

Модель, методы и средства комплексной поддержки разработки СППР в слабоформализованных предметных областях

Загорулько Галина Борисовна

Институт систем информатики им. А.П. Ершова

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор

Массель Людмила Васильевна

Актуальность темы исследования

- Востребованность СППР
- Сложность разработки СППР
- Отсутствие универсальных доступных инструментариев

Процесс разработки СППР в СФПО нуждается во всесторонней (комплексной) поддержке.

Создание методов и средств такой поддержки является актуальной проблемой.

Цель исследования

Целью диссертационного исследования является создание модели, методов и средств комплексной поддержки разработки интеллектуальных СППР для слабоформализованных предметных областей.

Задачи исследования

1. Анализ современного состояния в области поддержки разработки СППР, позволяющий выявить существующие принципы, подходы и средства разработки интеллектуальных СППР, методы принятия решений в слабоформализованных предметных областях.
2. Создание модели комплексной поддержки разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных областях.
3. Разработка онтологии области знаний «Поддержка принятия решений в слабоформализованных областях».
4. Создание информационно-аналитического ресурса по поддержке принятия решений в слабоформализованных областях на основе разработанной онтологии.
5. Разработка репозитория методов поддержки принятия решений в слабоформализованных областях, в том числе, программная реализация ряда методов.
6. Разработка и апробирование методики создания интеллектуальных СППР на основе разработанных методов и средств

Научная новизна диссертационной работы

1. Предложена оригинальная модель комплексной поддержки разработки интеллектуальных СППР для слабоформализованных предметных областей, которая рассматривает такую поддержку как процесс удовлетворения потребностей разработчиков и предлагает методы удовлетворения потребностей и средства их реализации. За счет использования дескрипционной логики данная модель обеспечивает как формальное, так и содержательное описание своих элементов;
2. Впервые выполнена систематизация области знаний «Поддержка принятия решений в слабоформализованных областях» и построена её онтология;
3. На основе онтологии поддержки принятия решений разработан информационно-аналитический интернет-ресурс, предоставляющий содержательный доступ к знаниям и данным этой области знаний. Отличительной особенностью данного ресурса является его интеграция с репозиторием методов поддержки принятия решений.
4. Разработан репозиторий методов поддержки принятия решений, который отличается от аналогичных библиотек и хранилищ методов, созданных для решения задач в других предметных областях, использованием одновременно сервис-ориентированного и онтологического подходов. Это позволило выполнить семантическую структуризацию методов и организовать содержательный доступ как к их описаниям, так и к их реализациям в виде сервисов
5. Разработана новая методика создания ИСППР, предлагающая использовать в качестве каркаса создаваемой системы информационно-аналитический интернет-ресурс моделируемой предметной области и обеспечивать её функциональность за счет сервисов из репозитория.

Основные положения работы, выносимые на защиту

1. Модель комплексной поддержки разработки интеллектуальных СППР.
2. Онтология области знаний «Поддержка принятия решений в слабоформализованных областях».
3. Информационно-аналитический ресурс по поддержке принятия решений в слабоформализованных областях.
4. Расширяемый репозиторий методов поддержки принятия решений. Ряд сервисов, реализующих интеллектуальные методы поддержки принятия решений в слабоформализованных областях. Сервис для организации доступа к данным из внешних источников.
5. Методика создания интеллектуальных СППР на основе разработанных методов и средств.

Определения СППР

Термин СППР (Decision Support System, DSS) ввел Scott-Morton в 1971 г [Scott- Morton and other, 1971]

«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, 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 и др, 1987].

Классификация СППР

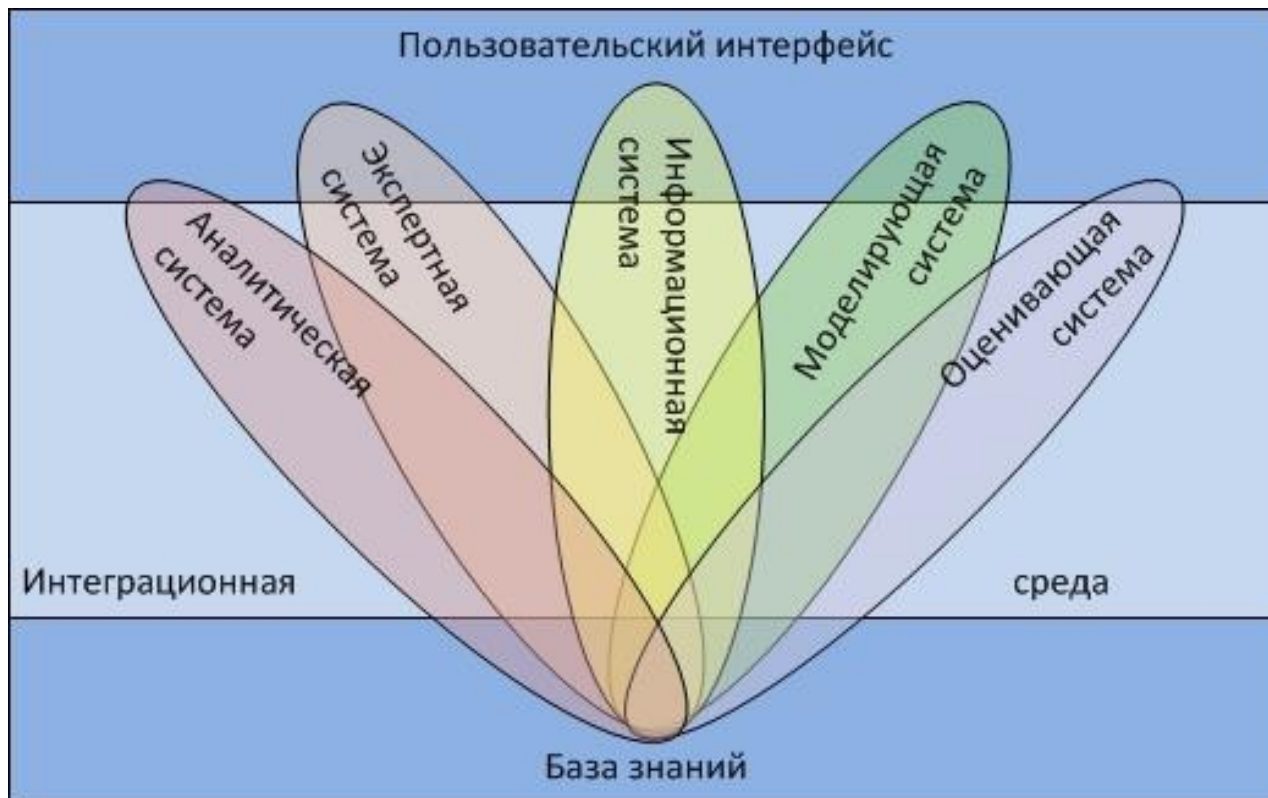
Если в СППР используются модели представления знаний и методы искусственного интеллекта, то такие системы называются **интеллектуальными СППР (ИСППР)**.

Характерными особенностями ИСППР являются наличие **базы знаний** и ориентированность на **слабоформализованные** предметные области.

Предлагаемые методы и средства предназначены для разработки **ИСППР**.

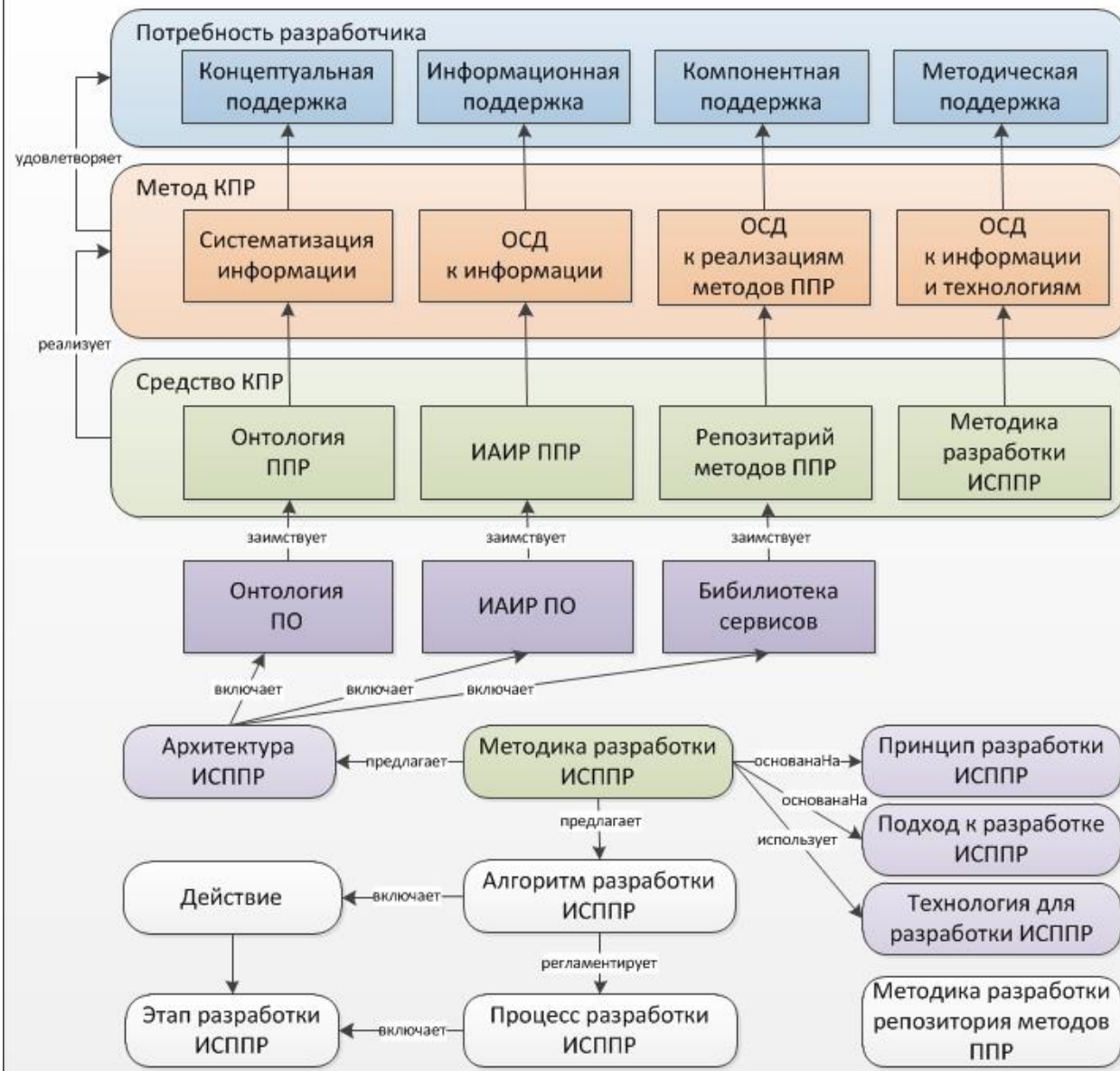
Структура ИСППР

Современная прикладная ИСППР, как правило, состоит из нескольких взаимосвязанных подсистем: аналитической, интеллектуальной (экспертной), информационной, моделирующей, оценивающей. Эти подсистемы решают разные задачи и используют для этого разные методы.



Модель комплексной поддержки разработки ИСППР

Модель комплексной поддержки разработки ИСППР



Модель КПР

Рассмотрим формальную систему $FM = \langle C, R, A \rangle$, где C – множество атомарных концептов КПР, R – множество атомарных ролей, описывающих свойства концептов и отношения между ними, A – множество аксиом, устанавливающих связь между концептами и ролями.

Аксиомы содержат описания концептов, составленные из атомарных концептов и ограничений ролей с использованием синтаксических правил дескриптивной логики $SOIN(D)$

Множества C и R включают следующие основные концепты и роли

$C = \{ \text{Разработчик_ИСППР, Потребность_разработчика_ИСППР,}$
 $\text{Метод_КПР, Средство_КПР, Принцип_разработки_ИСППР,}$
 $\text{Подход_к_разработке_ИСППР,}$
 $\text{Технология_для_разработки_ИСППР,}$
 $\text{Методика_разработки_репозитория_методов_ППР,}$
 $\text{Архитектура_ИСППР, Методика_разработки_ИСППР} \}$

$R = \{ \text{удовлетворяет, реализует предлагает, использует, основыванаНа} \}$

Модель КПР

Интерпретация формальной системы представляется парой

$\langle \Delta, f \rangle$, где Δ – домен, множество объектов, f – функция интерпретации:

$$f: C \cup R \rightarrow (2^\Delta) \cup (2^\Delta \times 2^\Delta)$$

$f(C_i) \subseteq \Delta$, $C_i \in C$ – каждому концепту сопоставляется множество его экземпляров (индивидов);

$f(R_i) \subseteq \Delta \times \Delta$, $R_i \in R$ – каждой роли сопоставляется бинарное отношение – множество пар связываемых им индивидов.

Функция f расширяется для интерпретации составных концептов в соответствии с индуктивными правилами логики $SOIN(D)$.

Тогда интерпретация формальной системы FM будет задавать **модель комплексной поддержки разработки ИСППР** как множество конкретных объектов, принадлежащих определенным классам, связанных определенными отношениями.

Модель КПР

f (Разработчик_ИСППР) = { ИНЖЕНЕР_ЗНАНИЙ, ЭКСПЕРТ, ПРОГРАММИСТ }

f (Потребность_разработчика) = {
 КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ_ПОДДЕРЖКА, ИНФОРМАЦИОННАЯ_ПОДДЕРЖКА,
 КОМПОНЕНТНАЯ_ПОДДЕРЖКА, МЕТОДИЧЕСКАЯ_ПОДДЕРЖКА }

f (Метод_КПР) = {
 СИСТЕМАТИЗАЦИЯ_ИНФОРМАЦИИ,
 ОСД_К_ИНФОРМАЦИИ_О_МЕТОДАХ_ППР, ОСД_К_РЕАЛИЗАЦИЯМ_МЕТОДОВ_ППР,
 ОСД_К_ИНФОРМАЦИИ_О_ПОДХОДАХ_ПРИНЦИПАХ_ТЕХНОЛОГИЯХ
}

f (Средство_КПР) = { ОНТОЛОГИЯ_ОЗ_ППР, ИАИР_ППР, РЕПОЗИТОРИЙ_МЕТОДОВ,
 МЕТОДИКА_РАЗРАБОТКИ_ИСППР
}

Модель КПР

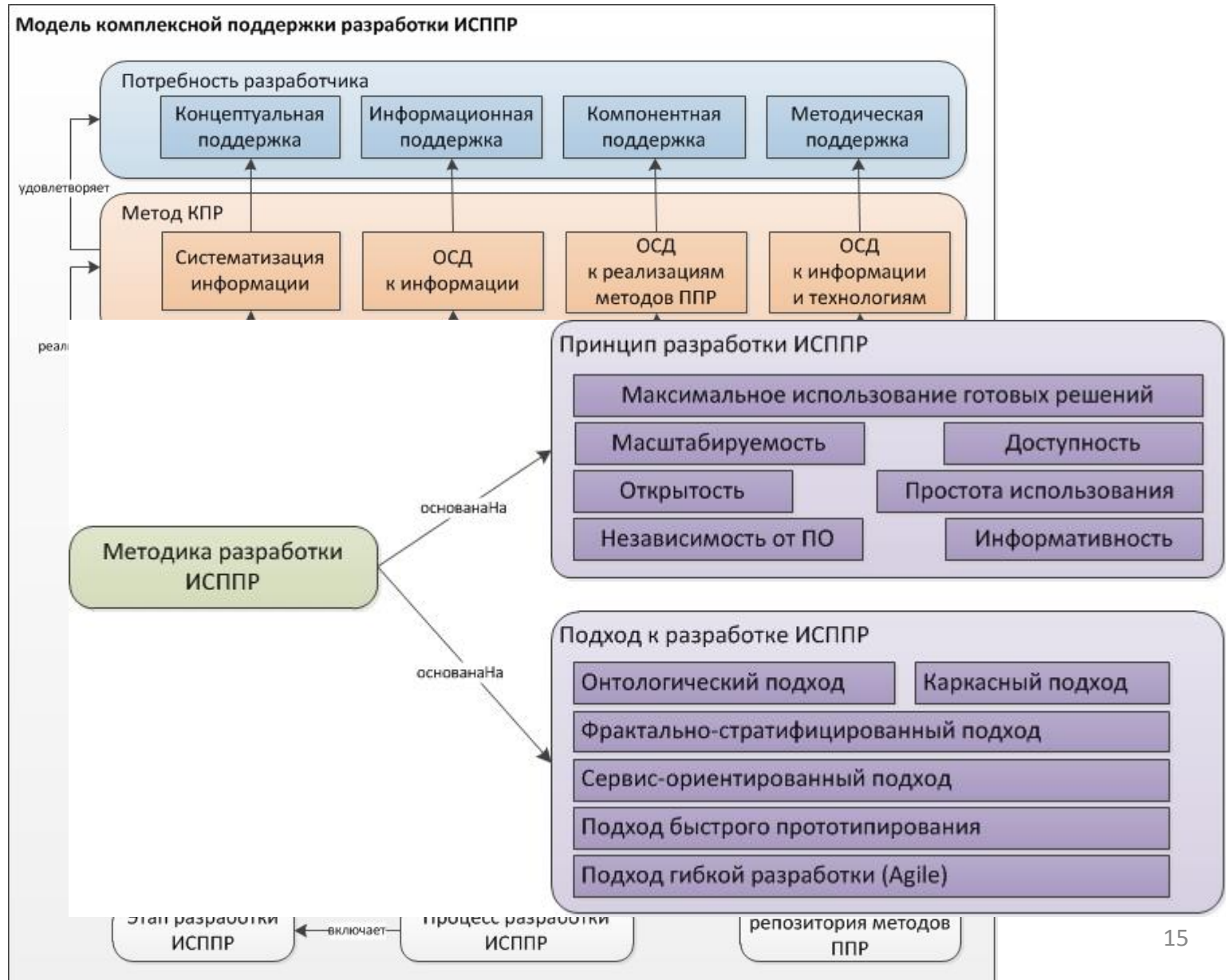
Методы КПР удовлетворяют потребности разработчиков ИСППР.

```
f (удовлетворяет) = {  
  ( СИСТЕМАТИЗАЦИЯ_ИНФОРМАЦИИ, КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ_ПОДДЕРЖКА ),  
  ( ОСД_К_ИНФОРМАЦИИ_О_МЕТОДАХ_ППР, ИНФОРМАЦИОННАЯ_ПОДДЕРЖКА ),  
  ( ОСД_К_РЕАЛИЗАЦИЯМ_МЕТОДОВ_ППР, КОМПОНЕНТНАЯ_ПОДДЕРЖКА ),  
  ( ОСД_К_ИНФОРМАЦИИ_О_ПОДХОДАХ_ПРИНЦИПАХ_ТЕХНОЛОГИЯХ,  
    МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ_ПОДДЕРЖКА )  
}
```

Средства КПР реализуют методы КПР.

```
f (реализует) = {  
  ( ОНТОЛОГИЯ_ОЗ_ППР, СИСТЕМАТИЗАЦИЯ_ИНФОРМАЦИИ ),  
  ( ИАИР_ППР, ОСД_К_ИНФОРМАЦИИ_О_МЕТОДАХ ),  
  ( РЕПОЗИТОРИЙ_МЕТОДОВ, ОСД_К_РЕАЛИЗАЦИЯМ_МЕТОДОВ ),  
  ( МЕТОДИКА_РАЗРАБОТКИ_ИСППР,  
    ОСД_К_ИНФОРМАЦИИ_О_ПОДХОДАХ_ПРИНЦИПАХ_ТЕХНОЛОГИЯХ )  
}
```

Предлагаемые подходы, принципы, технологии разработки ИСППР



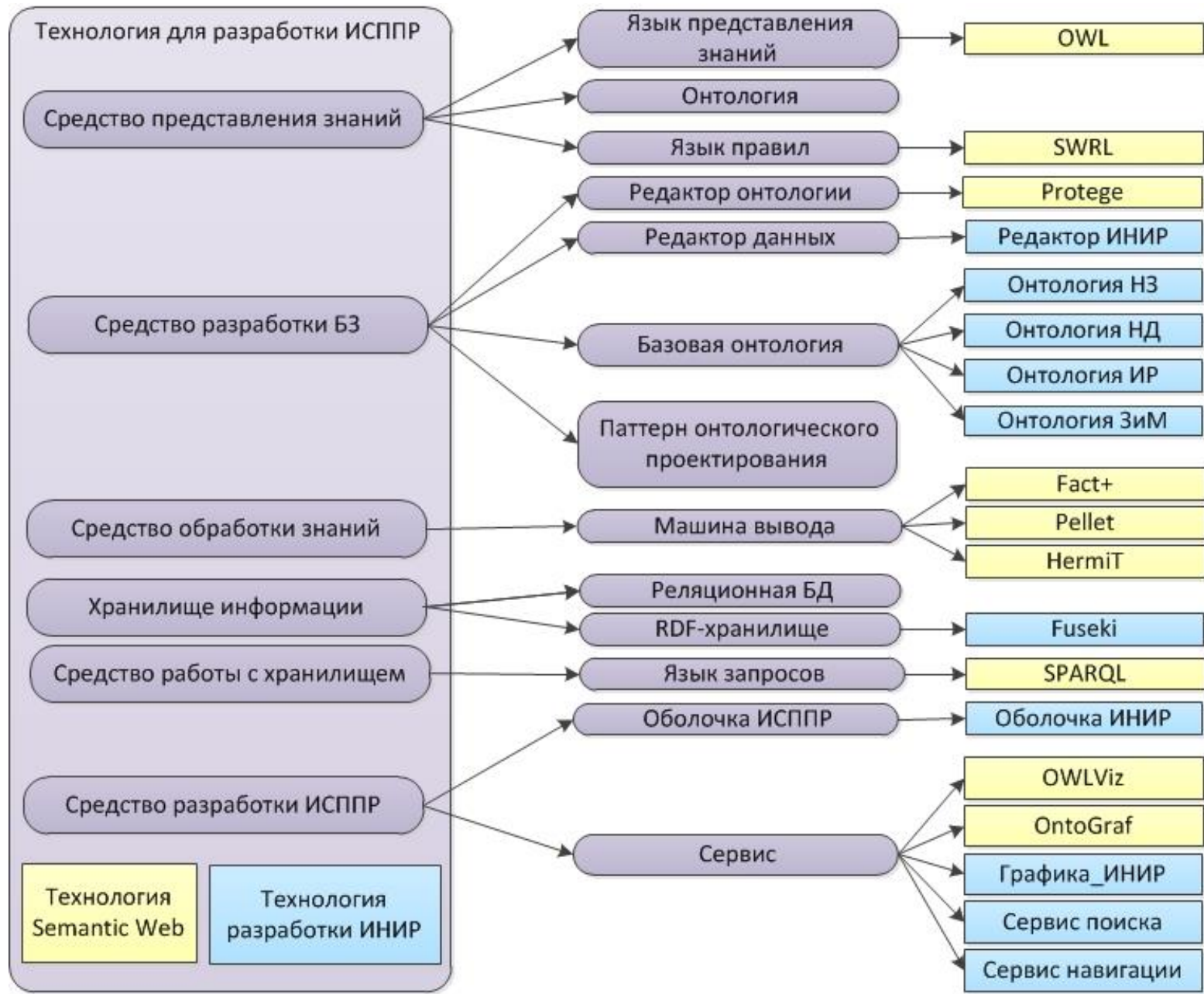
Подходы и принципы разработки ИСППР

f(Принцип_разработки_ИСППР) = {
 МАКСИМАЛЬНОЕ_ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_ГОТОВЫХ_РЕШЕНИЙ,
 МАСШТАБИРУЕМОСТЬ, ДОСТУПНОСТЬ, ОТКРЫТОСТЬ,
 ПРОСТОТА_ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, НЕЗАВИСИМОСТЬ_ОТ_ПО, ИНФОРМАТИВНОСТЬ
}

f(Подход_к_разработке_ИСППР) = {
 ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ_ПОДХОД,
 ФРАКТАЛЬНО_СТРАТИФИЦИРОВАННЫЙ_ПОДХОД,
 СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ_ПОДХОД,
 ПОДХОД_БЫСТРОГО_ПРОТОТИПИРОВАНИЯ, ПОДХОД_ ГИБКОЙ_РАЗРАБОТКИ,
 КАРКАСНЫЙ_ПОДХОД
}

Подход_к_разработке_ИСППР $\sqsubseteq$
 $\exists$ обеспечивает . [Принцип_разработки_ИСППР]

Технологии для разработки ИСППР



Технологии для разработки ИСППР

f(Технология_для_разработки_ИСППР) = {
 ТЕХНОЛОГИЯ_SEMANTIC_WEB, ТЕХНОЛОГИЯ_РАЗРАБОТКИ_ИНИР
}

Технология_для_разработки_ИСППР $\sqsubseteq$

Э включает . [Средство_представления_знаний $\sqcup$ Средство_разработки_БЗ $\sqcup$
Хранилище_информации $\sqcup$ Сервис $\sqcup$ Машина_вывода $\sqcup$ Язык_запросов $\sqcup$
Оболочка_ИСППР]

Технологии для разработки ИСППР

Конкретные технологии включают конкретные элементы:

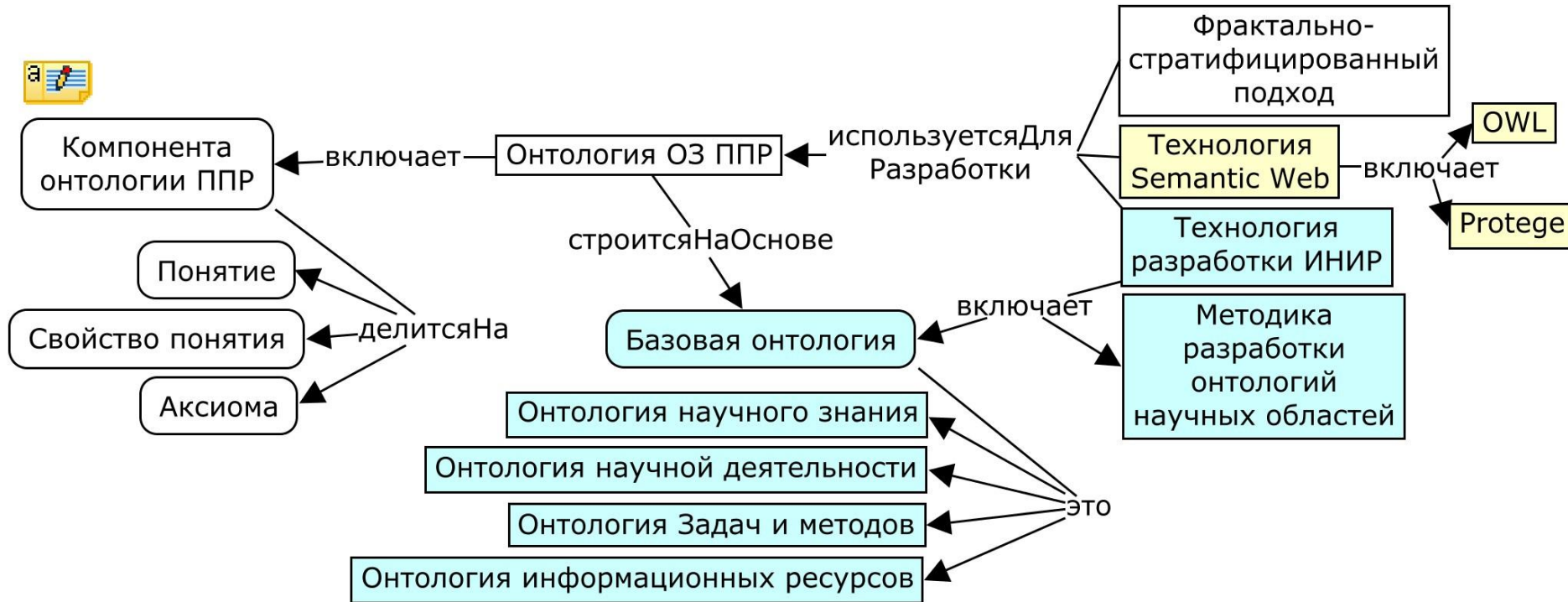
```
f( включает ) = {  
  ( ТЕХНОЛОГИЯ_SEMANTIC_WEB,  
    ( OWL, PROTÉGÉ, ONTOGRAF, OWLVIZ, FACT+, PELLET, HERMIT, SPARQL )  
  )  
}  
f( включает ) = {  
  ( ТЕХНОЛОГИЯ_РАЗРАБОТКИ_ИНИР,  
    ( РЕДАКТОР_ИНИР, ОНТОЛОГИЯ_НАУЧНОГО_ЗНАНИЯ,  
      ОНТОЛОГИЯ_НАУЧНОЙ_ДЕЯТЕЛЬНОСТИ,  
      ОНТОЛОГИЯ_ИНФОРМАЦИОННЫХ_РЕСУРСОВ,  
      FUSEKI, ГРАФИКА_ИНИР, ОБОЛОЧКА_ИНИР )  
    )  
  )  
}
```

При этом технология разработки ИНИР использует компоненты и средства Semantic Web.

```
f( использует ) = { ( ТЕХНОЛОГИЯ_РАЗРАБОТКИ_ИНИР,  
                     ТЕХНОЛОГИЯ_SEMANTIC_WEB ) }
```

Онтология ППР

Средством концептуальной поддержки разработки ИСППР является онтология ППР.



Онтология ППР

{ Онтология_ППР } $\sqsubseteq$ $\exists$ включает. Компонента_онтологии П
 $\exists$ строитсяНаОснове . Базовая_онтология

Компонента_онтологии $\sqsupseteq$ Понятие $\sqcup$ Свойство_понятия $\sqcup$ Аксиома

f(используетсяДляРазработки) $\supset$

{ ((ФРАКТАЛЬНО_СТРАТИФИЦИРОВАННЫЙ_ПОДХОД,
 МЕТОДИКА_РАЗРАБОТКИ_ОНТОЛОГИЙ_НАУЧНЫХ_ОБЛАСТЕЙ,
 ОНТОЛОГИЯ_НАУЧНОГО_ЗНАНИЯ, ОНТОЛОГИЯ_НАУЧНОЙ_ДЕЯТЕЛЬНОСТИ,
 ОНТОЛОГИЯ_ЗАДАЧ_МЕТОДОВ, ОНТОЛОГИЯ_ИНФОРМАЦИОННЫХ_РЕСУРСОВ),
 ОНТОЛОГИЯ_ОЗ_ППР)

}

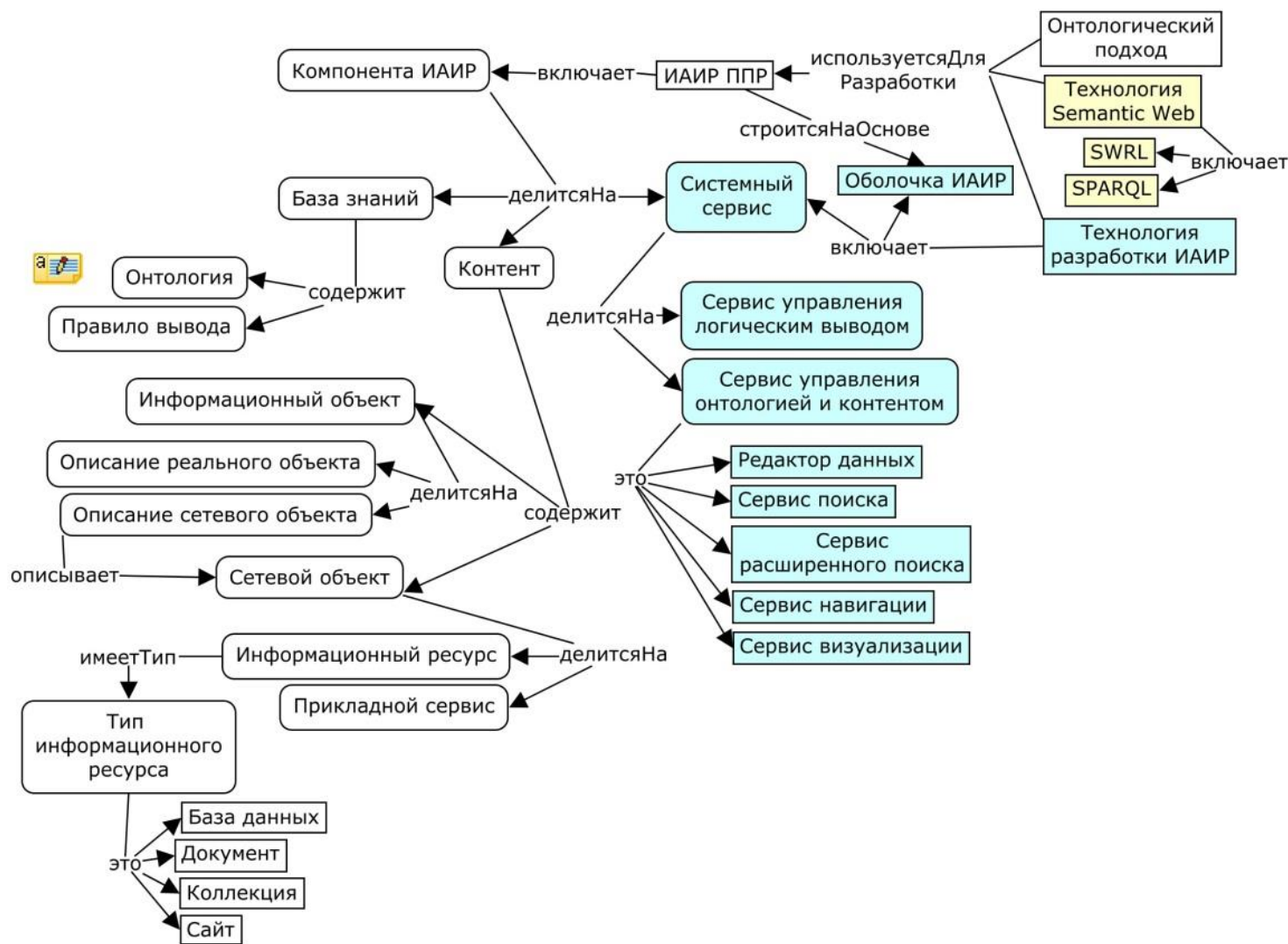
f(Базовая_онтология) = {

 ОНТОЛОГИЯ_НАУЧНОГО_ЗНАНИЯ, ОНТОЛОГИЯ_НАУЧНОЙ_ДЕЯТЕЛЬНОСТИ,
 ОНТОЛОГИЯ_ЗАДАЧ_И_МЕТОДОВ,
 ОНТОЛОГИЯ_ИНФОРМАЦИОННЫХ_РЕСУРСОВ

}

Информационно-аналитический ресурс по ППР

Средством информационной поддержки разработки ИСППР является **информационно-аналитический ресурс по ППР**.



Информационно-аналитический ресурс по ППР

Компоненты ИАР делятся на три основных типа:

$\{ \text{ИАИР_ППР} \} \sqsubseteq \exists \text{ включает . } \text{Компонента_ИАИР}$

$\text{Компонента_ИАИР} \sqsupseteq \text{База_знаний} \sqcup \text{Контент} \sqcup \text{Системный_сервис}$

Следующие аксиомы задают свойства компонентов ИАИР:

$\text{База_знаний} \sqsubseteq \exists \text{ содержит . } [\text{Онтология} \sqcup \text{Правило_вывода}]$

$\text{Контент} \sqsubseteq \exists \text{ содержит . } [\text{Информационный_объект} \sqcup \text{Сетевой_объект}]$

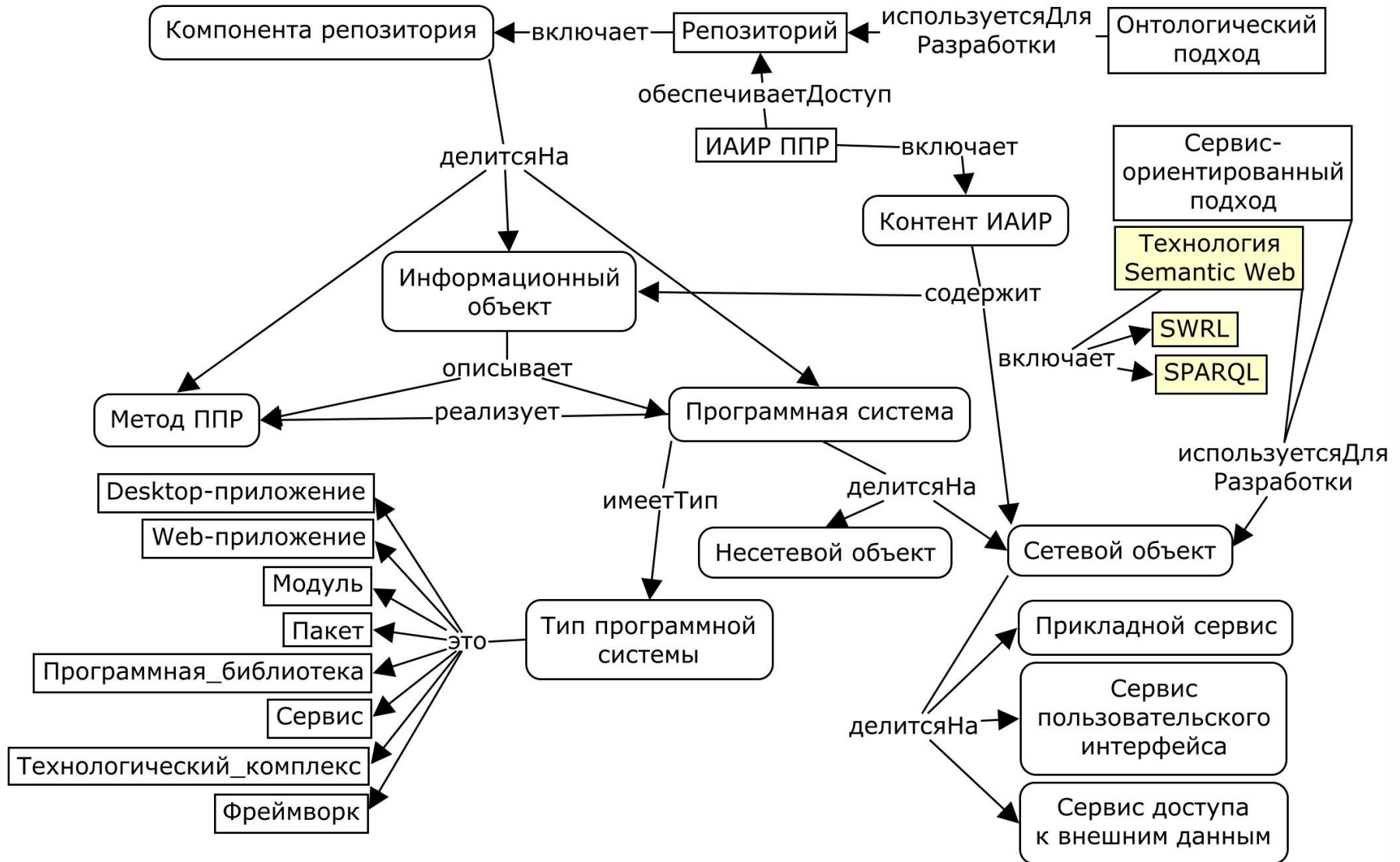
$\text{Системный_сервис} \sqsupseteq \text{Сервис_управления_логическим_выводом} \sqcup$
 $\text{Сервис_управления_онтологией_и_контентом}$

$\text{Информационный_объект} \sqsupseteq \text{Описание_реального_объекта} \sqcup$
 $\text{Описание_сетевого_объекта}$

$\text{Сетевой_объект} \sqsupseteq \text{Информационный_ресурс} \sqcup \text{Прикладной_сервис}$

Репозиторий методов ППР

Средством компонентной поддержки разработчиков является **репозиторий методов ППР**.



Репозиторий методов ППР

Репозиторий включает три основных типа компонентов:

$\{ \text{Репозиторий} \} \sqsubseteq \exists \text{ включает} . \text{Компонента_репозитория}$

$\text{Компонента_репозитория} \sqsupseteq \text{Метод_ППР} \sqcup \text{Информационный_объект} \sqcup \text{Программная_система}$

Следующие аксиомы описывают подклассы и роли компонентов репозитория, а также их связи с контентом ИАИР:

$\text{Программная_система} \sqsupseteq \text{Сетевой_объект} \sqcup \text{Несетевой_объект}$

$\text{Программная_система} \sqsubseteq \exists \text{ имеетТип} . \text{Тип_программной_системы} \sqcap \exists \text{ реализует} . \text{Метод_ППР}$

$\text{Информационный_объект} \sqsubseteq \exists \text{ описывает} . [\text{Метод_ППР} \sqcup \text{Программная_система}]$

$\text{Контент_ИАИР} \sqsubseteq \exists \text{ содержит} . [\text{Сетевой_объект} \sqcup \text{Несетевой_объект}]$

Репозиторий методов ППР

```
f( Тип_программной_системы) = { DESKTOP_ПРИЛОЖЕНИЕ,  
    WEB_ПРИЛОЖЕНИЕ, МОДУЛЬ, ПАКЕТ, ПРОГРАММНАЯ_БИБЛИОТЕКА,  
    СЕРВИС, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ_КОМПЛЕКС, ФРЕЙМВОРК  
}
```

```
f( Программная_система ) = { СИСТЕМА_СMapTools, КОМПЛЕКС_COLIBRI,  
    СЕРВИС_GoogleForms, КОМПЛЕКС_SempTao, КОМПЛЕКС_NETICA,  
    СИСТЕМА_Nemo, СИСТЕМА_ИНТЕГРА, РЕДАКТОР_Protege,  
    СЕРВИС_КОГНИТИВНОЕ_МОДЕЛИРОВАНИЕ, СЕРВИС_GrMOntoMap,  
    СЕРВИС_GrMCogMap, СЕРВИС_GrMEventMap, СЕРВИС_МЕТОД_СААТИ,  
    СЕРВИС_Semp_Nemo, СЕРВИС_Unicalc,  
    СЕРВИС_АНАЛИЗ_ЧИСЛОВЫХ_РЯДОВ,  
    СЕРВИС_ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ_С_ВНЕШНИМИ_ДАННЫМИ  
}
```

Методика разработки репозитория методов ППР

$$\{ \text{МЕТОДИКА_РАЗРАБОТКИ_РЕПОЗИТОРИЯ_МЕТОДОВ_ППР} \} \sqsubseteq$$

$$\exists \text{ предлагает . } \{ \text{АЛГОРИТМ_РАЗРАБОТКИ_РЕПОЗИТОРИЯ} \} \sqcap$$

$$\exists \text{ основываетсяНа . } [\text{Принцип_разработки_ИСППР} \sqcup$$

$$\{ \text{СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ_ПОДХОД} \}] \sqcap$$

$$\exists \text{ использует . } \text{Технология_реализации_сервиса}$$
$$\{ \text{АЛГОРИТМ_РАЗРАБОТКИ_РЕПОЗИТОРИЯ} \} \sqsubseteq \exists \text{ включает Действие} . \text{ Действие}$$

Действие $\ni$ Разработка_метода_ППР $\sqcup$
 Разработка_программной_системы $\sqcup$
 Интеграция_метода_с_ИИР ППР

Методика разработки ИСППР

{ МЕТОДИКА_РАЗРАБОТКИ_ИСППР } $\sqsubseteq$

Э предлагает . [{ АРХИТЕКТУРА_ИСППР } $\sqcup$

{ АЛГОРИТМ_РАЗРАБОТКИ_ИСППР }] $\sqcap$

Э основываетсяНа . [Принцип_разработки_ИСППР $\sqcup$

Подход_к_разработке_ИСППР] $\sqcap$

Э использует . Технология_для_разработки_ИСППР $\sqcap$

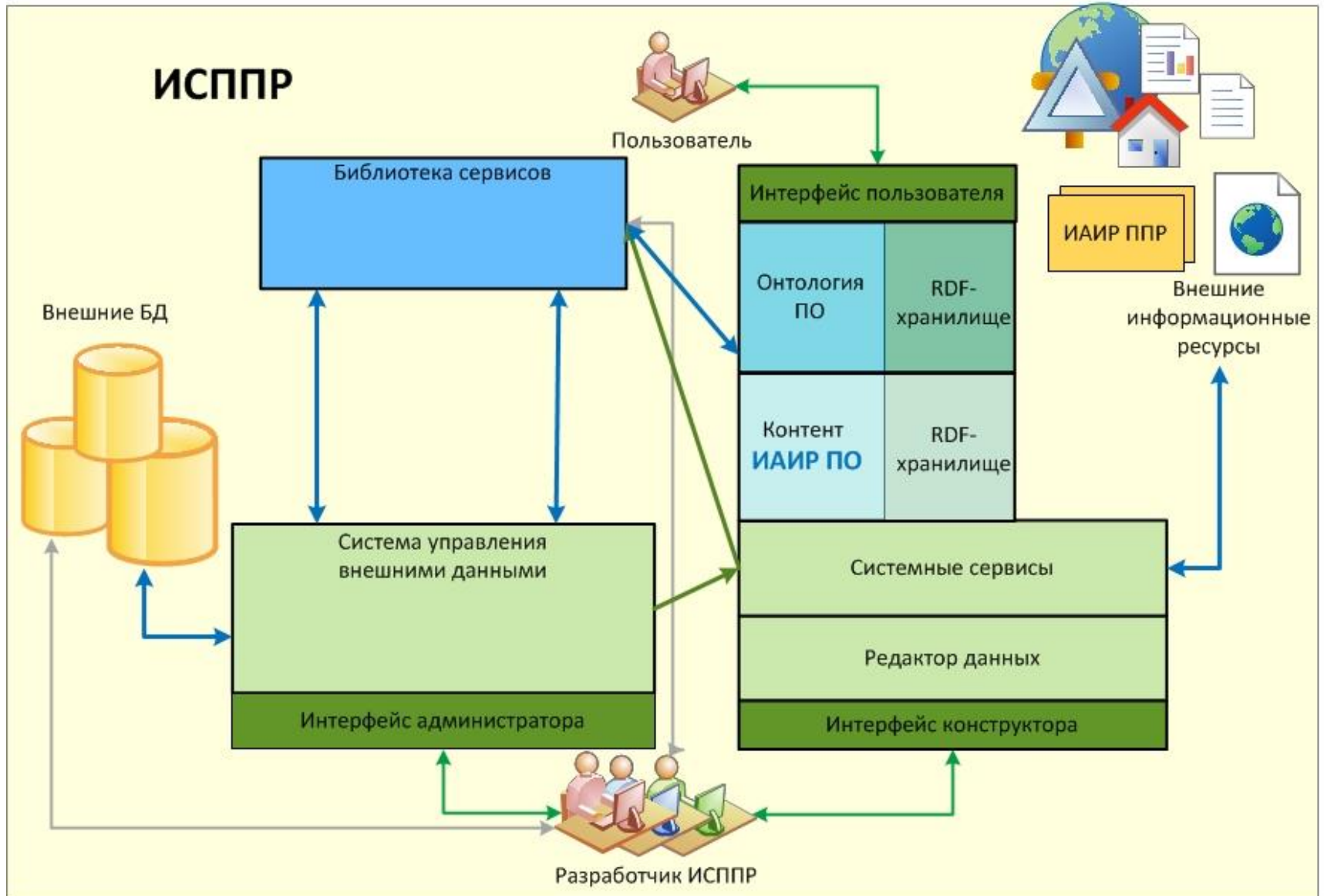
Э реализует . Метод_КПР

Архитектура типовой ИСППР

```
f( включает ) = {  
    ( ИСППР , ( ОНТОЛОГИЯ_ПО, ИАИР_ПО, БИБЛИОТЕКА_СЕРВИСОВ ) ),  
    ( ИАИР_ПО, ( ОНТОЛОГИЯ_ПО, КОНТЕНТ_ИАИР_ПО ) )  
}
```

```
f( заимствуетИз ) = {  
    ( ОНТОЛОГИЯ_ПО, ОНТОЛОГИЯ_ППР ),  
    ( КОНТЕНТ_ИАИР_ПО, КОНТЕНТ_ИАИР_ППР ),  
    ( БИБЛИОТЕКА_СЕРВИСОВ, РЕПОЗИТОРИЙ )  
}
```

Архитектура типовой ИСППР



Методика разработки ИСППР

{ АЛГОРИТМ_РАЗРАБОТКИ_ИСППР } $\sqsubseteq$

$\exists$ регламентирует . { Процесс_разработки_ИСППР } п

$\exists$ включает Действие . Действие

{ ПРОЦЕСС_РАЗРАБОТКИ_ИСППР } $\sqsubseteq \forall$ включает Этап .

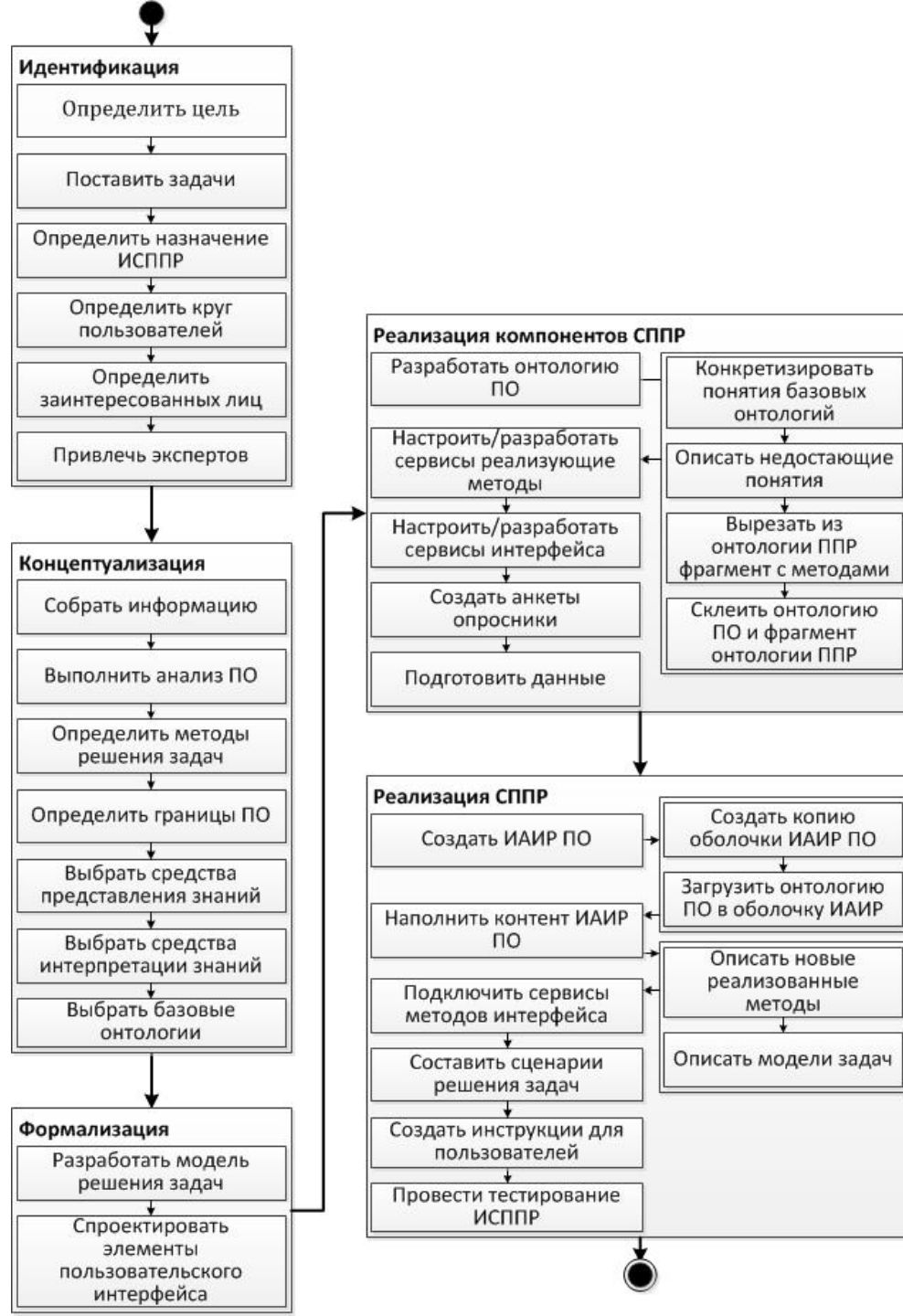
Этап_разработки_ИСППР

f(Этап_разработки_ИСППР) = { ИДЕНТИФИКАЦИЯ, КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ,
 ФОРМАЛИЗАЦИЯ, РЕАЛИЗАЦИЯ, ТЕСТИРОВАНИЕ,
 ОПЫТНАЯ_ЭКСПЛУАТАЦИЯ
}

Действие $\sqsubseteq \exists \leq$. Действие

Действие $\sqsubseteq \exists$ выполняется На Этапе . Этап_разработки_ИСППР

Разработчик $\sqsubseteq \exists$ отвечает За . Действие



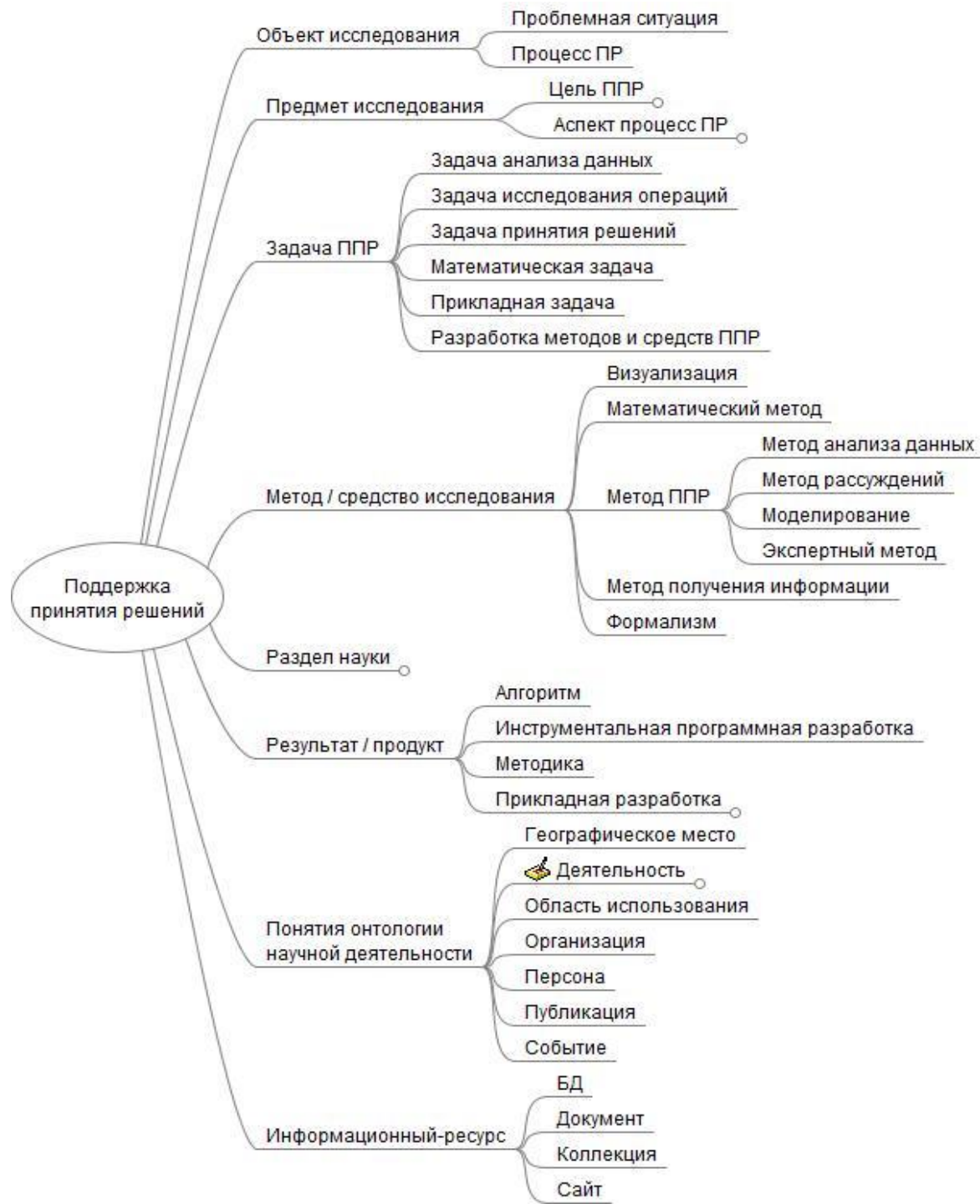
Реализация предлагаемых средств комплексной поддержки разработчиков ИСППР

Онтология поддержки принятия решений

Онтология ППР, являющаяся базисом концептуальной поддержки представляет собой формальную систему, задающую концепты, роли и аксиомы ОЗ ППР.

$FO = \langle OC, OR, OA \rangle$, где OC – множество ОЗ ППР, OR – множество атомарных ролей, описывающих свойства концептов и отношения между ними, OA – множество аксиом, устанавливающих связь между концептами и ролями.

$OC = \{ \text{Географическое_место, Деятельность, Задача_ППР, Информационный_ресурс, Метод/средство_исследования, Область_использования, Объект_исследования, Организация, Область_использования, Персона, Предмет_исследования, Публикация, Раздел_науки, Результат/продукт, Событие} \}$



Онтология поддержки принятия решений

Понятия базовых онтологий конкретизируются для рассматриваемой ОЗ ППР.

Объект_исследования $\supseteq$ Проблемная_ситуация $\sqcup$ Процесс_ПР

Предмет_исследования $\supseteq$ Аспект_процесса_ПР $\sqcup$ Информация $\sqcup$ Представление_информации $\sqcup$ Цель_ППР

Аспект_процесса_ПР $\supseteq$ Альтернатива $\sqcup$ Критерий_оценки $\sqcup$ Метрика/мера_близости $\sqcup$ Предпочтение_ЛПР $\sqcup$ Процесс_работы_метода $\sqcup$ Шкала Этап_ПР $\sqcup$ Этап_работы_метода

Цель_ППР $\supseteq$ Разрешение проблемной ситуации $\sqcup$ Помощь_ЛПР

Задача_ППР $\supseteq$ Задача_анализа_данных $\sqcup$ Задача_исследования_операций $\sqcup$ Задача_принятия_решений $\sqcup$ Математическая_задача $\sqcup$ Прикладная_задача $\sqcup$ Разработка_методов_средств_ППР

Метод/средство_исследования $\supseteq$ Визуализация $\sqcup$ Математический_метод $\sqcup$ Метод_ППР $\sqcup$ Метод_получения_информации $\sqcup$ Формализм

Метод_ППР $\supseteq$ Метод_анализа_данных $\sqcup$ Метод_рассуждений $\sqcup$ Моделирование $\sqcup$ Экспертный_метод

Результат/продукт $\supseteq$ Алгоритм $\sqcup$ Программная_система $\sqcup$ Методика $\sqcup$ Прикладная_разработка

Прикладная_разработка $\supseteq$ База_данных $\sqcup$ Онтология $\sqcup$ СППР $\sqcup$ Экспертная_система

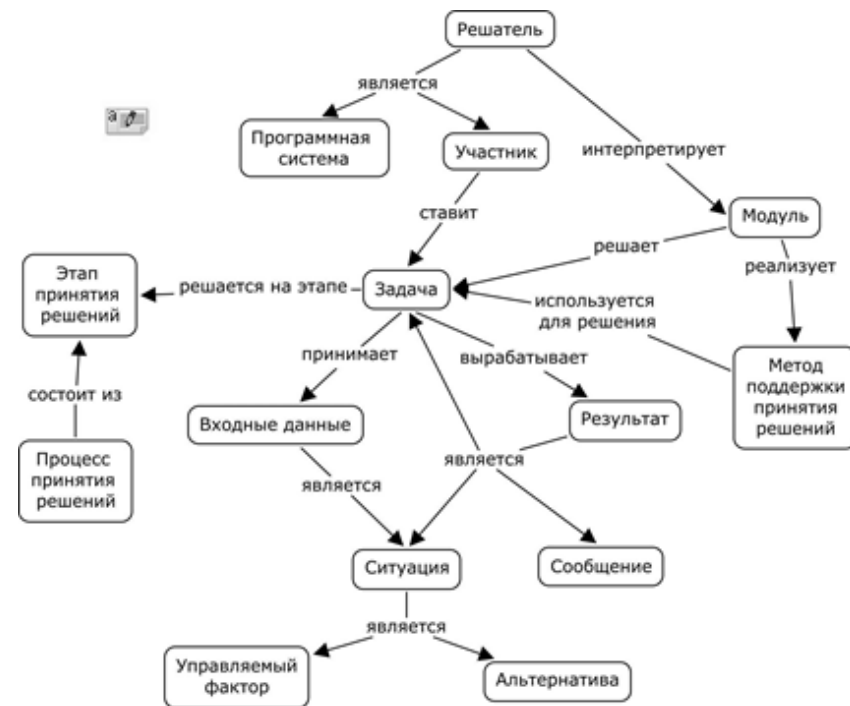
Онтология поддержки принятия решений

Для разработки онтологии использован фрактально-стратифицированный подход. Это позволяет представлять интересующие понятия в двух измерениях. Первое измерение («вертикальная структуризация») представляется в виде традиционной иерархической структуры, на каждом уровне которой понятия, представляющие интерес, описываются с разной степенью детализации. Второе измерение («горизонтальная структуризация») задаёт описание понятий с точки зрения разных типов специалистов, работающих над решением общей задачи. В качестве общего ядра, на котором строится вертикально-горизонтальная онтология задач и методов ППР, выступает метаонтология задач и методов ППР.



Онтология ППР реализована средствами редактора Protégé на языке OWL с использованием базовых онтологий и паттернов онтологического проектирования, предоставляемых технологией разработки ИНИР

Онтология ППР включает 132 класса, 133 отношения.



Информационно-аналитический ресурс по ППР

Информационно-аналитический интернет ресурс по поддержке принятия решений является средством информационной поддержки разработчиков ИСППР. Для его создания была использована технология разработки ИНИР [Загорулько и др., 2016].

Данная технология предоставляет оболочку ресурса, методику построения онтологии и контента ресурса, редактор данных, средства извлечения научных данных.

Была создана копия оболочки ИНИР и настроены элементы пользовательского интерфейса. Разработанная онтология ППР была дополнена служебной информацией для настройки отображения её элементов и загружена в оболочку.

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СЛАБОФОРМАЛИЗОВАННЫХ ОБЛАСТЯХ



- Географическое место
- + Деятельность
- + Интернет ресурс
- Метод / средство исследования
 - + ВспомогательныйМетод
 - Метод поддержки принятия решений
 - + АнализДанных
 - + Метод рассуждений
 - Моделирование
 - Аналитическое моделирование
 - + Математическое моделирование
 - Программирование в ограничениях
 - Имитационное моделирование
 - Семантическое моделирование
 - + Экспертный метод
- Объект исследования
- Организация
- Персона
- + Предмет исследования
 - Публикация
 - Раздел науки
- + Результат / продукт
 - Событие

Свойства объекта

Название	Метод недоопределенных вычислений
Описание	Метод, предложенный А.С. Нариньяни. Является методом программирования в ограничениях в самой общей постановке
Дата возникновения	1980

Связи объекта

имеет Автор-Персону
Персона

[Нариньяни А.С.](#)

Обратные связи объекта

описывает Метод
Публикация

[А.С. Нариньяни НЕ-факторы: неточность и недоопределенность – различие и взаимосвязь 2000](#)

[А.С. Нариньяни Недоопределенность в системах представления и обработки знаний 1986](#)

[В.А. Сидоров, Г.Б. Загорулько NeMo+: Объектно-ориентированная система программирования в ограничениях на основе недоопределенных моделей 1998](#)

[В.А. Сидоров, Г.Б. Загорулько Метод недоопределенных вычислений как средство поддержки принятия решений в слабоформализованных предметных областях 2016](#)

реализует Программный продукт Метод
Результат / продукт

[Решатель UniCalc](#)

[Система Интегра](#)

реализует Сервис Метод
Проблемно-ориентированный сервис

[WebUniCalc](#)

Контент ИАИР ППР

С формальной точки зрения, контент – это модель ОЗ ППР, интерпретация формальной системы FO, удовлетворяющая ее аксиомам.

f(Задача_ППР) $\supset$ { АНАЛИЗ_ТЕКУЩЕЙ_СИТУАЦИИ, АНАЛИЗ_ФАКТОРОВ,
ВЫЯВЛЕНИЕ_ПРОБЛЕМНОЙ_СИТУАЦИИ, ВЫЯВЛЕНИЕ_ФАКТОРОВ,
ДЕКОМПОЗИЦИЯ_ЦЕЛИ, ДИАГНОСТИКА_ПРОБЛЕМНОЙ_СИТУАЦИИ,
ОБЕСПЕЧЕНИЕ_СИТУАЦИОННО_ОСВЕДОМЛЕННОСТИ,
ПОСТАНОВКА_ЦЕЛИ_ПРИНЯТИЯ_РЕШЕНИЙ, ПОСТРОЕНИЕ_ОНТОЛОГИИ_ПО,
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА_СТРАТЕГИЧЕСКОГО_ПЛАНА,
РАЗРАБОТКА_ТЕКУЩЕГО_ПЛАНА, РАЗРАБОТКА_АЛЬТЕРНАТИВ,
СТРУКТУРИЗАЦИЯ_ПРЕДМЕТНОЙ_ОБЛАСТИ,
СТРУКТУРИЗАЦИЯ_ПРОБЛЕМНОЙ_СИТУАЦИИ

}

f(Задача_принятия_решений) $\supset$ { АНАЛИЗ_МНЕНИЙ_НЕСКОЛЬКИХ_ЭКСПЕРТОВ,
АНАЛИЗ_МНЕНИЯ_ОДНОГО_ЭКСПЕРТА, ВЫБОР_ЛУЧШЕЙ_АЛЬТЕРНАТИВЫ,
ИЗВЛЕЧЕНИЕ_ПРЕЦЕДЕНТА, КЛАСТЕРИЗАЦИЯ_АЛЬТЕРНАТИВ,
ОПРЕДЕЛЕНИЕ_КРИТЕРИЕВ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ_ПРЕДПОЧТЕНИЙ_ЛПР,
ОЦЕНКА_АЛЬТЕРНАТИВ, РАЗРАБОТКА_АНКЕТ, РАНЖИРОВАНИЕ_АЛЬТЕРНАТИВ

}

f(Разработка_методов_средств_ППР) $\supset$ { РАЗРАБОТКА_МЕТОДОВ_ППР,
РАЗРАБОТКА_ОНТОЛОГИИ_ОЗ_ППР

}

Контент ИАИР ППР

Был наполнен контент ИАИР - введены объекты, установлены связи между ними, добавлены полнотекстовые инструкции для использования программных систем, описания методов, задач, используемых данных.

Контент содержит 791 объект и 1646 экземпляров отношений.

Для наполнения контента ИАИР ППР использовались три способа:

- с помощью технологии Semantic Web и редактора Protégé;
- с помощью встроенного в оболочку редактора данных [Ахмадеева и др., 2017],
- с помощью системы извлечения научных данных [Akhmadeeva and other, 2016].

Репозиторий методов ППР

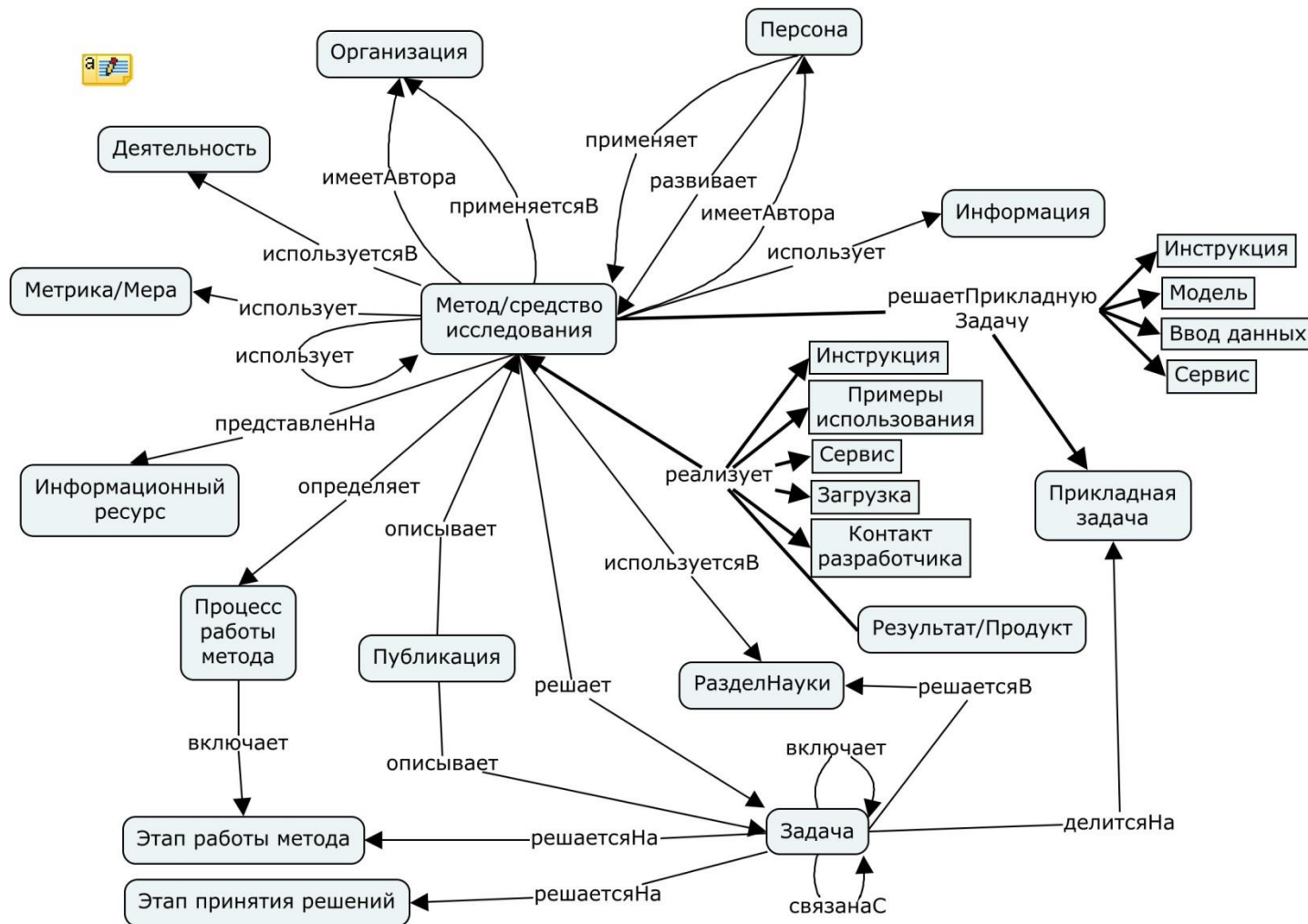
Репозиторий методов ППР является средством компонентной поддержки разработки ИСППР.

С точки зрения реализации репозиторий представляет собой совокупность информационных объектов ИАИР ППР, которые описывают методы, решаемые ими задачи и реализующие их программные системы. Если программная система имеет реализацию в виде сервиса или находится в свободном доступе и доступна для скачивания, то она тоже становится частью репозитория.

Доступ к репозиторию осуществляется средствами ИАИР ППР. Выбрав на ресурсе соответствующий метод, пользователь получает ссылку, по которой он может либо запустить сервис, либо скачать соответствующую программную систему.

Репозиторий методов ППР

Для разработки методов были реализованы паттерны содержания, которые облегчают этот процесс и позволяют сократить время и количество возможных ошибок.



Репозиторий методов ППР

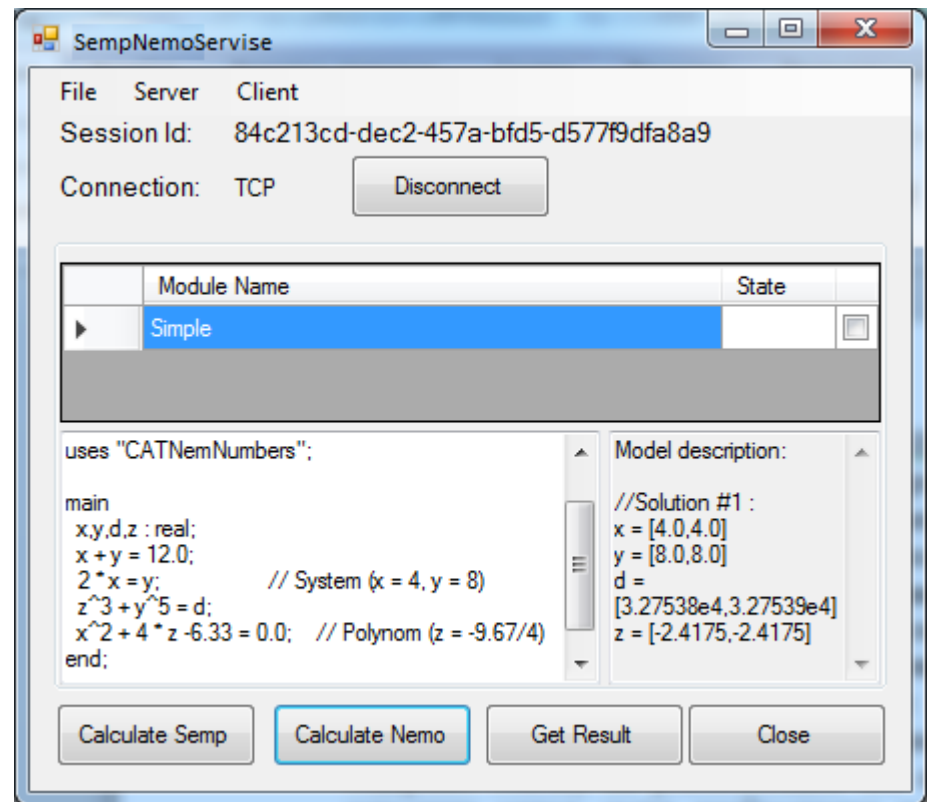
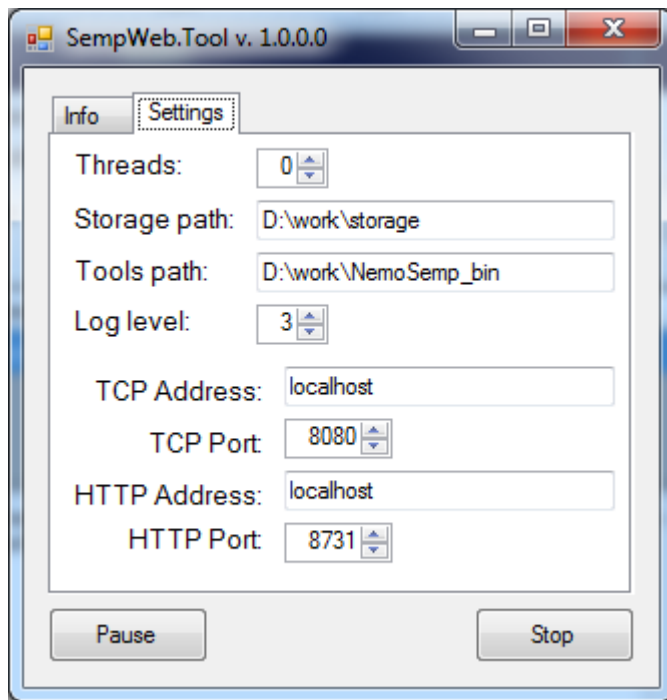
Для реализации методов ППР было использовано несколько подходов.

Разработка с использованием протоколов SOAP/WSDL. Так были разработаны Web-сервисы, реализующие ряд методов линейного программирования, метод недоопределенных вычислений, метод рассуждений на основе экспертных правил.

Для разработки данных сервисов была использована платформа .Net, язык C#. Методы анализа числовых рядов были реализованы на языке PHP.

Репозиторий методов ППР

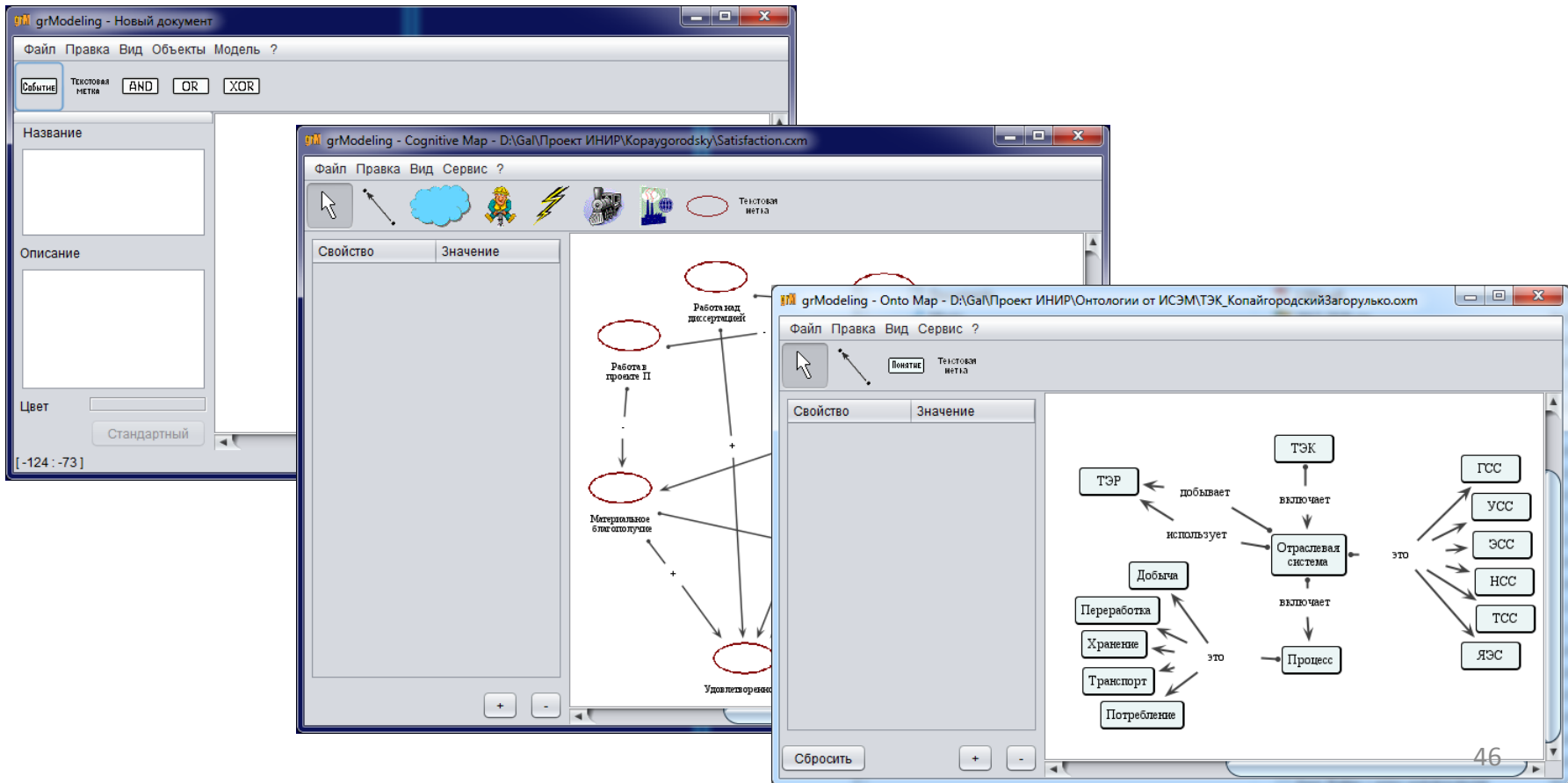
SempNemo – сервис, реализующий метод недоопределенных вычислений и метод рассуждений на основе экспертных правил (ИСИ СО РАН);



Репозиторий методов ППР

Разработка сервисов с использованием технологии Java Web Start (JavaWS), основанной на протоколе Java Network Launching Protocol (JNLP).

С использованием данного подхода были разработаны сервисы для методов семантического моделирования – редакторы для построения онтологий (**grMOntoMap**), когнитивных карт (**grCognitiveMap**) и событийных карт (**grEventMap**) (разработка ИСЭМ СО РАН).



Репозиторий методов ППР

Разработка сервиса как web-приложения, позволяющего получить подробное описание метода и запустить его. Так были разработаны сервисы, реализующие методы экспертного оценивания, метод когнитивного моделирования и метод недоопределенных вычислений.

Разработка осуществлялась на языке PHP.

Методы экспертного оценивания



Коллективные методы:

1. Метод "635"
2. Метод "Мозговой штурм"
3. Метод "Черного ящика"
4. Метод голосования "за" и "против"
5. Метод Делфи
6. Метод Дневников
7. Метод Комиссии
8. Метод Синектика
9. Метод Суда
10. Метод Сценариев
11. Метод Эвристического прогнозирования

Индивидуальные методы:

1. Метод Саати
2. Метод "Дерево целей"
3. Метод "Индивидуального блокнота"

Методы экспертных оценок (МЭО) - это методы организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов. Эти мнения обычно выражены частично в количественной, частично в качественной форме. Экспертные исследования проводят с целью подготовки информации для принятия решений лицом, принимающим решение (ЛПР). Для проведения работы по методу экспертных оценок создают Рабочую группу (РГ), которая и организует по поручению ЛПР деятельность экспертов, объединенных (формально или по существу) в экспертную комиссию (ЭК). Чаще всего методы экспертного оценивания делят по количеству людей, участвующих в них. Их называют *индивидуальными* и *коллективными*.

Метод "635" - это письменный мозговой штурм. Это метод с фиксированным числом участников и определенной процедурой взаимодействия. Шесть участников выдвигают три идеи, которые поступают к другим участникам, дополняющим их новыми тремя идеями — и так пять раз. Составляется бланк сбора идей по методу «635». Каждый участник записывает идеи в бланк. Основные идеи (6х3= 18) по очереди поступают к членам группы, каждый из которых дополняет их еще тремя предложениями. После прохождения через руки всех шести участников бланки содержат 109 идей. Затем в работу включаются критики. Письменно зафиксированные идеи отличаются лучшей формулировкой и большей обоснованностью, хотя и меньшей оригинальностью.

Метод "Мозговой штурм" - метод при котором все мнения, высказанные экспертами, приводят к общему мнению. При этом приветствуется свободное высказывание суждений.

Метод Делфи - метод при котором все индивидуальные мнения, высказанные экспертами и им предлагается подумать над своим начальным высказыванием, которое продолжается до тех пор, пока все не придет к единому мнению.

Метод комиссии - метод заключается в открытой дискуссии по обсуждаемой проблеме для выработки единого мнения экспертов. Коллективное мнение определяется в результате тайного или открытого голосования.

Введите таблицу: C:\Users\Валерия\Downl Обзор...

Введите количество альтернатив: 5

Введите количество характеристик: 4 - точных

1 - относительных

Ввести данные

Репозиторий методов ППР

При программной реализации методов экспертного оценивания использовался сервис GoogleForms (продукт компании Google), позволяющий разрабатывать анкеты и организовывать сбор и обработку данных опроса экспертов.

Вопросы Ответы 1

Раздел 1 из 6

Топливный расход
В данном разделе нужно указать данные для последующей корректной работы программы.

Введите топливный расход Audi Q5 (л/100км): *

Введите топливный расход BMW X5(л/100км): *

Введите топливный расход Mercedes GL(л/100км): *

Введите топливный расход Nissan Juke(л/100км): *

Введите топливный расход Toyota Rav4(л/100км): *

После раздела 1 Перейти к следующему разделу

Раздел 2 из 6

Мощность двигателя
В данном разделе нужно указать точные данные про автомобиль.

Введите мощность двигателя Audi Q5 (л.сил): *

Введите мощность двигателя BMW X5(л.сил): *

Введите мощность двигателя Mercedes GL(л.сил): *

Введите мощность двигателя Nissan Juke(л.сил): *

Введите мощность двигателя Toyota Rav4(л.сил): *

После раздела 2 Перейти к следующему разделу

Раздел 3 из 6

Объем двигателя
В данном разделе нужно указать точные данные про автомобиль.

Введите объем двигателя Audi Q5 (л.): *

Введите объем двигателя BMW X5 (л.): *

Введите объем двигателя Mercedes GL (л.): *

Введите объем двигателя Nissan Juke (л.): *

Введите объем двигателя Toyota Rav4 (л.): *

После раздела 3 Перейти к следующему разделу

Вопросы Ответы 1

Раздел 4 из 6

Стоимость автомобиля
В данном разделе нужно указать точные данные про автомобиль.

Введите стоимость автомобиля Audi Q5 (тыс руб.): *

Введите стоимость автомобиля BMW X5 (тыс руб.): *

Введите стоимость автомобиля Mercedes GL (тыс руб.): *

Введите стоимость автомобиля Nissan Juke (тыс руб.): *

Введите стоимость автомобиля Toyota Rav4 (тыс руб.): *

После раздела 4 Перейти к следующему разделу

Раздел 5 из 6

Внешний вид
В данном разделе нужно оценить внешний вид автомобилей. Для этого предлагается попарно сравнить их.

Заголовок

Внешний вид

Оцените внешний вид Audi Q5: *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Оцените внешний вид BMW X5: *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Оцените внешний вид Mercedes GL: *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Вопросы Ответы 1

Оцените внешний вид Nissan Juke: *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Оцените внешний вид Toyota Rav4: *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

После раздела 5 Перейти к следующему разделу

Раздел 6 из 6

Какая характеристика важнее
В данном разделе нужно оценить какие характеристики автомобилей важнее при выборе. Для этого предлагается попарно сравнить их.

Оцените важность топливного расхода автомобиля: *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Не важно Важно

Оцените важность мощности двигателя автомобиля: *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Не важно Важно

Оцените важность объема двигателя автомобиля: *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Не важно Важно

Оцените важность стоимости автомобиля: *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Не важно Важно

Оцените важность внешнего вида автомобиля: *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Не важно Важно

Репозиторий методов ППР

Когнитивное моделирование

Когнитивное моделирование

- Редактор карт
- Анализ путей
- Импульсное моделирование
- Онтология когнитивного моделирования

Когнитивное моделирование — это процесс построения и изучения модели ситуации. Моделью является когнитивная карта, которая может быть произведена разными методами в репозитории когнитивной карты.

Когнитивное моделирование имеет несколько типов:

- Структуризация предметной области
- Анализ проблемной ситуации
- Прогнозирование возможных последствий
- Разработка возможных альтернатив

Первым шагом является построение когнитивной карты в [Редакторе карт](#). После создания карты

Полученную карту можно анализировать, используя [Анализ путей](#) между начальной и целевой вершинами карты.

Для изучения развития системы можно использовать [Импульсное моделирование](#).

Так же вы можете посмотреть [Онтологию когнитивного моделирования](#) чтобы изучить все возможности для построения решения.

Анализ путей

Когнитивное моделирование

- Редактор карт
- Анализ путей
- Импульсное моделирование
- Онтология когнитивного моделирования

Путь 1
0 Успехи в работе
1 Деньги
5 Семейное благополучие
Сумма по пути: 1.300000

Путь 2
0 Успехи в работе
4 Удовлетворение жизнью
2 Время на работу
3 Хобби
1 Деньги
5 Семейное благополучие
Сумма по пути: 1.300000

Путь 3
0 Успехи в работе
4 Удовлетворение жизнью
5 Семейное благополучие
Сумма по пути: 1.300000

Импульсное моделирование

Файл успешно загружен на сервер

Шаг 3

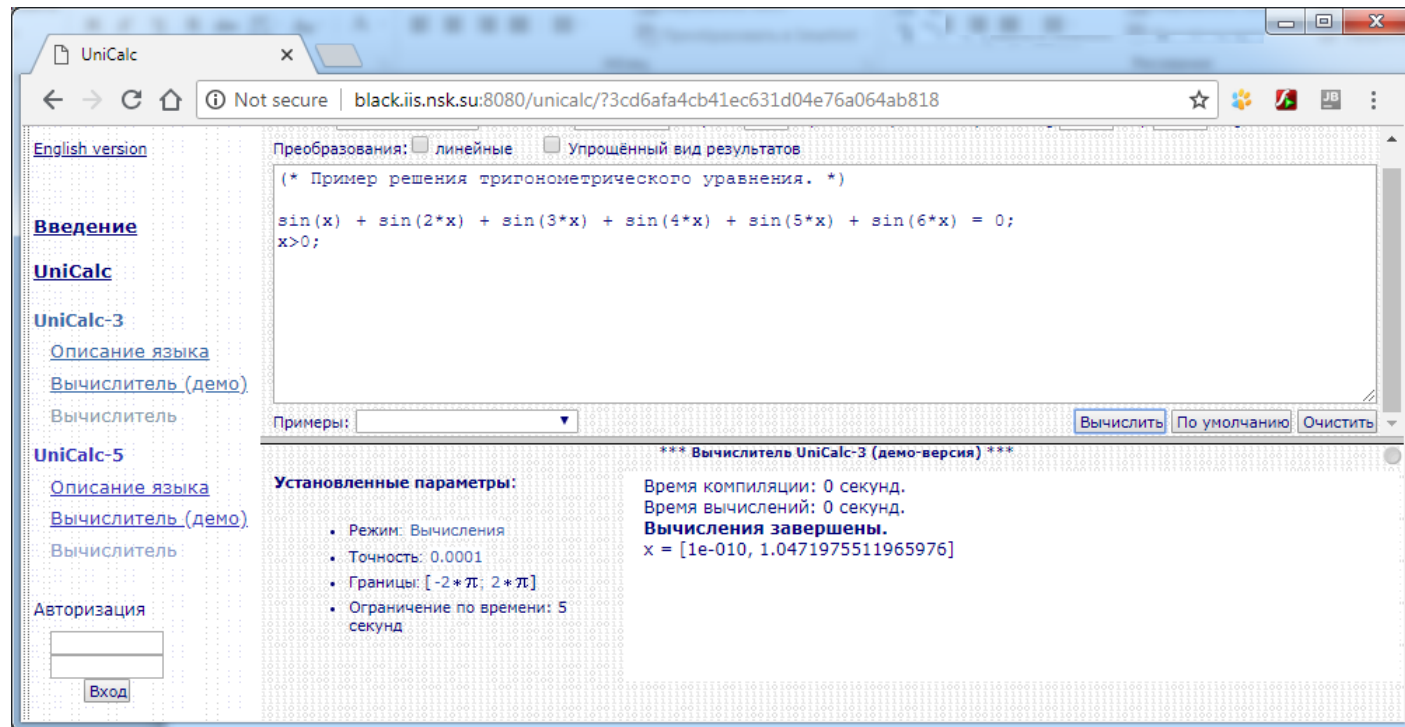
Вершины-факторы	Значения в вершинах	Импульсы вершин	Вносимое возмущение
Успехи в работе	-0.28	-0.56	0
Деньги	0.54	0.14	0
Время на работу	-0.70	0	0
Хобби	0.56	0.56	0
Удовлетворение жизнью	2.38	0.98	0
Семейное благополучие	1.30	0	0

Следующий шаг

При реализации метода когнитивного моделирования был использован сервис grMCogMap (продукт ИСЭМ СО РАН), предназначенный для построения когнитивных карт.

Репозиторий методов ППР

Приложение **WebUnicalc** позволяет 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



Репозиторий методов ППР

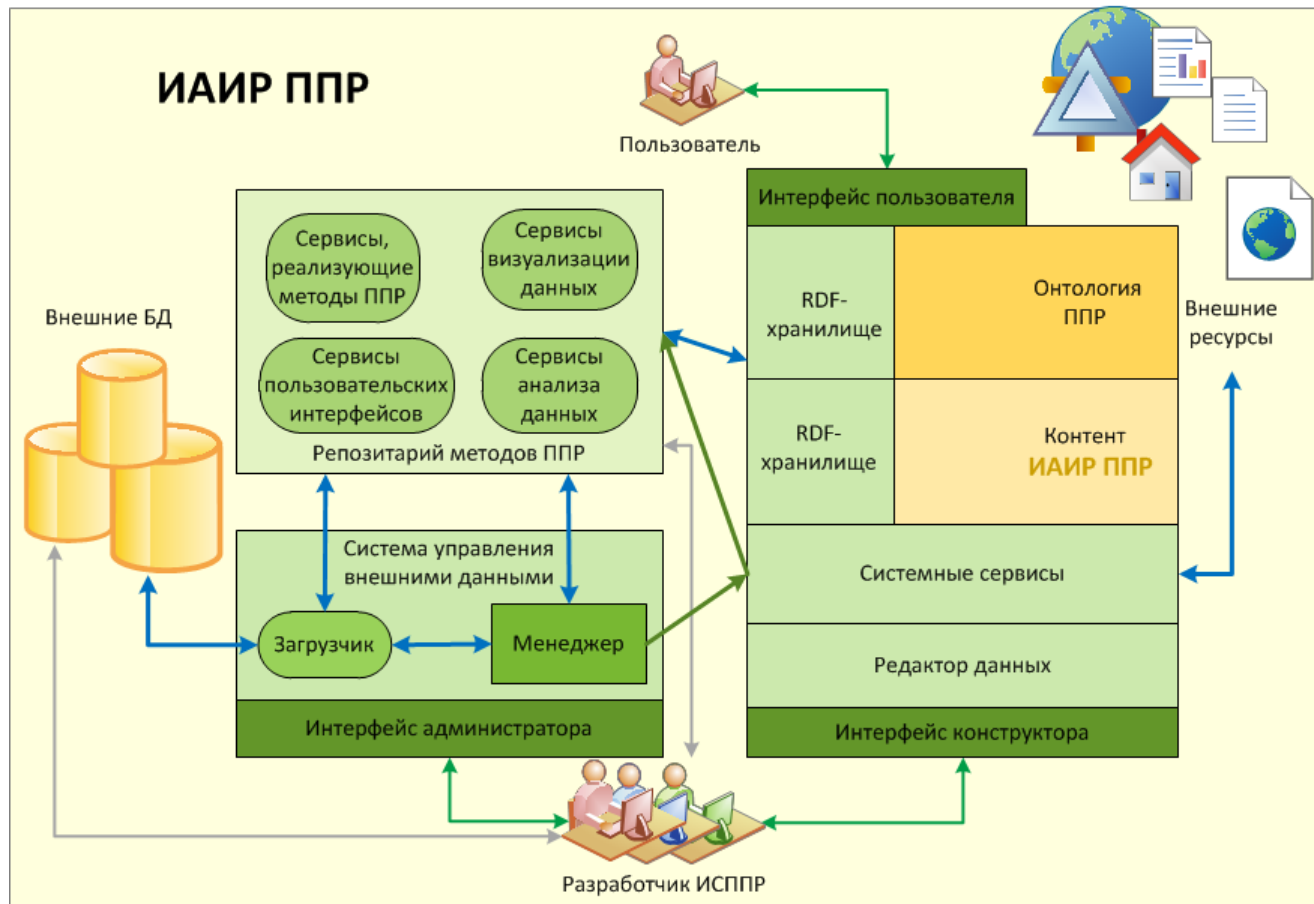
Для решения многих задач принятия решений требуется **обработка больших массивов данных, хранящихся во внешних источниках.**

Были разработаны сервисы, позволяющие запрашивать данные из внешних источников, отображать их в ресурсе в виде таблиц или графических зависимостей, либо передавать массивы данных для дальнейшей обработки соответствующим сервисам.

Разработка менеджера, осуществляющего взаимодействие данных сервисов, выполнена на языке PHP.

Для доступа к внутреннему хранилищу онтологии был использован язык SPARQL и библиотека EasyRdf. В качестве протокола общения с внешними источниками данных была использована библиотека protobuf компании Google.

Система управления внешними данными



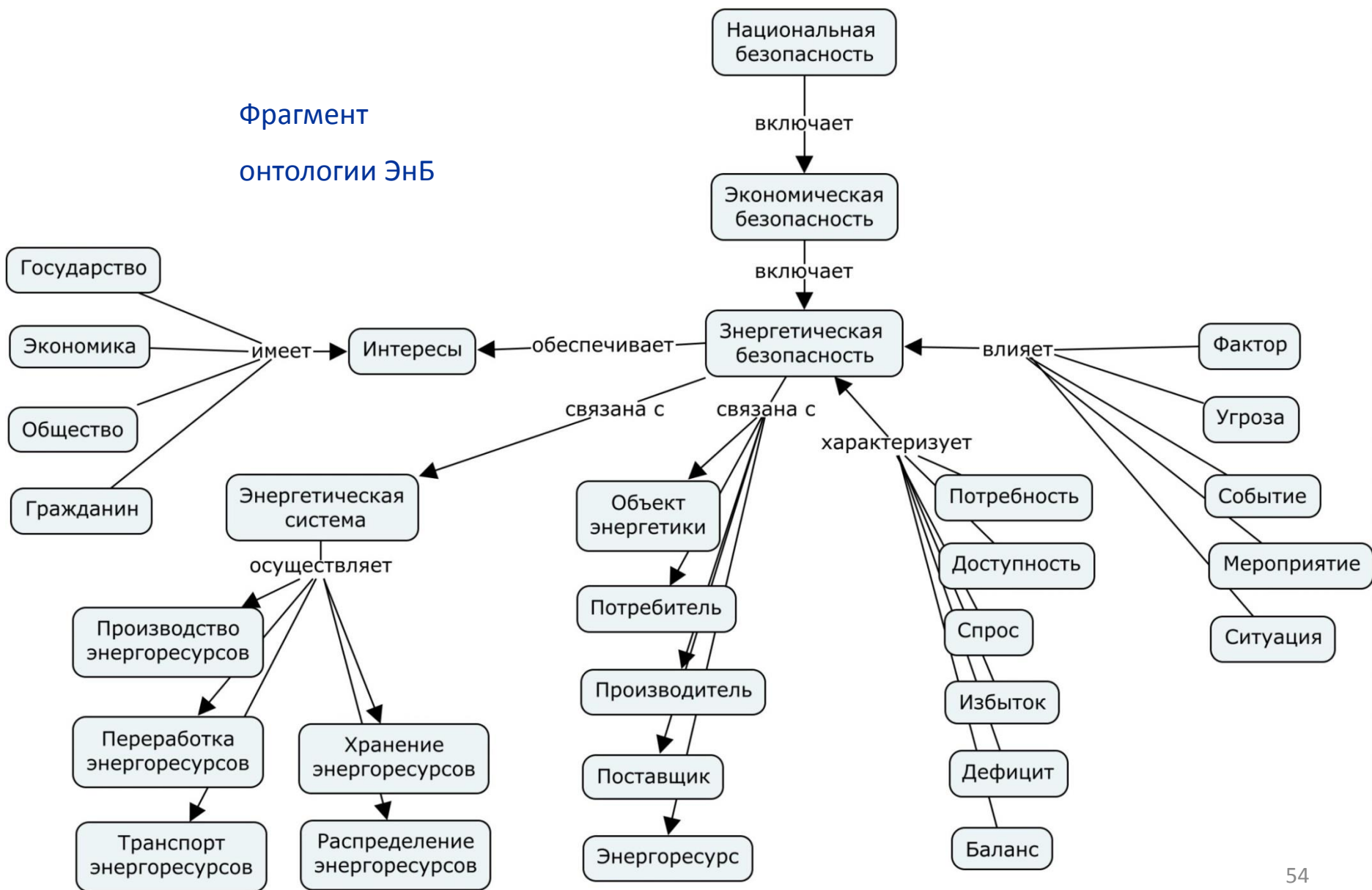
Примеры использования предлагаемых средств КПР и методики для разработки ИСППР

Методика и другие средства КПР были использованы для разработки ИСППР из разных предметных областей:

- «Угрозы энергетической безопасности»,
- «Профилактика и лечение элементозов».

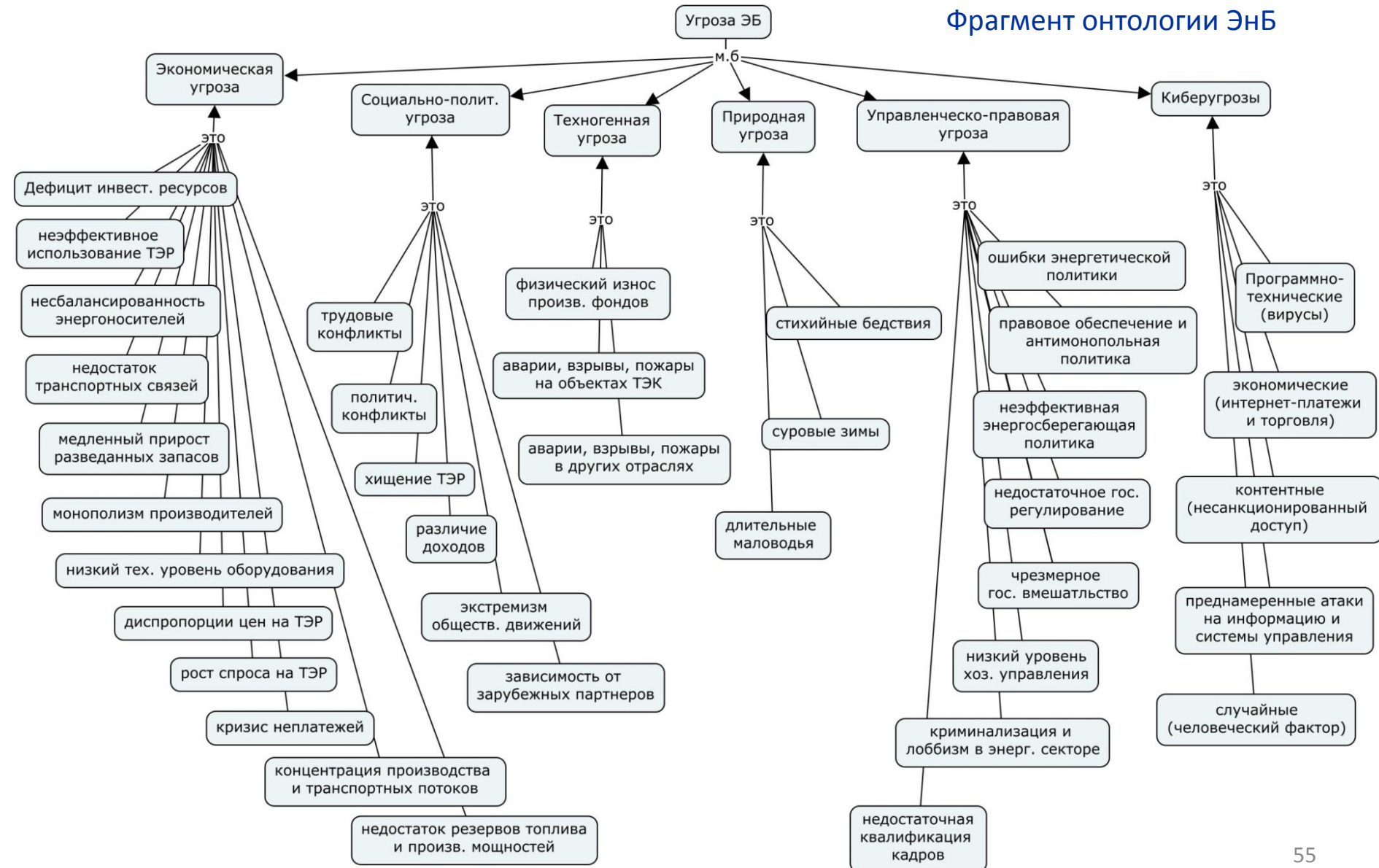
ИСППР по угрозам энергетической безопасности

Фрагмент
онтологии ЭНБ



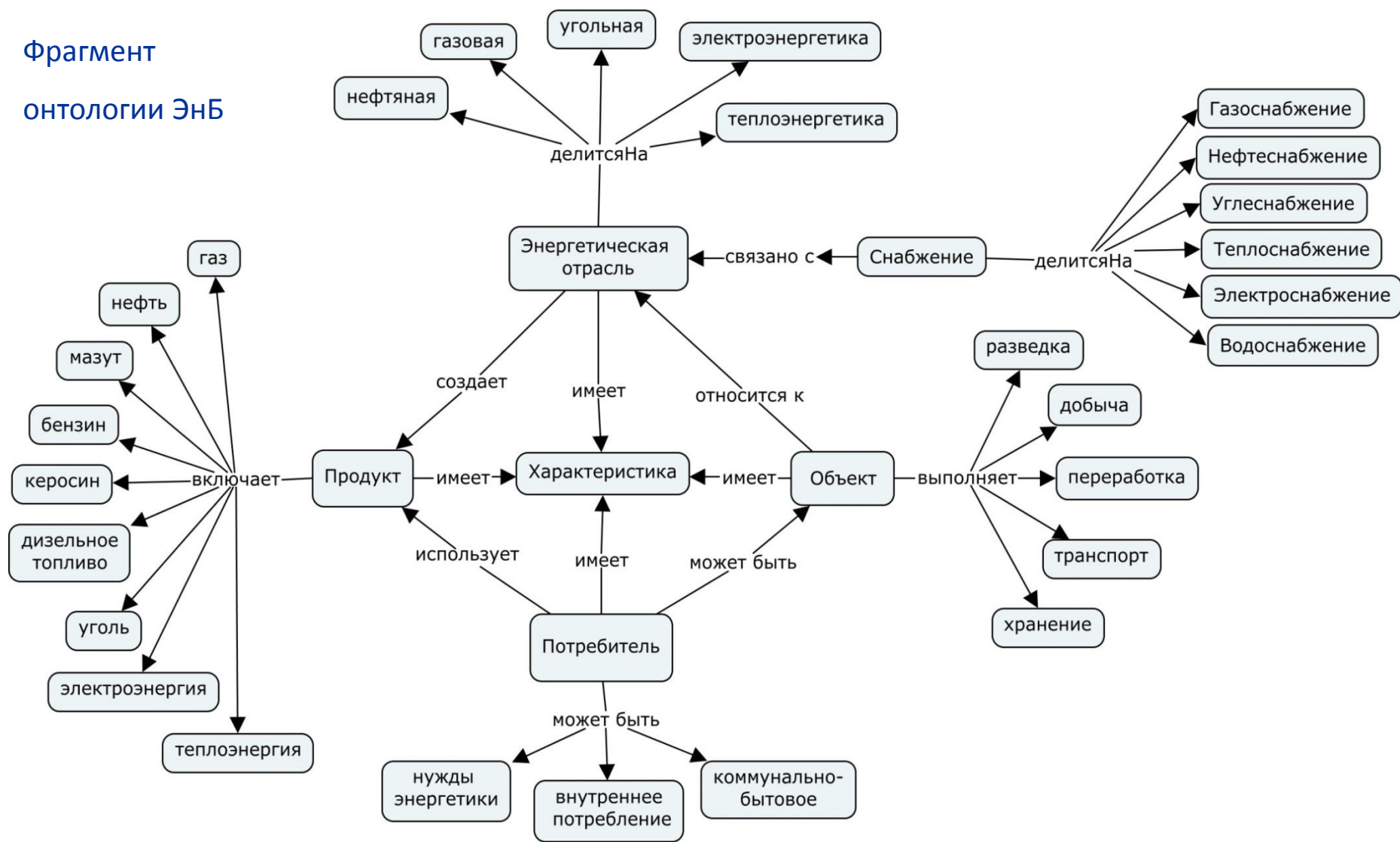
ИСППР по угрозам энергетической безопасности

Фрагмент онтологии ЭНБ



ИСППР по угрозам энергетической безопасности

Фрагмент
онтологии ЭНБ



ИСППР по угрозам энергетической безопасности



Энергетическая
безопасность РФ

Цель ЭНБ

это

обеспечение обоснованных потребностей потребителей
в энергии экономически доступными для них
энергетическими ресурсами приемлемого качества

Потребители энергии

это

Общество

Страна

регионы

это

граждане

предприятия

учреждения

Задача ЭНБ

это

Обеспечение в полном объеме
потребностей в энергии
в нормальных условиях

Обеспечение гарантированного
минимального объема
потребностей в энергии
в экстремальных условиях

Разработка и реализация мероприятий,
повышающих защищенность потребителей
энергии от возникновения вероятных угроз
нарушения бесперебойного энергоснабжения
и снижающих влияние от этих угроз
в случае их наступления

Фрагмент

онтологии ЭНБ

Угроза ЭНБ

Локализация (внешняя, внутренняя)
Масштаб (государственная, региональная, местная)
Характер (природная, техногенная)
Сфера (управленческая, экономическая,
политическая, социальная)

это

Отсутствие контролируемого и прогнозируемого
спроса на энергоресурсы
Локализация внутренняя
Масштаб (государственная, региональная, местная)

Исчерпание природных запасов энергоресурсов
Локализация внутренняя
Масштаб (государственная, региональная, местная)

Снижение объемов добычи и производства энергоресурсов
Локализация внутренняя
Масштаб (государственная, региональная, местная)

Разрушение "каналов связи" (трубопроводов, ЛЭП)
Локализация внутренняя
Масштаб (государственная, региональная, местная)

Чрезмерное повышение затрат на производство
и добычу энергоресурсов
Локализация внутренняя
Масштаб (государственная, региональная, местная)

Объект ЭНБ

это

Объекты энергетики

Инфраструктура энергетики

Предмет ЭНБ

это

Управленческие и производственные
процессы добычи и доставки
энергоресурсов потребителям

Субъект ЭНБ

Статус (поставщик, потребитель)

это

Страна

Регионы
(энергоизбыточный, энергодефицитный)

Предприятия

это

Федеральные, региональные и местные
исполнительные и законодательные
органы власти

Руководство энергокомпаний

ИСППР по угрозам энергетической безопасности

The screenshot displays the EnergeticSafety ontology editor interface. The left pane shows a class hierarchy starting from `owl:Thing`, with `КонкретнаяЗадача` highlighted. The right pane shows the individual `Авария_на_ЭС` with its annotations and property assertions.

Class hierarchy: КонкретнаяЗадача

- owl:Thing
 - ГеографическоеМесто
 - Деятельность
 - ЗадачаЭнБ
 - ГлобальнаяЗадача
 - КонкретнаяЗадача**
 - ИнформационныйРесурс
 - ОбъектЭнБ
 - ИнфраструктураЭнергетики
 - ОбъектЭнергетики
 - Ресурс
 - ЭнергетическаяОтрасль
 - Организация
 - Персона
 - ППР
 - ПредметЭнБ
 - КритерийЭнБ
 - ПроизводственныйПроцессЭ
 - УправленческийПроцессЭ
 - ФакторыВлияния
 - Мероприятие
 - Ситуация
 - Фактор
 - Публикация
 - СлужебныйКласс
 - Событие
 - СубъектЭнБ
 - УгрозаЭнБ
 - Киберугроза
 - ПрироднаяУгроза
 - СоциальноПолитУгроза
 - ТехногеннаяУгроза
 - УправленческоПравоваяУгроза
 - ЭкономическаяУгроза
 - ЦельЭнБ

Individual Annotations: Авария_на_ЭС

Usage: Авария_на_ЭС

Show: ☒ this ☒ different

Found 17 uses of Авария_на_ЭС

- Individual: Авария_на_ЭС
 - Авария_на_ЭС ликвидируетПоследствия ЧС_на_объектах_ТЭК
 - Авария_на_ЭС Type КонкретнаяЗадача
 - Авария_на_ЭС rdfs:label "Авария на электростанции"@ru
 - Авария_на_ЭС связанаС Разработка_ликвидационных_мероприятий
 - Авария_на_ЭС связанаС Разработка_превент_меропр
 - Авария_на_ЭС Задача_Название "Авария на электростанции"@ru
- КарповСеманчевОпределенияУгрозыЭнБ
 - КарповСеманчевОпределенияУгрозыЭнБ описывает_Публикация_ЗадачаЭнБ Авария_на_ЭС
- МНВ_Авария
 - МНВ_Авария решает_Метод_КонкретнаяЗадача_КонкретнаяЗадача Авария_на_ЭС

Description: Авария_на_ЭС

Property assertions: Авария_на_ЭС

Types: КонкретнаяЗадача

Same Individual As: +

Different Individuals: +

Object property assertions:

- ликвидируетПоследствия ЧС_на_объектах_ТЭК
- связанаС Разработка_ликвидационных_мероприятий
- связанаС Разработка_превент_меропр

Data property assertions:

- Задача_Название "Авария на электростанции"@ru

Negative object property assertions: +

58

To use the reasoner click Reasoner > Start reasoner ☒ Show Inferences

УГРОЗЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ



Географическое место

+ Деятельность

- Задача Энергетической безопасности

Глобальная задача

Конкретная задача

+ Информационный ресурс

- Объект Энергетической безопасности

Инфраструктура энергетики

Объект энергетики

- Ресурс

+ Топливо-энергетический ресурс

Энергетический ресурс

Энергетическая отрасль

Организация

Персона

+ Поддержка принятия решений

- Предмет Энергетической безопасности

Критерий Энергетической безопасности

Производственный процесс энергетики

Управленческий процесс энергетики

+ Факторы влияния на Энергетическую
безопасность

Публикация

Событие

Субъект Энергетической безопасности

+ Угроза Энергетической безопасности

Цель Энергетической безопасности

Энергетическая безопасность

Табличное представление

Графовое представление

Свойства объекта

Название	Авария у производителя энергоресурса
Описание	/threats/uploads/59/fe/b4bee478833840f37443534842ae.pdf

Связи объекта

ликвидирует последствия
Угроза Энергетической безопасности

ЧС на объектах ТЭК

связана с Задачей
Задача Энергетической безопасности

[Разработка и реализация превентивных мероприятий](#)

[Разработка ликвидационных мероприятий](#)

Обратные связи объекта

описывает Задачу
Публикация

[Определение и угрозы энергетической безопасности, 2016, статья](#)

решает Конкретную Задачу
Метод / средство

Метод недоопределенных вычислений

Инструкция	/threats/uploads/75/83/1554f7f6be9cb89f724302899608.pdf
Ввод данных	http://uniserv.iis.nsk.su/threats-files/web/accident/Client.html
Модель Задачи	/threats/uploads/0a/1f/8913665556823c11ecfb7110e923.uni
Решатель	http://uniserv.iis.nsk.su/unicalc

ИСППР по угрозам энергетической безопасности

Неформальное описание задачи

Задача "Авария на электростанции"

Рассматривается моделирование реакции сети энергоснабжения на угрозы технологического типа.

Подробное описание задачи дано в публикации, указанной на странице данной задачи.

На рисунке приведена схема поставки энергоресурса от производителей к потребителям и некие начальные значения количества произведенного, поставленного, потребляемого, полученного ресурса, которые пользователь может менять. В узлах сети, соответствующих потребителям, должно выполняться простое условие баланса: сумма потребляемых и переданных другим потребителям ресурсов равна сумме полученных ресурсов.

The diagram illustrates an energy supply network. It consists of three types of nodes: producers (green squares), consumers (blue circles), and storage points (pink diamonds). The nodes are interconnected by directed edges representing resource flows, each labeled with a weight. The initial values for each node are as follows:

- Producers (Green Squares):
 - Node 2: 8500
 - Node 3: 6800
 - Node 1: 10000
 - Node 4: 9700
- Consumers (Blue Circles):
 - Node 9: 3900
 - Node 5: 4800
 - Node 6: 5400
 - Node 4: 6000
 - Node 8: 2800
 - Node 7: 2200
 - Node 1: 1300
 - Node 2: 800
 - Node 3: 7300
 - Node 10: 500
- Storage Points (Pink Diamonds):
 - Node 1
 - Node 2
 - Node 3

Legend:

- Green square: производители (producers)
- Blue circle: потребители (consumers)
- Pink diamond: Пункты резервного хранения (storage points)

В аварийной ситуации у какого-либо производителя, подключаются пункты резервного хранения. Суммарное содержание ресурса в таких пунктах должно компенсировать его сокращение у производителей в результате аварии. Любой потребитель может получать ресурс из любого пункта резервного хранения, т.е. потенциально между ними можно установить связь. В модели задачи задаются веса таких связей. Цель решаемой задачи – оптимизировать потоки ресурсов из резервных хранилищ потребителям с учетом весов их связей.

Рассматриваемая задача может быть решена разными способами: методом целочисленного линейного программирования, методом недоопределенных вычислений (МНВ).

ИСППР по угрозам энергетической безопасности

```
Объект "Авария на электростанции" x https://uniserv.iis.nsk.su/threats/ x +
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; iy[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

Объект "Авария на электростанции" x US Client

← → ↻ 🏠 ⓘ Not secure | uniserv.iis.nsk.su/threats-files/web/accident/... ☆ 🌸 📄 📄 ⏸️ ⌂

Результаты вычислений

Количество производителей	4
Количество потребителей	10
Количество резервных хранилищ	3
Объемы производства энергоресурсов	...
Вероятности аварии у производителей ресурсов	...
Объемы потребления энергоресурсов	...
Объемы энергоресурсов, поставляемых потребителям	...
Объемы энергоресурсов в резервных хранилищах	...
Приоритеты связей между потребителями и пунктами резервного хранения	...

☐ заменить текущую модель

← → ↻ 🏠 ⓘ Not secure | uniserv.iis.nsk.su/threats-files/web/accident/Clien

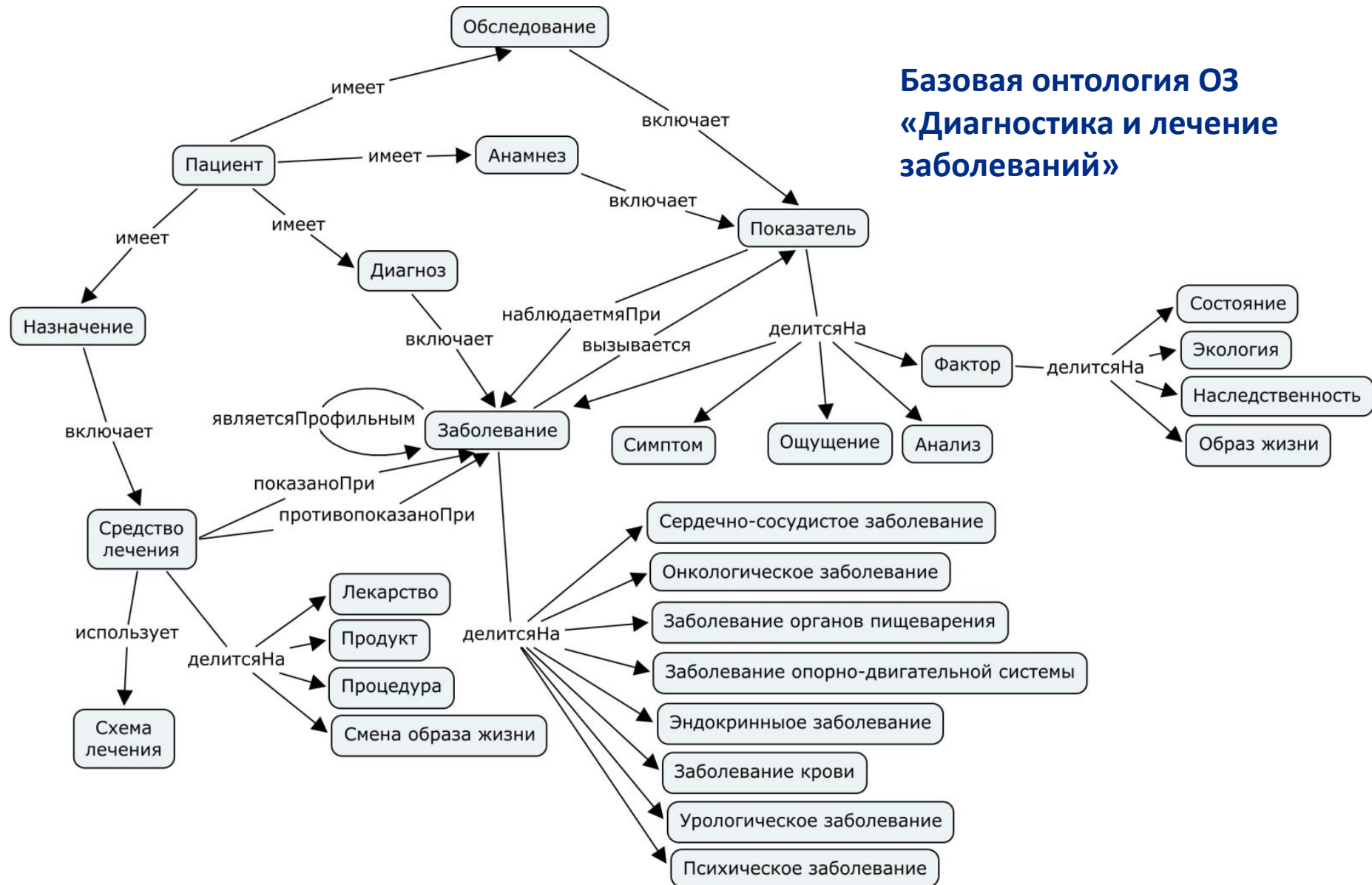
The screenshot shows a web browser window displaying a table titled "Объемы энергоресурсов, поставляемых потребителям(ix[i,j]), тыс кВт*ч". The table has 12 columns labeled 3 through 14 and 10 rows labeled 1 through 10. The data is as follows:

	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

At the bottom of the browser window, there is a button labeled "Закреть" (Close) and a page number "62".

ИСППР «Элементозы»

Базовая онтология ОЗ «Диагностика и лечение заболеваний»



ИСППР «Элементозы»

elementoses (http://www.semanticweb.org/gal/ontologies/2018/3/elementoses) : [C:\Gal\Ontology\Elem\elementoses_ful.ttl]

File Edit View Reasoner Tools Refactor Window Help

Active Ontology x Entities x Object Properties x Individuals by class x DL Query x SPARQL Query x

Classes Object properties Data properties Annotation properties Datatypes

Class hierarchy: Прикладная_задача

owl:Thing

- Заболевание
 - Бронхо-легочное
 - Гинекологическое
 - ЖКТ
 - Инфекционное
 - Кожное
 - Крови
 - Неврологическое
 - Онкологическое
 - Опорно-двигательного_аппарата
 - Офтальмологическое
 - Печени
 - Сердечно-сосудистое
 - Стоматологическое
 - Урологическое
 - Элементоз
 - Эндокринное
- Показатель
- ППР
 - ЗадачаППР
 - Прикладная_задача
 - ИнформационныйРесурс
 - МетодСредствоИсследования
 - ОбъектИсследования
 - ПредметИсследования
 - Публикация
 - РезультатПродукт
 - Профильное_заболевание
 - РаботаСПациентами
 - СлужебныйКласс
 - СредствоЛечения
 - СхемаЛечения
 - Элемент

Диагностика_элементозов — http://www.semanticweb.org/gal/ontologies/2018/3/elementoses#Диагностика_элементозов

Individual Annotations Individual Usage

Usage: Диагностика_элементозов

Show: ☒ this ☒ different

Found 25 uses of Диагностика_элементозов

- Диагностика_элементозов
- Диагностика_элементозов включает_Задача_Задача ВыявлениеПС
- Диагностика_элементозов Type Прикладная_задача
- Диагностика_элементозов включает_Задача_Задача ДиагностикаПС
- Диагностика_элементозов включает_Задача_Задача АнализТекущейСитуации
- Диагностика_элементозов rdfs:label "Диагностика элементозов"@ru
- Диагностика_элементозов включает_Задача_Задача СтруктуризацияПО
- Диагностика_элементозов Задача_Название "Диагностика элементозов"@ru
- Диагностика_элементозов включает_Задача_Задача ВыявлениеФакторов
- Диагностика_элементозов включает_Задача_Задача СтруктуризацияПС
- Диагностика_элементозов решаетсяПри_ПрикладнаяЗадача_Обследование Иванов_18_04
- Диагностика_элементозов включает_Задача_Задача АнализФакторов
- Individual: Диагностика_элементозов

Description: Диагностика_элементозов

Property assertions: Диагностика_элементозов

Types

- Прикладная_задача

Same Individual As

Different Individuals

Object property assertions

- включает_Задача_Задача ВыявлениеПС
- включает_Задача_Задача ДиагностикаПС
- включает_Задача_Задача АнализТекущейСитуации
- включает_Задача_Задача СтруктуризацияПО
- включает_Задача_Задача ВыявлениеФакторов
- включает_Задача_Задача СтруктуризацияПС
- включает_Задача_Задача АнализФакторов
- решаетсяПри_ПрикладнаяЗадача_Обследование

To use the reasoner click Reasoner > Start reasoner ☒ Show Inferences

ИСППР «Элементозы»

ДИАГНОСТИКА, ПРОФИЛАКТИКА ЛЕЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОЗОВ

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ



Заболевание

Бронхо-легочное заболевание
Гинекологическое заболевание
Дерматологическое заболевание
Заболевание ЖКТ
Заболевание крови
Заболевание опорно-двигательного 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/sempr-files/SempWeb_Client.zip
Модель	https://uniserv.iis.nsk.su/elem-files/elementosesl.zip

[Онтологическое моделирование](#)

Доступ к сервису <https://webprotege.stanford.edu/>

ИСППР «Элементозы»

Интерфейс для редактирования базы знаний

Медицинская диагностика

Сохранить Искать Выход

Заболевания Показатели Средства лечения Заболевания-Показатели Заболевания-Средства лечения

Симптомы

Характерные для выбранного заболевания симптомы

Ощущения

Характерные для выбранного заболевания ощущения

Факторы

Характерные для выбранного заболевания факторы

Анализы

Анализы для диагностики выбранного заболевания

Сопутствующие заболевания

Заболевания, сопутствующие выбранному

Эксперт Элементозы

Задать симптомы

Заболевание

Элементоз **Дефицит магния**

Задать вес симптома для выбранного заболевания

нарушение сердечного ритма

одышка

ожирение

ожог

опухание слюнных желез

отеки

пигментация кожи

плохая свертываемость крови

плохое заживление ран

повреждение ногтей

повышенное давление

потливость

ИСППР «Элементозы»

Интерфейс для ввода данных

Медицинская диагностика

Сохранить Искать Выход

Пациенты Общие сведения Показатели Диагнозы

Регистрационный номер 257
Фамилия Иванова
Имя Ирина
Отчество Васильевна
Дата рождения 21.03.1954
Пол женский
Рост 167
Вес 63.4
Адрес Ул. Рубиновая 3-15
Телефон +79134500304
Дата посещения 12.07.2018

Врач Элементозы 257

Медицинская диагностика

Сохранить Искать Выход

Пациенты Общие сведения Показатели Диагнозы

Симптомы
Симптомы пациента

Ощущения
Ощущения пациента

Результаты измерений
Результаты измерений показателей пациента

Факторы
Факторы пациента

Анализы
Анализы пациента

Сопутствующие заболевания
Сопутствующие заболевания пациента

Врач Элементозы 257

Анализы пациента

Общий анализ крови Общий анализ мочи РФА
Анализ крови на МЭ Анализ крови на токсичные МЭ

Основные макро- и микроэлементы

Ca	2.15	2.55
K	3.5	5.5
Fe	8.9	30.4
P	0.87	1.45
Na	135	135
Mg	0.66	1.05
Cl	98	107

Дата обследования

OK Отмена

ИСППР «Элементозы»

Представление знаний средствами Semp-ТАО

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;

ИСППР «Элементозы»

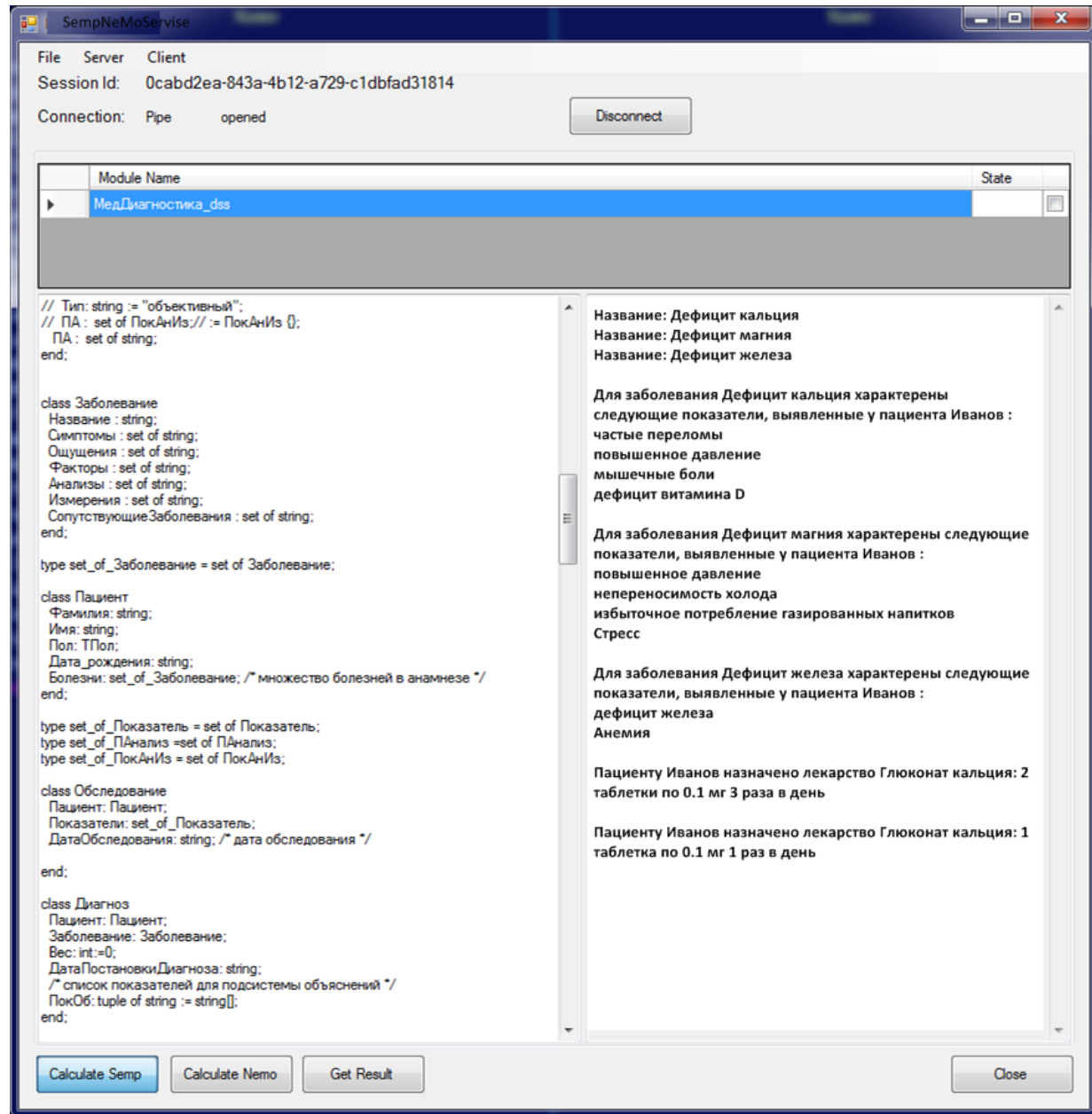
Правила для диагностики заболеваний

```
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;
end;
```

ИСППР «Элементозы»

Сервис для
использования
решателя Semp-TAO



Основные результаты

1. Выполнен анализ современного состояния в области поддержки разработки СППР, выявлены существующие принципы, подходы и средства разработки интеллектуальных СППР, хорошо зарекомендовавшие себя на практике, методы принятия решений в слабоформализованных предметных областях.
2. Разработана модель комплексной поддержки разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных областях.
3. Определены границы предметной области «Поддержка принятия решений в слабоформализованных областях» и построена ее онтология.
4. Разработан информационно-аналитический ресурс по поддержке принятия решений в слабоформализованных областях.
5. Создан репозиторий методов поддержка принятия решений в слабоформализованных областях. Разработаны и включены в репозиторий сервисы, реализующие ряд методов поддержки принятия решений в слабоформализованных областях, сервис для организации доступа к данным из внешних источников..
6. Разработана и апробирована на примере ИСППР из технической и медицинской областей методика создания интеллектуальных СППР.

Направления дальнейших работ

1. Развитие онтологии поддержки принятия решений.
2. Пополнение контента ИАИР ППР описаниями новых методов (методы машинного обучения, агрегационные методы многокритериального оценивания, методы получения информации и др.), персон, программных разработок, связанных с ними публикаций и информационных ресурсов.
3. Развитие репозитория, реализация новых сервисов, в частности, сервисов интерфейса с конечным пользователем.
4. Разработка конкретных ИСППР с применением разработанных модели и средств КПР.