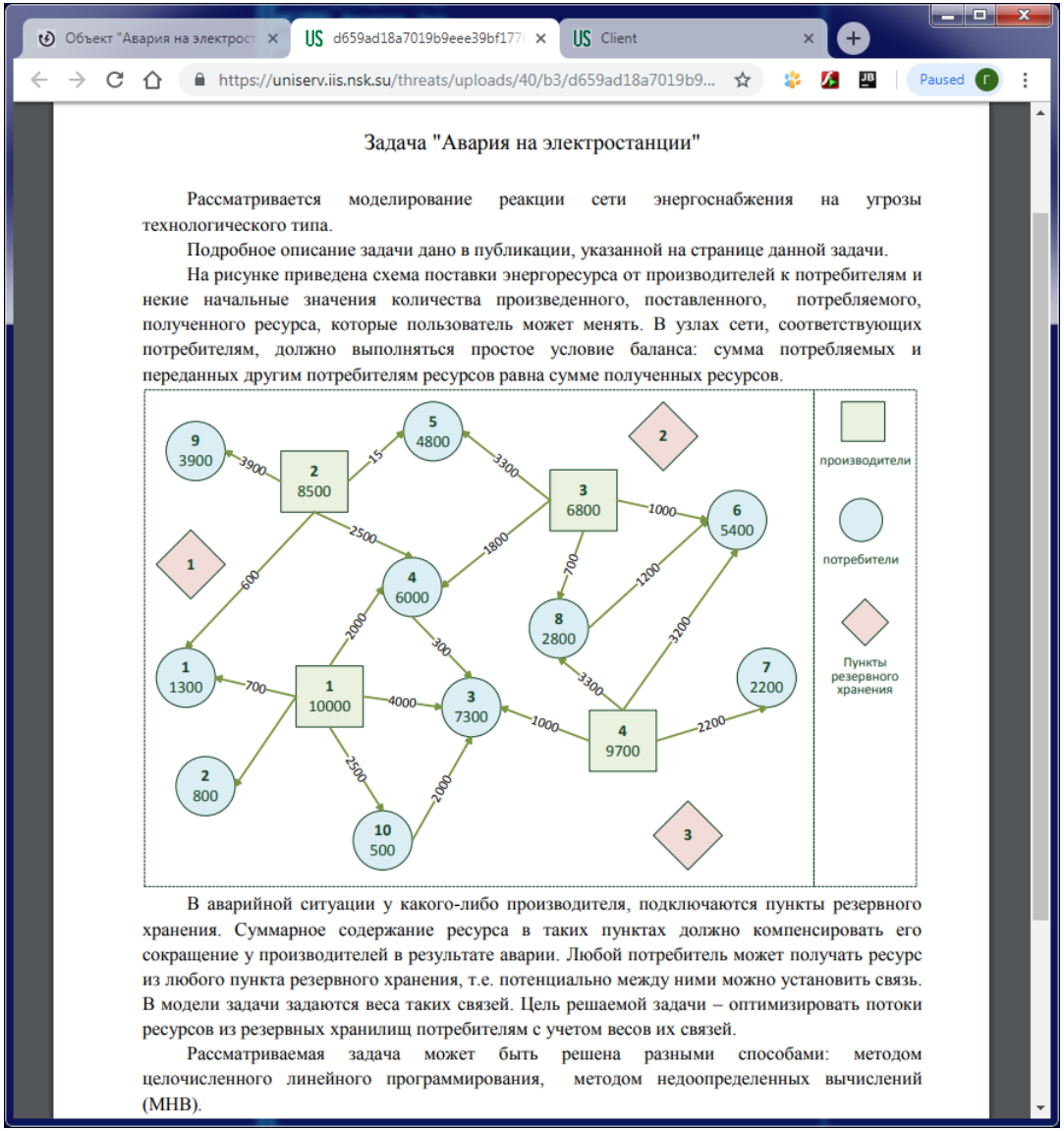
Пример использования ИСППР по угрозам энергетической безопасности

Задача «Авария на электростанции»



Пример использования ИСППР по угрозам энергетической безопасности

Неформальное описание задачи



Пример использования ИСППР по угрозам энергетической безопасности

Объект "Авария на электростан | https://uniserv.iis.nsk.su/threats/

https://uniserv.iis.nsk.su/threats/uploads/0a/1f/8913665556823c11ecfb7110e923.uni

```
(* Вероятности аварии у производителей ресурсов*)
ip[1] = 1;
ip[2] = 0;
ip[3] = 0;
ip[4] = 0;

(* Объемы энергоресурсов в резервных хранилищах, тыс кВт*ч *)
iu[1]=[0, 100];
iu[2]=[0, 100];
iu[3]=[0, 100];

(* Количество резервных хранилищ *)
T = 3;

(* Балансы с учетом вероятности аварии. Сколько произвели, столько и отправили потребителям.*)
for ( j = 1, 1, M;
 sum( i= 1, 1, N; ix[i,j+N]) = ( 1-ip[j] ) *a[j] );

(*Веса (приоритеты) связей между потребителями, поставщиками и пунктами резервного хранения *)
(*Введем веса по 5-бальной шкале*)
(*1-очень удобно; 2-удобно; 3-ни то ни сё; 4-неудобно; 5-очень неудобно*)
if[1,1]=1; if[1,2]=4; if[1,3]=4;
if[2,1]=2; if[2,2]=5; if[2,3]=3;
if[3,1]=2; if[3,2]=3; if[3,3]=1;
if[4,1]=1; if[4,2]=2; if[4,3]=3;
if[5,1]=3; if[5,2]=1; if[5,3]=4;
if[6,1]=4; if[6,2]=1; if[6,3]=3;
if[7,1]=4; if[7,2]=2; if[7,3]=1;
if[8,1]=4; if[8,2]=2; if[8,3]=3;
if[9,1]=1; if[9,2]=4; if[9,3]=5;
if[10,1]=3; if[10,2]=5; if[10,3]=2;

(* iy[i] - поток ресурса по резервной дуге, тыс кВт*ч *)
for (i = 1, 1, N;
 for( j = 1, 1, T; iy[i,j] = [0,100] ) );


(* Балансы с учетом вероятности аварии. Сколько недополучили в результате аварии,
столько должно быть взято из резервных хранилищ.*)
sum( i= 1, 1, T; iu[i] ) = sum( j = 1, 1, M; ip[j] *a[j] );

(* Суммарный поток энергоресурса, исходящий из резервного хранилища *)
for (i = 1, 1, T;
 sum( j = 1, 1, N; iy[j,i] ) = iu[i] );

(*Флажок. 1-есть поток ресурса по дуге, 0-нет потока по дуге*)
for (i = 1, 1, N;
 for( j = 1, 1, T;  iz[i,j] = [0,1] ) );

for (i = 1, 1, N;
 for( j = 1, 1, T; iy[i,j]=0 -> iz[i,j] = 0 ) );

for (i = 1, 1, N;
 for( j = 1, 1, T; iy[i,j]>0 -> iz[i,j] = 1 ) );

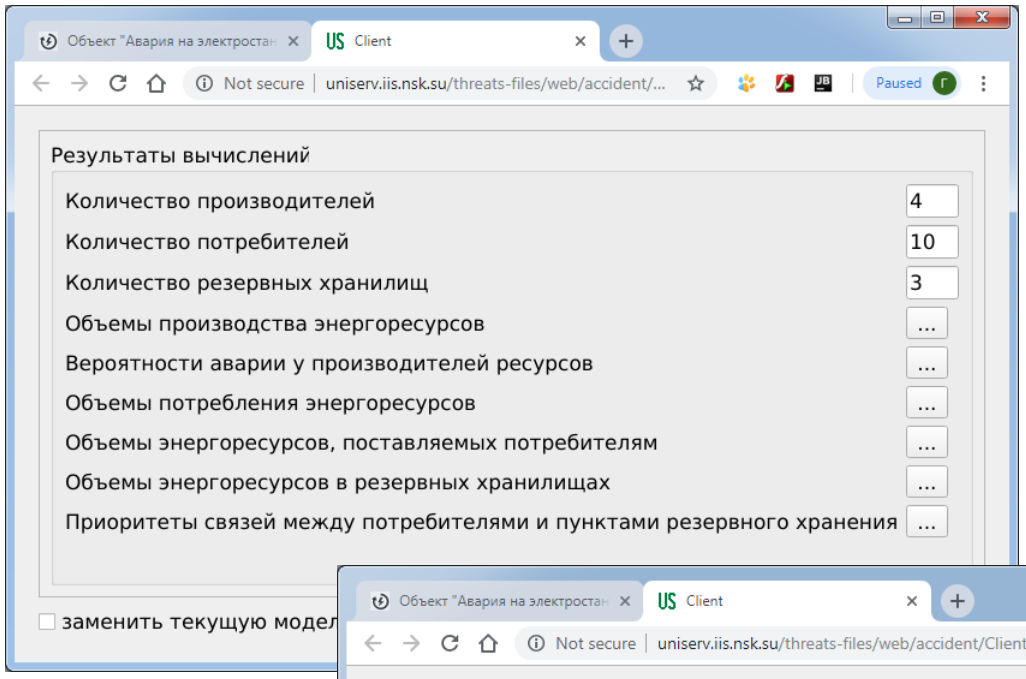

(* Основной баланс. Суммарный объем потребляемых ресурсов и перепоставленных другим потребителям *)
(* равен суммарному объему ресурсов, полученных от производителей и из пунктов резервного хранения*)
for (i = 1, 1, N;
  b[i] + sum( j = 1, 1, N; ix[j,i] )  = sum( j = 1, 1, N+M; ix[i,j] ) +  sum( j = 1, 1, T; iy[i,j] ) );

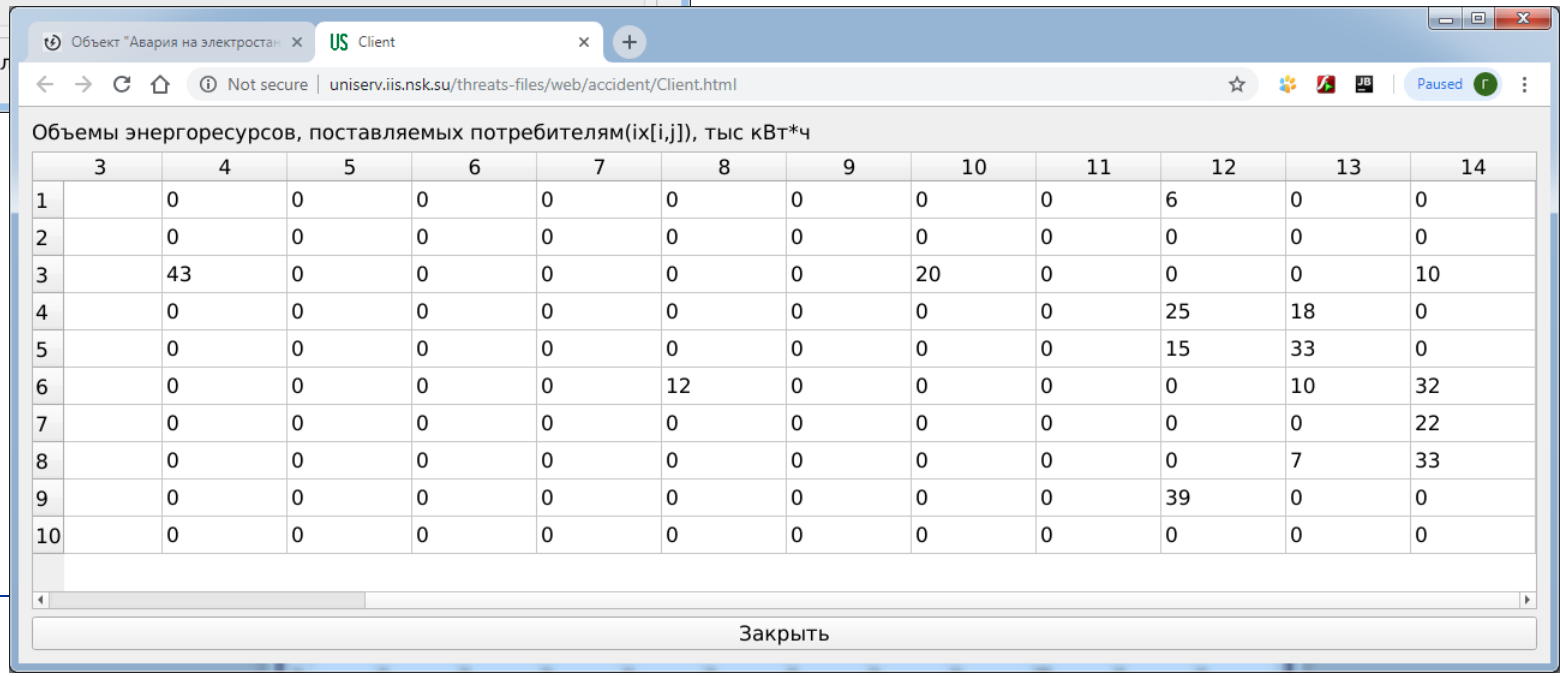
(* Целевая функция *)
igoal= sum( i= 1, 1, N;
              sum(  j=  1, 1, T; if[i,j]*iz[i,j] ) );
```

Фрагмент

модели задачи

Пример использования ИСППР по угрозам энергетической безопасности



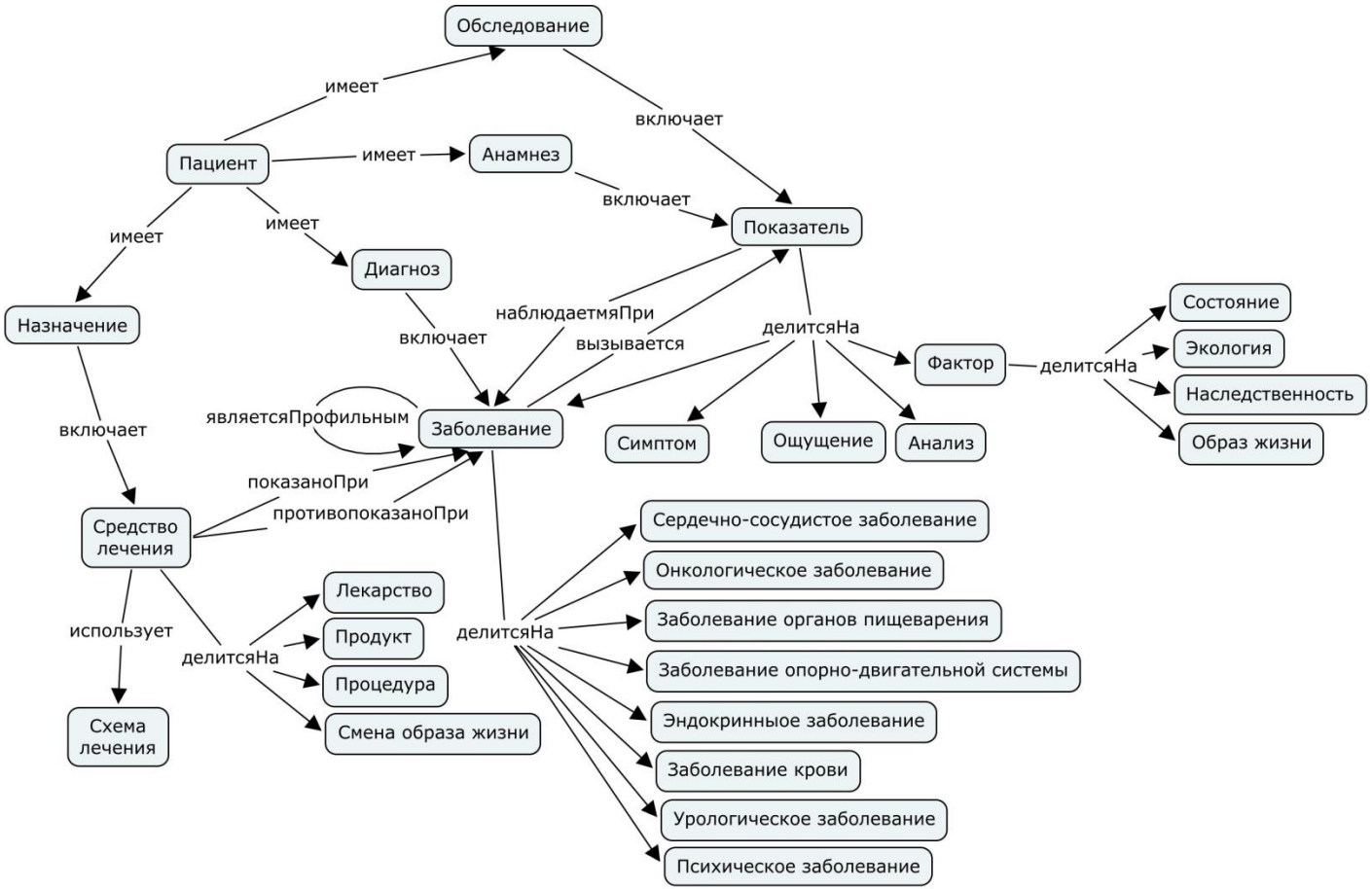


	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		43	0	0	0	0	0	20	0	0	0	10
4		0	0	0	0	0	0	0	0	25	18	0
5		0	0	0	0	0	0	0	0	15	33	0
6		0	0	0	0	12	0	0	0	0	10	32
7		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	33
9		0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0
10		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Интерфейс для ввода данных и просмотра результатов

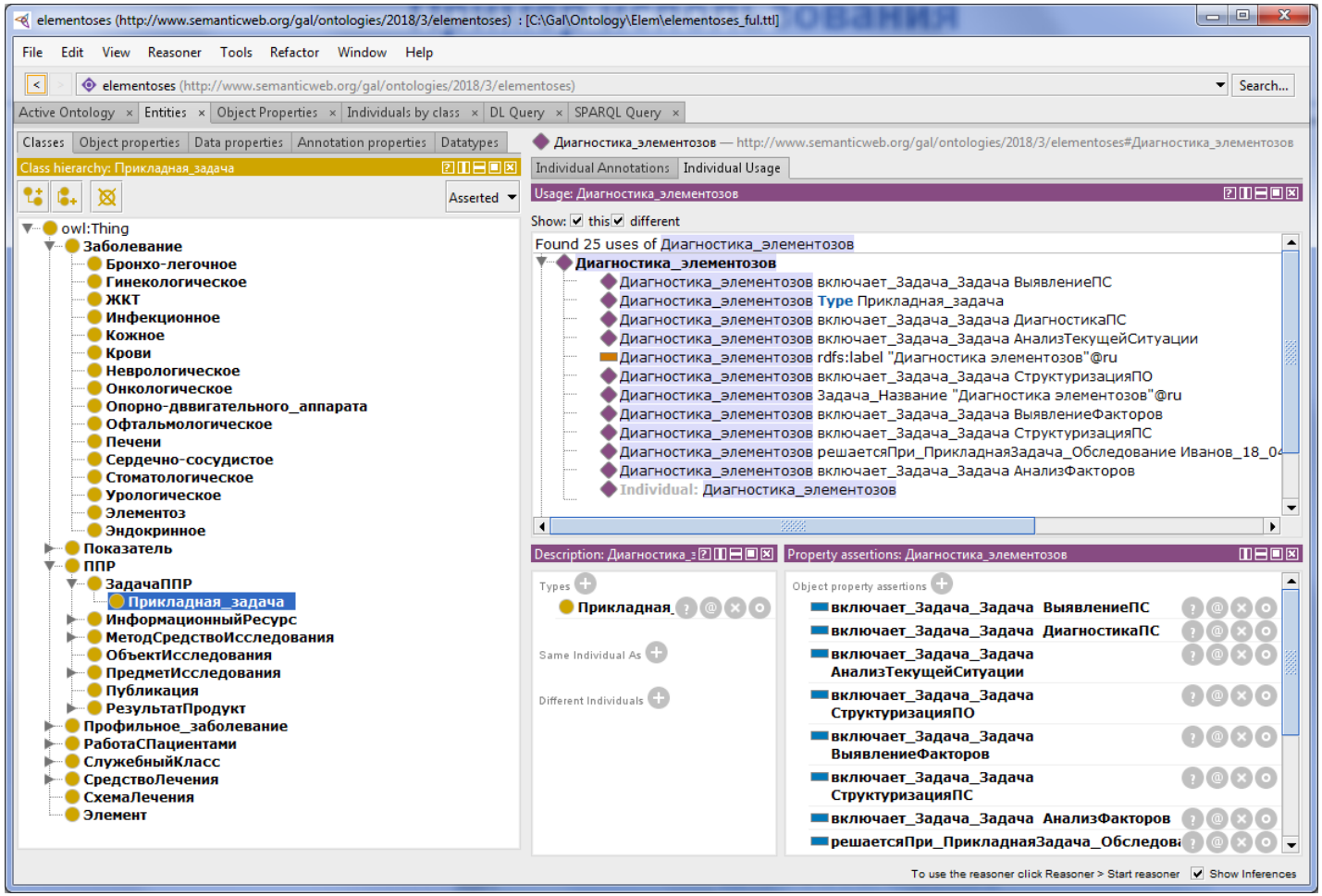
Пример использования ИСППР «Элементозы»

Базовая онтология ОЗ «Диагностика и лечение заболеваний»



Пример использования ИСППР «Элементозы»

Онтология элементозов. Редактор Protégé



Пример использования ИСППР «Элементозы»

ДИАГНОСТИКА, ПРОФИЛАКТИКА ЛЕЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОЗОВ

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ



- Заболевание
  - Бронхо-легочное заболевание
  - Гинекологическое заболевание
  - Дерматологическое заболевание
  - Заболевание ЖКТ
  - Заболевание крови
  - Заболевание опорно-дввигательного аппарата
  - Заболевание печени
  - Инфекционное заболевание
  - Неврологическое заболевание
  - Онкологическое заболевание
  - Офтальмологическое заболевание
  - Сердечно-сосудистое заболевание
  - Стоматологическое заболевание
  - Урологическое заболевание
  - Элементоз
  - Эндокринное заболевание
- Поддержка принятия решений
  - Задача ППР
    - Прикладная задача
  - Информационный ресурс
  - Метод / средство исследования
  - Объект исследования
  - Предмет исследования
  - Публикация
  - Результат / продукт
- Показатель
- Профильное заболевание
- Работа с Пациентами
- Средство лечения
- Схема лечения
- Химический элемент

Табличное представление | Графовое представление

Свойства объекта

Название	Диагностика элементозов
Описание	/elem/uploads/36/5b/b7d1506002ba6e9e6d6670b0140e.pdf

Связи объекта

включает Задачу
Задача ППР
Выявление проблемной ситуации
Анализ факторов
Анализ текущей ситуации
Структуризация предметной области
Выявление факторов
Структуризация проблемной ситуации
Диагностика проблемной ситуации

решается при Обследовании
Обследование
Иванов_18_04_2018

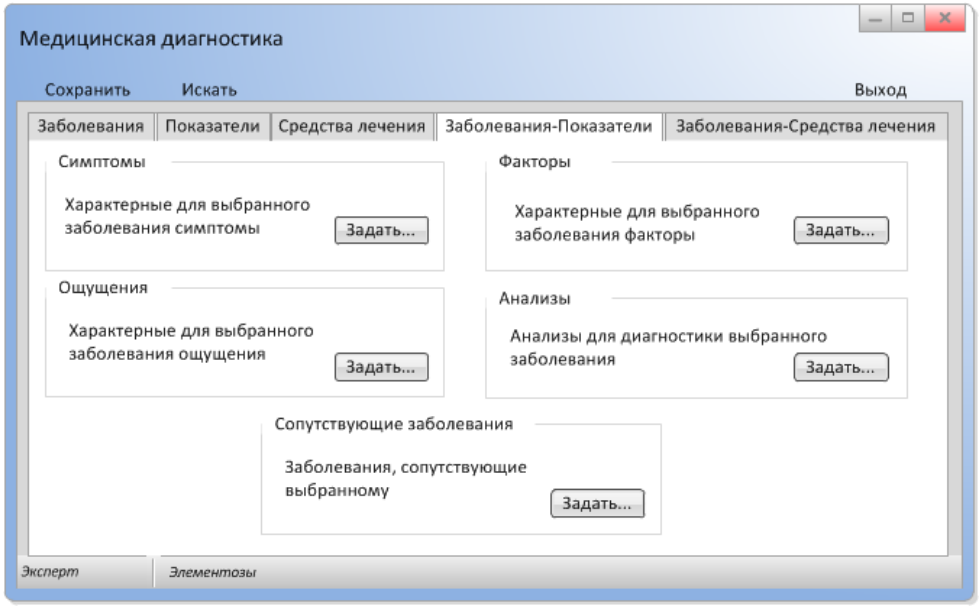
Обратные связи объекта

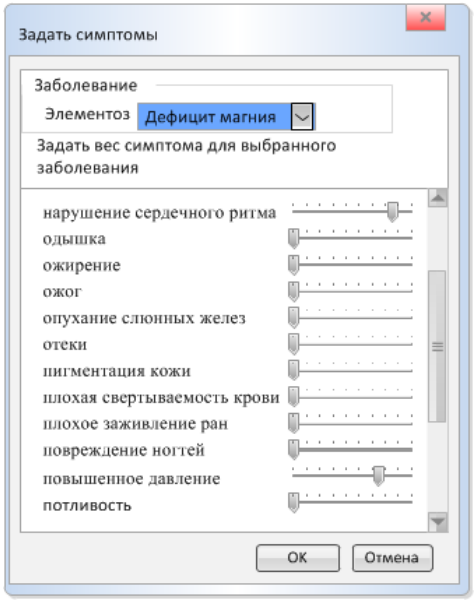
решает Прикладную задачу	
Метод / средство исследования	
Рассуждения на основе продукционных правил	
Инструкция	/elem/uploads/ba/cc/1fd955109c9ae75d874300659af2.pdf
Ввод данных	http://uniserv.iis.nsk.su/threats-files/web/cooling/Client.html
Доступ к сервису	https://uniserv.iis.nsk.su/semp-files/SempWeb_Client.zip
Модель	https://uniserv.iis.nsk.su/elem-files/elementosesl.zip
Онтологическое моделирование	
Доступ к сервису	https://webprotege.stanford.edu/

Задача «Диагностика элементозов»

Пример использования ИСППР «Элементозы»

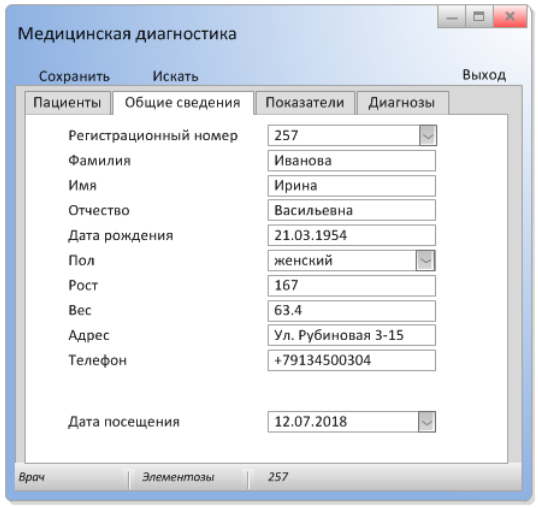
Интерфейс для редактирования базы знаний

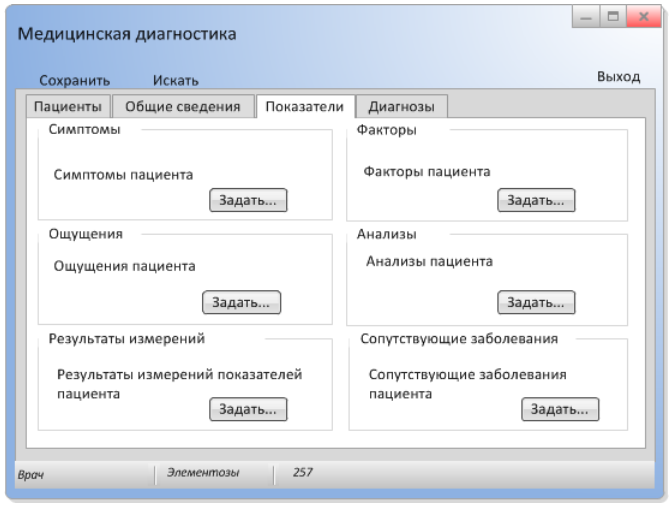


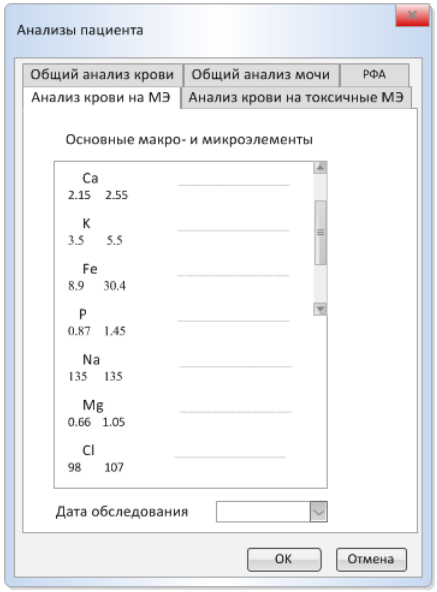


Пример использования ИСППР «Элементозы»

Интерфейс для ввода данных







Пример использования ИСППР «Элементозы»

Представление знаний средствами Semp-TAO

```
class Заболевание
  Название: string;
  Симптом: set of ПСимптом;
  Ощущение: set of ПОщущение;
  Фактор: set of ПФактор;
  Анализ: set of ПАнализ;
  Измерение : set of ПокАнИз;
  СопутЗабол: set of ПСопутЗабол;
end;


class Пациент
  Фамилия: string;
  Имя: string;
  Пол: ТПол;
  Дата_рождения: string;
  Болезни: set of Заболевание;
end;
```

```
class Обследование
  Пациент: Пациент;
  Показатель: set of Показатель;
  ДатаОбследования: string;

end;


class Диагноз
  Пациент: Пациент;
  Заболевание: Заболевание;
  Вес: integer:=0;
  ДатаПостановкиДиагноза: string;
/* список показателей для подсистемы объяснений */
  ПокОб: tuple of string := string[];

end;
```

Пример использования ИСППР «Элементозы»

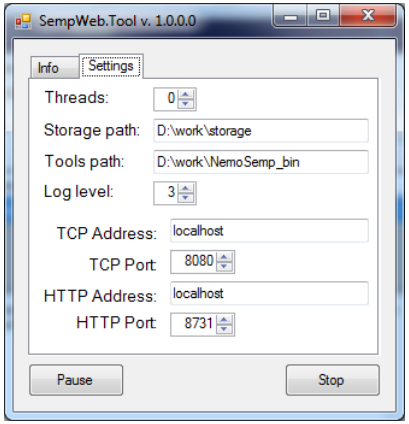
Правила для диагностики заболеваний

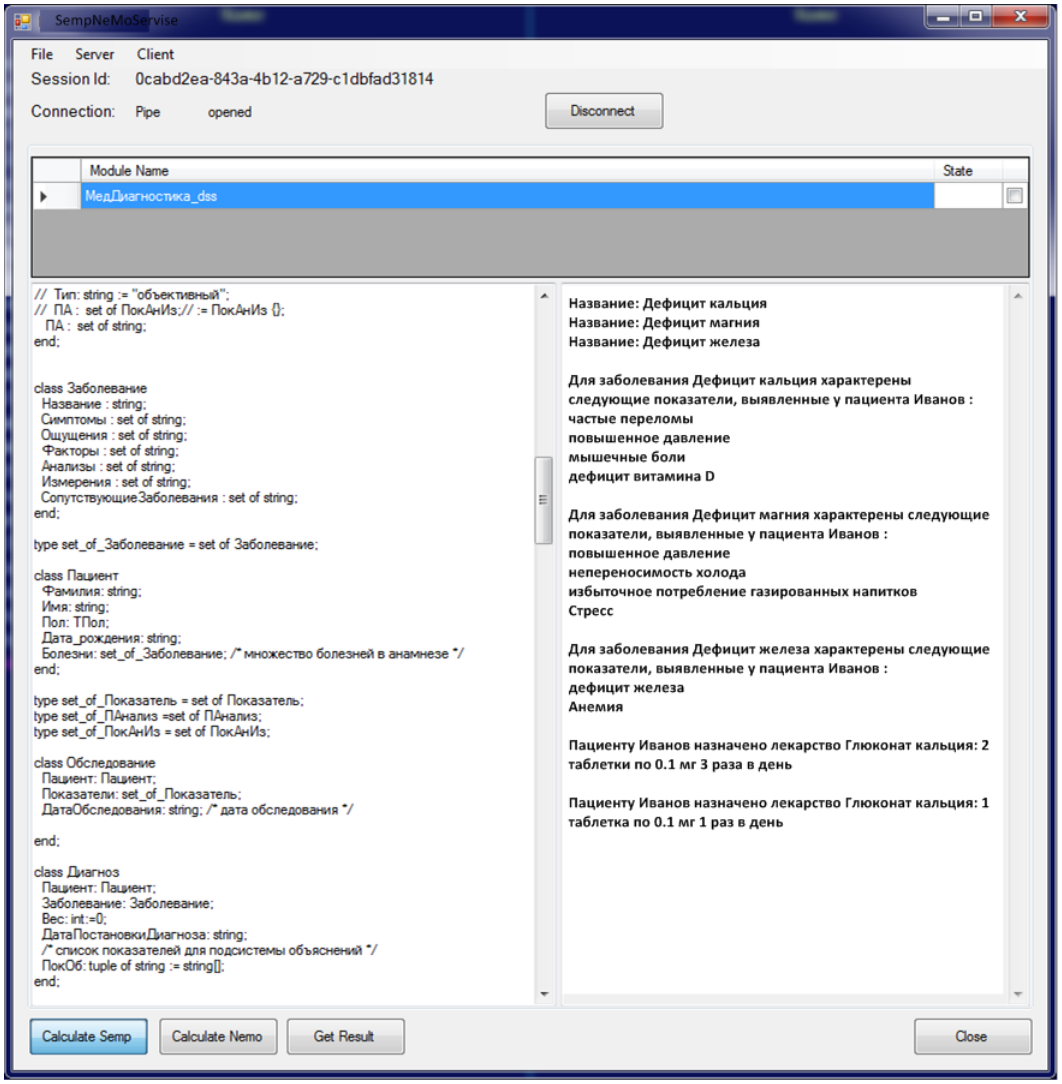
```
rule постановка_диагноза
   forall $x: Диагноз( Заболевание:$з, ПокОб:$по ),
          $y: Обследование( Пациент: $пац, Показатель: $пок, ДатаОбследования: $до )
   when # $пок <> 0
=>
var $в : integer :=0;
var $setpok: set of Показатель;
   $setpok := показатели_Заболевания($з);

   edit $x: Диагноз( Пациент:$пац, ДатаПостановкиДиагноза: $до);
   for $i in $пок loop
     for $j in $setpok loop
           if $i.Название=$j.Название
           then
               $по := $по + string[$i.Название];
               $в:=$в+$j.Вес*$i.Вес;
               edit $x: Диагноз( Вес:$в, ПокОб:$по );
           end;
     end;
   end;
end;
```

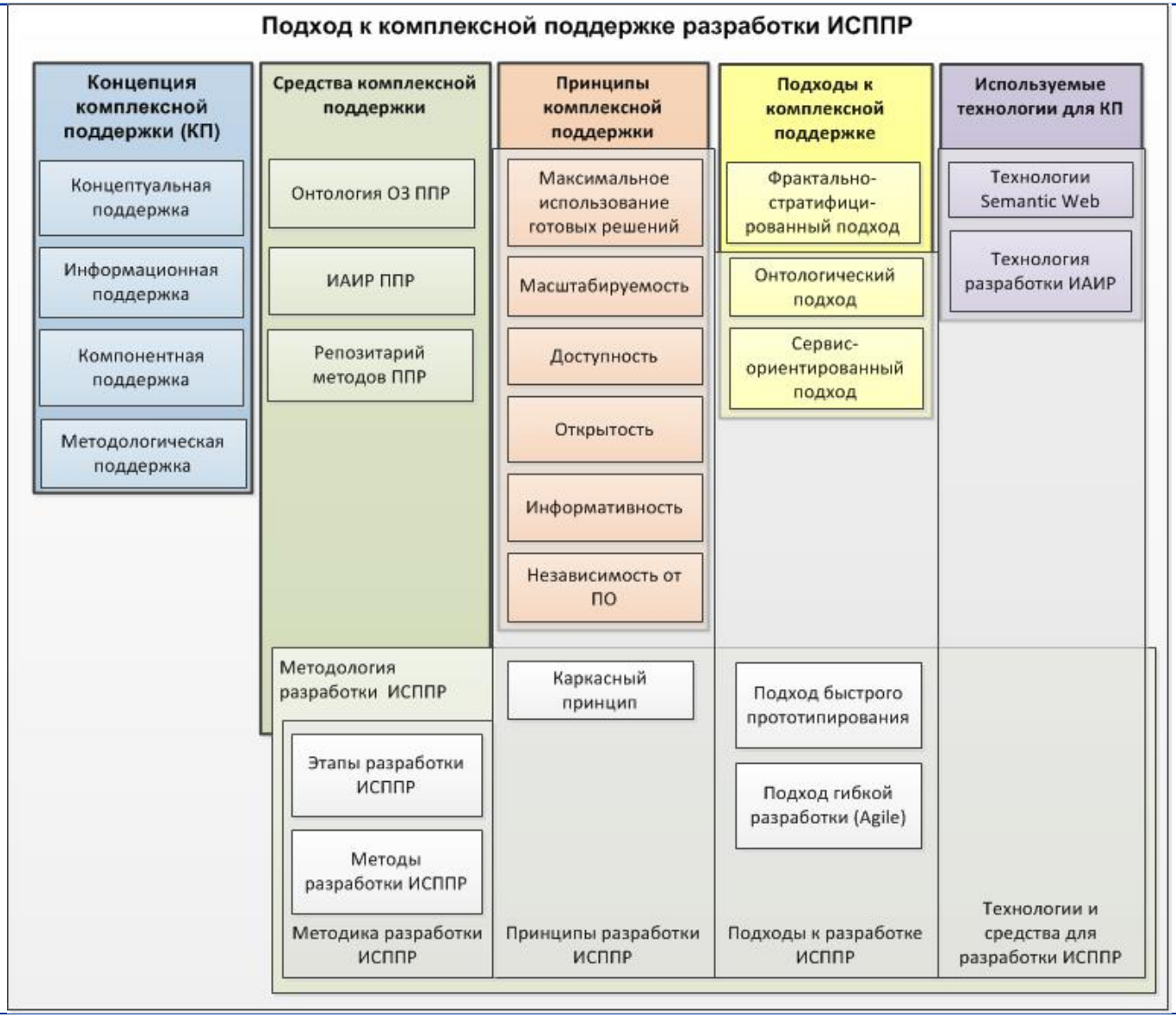
Пример использования ИСППР «Элементозы»

Сервис для использования решателя Semp-TAO





Заключение


Подход к комплексной поддержке разработки ИСППР
Концепция комплексной поддержки (КП)
Концептуальная поддержка
Информационная поддержка
Компонентная поддержка
Методологическая поддержка
Средства комплексной поддержки
Онтология ОЗ ППР
ИАИР ППР
Репозитарий методов ППР
Принципы комплексной поддержки
Максимальное использование готовых решений
Масштабируемость
Доступность
Открытость
Информативность
Независимость от ПО
Подходы к комплексной поддержке
Фрактально-стратифици-рованный подход
Онтологический подход
Сервис-ориентированный подход
Используемые технологии для КП
Технологии Semantic Web
Технология разработки ИАИР
Методология разработки ИСППР
Этапы разработки ИСППР
Методы разработки ИСППР
Методика разработки ИСППР
Каркасный принцип
Принципы разработки ИСППР
Подход быстрого прототипирования
Подход гибкой разработки (Agile)
Подходы к разработке ИСППР
Технологии и средства для разработки ИСППР

Заключение

Представленная методология разработки ИСППР имеет следующие особенности:

- нацеленность на слабоформализованные ПО;
- независимость от ПО;
- комплексная поддержка на всех уровнях и этапах разработки ИСППР;
- нацеленность на максимальное использование готовых разработок (как своих, так и сторонних);
- использование технологий Semantic Web и сервис-ориентированного подхода, авторской технологии разработки ИАИР;
- использование оболочки ИАИР в качестве каркаса будущей ИСППР;
- открытость и масштабируемость предлагаемых средств (легко расширять как области применения, так и набор используемых методов);
- удобство и низкий порог входа для использования предлагаемых средств.

Заключение

Проведенный анализ существующих подходов и средств, предлагающих решение задачи разработки ИСППР, позволяет сделать вывод, что предлагаемые нашей методологией средства, обладая перечисленными особенностями, по отдельности не уступают имеющимся аналогичным разработкам, а в совокупности обеспечивают уникальную функциональность, позволяющую быстро строить и легко использовать на практике ИСППР в различных слабоформализованных областях.

Заключение

Работа была выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 16-07-00569 «Методы и средства комплексной поддержки процесса разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях на основе сервис-ориентированного подхода и технологий Semantic Web»