



OSTIS-2013

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.822:514

ОТКРЫТЫЙ ПРОЕКТ, НАПРАВЛЕННЫЙ НА СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПОНЕНТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Голенков В.В., Гулякина Н.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

golen@bsuir.by

guliakina@bsuir.by

В работе рассматривается открытый проект, направленный на создание и развитие технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем. Также рассматривается Метасистема IMS.OSTIS, предназначенная для комплексной поддержки проектирования интеллектуальных систем.

Ключевые слова: интеллектуальная система, технология проектирования интеллектуальных систем, семантическая сеть, предметная область.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ современных информационных технологий показывает, что наряду с весьма впечатляющими достижениями они имеют целый ряд серьезных недостатков. К числу таких недостатков, в частности, относятся:

- Отсутствует общее унифицированное решение проблемы семантической совместимости компьютерных систем, что порождает высокую трудоемкость создания комплексных интегрированных компьютерных систем. Наиболее остро проблема совместимости компьютерных систем проявляется себя при разработке web-ориентированных систем.

- Высока степень зависимости архитектур компьютерных систем от платформ, на которых они реализованы, что порождает высокую трудоемкость переноса компьютерных систем на новые платформы.

- Отсутствует хорошо продуманная методика конструктивного использования опыта завершенных разработок компьютерных систем, что порождает высокую степень дублирования разработок различных компонентов этих систем. Многократная повторная разработка уже имеющихся технических решений обусловлена (1) либо тем, что известные технические решения плохо интегрируются в разрабатываемую систему, (2) либо тем, что эти технические решения трудно найти.

- Отсутствует хорошо продуманная унифицированная методика совершенствования различных архитектурных уровней компьютерных

систем в процессе их сопровождения, что порождает высокую трудоемкость такого совершенствования. Обновление компьютерных систем (в частности, обновление баз данных, обновление контента web-порталов) часто сводится к разработке различного рода "заплаток", которые устраняют не причины выявленных недостатков обновляемых компьютерных систем, а только некоторые следствия этих причин.

- Современные информационные технологии не ориентированы на широкий круг разработчиков прикладных компьютерных систем.

Перечислим некоторые общие подходы, направленные на устранение указанных выше недостатков современных информационных технологий.

- Все, что в настоящее время делается в информационных технологиях необходимо фундаментально переосмыслить и максимально возможным образом упростить (!), привести в стройную систему и сделать доступным любому (!) грамотному человеку, не являющемуся специалистом в области информационных технологий, но желающему самостоятельно (!) сделать прототип компьютерной системы в интересующей его предметной области.

- Необходимо минимизировать необходимость участия специалистов в области информационных технологий в разработке прикладных компьютерных систем и полностью исключить такое участие в разработке прототипов этих систем. Т.е. между разработчиками прототипа прикладной компьютерной системы (каковыми должны быть эксперты по соответствующей

предметной области) и самим этим прототипом не должно быть никаких посредников-программистов. Такое посредничество нередко приводит к снижению качества разрабатываемой прикладной системы. Специалисты в области информационных технологий должны, в основном, заниматься не разработкой приложений, а разработкой и совершенствованием технологий (моделей, средств и методов), создающих комфортные условия для разработчиков приложений.

- Необходимо ориентироваться на разработку таких моделей представления и обработки информации, которые бы носили для любого грамотного человека максимально комфортный (понятный, человекоподобный) характер. Т.е. необходимо не только пользовательский интерфейс компьютерных систем, но и само внутреннее устройство этих систем сделать понятным и комфортным для пользователя.

1. Актуальность интеллектуальных систем в контексте развития современных информационных технологий

Одним из направлений устранения указанных выше недостатков современных информационных технологий является расширение применения методов и средств искусственного интеллекта в традиционных компьютерных системах. Интеллектуализация компьютерных систем делает их более гибкими, открытыми, дает возможность перевести проектирование компьютерных систем на более высокий уровень.

Сама по себе трансформация традиционных компьютерных систем в интеллектуальные системы, основанные на знаниях, не решает указанных выше проблем современных информационных технологий, но создает серьезные предпосылки для их решения, т.к. интеллектуальные системы по сравнению с традиционными системами являются более гибкими и открытыми. Кроме того, для интеллектуальных систем (в отличие от традиционных) можно более конструктивно решать проблему их семантической совместимости.

Трансформация традиционных компьютерных систем в интеллектуальные – важная тенденция эволюции компьютерных систем, направленная на повышение их эффективности и конкурентоспособности. Такая трансформация предполагает:

- унифицированную систематизацию и структуризацию всей обрабатываемой в системе информации, что означает переход от субъективно структурированных данных к базе знаний, т.е. к принципиально новому качеству представления и структуризации обрабатываемой информации;

- переход к программированию, ориентированному на обработку баз знаний (семантически структурированных данных), что предполагает расширение работ по созданию

принципиально новых моделей обработки информации и языков программирования.

Высокая актуальность интеллектуальных систем для конечного пользователя обусловлена не только тем, что требуется автоматизация решения все более и более сложных задач анализа, синтеза, принятия решения, но и тем, что повышение эффективности эксплуатации компьютерных систем настоятельно требует включения в состав каждой компьютерной системы help-подсистемы, которая должна фактически стать интеллектуальным консультантом и учителем по эксплуатации соответствующей компьютерной системы.

Тем не менее, основные проблемы повышения эффективности интеллектуальных систем касаются не конечных пользователей, а их разработчиков. Современным требованиям не удовлетворяет не столько качество разрабатываемых интеллектуальных систем, сколько недостаточное их количество, высокая трудоемкость и наукоемкость их разработки и, соответственно, недопустимо большие сроки их проектирования.

Подчеркнем при этом, что технологии проектирования интеллектуальных систем, как и информационных технологий в целом, имеют во многом похожие проблемы и требуют существенного переосмысления.

2. Основные предпосылки создания эффективных технологий проектирования интеллектуальных систем

К числу основных условий, необходимых для создания в ближайшем будущем эффективных технологий проектирования интеллектуальных систем, можно отнести:

- (1) Осознание того, что основным практическим результатом искусственного интеллекта являются не сами интеллектуальные системы, а мощные и эффективные технологии их разработки.

- (2) Осознание того, что создание конкурентоспособных технологий разработки интеллектуальных систем требует согласованного конструктивного взаимодействия представителей всех научных дисциплин, входящих в состав искусственного интеллекта. Как минимум необходимо разработать и постоянно совершенствовать согласованную **онтологию проектирования интеллектуальных систем**.

- (3) Осознание того, что без активного и массового привлечения молодых участников создания нового поколения проектирования интеллектуальных систем, указанные технологии не только не будут созданы, но и не смогут в дальнейшем динамично развиваться. Это обусловлено тем, что создание новых технологий – процесс наукоемкий, долгосрочный, требующий

согласованной деятельности большого количества участников и обеспечения преемственности. Очевидно, что для организации эффективного привлечения молодых участников разработки новых технологий проектирования интеллектуальных систем необходима хорошо продуманная система соответствующих организационных форм и методов.

3. Основные положения предлагаемого подхода к созданию эффективной технологии проектирования интеллектуальных систем

К числу ключевых положений, лежащих в основе предлагаемой технологии проектирования интеллектуальных систем, относятся следующие положения:

(1) Применяется методика компонентного проектирования, которая является фактором зрелости любых технологий и которая основывается на постоянно расширяемых библиотеках многократно используемых компонентов (типовых технических решений). Создание технологии компонентного проектирования требует:

- обеспечения совместимости (интегрируемости) компонентов интеллектуальных систем на основе унификации представления этих компонентов;
- разработки онтологии компонентного проектирования интеллектуальных систем;
- создание библиотек многократно используемых (типовых) компонентов интеллектуальных систем и уточнения типологии таких компонентов (предметные онтологии, многократно используемые фрагменты баз знаний, машины вывода, интерфейсные компоненты и т.д.);
- разработка языка спецификации многократно используемых компонентов интеллектуальных систем;
- создание средств компьютерной поддержки синтеза интеллектуальных систем из имеющихся компонентов.

(2) Формальные модели проектируемых интеллектуальных систем строятся на основе унифицированных семантических сетей, что создает необходимые условия для обеспечения семантической совместимости интеллектуальных систем и их компонентов (т.е. для решения задач их интеграции).

(3) Для снижения трудоемкости разработки и модификации (обновления) создаваемых и постоянно совершенствуемых интеллектуальных систем обеспечивается максимально возможная независимость процесса обновления базы знаний интеллектуальной системы от процесса обновления моделей и методов обработки знаний и от процесса обновления средств технической реализации интеллектуальной системы (включая переход на новые платформы). Суть предлагаемого подхода заключается в создании такого способа

представления знаний в интеллектуальных системах, который бы зависел только от семантики описываемой предметной области и никак не зависел ни от виртуальных машин обработки знаний, ни от различных вариантов и платформ технической реализации интеллектуальной систем. В качестве основы такого способа представления знаний предлагаются абстрактные (!) унифицированные семантические сети с базовой теоретико-множественной интерпретацией.

Рассматриваемое положение, лежащее в основе предлагаемой технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем, позволяет декомпозировать процесс проектирования интеллектуальной системы на несколько достаточно независимых и, следовательно, параллельно (!) выполняемых процессов. К числу таких подпроцессов, в частности, относятся:

- разработка и обновление базы знаний проектируемой интеллектуальной системы;
- разработка и обновление абстрактной модели (виртуальной машины) обработки знаний;
- разработка и обновление абстрактной модели интерфейса интеллектуальных систем с различными внешними субъектами (в первую очередь, - с пользователями);
- создание и обновление средств технической реализации памяти для хранения обрабатываемой базы знаний и средств технической реализации разработанных абстрактных моделей обработки знаний и моделей интерфейсов интеллектуальных систем.

(4) Предлагаемая технологий компонентного проектирования интеллектуальных систем оформляется как интеллектуальная метасистема, которая строится по той же предлагаемой технологии и аккумулирует в себе все накопленные к текущему моменту модели, средства (в том числе библиотеки типовых компонентов) и методы, входящие в состав предлагаемой технологии.

(5) Постоянное развитие технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем осуществляется в рамках open-source-проекта. Массовая технология проектирования интеллектуальных систем должна быть доступной и постоянно открытой. Более того, к ее развитию должны быть привлечены разработчики различных приложений, передавая свой опыт.

(6) В рамках предлагаемой технологии проектирования интеллектуальных систем особое внимание необходимо обратить:

- на технологию обновления (совершенствования) интеллектуальных систем в процессе их эксплуатации;
- на метатеchnологию постоянного обновления (совершенствования) самой технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем (т.е. метасистемы, предназначенной для поддержки проектирования интеллектуальных систем).

4. Достоинства и особенности методики компонентного проектирования

Использование методики компонентного проектирования, в основе которой лежат постоянно (!) пополняемые библиотеки многократно используемых (типовых) компонентов проектируемых систем, является признаком достаточно высокого уровня развития соответствующей технологии проектирования.

Без мощных, хорошо структурированных библиотек типовых совместимых технических решений (многократно используемых компонентов) проектируемых систем невозможно добиться:

- ни существенного сокращения сроков проектирования, т.к. невозможно вписаться в разумные сроки, если не использовать человеческий опыт аналогичных разработок;
- ни повышения качества проектирования, т.к. в каждой разрабатываемой системе всегда есть компоненты, имеющие хорошо (!) сделанные аналоги в других разработках, превзойти которые в разумные сроки невозможно.

Подчеркнем при этом, что интеграция указанных аналогов в разрабатываемую систему даже при наличии хорошо оформленных исходных текстов этих аналогов всегда приводит к трудноисправляемым ошибкам, если заранее на уровне самой технологии не предусмотрена полная (!) совместимость таких аналогов (типовых технологических решений, многократно используемых компонентов) с проектируемыми системами. Это означает, что типовые технологические решения в технологии компонентного проектирования "вставляются" в разрабатываемую систему без каких бы то ни было их доработок.

Технология компонентного проектирования может существовать и развиваться только в форме открытого проекта, в котором стирается грань между разработчиками прикладных систем и теми, кто разрабатывает, совершенствует и сопровождает саму технологию. Каждый разработчик прикладной системы может без особого труда выделить в разрабатываемой им системе те компоненты (фрагменты), которые могут быть использованы в каких-либо других системах. Если библиотеки многократно используемых компонентов будут активно пополняться самими разработчиками приложений, передающими в такой конструктивной форме свой опыт другим разработчикам, то технология компонентного проектирования будет иметь практически неограниченный жизненный цикл.

Что же препятствует созданию технологии компонентного проектирования. Только человеческий фактор, а, точнее, примитивный эгоистический подход к конкуренции разрабатываемых систем. Конкурировать должны сами разрабатываемые системы, а не частные

технологические решения, используемые в этих разработках.

Эффективная технология компонентного проектирования появится только тогда, когда сформируется "критическая масса" разработчиков прикладных систем, участвующих в пополнении библиотек многократно используемых компонентов проектируемых систем.

Важная особенность методики компонентного проектирования интеллектуальных систем заключается в том, что совокупность всех компонентов, входящих в состав библиотеки многократно используемых компонентов баз знаний и библиотеки многократно используемых компонентов виртуальных машин обработки знаний, удобно трактовать как формальную модель глобальной (интегрированной) интеллектуальной системы, обладающей всеми человеческими знаниями и навыками, которые к текущему моменту удалось формализовать. В предельном случае в состав такой глобальной интеллектуальной системы должны входить базы знаний и виртуальные машины обработки знаний всех разработанных прикладных интеллектуальных систем. Это означает, что компонентное проектирование каждой новой прикладной системы можно трактовать как выделение соответствующего фрагмента глобальной интеллектуальной системы с последующим "дописыванием" тех фрагментов, которые отсутствуют в текущем состоянии этой глобальной системы.

Аналогичным образом можно трактовать не только методику компонентного проектирования формальных моделей интеллектуальных систем, но и методику компонентного проектирования их баз знаний.

Методика компонентного проектирования совместимых баз знаний исходит из того, что:

- существует глобальное абстрактное семантическое пространство всех знаний, накопленных человечеством к текущему моменту времени (назовем это глобальной базой знаний);
- существует унифицированный способ кодирования (представления) этих знаний;
- существует достаточно большая часть человеческих знаний, которая представлена указанным унифицированным способом и структурирована на предмет выделения наиболее часто используемых (востребованных) фрагментов этих знаний. Заметим при этом, что ценность знаний далеко не всегда определяется частотой их использования.

5. Структура проекта, направленного на создание и развитие предлагаемой технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем.

Для того, чтобы говорить о создании предлагаемой технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем (которую будем называть *Технологией OSTIS* – Open Semantic Technology for Intelligent Systems), необходимо, прежде всего, уточнить, что мы будем называть такой технологией. С одной стороны, указанную технологию можно трактовать как специальным образом организованную деятельность по проектированию интеллектуальных систем. Такую комплексную деятельность будем называть *Проектом OSTIS*.

С другой стороны, *Технологию OSTIS* можно трактовать как комплекс моделей, средств и методов и средств, предназначенных для разработки интеллектуальных систем, а также для постоянного обновления и совершенствования самой этой технологии. Актуальность и принципы, лежащие в основе предлагаемой нами технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем, рассматривались в докладах на 1-ой и 2-ой конференциях OSTIS [Голенков, 2011], [Голенков, 2012].

В основе *Технологии OSTIS* лежит применение в качестве способа представления знаний унифицированных семантических сетей с базовой теоретико-множественной интерпретацией их элементов. Такой способ представления знаний назван *SC-кодом* (Semantic Code), а семантические сети, представленные в SC-коде, названы *sc-графами*. Унифицированные семантически модели интеллектуальных систем и их компоненты, в основе которых лежат sc-графы, названы *sc-моделями*. Частными видами sc-моделей являются:

- *sc-модели интеллектуальных систем*;
- *sc-модели различного вида знаний*;
- *sc-модели баз знаний*;
- *sc-модели машин обработки знаний*;
- *sc-модели памяти машин обработки знаний* (sc-память, sc-хранилище);
- *sc-модели агентов обработки знаний*;
- *sc-модели пользовательских интерфейсов*;

В предлагаемой технологии указанный комплекс моделей, средств и методов реализуется в виде интеллектуальной метасистемы, которая строится по той же самой предлагаемой технологии проектирования интеллектуальных систем, и, соответственно этому, названа *Метасистемой IMS.OSTIS* (Intelligent Metasystem of Open Semantic Technology for Intelligent Systems). Это означает, что комплекс моделей, средств и методов, предназначенных для постоянного обновления и совершенствования предлагаемой технологии, есть не что иное, как комплекс моделей, средств и

методов постоянного обновления и совершенствования указанной интеллектуальной метасистемы, который может быть использован не только для развития и сопровождения этой метасистемы, но и любых других интеллектуальных систем, построенных на основе предлагаемой технологии.

Если говорить в целом о *Проекте OSTIS*, направленном на создание и развитие предлагаемой *Технологии OSTIS*, то, кроме разработки самой этой технологии в виде *Метасистемы IMS.OSTIS*, в состав такого комплексного проекта должен входить целый спектр подпроектов, направленных на расширение контингента разработчиков интеллектуальных систем, использующих предлагаемую технологию, на расширение спектра разрабатываемых приложений, на расширение контингента разработчиков самой технологии (точнее, *Метасистемы IMS.OSTIS*) и, в первую очередь, на расширение библиотеки многократно используемых (типовых) компонентов интеллектуальных систем.

Таким образом, комплексный *Проект OSTIS* включает в себя:

(1) *Проект IMS.OSTIS*, направленный на создание технологии OSTIS в форме интеллектуальной *Метасистемы IMS.OSTIS*, содержащей:

- комплекс моделей, методов и средств, осуществляющих комплексную поддержку проектирования интеллектуальных систем;
- семейство библиотек многократно используемых компонентов интеллектуальных систем (типовых технических решений);

(2) Неограниченное семейство прикладных проектов, направленных:

- на разработку интеллектуальных систем;
- на пополнение библиотек многократно используемых компонентов (выделяемых из разрабатываемых систем);
- на тестирование используемой технологии проектирования интеллектуальных систем.

Важным дополнительным результатом таких проектов является формирование открытого сообщества разработчиков, участвующих в развитии технологии OSTIS.

(3) Семейство проектов, направленных на организацию подготовки специалистов по проектированию интеллектуальных систем, на подготовку и проведение мероприятий, способствующих развитию технологий проектирования интеллектуальных систем (конференций, семинаров, выставок, конкурсов проектов). Примерами таких проектов, в частности, являются:

- Проект развития кафедры интеллектуальных информационных технологий БГУИР, в которой подготовка студентов осуществляется на основе

их активного привлечения к разработке различных интеллектуальных систем (*Проект ИТ.BSUIR*). Важнейшим подпроектом этого проекта является *Проект IS.ИТ.BSUIR*, направленный на разработку и постоянное совершенствование интеллектуальной системы автоматизации деятельности указанной кафедры и управления этой деятельностью;

- Проект подготовки и проведения ежегодных конференций OSTIS (*Проект Conf.OSTIS*), важнейшим подпроектом которого является *Проект IS.Conf.OSTIS*, направленный на разработку интеллектуальной системы поддержки подготовки и проведения конференций OSTIS;

6. Структура интеллектуальной метасистемы поддержки проектирования интеллектуальных систем

Метасистема IMS.OSTIS, предназначенная для комплексной поддержки проектирования интеллектуальных систем, представляет собой интеллектуальную систему, которая построена на основе технологии OSTIS и, соответственно этому, состоит из следующих основных компонентов:

- унифицированной семантической модели (sc-модели) базы знаний *Метасистемы IMS.OSTIS*;
- унифицированной семантической модели (sc-модели) машины обработки знаний *Метасистемы IMS.OSTIS*;
- унифицированной семантической модели (sc-модели) пользовательского интерфейса *Метасистемы IMS.OSTIS*;
- технической реализации интерпретатора указанных унифицированных семантических моделей. Сюда входит техническая реализация sc-памяти для хранения унифицированных семантических сетей (sc-графов) и техническая реализация интерпретатора программ, описывающих обработку информации в указанной sc-памяти.

Кроме этого, *Метасистема IMS.OSTIS* представляет собой результат интеграции целого комплекса взаимосвязанных самостоятельных (!) интеллектуальных подсистем, построенных на основе общей *sc-памяти* и ориентированных на поддержку решения разных классов проектных задач. К числу таких подсистем, в частности, относятся:

- Подсистема *Метасистемы IMS.OSTIS*, предназначенная для поддержки проектирования унифицированных семантических моделей баз знаний разрабатываемых интеллектуальных систем;
- Подсистема *Метасистемы IMS.OSTIS*, предназначенная для поддержки проектирования унифицированных семантических моделей машин обработки знаний разрабатываемых интеллектуальных систем;

- Подсистема *Метасистемы IMS.OSTIS*, предназначенная для поддержки проектирования унифицированных семантических моделей пользовательских интерфейсов разрабатываемых интеллектуальных систем;
- Подсистема *Метасистемы IMS.OSTIS*, предназначенная для поддержки выбора и компоновки подходящего варианта технической реализации интерпретатора унифицированных семантических моделей разрабатываемых интеллектуальных систем;
- Подсистема *Метасистемы IMS.OSTIS*, предназначенная для поддержки проектирования интеллектуальных help-систем для конечных пользователей разрабатываемых интеллектуальных систем;
- Подсистема *Метасистемы IMS.OSTIS*, предназначенная для информационного обслуживания и обучения пользователей *Метасистемы IMS.OSTIS*;
- Подсистема *Метасистемы IMS.OSTIS*, предназначенная для автоматизации сопровождения и обновления *Метасистемы IMS.OSTIS*;
- Подсистема *Метасистемы IMS.OSTIS*, предназначенная для поддержки проектирования подсистем разрабатываемых интеллектуальных систем, осуществляющих управление проектированием, сопровождением и обновлением разрабатываемых интеллектуальных систем;
- Подсистема *Метасистемы IMS.OSTIS*, предназначенная для управления проектированием, сопровождением и обновлением *Метасистемы IMS.OSTIS*;
- Подсистема *Метасистемы IMS.OSTIS*, предназначенная для поддержки проектирования интеллектуальных справочных систем различного назначения, осуществляющих комплексное информационное обслуживание пользователей в заданных предметных областях;
- Подсистема *Метасистемы IMS.OSTIS*, предназначенная для поддержки проектирования интеллектуальных обучающих систем, реализующих различные стратегии и методы управления обучением.

Все перечисленные подсистемы интеллектуальной *Метасистемы IMS.OSTIS* являются продуктами соответствующих подпроектов *Проекта OSTIS*.

Таким образом, *Метасистема IMS.OSTIS* – это интеллектуальная система, которая:

- (1) построена на основе технологии OSTIS;
- (2) обеспечивает комплексную поддержку проектирования интеллектуальных систем в соответствии с *Технологией OSTIS*;
- (3) обладает всеми необходимыми для этого умениями и навыками (в том числе знаниями о соответствующих моделях, методах и средствах проектирования);

(4) является формой материального воплощения указанно *Технологии OSTIS*;

(5) осуществляет автоматизацию управления проектом, направленным на постоянное совершенствование самой себя.

В целом *Метасистему IMS.OSTIS* можно считать:

- порталом знаний, необходимых разработчикам интеллектуальных систем;
- интеллектуальной системой (средой) автоматизированного проектирования интеллектуальных систем различного назначения;
- интеллектуальной системой, осуществляющей не только информационную поддержку проектирования интеллектуальных систем, но и поддержку управления коллективным проектированием этих систем (в том числе самой себя).

Пользователями *Метасистемы IMS.OSTIS* являются:

- читатели, желающие познакомиться с технологией OSTIS (для них нужна навигация по базе знаний IMS.OSTIS и средства отображения);
- разработчики прикладных интеллектуальных систем, проектируемых на основе Технологии OSTIS (им нужны методика и средства проектирования, а также библиотеки многократно используемых компонентов);
- разработчики самой *Метасистемы IMS.OSTIS*
 - разработчики *sc-модели базы знаний IMS.OSTIS* (им нужны средства интеграции, редактирования, верификации знаний);
 - разработчики *sc-модели машины обработки знаний IMS.OSTIS*;
 - разработчики *sc-модели пользовательского интерфейса IMS.OSTIS*;
 - разработчики средств технической реализации *Метасистемы IMS.OSTIS*.

7. Унифицированная семантическая модель базы знаний интеллектуальной Метасистемы, предназначенной для поддержки проектирования интеллектуальных систем

Для того, чтобы при просмотре базы знаний *Метасистемы IMS.OSTIS* обеспечить пользователю комфортную навигацию по семантическому пространству этой базы знаний, не требующую априорного знания внешних идентификаторов (имен) искомых элементов семантической сети, представляющей указанную базу знаний, целесообразно выделить компактный набор узлов этой семантической сети, от которых достаточно легко (за небольшое число шагов) можно по связям, имеющим четкую семантическую интерпретацию, "добраться" до любого искомого элемента семантической сети.

Указанный набор узлов базы знаний Метасистемы IMS.OSTIS будем называть ключевыми узлами навигации по базе знаний Метасистемы IMS.OSTIS. К числу таких ключевых узлов относятся:

- *Проект OSTIS*
- *Проект IMS.OSTIS*
- *Метасистема IMS.OSTIS*
- *Проект Conf.OSTIS*
- *Документация Проекта IMS.OSTIS*
- *Документация IMS.OSTIS*
- *Подпроекты Проекта OSTIS*
- *Продукты Проекта OSTIS*
- *Горячие проектные задачи Проекта OSTIS*
- *Исполнители Проекта OSTIS*
- *Партнеры Проекта OSTIS*
- *Новости Проекта OSTIS*
- *Форумы Проекта OSTIS*

Рассмотрим семантические окрестности перечисленные узлов.

Проект OSTIS

= *Технология OSTIS как определенным образом организованная деятельность, направленная на компонентное проектирование интеллектуальных систем на основе унифицированных семантических сетей, а также на совершенствование и распространение самой этой технологии.*

= *Специальным образом организованная деятельность, направленная на разработку интеллектуальных систем различного назначения, на постоянное совершенствование этой деятельности, на расширение контингента участников этой деятельности и повышение эффективности их участия*

=> *примечание**:

[Основным продуктом Проекта OSTIS является сам этот проект, т.е. сама соответствующая деятельность]

=> *подпроект**:

- *Проект IMS.OSTIS*
- *Проект IS.GraphTheory*
- *Проект IS.Geometry*
- *Проект Conf.OSTIS*
=> *подпроект**:
Проект IS.Conf.OSTIS
- *Проект ИТ.BSUIR*
=> *подпроект**:
Проект IS.ИТ.BSUIR

Проект IMS.OSTIS

= *Технология OSTIS как определенный комплекс моделей, методов и средств разработки интеллектуальных систем на основе библиотеки многократно используемых компонентов*

<= *основной подпроект**:

Проект OSTIS

=> *пояснение**:

[Это метапроект, направленный на разработку, сопровождение и обновление интеллектуальной

Метасистемы *IMS.OSTIS*, для комплексного проектирования интеллектуальных систем. Указанная метасистема рассматривается нами как конструктивная форма воплощения предлагаемой нами технологии проектирования интеллектуальных систем.]

Метасистема *IMS.OSTIS*

- = *IMS.OSTIS*
 - = *Технология OSTIS*
 - = *SC-технология проектирования интеллектуальных систем*
 - = *Intelligent Meta System for Open Semantic Technology for Intelligent Systems*
 - = www.ostis.net
 - = *Технология OSTIS как комплекс моделей, методов и средств проектирования интеллектуальных систем, оформленный в виде интеллектуальной метасистемы*
 - = *Комплекс моделей, методов и средств проектирования интеллектуальных систем на основе унифицированных семантических сетей (sc-графов)*
 - = *Комплекс моделей, средств и методов, предназначенных для компонентного проектирования интеллектуальных систем на основе унифицированных семантических сетей с базовой теоретико-множественной интерпретацией и оформленных в виде интеллектуальной метасистемы, осуществляющей информационную и инструментальную поддержку такого проектирования*
 - = *Интеллектуальная метасистема комплексной поддержки проектирования интеллектуальных систем согласно технологии OSTIS*
 - = *Форма материализации технологии OSTIS в виде интеллектуальной метасистемы*
- <= продукт*:
- Проект *IMS.OSTIS*
 - ∈ *технология компонентного проектирования интеллектуальных систем*
 - ⊂ *технология проектирования интеллектуальных систем*
 - = *Семейство всевозможных технологий проектирования интеллектуальных систем*
 - ⊂ *технология*

=> пояснение*:

[Это инфраструктура, позволяющая разработчикам интеллектуальных систем ускорять процесс разработки таких систем и самим участвовать в развитии этой инфраструктуры (библиотеки ip-компонентов) в рамках *Проекта IMS.OSTIS*.]

=> пояснение*:

[Это комплекс моделей, методов (в том числе организационных) и средств (в том числе компьютерной поддержки), предназначенных для быстрого проектирования интеллектуальных систем и развивающейся как wiki-проект в рамках *Проекта IMS.OSTIS*.]

технология

=> пояснение*:

[Это комплекс моделей, методов и средств, предназначенных для осуществления некоторого вида целенаправленной деятельности. Каждая такая деятельность имеет свой продукт (результат, сухой остаток) и свою цель (требования, предъявляемые к этому проекту – условия, которым он должен удовлетворять).]

Проект *Conf.OSTIS*

= *Проект, направленный на подготовку и проведение ежегодных конференций по открытым семантическим технологиям проектирования интеллектуальных систем*

=> подпроект*:

Проект *IS.Conf.OSTIS*

= *Проект, направленный на разработку интеллектуальной системы, предназначенной для информационной поддержки подготовки и проведения ежегодных конференций по открытым семантическим технологиям проектирования интеллектуальных систем*

=> продукт*:

Система IS.Conf.OSTIS

= *IS.Conf.OSTIS*

= www.conf.ostis.net

=> подпроект*:

Проект *Conf.OSTIS-2013*

=> продукт*:

Конференция OSTIS-2013

Документация *Проекта IMS.OSTIS*

<= декомпозиция*:

- {
 - *Введение. Проект IMS.OSTIS*
 - = *Краткая характеристика Проекта IMS.OSTIS*
 - *Документация Метасистемы IMS.OSTIS*
 - = *Описание конечного продукта Проекта IMS.OSTIS*
 - *Раздел. Текущая стадия разработки IMS.OSTIS*
 - *Раздел. Основные направления работ по созданию очередной версии Метасистемы IMS.OSTIS*
 - *Раздел. Стратегия дальнейшего развития разрабатываемой Метасистемы IMS.OSTIS*
 - *Раздел. Бизнес-модель и бизнес-план развития Проекта IMS.OSTIS*
 - *Раздел. Сведения о команде Проекта IMS.OSTIS*
 - *Раздел. Файл презентации Проекта IMS.OSTIS*

=> аннотация*:

[*Документация Проекта IMS.OSTIS*, направленного на разработку и постоянное совершенствование Метасистемы *IMS.OSTIS*, является важнейшим разделом базы знаний этой

метасистемы. Указанный раздел базы знаний является основой для организации управления проектированием. Проект IMS.OSTIS рассматривается как иерархическая система его проектов.]

Документация IMS.OSTIS

= Документация Метасистемы IMS.OSTIS

= Документация Технологии OSTIS как комплекса моделей, средства методов проектирования интеллектуальных систем на основе унифицированных семантических моделей

<= декомпозиция*:

- {
- Раздел. Основные характеристики Метасистемы IMS.OSTIS
- Раздел. Теория унифицированных семантических моделей интеллектуальных систем и их компонентов
- Раздел. Способы представления унифицированных семантических сетей
- Раздел. Библиотека интерпретаторов унифицированных семантических моделей интеллектуальных систем
- Раздел. Подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для поддержки проектирования унифицированных семантических моделей баз знаний
- Раздел. Подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для поддержки проектирования унифицированных семантических моделей процедурных и непроцедурных программ, ориентированных на обработку унифицированных семантических моделей баз знаний
- Раздел. Подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для поддержки проектирования унифицированных семантических моделей машин обработки баз знаний
- Раздел. Подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для поддержки проектирования унифицированных семантических моделей интерфейсов интеллектуальных систем с внешней средой (в том числе с пользователями)
- Раздел. Подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для поддержки проектирования унифицированных семантических моделей help-подсистем разрабатываемых интеллектуальных систем для консультационного обслуживания и обучения конечных пользователей этих систем
- Раздел. Подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для поддержки проектирования унифицированных семантических моделей подсистем разрабатываемых интеллектуальных систем, предназначенных для информационной поддержки и автоматизации обновления этих интеллектуальных систем, в том числе в ходе их эксплуатации

- Раздел. Подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для поддержки проектирования унифицированных семантических моделей подсистем разрабатываемых интеллектуальных систем, предназначенных для информационной поддержки и автоматизации управления проектированием этих интеллектуальных систем, в том числе и в ходе их эксплуатации

- Раздел. Подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для поддержки комплексного проектирования различных классов интеллектуальных систем на основе их унифицированных семантических моделей

- Раздел. Подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для автоматизации обучения проектированию интеллектуальных систем на основе их унифицированных семантических моделей

- Публикации. Метасистема IMS.OSTIS = Публикации по моделям, средствам и методам проектирования интеллектуальных систем на основе унифицированных семантических моделей

- Библиография. Метасистема IMS.OSTIS = Библиография по моделям, средствам и методам проектирования интеллектуальных систем

Раздел. Основные характеристики Метасистемы IMS.OSTIS

<= декомпозиция*:

- {
- Подраздел. Тип разрабатываемой Метасистемы IMS.OSTIS
- Подраздел. Состав и объем базы знаний Метасистемы IMS.OSTIS
- Подраздел. Структуризация и систематизация знаний в Метасистеме IMS.OSTIS
- Подраздел. Структура и состав машины обработки знаний Метасистемы IMS.OSTIS
- Подраздел. Структура и состав пользовательского интерфейса Метасистемы IMS.OSTIS
- Подраздел. Интерфейс Метасистемы IMS.OSTIS с другими компьютерными системами
- Подраздел. Help-подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для консультации и обучения ее пользователей
- Подраздел. Подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для автоматизации ее проектирования
- Подраздел. Подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для управления ее проектированием
- Подраздел. Подсистема Метасистемы IMS.OSTIS для управления ее информационной безопасностью

- Подраздел. Характеристика технической реализации Метасистемы IMS.OSTIS
- Подраздел. Аналоги Метасистемы IMS.OSTIS
- Подраздел. Проекты, аналогичные Проекту IMS.OSTIS и выполняемые в настоящее время. Организации и команды, выполняющие эти проекты
- Подраздел. Характеристики, используемые для сравнительного анализа Метасистемы IMS.OSTIS
- Подраздел. Сравнительный анализ Метасистемы IMS.OSTIS
- Подраздел. Конкурентные преимущества и достоинства Метасистемы IMS.OSTIS
- Подраздел. Пример диалога пользователя с Метасистемой IMS.OSTIS, демонстрирующий возможности и достоинства этой Метасистемы
- Подраздел. Новизна и оригинальность решений, реализуемых в Метасистеме IMS.OSTIS
- Подраздел. Новизна и эффективность технологий, используемых при разработке Метасистемы IMS.OSTIS

раздел документации

= Множество всевозможных разделов, входящих в состав различных документации

=> примечание*:

[В базе знаний могут быть представлены документации различного вида – документации различных проектов, документации различных технических систем, документации теорий различных предметных областей]

подпроект Проекта OSTIS

=> пояснение*:

[Это множество элементами которого являются сам Проект OSTIS, все непосредственные (собственные) подпроекты Проекта OSTIS, все собственные подпроекты всех собственных проектов Проекта OSTIS и т.д.]

- ▷ подпроект Проекта OSTIS, направленный на разработку целостной интеллектуальной системы
 - ≡ Проект IMS.OSTIS
 - ≡ Проект IS.GraphTheory
 - ≡ Проект IMS.Geometry
- ▷ подпроект Проекта OSTIS по разработке подсистемы для соответствующей интеллектуальной системы
- ▷ подпроект Проекта OSTIS по разработке пользовательского интерфейса интеллектуальной системы /* для соответствующей целостной интеллектуальной системы */
- ▷ подпроект Проекта OSTIS по разработке подсистемы управления диалогом с пользователем соответствующей интеллектуальной системы

- ▷ подпроект Проекта OSTIS по разработке подсистемы автоматического проектирования интеллектуальной системы /* для соответствующей целостной интеллектуальной системы */
- ▷ подпроект Проекта OSTIS по разработке подсистемы управления проектированием соответствующей интеллектуальной системы

проект

=> пояснение*:

[Это целенаправленная деятельность, результатом которой является определенный ранее не существовавший продукт]

=> примечание*:

[описание (спецификация) каждого проекта включает в себя:

- указание продукта, являющегося результатом выполнения этого проекта;
- указание проектной задачи (проектной цели, технического задания) – требований, которым должен удовлетворять разрабатываемый продукт;
- срок выполнения проекта;
- команда исполнителей проекта (с указанием роли каждого исполнителя);
- план выполнения проекта (для неатомарного проекта это его декомпозиция на подпроекты, а для атомарного проекта – декомпозиция на проектные задания)]

продукт*

= быть продуктом соответствующей деятельности (в том числе и явно обозначенного, явно заявленного проекта)

▷ основной продукт*

= быть основным продуктом данной деятельности (в том числе проекта)

Продукты Проекта OSTIS

- ▷ Библиотека многократно используемых компонентов интеллектуальных систем, проектируемых по Технологии OSTIS
- ▷ Унифицированные семантические модели интеллектуальных систем и их компонентов, разработанные по Технологии OSTIS
- ▷ Интеллектуальные системы, разработанные по Технологии OSTIS
- ▷ Языки внутреннего представления знаний, разрабатываемых по Технологии OSTIS
- ▷ Языки внешнего представления знаний, разрабатываемых по Технологии OSTIS
- ▷ Инструментальные средства Технологии OSTIS
- ▷ Методы Технологии OSTIS

Библиотека многократно используемых компонентов интеллектуальных систем, проектируемых по Технологии OSTIS

= многократно используемый компонент интеллектуальных систем проектируемых по Технологии OSTIS

- ⊃ Библиотека sc-моделей многократно используемых компонентов баз знаний
- ⊃ Библиотека sc-моделей многократно используемых неатомарных и атомарных агентов обработки знаний
- ⊃ Библиотека sc-моделей многократно используемых компонентов интерфейсов интеллектуальных систем
- ⊃ Библиотека sc-моделей типовых подсистем интеллектуальных систем
- ⊃ Библиотека различных вариантов технических реализаций sc-памяти
- ⊃ Библиотека различных вариантов технических реализаций scr-машины
- ⊃ Библиотека платформенно ориентированных вариантов реализации агентов обработки знаний

Библиотека sc-моделей многократно используемых компонентов баз знаний

- ⊃ Библиотека sc-моделей онтологий
- ⊃ Библиотека описаний используемых языков
- ⊃ Библиотека различных базовых знаний
 - ⊃ Базовые знания о множествах и отношениях
 - ⊃ Базовые знания о графовых структурах
 - ⊃ Базовые знания о числах и числовых моделях
 - ⊃ Базовые знания о пространстве и пространственных формах
 - ⊃ Базовые знания о времени, динамических системах, ситуациях, событиях
 - ⊃ Базовые знания об информационных целях, задачах и способах их решения
 - ⊃ Базовые знания о целенаправленной деятельности различных субъектов

Унифицированные семантические модели интеллектуальных систем и их компонентов, разработанные по Технологии OSTIS

- = sc-модель интеллектуальной системы или ее компонента
- ⊃ sc-модель интеллектуальной системы
- ⊃ sc-модель базы знаний
- ⊃ sc-модель машины обработки знаний
- ⊃ sc-модель пользовательского интерфейса

Интеллектуальные системы, разработанные по Технологии OSTIS

- = Множество всевозможных интеллектуальных систем, разработанных по Технологии OSTIS
 - ⊃ главный элемент*:
 - Metасистема IMS.OSTIS
 - ⊃ IS.Geometry
 - ⊃ IS.GraphTheory
 - ⊃ IS.Conf.OSTIS
 - ⊃ IS.IT.BSUIR

Языки внутреннего представления знаний, разрабатываемых по Технологии OSTIS

- = Семейство всевозможных языков внутреннего представления знаний, разрабатываемых по Технологии OSTIS
- = язык представления знаний в виде

- унифицированных семантических сетей
- = язык представления определенного вида знаний с помощью sc-графов
- = язык, текстами которого являются sc-графы
- = sc-язык
 - ⊃ Логический sc-язык
 - ⊃ Теоретико-множественный sc-язык
 - ⊃ SC-язык информационных целей и задач
 - ⊃ Семейство sc-языков программирования
 - ⊃ Язык SCP
 - ⊃ SC-код
 - = Базовый язык sc-графов
 - = Базовый язык унифицированных семантических сетей

Языки внешнего представления знаний, разрабатываемых по Технологии OSTIS

- = Способы изображения sc-графов
- = язык внешнего представления sc-графов
 - ⊃ SCg-код
 - ⊃ SCs-код
 - ⊃ SCn-код

Инструментальные средства Технологии OSTIS

- = Инструментальные средства автоматизации проектирования интеллектуальных систем на основе Технологии OSTIS
 - => примечание*:
 - [Такие средства становятся подсистемами проектируемых интеллектуальных систем, т.к. проектирование считается перманентным процессом, осуществляемым одновременно с эксплуатацией интеллектуальной системы]
 - ⊃ Семейство инструментальных средств проектирования sc-моделей баз знаний /*верификация, редактирование, анализ качества*/
 - ⊃ Семейство инструментальных средств проектирования sc-моделей хранимых программ /* в том числе scr-программ */
 - ⊃ Семейство инструментальных средств проектирования машин обработки знаний
 - ⊃ Семейство инструментальных средств проектирования пользовательских интерфейсов

проектная задача*

- = быть проектной задачей соответствующего проекта*
- ⊃ основная проектная задача*
 - = быть основной проектной задачей заданного проекта*
- ⊃ горячая проектная задача*
 - = быть срочной проектной задачей заданного проекта*

Горячие проектные задачи Проекта OSTIS

- => пояснение*:
 - [Это множество всех проектных задач, решаемых в рамках всевозможных проектов Проекта OSTIS и являющихся в текущий момент горячими (срочными) задачами]
- => пояснение*:

[Это множество всех проектных задач, связанных с *Проектом OSTIS* отношением *горячая проектная задача**]

исполнитель*

- = *быть индивидуальным участником некоторой целенаправленной деятельности** /*в том числе некоторого проекта*/
- = *быть исполнителем**
- ▷ *основной исполнитель**
- ▷ *координатор**
- /*каждому проекту должен соответствовать единственный координатор*/

Исполнители Проекта OSTIS

= *Рабочая группа Проекта OSTIS*

= *исполнитель Проекта OSTIS*

=> *пояснение**:

[Это множество всех персон, связанных с *Проектом OSTIS* отношением *быть исполнителем**]

=> *процедура присоединения**:

[Для того, чтобы войти в число исполнителей *Проекта OSTIS*, необходимо:

- выбрать интересующий Вас подпроект *Проекта OSTIS* (лучше, если это будет атомарный подпроект, не разбиваемый на подпроекты);
- направить свои предложения координатору выбранного подпроекта]

▷ *Основные исполнители Проекта OSTIS*

партнер проекта*

= *быть партнером соответствующего проекта**

= *быть коллективным участником соответствующего проекта**

Партнеры проекта OSTIS

= *Коллективные участники Проекта OSTIS*

▷ *Основные партнеры Проекта OSTIS*

новость*

= *быть новостью в соответствующей динамической системе**

= *быть событием в заданной динамической системе**

Новости проекта OSTIS

=> *пояснение**:

[*Новости Проекта OSTIS* представляют собой хронологическую последовательность событий, определяющих развитие *Проекта OSTIS*. К такого рода событиям, в частности, относятся:

- корректировка системы подпроектов *Проекта OSTIS*;
- корректировка системы разделов *Документации проекта OSTIS*;
- завершение выполнения какого-либо подпроекта *Проекта OSTIS* или *проектной задачи*, входящей в план выполнения такого подпроекта (завершение разработки очередной версии какого-либо продукта *Проекта OSTIS*,

какого-либо раздела *Документации Проекта OSTIS*);

- корректировка текущего состава рабочей группы *Проекта OSTIS* или распределения работ (по всем подпроектам *Проекта OSTIS*);
- обновление *sc-языков* (добавление и удаление ключевых узлов, модификация их семантики);
- обновление внешних языков представления *sc-графов* (*SCg, SCs, SCn*);
- обновление правил построения внешних идентификаторов *sc-элементов*;
- замена основных и системных идентификаторов конкретных *sc-элементов* (в том числе ключевых узлов);
- обновление (добавление, удаление или реконфигурация) различных фрагментов *Базы знаний IMS.OSTIS* (в т.ч. – различных разделов *Документации Проекта OSTIS*). Наиболее значимые новости такого рода можно считать аналогом научно-технических статей, а сам *Проект IMS.OSTIS* условно можно считать редакцией электронного семантически структурированного научно-технического журнала, посвященного созданию и развитию *Технологии OSTIS*;
- обновление библиотек многократно используемых (типовых) компонентов интеллектуальных систем;
- обновление инструментальных средств разработки интеллектуальных систем;
- обновление рекомендуемых методов разработки интеллектуальных систем (различных классов интеллектуальных систем и различных их компонентов);
- обновление машины обработки знаний *Метасистемы IMS.OSTIS*;
- обновление пользовательского *Метасистемы IMS.OSTIS*;
- обновление технической реализации *Метасистемы IMS.OSTIS*;
- основные новости *Проекта Conf.OSTIS*, направленного на подготовку и проведение ежегодных конференций *OSTIS*.]

форум*

= *быть форумом**

=> *пояснение**:

[Это бинарное ориентированное отношение, каждая связка которого связывает некий узел семантической сети с форумом, направленным на обсуждение сущности, обозначаемой указанным узлом. Такой обсуждаемой сущностью, в принципе, может быть все, что угодно, и, в частности, фрагмент семантической сети (в том числе раздел некоторой документации), проект, проектное задание, какая-либо конкретная новость, какое-либо понятие]

Форумы Проекта OSTIS

=> *пояснение**:

[Это множество всевозможных форумов,

имеющих отношение к Проекту OSTIS. К таким форумам, в частности, относятся:

- форумы, обсуждающие различные проекты, входящие в состав Проекта OSTIS;
- форумы, обсуждающие различные разделы *Документации Проекта IMS.OSTIS* и, в том числе, *Документации IMS.OSTIS*;
- форумы, обсуждающие различные проектные задачи Проекта OSTIS;
- форумы, обсуждающие различные новости *Проекта OSTIS*.]

8. Машина обработки знаний интеллектуальной Метасистемы, предназначенной для поддержки проектирования интеллектуальных систем

Машина обработки знаний текущей версии *Метасистемы IMS.OSTIS* включает в себя:

- средства навигационного поиска в *sc-памяти*;
- средства интеграции вводимых в память *sc-графов*;
- средства верификации *sc-модели* хранимой базы знаний;
- средства редактирования *sc-модели* хранимой базы знаний.

9. Пользовательский интерфейс интеллектуальной Метасистемы, предназначенной для поддержки проектирования интеллектуальных систем

Пользовательский интерфейс текущей версии *Метасистемы IMS.OSTIS* включает в себя:

- описание синтаксиса и семантики всех внешних языков, используемых для изображения (визуализации) *sc-графов*. К числу таких языков относятся *SCg-код* (Semantic Code graphical – способ графической визуализации *sc-графов*), *SCs-код* (Semantic Code string – способ неформатированной текстовой визуализации *sc-графов*), *SCn-код* (Semantic Code natural – способ форматированной текстовой визуализации *sc-графов*);
- редактор *sc.g-текстов* (тестов *SCg-кода*) и средства трансляции их в *sc-графы*, хранимые в *sc-памяти*;
- редактор *sc.s-текстов* (тестов *SCs-кода*) и *sc.n-текстов* (тестов *SCn-кода*) и средства трансляции их в *sc-графы*, хранимые в *sc-памяти*;
- средства упрощенного задания типовых навигационно-поисковых запросов с помощью соответствующих командных элементов управления пользовательским интерфейсом;
- средства визуализации *sc-графов*, являющихся ответами на пользовательские навигационно-поисковые запросы;

- средства задания режима и стиля визуализации ответов на пользовательские запросы (язык визуализации, естественный язык, являющийся основой идентификации отображаемых *sc-элементов*);
- средства задания различного вида запросов к элементам управления пользовательским интерфейсом;
- средства задания команд редактирования хранимой в *sc-памяти* базы знаний.

10. Техническая реализация интеллектуальной метасистемы, предназначенной для проектирования интеллектуальных систем

Основой технической реализации интеллектуальной *Метасистемы IMS.OSTIS* является web-ориентированный вариант интерпретатора унифицированных логико-семантических моделей (*sc-моделей*) интеллектуальных систем. В состав данного интерпретатора входит (1) web-ориентированный вариант реализации (на языке C) *sc-хранилища* – памяти для хранения *sc-графов* и (2) реализация интерпретатора виртуальной машины обработки *sc-графов*, которая задает операционную семантику *Метасистемы IMS.OSTIS*.

Подчеркнем, что указанный web-ориентированный интерпретатор *sc-моделей* интеллектуальных систем может быть использован для технической реализации не только *Метасистемы IMS.OSTIS*, но и многих других интеллектуальных систем, разрабатываемых на основе предлагаемой технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем.

11. Архитектура интеллектуальных систем, построенных на основе предлагаемой технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем

Если рассматривать полностью укомплектованную интеллектуальную систему на самом верхнем уровне, то она представляет собой результат интеграции целого ряда интеллектуальных систем, специализирующихся на решении различного вида задач. К числу таких подсистем относятся:

- основная подсистема;
- пользовательский интерфейс;
- help-подсистема;
- подсистема управления диалогом;
- подсистема автоматизации интеллектуальной системы;
- подсистемы управления процессом обновления;
- подсистемы управления информационной безопасностью.

Архитектура каждой из перечисленных

интеллектуальных систем задается (1) архитектурой ее базы знаний и (2) архитектурой ее машины обработки знаний (решателя задач).

На верхнем уровне архитектура базы знаний представляет собой систему взаимосвязанных между собой первичных и вторичных предметных областей, а также онтологий и формальных теорий, соответствующих этим предметным областям. Т.е. на этом уровне структура базы знаний задается:

- семейством рассматриваемых первичных предметных областей;
- семейством используемых вторичных предметных областей;
- семейством конкретных онтологий, описывающих понятия всех введенных предметных областей (подчеркнем, что эти онтологии являются фрагментами вторичной предметной области всевозможных онтологий);
- семейством формальных теорий, описывающих свойства введенных предметных областей (заметим также, что такие формальные теории также являются фрагментами соответствующей вторичной предметной области всевозможных формальных теорий).

На более низком уровне структура базы знаний представляет собой систему фрагментов предметных областей, онтологий и формальных теорий (таких фрагментов, как определения, утверждения, семантические окрестности, сравнительные описания и т.п.).

На самом нижнем уровне база знаний интеллектуальной системы рассматривается как система взаимосвязанных элементарных фрагментов *sc-графов (sc-элементов)*. Таким образом, в основе этого уровня рассмотрения (уровня структуризации) базы знаний лежат следующие три компонента:

- *Предметная область sc-элементов*, оперирующая основными типами *sc-элементов* и основными отношениями, заданными на множестве *sc-элементов*. К указанным типам *sc-элементов* относятся и те, которые задаются синтаксически в помощью соответствующих элементов *Алфавита sc-элементов*;
- *Онтология Предметной области sc-элементов*, которая описывает все понятия, используемые в указанной предметной области;
- *Теория Предметной области sc-элементов*, которая описывает свойства и закономерности, имеющие место в указанной предметной области.

Указанные три компонента базы знаний есть не что иное, как базовый уровень представления (кодирования) унифицированных семантических сетей (*sc-графов*) и описания синтаксиса и семантики такого представления. Это то, что мы называем *SC-кодом*, его синтаксисом и семантикой.

Очевидно, что и *Онтология Предметной области sc-элементов*, и *Теория Предметной области sc-элементов*, а также онтологии многих

других предметных областей, используемых в базе знаний, должны быть включены в библиотеку многократно используемых компонентов баз знаний.

На верхнем уровне рассмотрения архитектуры машины обработки знаний интеллектуальной системы задается семейством совместных (интегрируемых) специализированных виртуальных машин обработки знаний. К числу таких машин, в частности, относятся:

- машина дедуктивного вывода;
- машина информационного поиска;
- машина интерпретации программ, принадлежащих языкам программирования высокого уровня;
- машина поиска ошибок в базе знаний;
- машина удаления информационного мусора;
- и т.д.

На более низком уровне рассмотрения архитектура машины обработки знаний каждой интеллектуальной системы задается:

- частью базы знаний, используемой для управления процессом решения задач (прежде всего – это процедурные знания высокого уровня);
- семейством агентов обработки знаний, реализующих различные операции логического вывода и осуществляющих интерпретацию процедурных знаний высокого уровня.

Часть базы знаний, используемая для управления процессом решения задач, включает в себя:

- Предметную область информационных целей и задач, а также соответствующую ей онтологию и формальную теорию;
- Предметную область поведенческих целей и задач, а также соответствующую ей онтологию и формальную теорию;
- Предметную область информационных программ высокого уровня и процессов их реализации, а также соответствующую этой предметной области онтологию и формальную теорию;
- Предметную область поведенческих программ и планов решения конкретных поведенческих задач, а также соответствующую этой предметной области онтологию и формальную теорию;
- Предметную область ситуаций и событий в *sc-памяти* (виртуальной памяти для хранения *sc-графов*), а также соответствующую этой предметной области онтологию и формальную теорию.

Если рассматривать машину обработки знаний еще на более низком уровне, то это будет машина, осуществляющая интерпретацию программ, описывающих поведение агентов обработки знаний на базовом языке программирования – **Язык SCP** (Semantic Code Programming). База знаний такой машины включает в себя предметную область *scp-программ* (программ базового языка программирования, ориентированного на обработку *sc-графов* – языка SCP), и *scp-процессов* (процессов

выполнения *scr-программ*), а также соответствующую этой предметной области онтологию и формальную теорию.

На следующем уровне детализации машины обработки знаний:

- уточняется техническая реализация памяти для хранения *sc-графов* (*sc-памяти*, *sc-хранилища*);
- уточняется техническая реализация агентов, осуществляющих интерпретацию *scr-программ*, хранимых в *sc-памяти*.

На рисунке 1 представлена система уровней детализации укомплектованных интеллектуальных систем, построенных на основе предлагаемой технологии.

Коллектив интегрированных интеллектуальных систем	
Обрабатываемая база знаний интеллектуальной системы	
Система предметных областей, онтологий и формальных теорий	
Система семантически целостных фрагментов базы знаний	
Система взаимосвязанных <i>sc-элементов</i>	
Коллектив интегрированных решателей задач	
Решатель задач	
Знания решателя задач используемые для управления процессом обработки знаний на основании используемой модели решения задач	Коллектив неатомарных агентов над обрабатываемой базой знаний Коллектив атомарных агентов над обрабатываемой базой
Хранимые <i>scr-программы</i> , описывающие поведение атомарных агентов над базой знаний Библиотека <i>scr-программ</i> , описывающих базовые преобразования обрабатываемых знаний	Неатомарный агент интерпретации хранимых <i>scr-программ</i> Коллектив атомарных агентов интерпретации хранимых <i>scr-программ</i>
Техническая реализация <i>sc-памяти</i>	Техническая реализация атомарных агентов интерпретации хранимых <i>scr-программ</i>

Рисунок 1. Уровни детализации интеллектуальной системы

12. Достоинства интеллектуальных систем, построенных на основе предлагаемой технологии проектирования интеллектуальных систем

К числу достоинств интеллектуальных систем, построенных на основе предлагаемой технологии можно отнести:

- (1) Многообразие видов знаний, хранящихся в базе знаний интеллектуальной системы;
- (2) Многообразие типов вопросов, на которые система может отвечать;
- (3) Многообразие видов решаемых задач и многообразие универсальных моделей решения

задач, используемых в самых различных предметных областях. То есть речь идет о предметно независимых моделях решения задач, с помощью которых можно решать задачи в любых (!) предметных областях. Подчеркнем при этом, что принципиальная возможность использования указанных моделей решения задач в любых предметных областях вовсе не гарантирует успешности такого использования;

(4) Способность решать не только предметные задачи, но и задачи управления обучением пользователя (вид метазадачи – сделать так, чтобы пользователь перешёл в состояние умения решать заданное многообразие задач, в том числе информационно-поисковых);

(5) Наличие встроенной интеллектуальной *help-системы* для конечных пользователей, обеспечивающей существенное повышение эффективности эксплуатации системы;

(6) Возможность использования терминологии различных естественных языков и различных слэнгов (в том числе и профессиональных). Возможность быстрого переключения диалога на разные терминологические режимы;

(7) Наличие развитых средств визуализации знаний, в том числе разных стилей визуализации фрагментов семантического пространства и удобных средств навигации по этому семантическому пространству;

(8) Наличие встроенной интеллектуальной подсистемы управления коллективной разработкой (совершенствованием), которая осуществляется разработчиками и конечными пользователями системы непосредственно в ходе её эксплуатации, это существенно продлевает жизненный цикл системы;

(9) Возможность легко расширять (наращивать) знания и умения системы руками разработчиков;

(10) Интегрируемость системы с другими смежными системами и системами, построенными на основе технологии OSTIS;

(11) Наличие средств самодиагностики, самоанализа и самосовершенствования.

13. Состав общей онтологии проектирования интеллектуальных систем

Создание технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем невозможно без обеспечения совместимости многократно используемых компонентов интеллектуальных систем, накапливаемых в соответствующих библиотеках. Но для этого необходима унификация, согласованное представление формальных моделей не только компонентов интеллектуальных систем, но и интеллектуальных систем в целом. Такая

унификация, прежде всего, требует разработки согласованной общей онтологии проектирования интеллектуальных систем.

Говоря об интеллектуальных системах и о технологиях их проектирования, мы часто используем понятия, не утруждая себя уточнением их семантики и даже точным пониманием их смысла, мы часто говорим об одном и том же, не всегда чувствуя необходимость приходить к одинаковому пониманию даже, на первый взгляд, понятных вещей.

Казалось бы, очевидные вещи далеко не всегда бывают очевидными и, уж тем более, далеко не всегда одинаково трактуются разными специалистами. Но создавать эффективные массовые технологии проектирования интеллектуальных систем без привлечения достаточно широкого круга специалистов и, соответственно, без согласования точек зрения таких специалистов невозможно.

В состав общей онтологии проектирования интеллектуальных систем входят следующие частные онтологии:

- **Онтология общей теории интеллектуальных систем;**
- **Онтология библиотек многократно используемых компонентов интеллектуальных систем;**
- **Онтология средств проектирования интеллектуальных систем (средств автоматизации решения некоторых проектных задач);**
- **Онтология методов проектирования интеллектуальных систем;**
- **Онтология управления проектами, направленными на разработку интеллектуальных систем.**

Онтологию общей теории интеллектуальных систем, в свою очередь, можно разбить на:

- **Онтологию общей теории знаний;**
- **Онтологию машин обработки знаний и, в частности, интеллектуальных решателей задач;**
- **Онтологию пользовательских интерфейсов интеллектуальных систем и их компонентов.**

В качестве примера приведем перечень некоторых понятий, описываемых в *Онтологии общей теории интеллектуальных систем* и, в частности, в *Онтологии общей теории знаний*.

интеллектуальная система

= компьютерная система, основанная на знаниях

=> **примечание***:

[Каждая интеллектуальная система задается (1) своей базой знаний и (2) своей машиной обработки знаний.]

укомплектованная интеллектуальная система

⊂ интеллектуальная система

=> **примечание***:

[Укомплектованная интеллектуальная система

представляет собой результат интеграции целого ряда интеллектуальных систем (подсистем), каждая из которых ориентируется на решение определенного вида задач. К числу таких подсистем относятся:

- (1) основная подсистема укомплектованной интеллектуальной системы;
- (2) пользовательский интерфейс укомплектованной интеллектуальной системы, решающий задачи трансляции сообщений с внутреннего языка (*SC-кода*) на внешний и обратно, а также выполняющий пользовательские команды по управлению интерфейсом, а также по редактированию и вводу пользовательских сообщений;
- (3) *help*-подсистема, предназначенная для консультирования и обучения пользовательским навыкам эффективной эксплуатации основной интеллектуальной системы;
- (4) подсистема управления адаптивным диалогом с пользователями;
- (5) подсистема автоматизации обновления и совершенствования укомплектованной интеллектуальной системы;
- (6) подсистема управления процессом обновления и совершенствования укомплектованной интеллектуальной системы;
- (7) подсистема управления информационной безопасностью укомплектованной интеллектуальной системы.]

база знаний*

= быть базой знаний соответствующей интеллектуальной системы*

=> **пояснение***:

[Это бинарное ориентированное отношение, каждая связка которого связывает некоторую интеллектуальную систему с ее базой знаний. База знаний интеллектуальной системы представляет собой динамическую (нестационарную) знаковую конструкцию, которая содержит все (!) знания, необходимые указанной интеллектуальной системе для ее функционирования.]

база знаний

= второй домен отношения быть базой знаний*

=> **пояснение***:

[Это целостная (!) совокупность знаний, достаточных (!) для функционирования некоторой интеллектуальной системы. Здесь принципиальным является факт достаточности (полноты) этих знаний для того, чтобы указанная интеллектуальная система могла решать соответствующий класс задач.

Базу знаний можно трактовать как некоторое семантическое пространство, в котором функционирует указанная интеллектуальная система.]

=> **примечание***:

[Важнейшим свойством базы знаний является структуризация и систематизация входящих в нее знаний. Это предполагает переход от знаний

к метазнаниям путем явного выделения различных фрагментов, входящих в состав базы знаний, и явного представления различных связей, связывающих такие выделенные фрагменты базы знаний с другими фрагментами или с другими сущностями.]

машина обработки знаний

=> *пояснение**:

[Это многоагентная система над общей памятью, в которой хранится база знаний соответствующей интеллектуальной системы.]

знаковая конструкция

= *текст*

= *множество знаков, связанных между собой синтаксическими отношениями* /*в частности отношениями инцидентности*/

знак

= *фрагмент знаковой конструкции, обозначающий некоторую описываемую сущность*

▷ *первичный знак*

= *знак фрагмента внешней среды*

▷ *знак связи* /*между описываемыми сущностями*/

▷ *знак структуры* /*которая состоит из некоторого множества знаков описываемых сущностей и некоторого множества знаков связей между ними*/

▷ *знак понятия*

знак понятия

= *понятие*

▷ *концепт*

= *класс сущностей, не являющихся однотипными связками*

= *абсолютное понятие*

= *неотносительное понятие*

= *понятие, не являющееся отношением*

▷ *отношение*

= *класс однотипных связей*

= *относительное понятие*

▷ *ролевое отношение*

=> *примечание**:

[Каждому понятию ставится в соответствие:

(1) объем понятия – это то множество, которое обозначается этим понятием;

(2) содержание понятия – это семантическая окрестность этого понятия, описывающая его основные свойства;

(3) термин (имя) понятия – это строка символов, представляющая (изображающая) это понятие в различных сообщениях.]

семантическая сеть

=> *пояснение**:

[Это в общем случае нелинейная знаковая конструкция (нелинейный текст), атомарные (элементарные) фрагменты которой являются знаками описываемых сущностей либо знаками сущностей, используемых в таком описании.

При этом в указанной знаковой конструкции отсутствуют пары синонимичных знаков (знаков, обозначающих одну и ту же сущность). Это значит, что каждый знак, входящий в семантическую сеть входит в нее однократно (!). Из этого следует, что некоторые семантические связи между текстами (знаковыми конструкциями), которые представлены семантическими сетями, имеют достаточно простую теоретико-множественную интерпретацию, если каждую семантическую сеть трактовать как множество знаков описываемых сущностей и знаков связей между сущностями, – семантическое пересечение семантических сетей есть не что иное, как их теоретико-множественное пересечение, семантическое включение для семантических сетей трактуется как теоретико-множественное включение, а семантическая эквивалентность – как равенство соответствующих множеств. При этом следует отличать семантическую эквивалентность от логической эквивалентности (взаимного логического следования).]

знание

= *Множество всевозможных знаний*

=> *пояснение**:

[Это стационарная знаковая конструкция обладающая некоторой семантической целостностью. Можно говорить о предметной области, в которой множеством исследуемых объектов является Множество всевозможных знаний. Концептами такой предметной области являются различные классы (типы, виды) знаний, а отношениями указанной предметной области являются различные отношения, заданные на Множестве всевозможных знаний. Соответственно этому можно говорить об онтологии указанной предметной области]

вид знаний

= *тип знаний*

= *Семейство подмножеств Множества всевозможных знаний*

≡ *предметная область*

▷ *стационарная предметная область*
= *статическая система*

▷ *нестационарная предметная область*
= *динамическая система*

≡ *семантическая окрестность*

≡ *описание*

≡ *сравнение*

≡ *определение*

≡ *онтология*

▷ *теоретико-множественная онтология*

▷ *логическая онтология*

▷ *терминологическая онтология*

≡ *цель*

▷ *вопрос*

= *информационная цель*

= *цель, направленная на изменение состояния базы знаний*

- ▷ поведенческая цель
 - = цель, направленная на изменение внешней динамической системы (внешней среды)
 - ▷ цель отображения пользователю заданного знания
- ≡ задача
 - = формулировка задачи
 - = цель+контекст
 - = что требуется+что дано
- ≡ обобщенная формулировка задач, принадлежащих соответствующему классу однотипных задач
- ≡ программа
- ≡ предметная область
- ≡ фактографическое знание
- ≡ формальная теория
 - = компонент предметной области формальных теорий
- ≡ высказывание
 - = компонент формальной теории
- ≡ логическая формула
 - = компонент высказывания

предметная область

=> пояснение*:

[Понятие предметной области является важнейшим методологическим приемом, позволяющим выделить из всего многообразия исследуемого Мира только определенный класс исследуемых сущностей и только определенное семейство отношений, заданных на указанном классе. То есть осуществляется локализация, фокусирование внимания только (!) на этом, абстрагируясь от всего остального исследуемого Мира]

=> примечание*:

[Понятие предметной области рассматривается нами как обобщение понятия алгебраической системы. При этом семантическая структура базы знаний рассматривается нами как иерархическая система различных предметных областей]

<= разбиение*:

- {
 - **первичная предметная область**
 - ≡ Предметная область геометрических фигур и точек
 - = Геометрическая предметная область
 - = Предметная область геометрии
 - ≡ Предметная область множеств и отношений
 - = Предметная область теории множеств и отношений
 - ≡ Предметная область графовых структур и алгебраических отношений
 - ≡ Предметная область чисел, числовых отношений и числовых метаотношений
 - ≡ Предметная область текстов русского языка
 - ≡ Предметная область текстов всевозможных строковых языков

- **вторичная предметная область**
 - = предметная область, состоящая из определенного вида надстроек над различными предметными областями /*не обязательно первичными*/
 - = предметная метаобласть
- ≡ Предметная область формальных теорий и высказываний
- ≡ Предметная область теоретико-множественных онтологий
- ≡ Предметная область логических онтологий
- ≡ Предметная область терминологических онтологий
- ≡ Предметная область ситуаций и событий во всевозможных нестационарных предметных областях

}
<= разбиение*:

- {
 - **стационарная предметная область**
 - = статическая предметная область
 - => пояснение*:
 - [Это предметная область, в которой связи между сущностями, входящими в ее состав, не зависят от времени (не меняются во времени). При этом некоторые из указанных сущностей могут иметь конечное время "жизни" (конечное время существования).]
 - **нестационарная предметная область**
 - = динамическая предметная область
 - => пояснение*:
 - [Это предметная область, в которой некоторые связи между сущностями, входящими в ее состав, меняются со временем (то есть носят ситуационный, нестационарный характер)]

ситуация

=> пояснение*:

[Это квазистационарный фрагмент нестационарной предметной области, сохраняющий свою целостность в течении соответствующего отрезка времени]

событие

=> пояснение*:

[Это упорядоченная пара ситуаций, удовлетворяющая следующим требованиям:

- эти ситуации имеют несколько общих сущностей, являющихся экземплярами концептов соответствующей предметной области;
- момент начала "жизни" первой из указанных ситуаций предшествует моменту начала "жизни" второй ситуации.]

▷ событие иницирования ситуации

=> пояснение*:

[Это упорядоченная пара ситуаций, в которая удовлетворяет следующим дополнительным

требованиям:

- расстояние между моментами начала "жизни" первой и второй ситуации пренебрежительно мало и определяется соответствующими переходными процессами;
- первая ситуация не прекращает свою "жизнь" после начала второй ситуации.]

⊃ *событие трансформации ситуации*

=> *пояснение**:

[Это упорядоченная пара ситуаций, являющаяся событием, которое удовлетворяет следующему дополнительному требованию: момент конца "жизни" первой ситуации предшествует моменту начала "жизни" второй ситуации. При этом расстояние между указанными моментами пренебрежимо мало и определяется соответствующими переходными процессами]

система ситуаций и событий нестационарной предметной области

=> *пояснение**:

[Идея перехода от нестационарной предметной области к семейству ситуаций и событий этой области, заключается в том, чтобы перейти от нестационарного текста к такому стационарному тексту, который позволит с любой степенью детализации рассмотреть все процессы, происходящие в нестационарной предметной области]

Предметная область ситуаций и событий во всевозможных нестационарных предметных областях

=> *пояснение**:

[Это предметная область, обеспечивающая описание всевозможных нестационарных предметных областей как стационарных – как систем ситуаций (состояний) и событий, имеющих место в описываемых нестационарных областях]

онтология

= *система понятий соответствующей предметной области*

= *концептуальный каркас (скелет) описания некоторой предметной области*

= *концептуальная (семантическая) основа различных языков, обеспечивающих описание объектов исследования, принадлежащих заданной предметной области*

= *семантический интерфейс для интеграции знаний по заданной предметной области и для согласованного понимания различными субъектами этих знаний*

=> *эпиграф**:

[Находясь в плену синонимов, омонимов и субъективно трактуемых терминов невозможно добиться качественного взаимопонимания]

=> *эпиграф**:

[Основная проблема инженерии знаний – иллюзия понимания]

= *онтология соответствующей предметной области*

= *описание концептов и отношений заданной предметной области*

⊃ *теоретико-множественная онтология*

=> *пояснение**:

[Это описание теоретико-множественных связей между концептами и отношениями заданной предметной области (включение, разбиение, объединение, пересечение, разность множеств, область определения, домен, функция)]

⊃ *логическая онтология*

=> *пояснение**:

[Это описание системы определений концептов и отношений заданной предметной области]

⊃ *терминологическая онтология*

=> *пояснение**:

[Это описание системы основных и неосновных терминов (имен, внешних обозначений), соответствующих концептам и отношениям заданной предметной области, а также описание правил построения терминов для сущностей, являющихся элементами (экземплярами) указанных концептов и отношений]

теория

= *формальная теория соответствующей предметной области*

=> *пояснение**:

[Это система высказываний, описывающих свойства и закономерности некоторой заданной предметной области]

⊃ *теория стационарной предметной области*

⊃ *теория нестационарной предметной области*

программа

= *процедурное знание*

= *процедурное или декларативное описание*

способа решения любой или почти любой задачи из соответствующего класса однотипных задач

<= *разбиение**:

{

• *информационная программа*

= *обобщенная информация, достаточная для решения произвольной информационной задачи из некоторого класса однотипных информационных задач*

⊃ *процедурная информационная программа*
= *обобщенный план действий, обеспечивающий решение произвольной задачи из заданного класса информационных задач*

⊃ *алгоритм*

⊃ *логическая программа*

⊃ *функциональная программа*

=> *пояснение**:

[Это описание оптимизированного способа решения любой задачи из заданного класса задач. Каждой программе соответствует своя формальная теория, в рамках которой может быть доказана логико-семантическая корректность этой программы. Подчеркнем также, что все программы считаются фрагментами соответствующей вторичной предметной области всевозможных программ.]

- поведенческая программа

}

описание*

=> пояснение*:

[Это бинарное ориентированное отношение, каждая пара которого связывает узел семантической сети с фрагментом базы знаний, который является достаточно детальным (полным) описанием сущности, обозначаемой указанным узлом. Наиболее полным вариантом такого описания является документация (например, *Документация Проекта IMS.OSTIS*, *Документация Метасистемы IMS.OSTIS*)]

документация*

= быть документацией*

⊂ описание*

авторы*

= быть авторами*

=> пояснение*:

[Это бинарное ориентированное отношение, каждая пара которого связывает узел семантической сети, обозначающий продукт некоторой деятельности (в частности, продукт некоторого проекта), с узлом, обозначающим соответствующий авторский коллектив. Заметим, что частным видом указанного продукта является некоторое знание, входящее в состав базы знаний (например, раздел какой-либо документации)]

14. Состав Онтологии, которая соответствует предложенной технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем

Подчеркнем, что разным технологиям проектирования интеллектуальных систем в общем случае могут соответствовать разные онтологии проектирования, определяемые разными вариантами формального уточнения ключевых понятий общей онтологии проектирования интеллектуальных систем.

В этом ничего удивительного нет. Например, фундаментальное понятие алгоритма имеет несколько вариантов его формального уточнения, а разным системам программирования соответствуют разные варианты формального уточнения понятия

программы.

Онтология предлагаемой технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем Технологии OSTIS включает в себя:

- **Онтологию sc-моделей интеллектуальных систем;**
- **Онтологию библиотеки многократно используемых компонентов sc-моделей интеллектуальных систем;**
- **Онтологию инструментальных средств проектирования sc-моделей интеллектуальных систем и их компонентов;**
- **Онтологию методов проектирования sc-моделей интеллектуальных систем и их компонентов;**
- **Онтологию технических средств интерпретации sc-моделей интеллектуальных систем;**
- **Онтологию управления проектами, направленными на разработку интеллектуальных систем на основе технологии OSTIS (в том числе и Метасистемы IMS.OSTIS).**

В качестве примера приведем перечень некоторых понятий, описываемых в *Онтологии sc-моделей интеллектуальных систем*.

sc-граф

= sc-текст

= текст SC-кода

= Множество всевозможных текстов SC-кода

= SC-код

= Semantic Code

= Вид абстрактного унифицированного представления семантических сетей на основе базовой теоретико-множественной семантической интеграции всех элементов (узлов и коннекторов), входящих в состав этих семантических сетей

= унифицированная семантическая сеть с базовой теоретико-множественной интерпретацией ее элементов

⊂ знаковая конструкция

sc-элемент

= атомарный фрагмент sc-графа

<= разбиение*:

- ```
{
 • sc-узел
 • sc-ребро
 • sc-дуга
}
```

<= разбиение\*:

- ```
{
  • sc-константа
  • sc-переменная
}
```

<= разбиение*:

- ```
{
 • sc-коннектор
 • sc-связка
 • sc-структура
 • sc-концепт
}
```

- *sc-отношение*
- *первичный sc-узел*
- *sc-ссылка*

}

▷ *sc-дуга принадлежности*

### **sc-дуга принадлежности**

<= *разбиение\**:

```
{
 • позитивная sc-дуга принадлежности
 • негативная sc-дуга принадлежности
 • нечеткая sc-дуга принадлежности
}
```

<= *разбиение\**:

```
{
 • стационарная sc-дуга принадлежности
 • нестационарная sc-дуга принадлежности
 • sc-дуга принадлежности неизвестной стационарности
}
```

### **sc-модель**

=> *пояснение\**:

[Это абстрактная модель интеллектуальной системы или какого-либо ее компонента, в основе которой лежит использование sc-графов.]

### **sc-модель предметной области**

= *предметная область, представленная в виде sc-графа*

=> *примечание\**:

[Понятия (концепты и отношения) предметной области в sc-модели предметной области задаются ее ключевыми sc-узлами, обозначающими эти понятия. Связь между указанными ключевыми sc-узлами и sc-узлом, обозначающим соответствующую sc-модель предметной области, задается с помощью соответствующих ролевых отношений.]

=> *примечание\**:

[sc-модель предметной области практически всегда является бесконечным (!) sc-графом. Это значит, что указанная sc-модель не может быть полностью представлена в памяти интеллектуальной системы. Но практическую ценность имеет не вся такая sc-модель, а только некоторые ее фрагменты. Причем, в разные моменты времени могут быть востребованы разные фрагменты sc-модели предметной области.]

### **sc-язык**

= *множество всевозможных фрагментов соответствующей sc-модели некоторой предметной области*

=> *примечание\**:

[Каждому sc-языку взаимно однозначно соответствует своя sc-модель предметной области.]

=> *примечание\**:

[SC-код, строго говоря, также следует считать одним из sc-языков. SC-коду соответствует

предметная область, оперирующая целым рядом понятий, обозначающих различные классы sc-элементов и различные отношения, заданные на множестве sc-элементов. К числу таких ключевых понятий, в частности, относятся: *sc-элемент* (как класс объектов исследования), *sc-узел*, *sc-коннектор*, *sc-дуга*, *sc-ребро*, *sc-константа*, *sc-переменная*, *sc-дуга принадлежности*, *позитивная sc-дуга принадлежности*, *негативная sc-дуга принадлежности*, *нечеткая sc-дуга принадлежности*, *стационарная sc-дуга принадлежности*, *нестационарная sc-дуга принадлежности*. Единственное отличие SC-кода от других sc-языков заключается в том, что некоторые ключевые понятия в нем задаются синтаксически с помощью алфавита sc-элементов.]

### **sc-модель онтологии**

= *sc-онтология*

=> *пояснение\**:

[Это онтология некоторой предметной области, представленной в SC-коде (т.е. в виде sc-графа).]

### **sc-модель нестационарной предметной области**

=> *примечание\**:

[Данная sc-модель носит принципиально нестационарный характер, поэтому практического значения эта модель не имеет, поскольку хранить ее в sc-памяти невозможно. Но можно хранить в sc-памяти (1) стационарную спецификацию этой модели и (2) семейство ситуаций и событий указанной динамической модели.]

### **sc-модель ситуаций и событий в нестационарной предметной области**

=> *пояснение\**:

[Это sc-граф, описывающий последовательность ситуаций и событий в некоторой нестационарной предметной области. Другими словами, это протокол изменения состояния указанной предметной области.]

### **SC-модель Предметной области ситуаций и событий во всевозможных нестационарных предметных областях**

= *SC-модель Предметной области, описывающей динамику всевозможных нестационарных предметных областей*

= *SC-модель предметной области, описывающей протоколы изменения состояний всевозможных нестационарных предметных областей*

### **sc-память**

=> *пояснение\**:

[Это виртуальная память, предназначенная для хранения обрабатываемых sc-графов]

= *виртуальное хранилище sc-графов*

= *sc-модель памяти*

= *абстрактное sc-хранилище*

### **sc-модель ситуаций и событий в заданной sc-памяти**

=> *примечание\**:

[Не следует путать нестационарность описываемой предметной области и нестационарность самого sc-графа, описывающего эту предметную область и хранимого в некоторой sc-памяти. Во-первых, нестационарная предметная область может иметь описание стационарного вида (например, семейство ситуаций и событий). Во-вторых, нестационарность описания нестационарной предметной области чаще всего обусловлена (1) самим процессом обработки знаний, который в конечном счете сводится к генерации и удалению sc-элементов, хранимых в sc-памяти, а также к изменению (уточнению) их семантического типа, и (2) ограниченным объемом sc-памяти, что предполагает периодическое удаление всяческого рода информационного мусора.]

### **SC-модель Предметной области ситуаций и событий во всевозможных sc-хранилищах**

- = SC-модель Предметной области, описывающей динамику sc-графов, хранимых в sc-памяти различных интеллектуальных систем
- = SC-модель Предметной области, в которой описываются протоколы изменения состояния sc-графов, хранимых в запоминающих средах различных интеллектуальных систем

### **SC-онтология Предметной области ситуаций и событий во всевозможных sc-хранилищах**

<= онтология\*:

SC-модель Предметной области ситуаций и событий во всевозможных sc-хранилищах

=> описываемые сущности\*:

- {
- логически удаленный sc-элемент
- событие удаления заданного множества sc-элементов
- событие генерации заданного множества sc-элементов
- }

### **sc-модель базы знаний**

⊂ база знаний

- = уточнение базы знаний, принятое в Технологии OSTIS
- = база знаний, представленная в виде унифицированной семантической сети с базовой теоретико-множественной семантической интерпретацией ее элементов
- = база знаний, представленная в виде sc-графа
- = база знаний, представленная в виде SC-коде
- = база знаний некоторой интеллектуальной системы, полностью представленная в виде sc-графа

### **sc-модель машины обработки знаний**

=> пояснение\*:

[Это полное описание поведения всех агентов, входящих в состав соответствующей машины обработки знаний, представленное в виде sc-графа с помощью ключевых узлов специального базового языка программирования SCP (Semantic Code Programming), ориентированного на обработку sc-графов, хранимых в структурно перестраиваемой (графодинамической) ассоциативной памяти, которую будем называть sc-памятью.]

### **scp-машина**

- = Виртуальная машина, осуществляющая интерпретацию scp-программ, хранимых в sc-памяти
- = Базовая виртуальная машина, обеспечивающая интерпретацию sc-моделей любых (!) машин обработки знаний
- = sc-модель машины, обеспечивающей интерпретацию базового языка программирования, ориентированного на обработку sc-графов

### **sc-модель интеллектуальной системы**

- = унифицированная логико-семантическая модель интеллектуальной системы, основанная на использовании sc-графов
- = полное описание логико-семантического уровня интеллектуальной системы, оформленное в виде sc-графа

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, создание описанной в данной статье технологии позволит решить ряд существенных проблем, рассмотренных в данной работе, что, в свою очередь, радикально изменит возможности разработчика, проектирующего интеллектуальные системы и расширит спектр решаемых подобными системами задач.

## **Библиографический список**

[Айзерман и др., 1988] Айзерман, М.А. Динамический подход к анализу структур, описываемых графами (основы графодинамики) / М. А. Айзерман, Л. А. Гусев, С. В. Петров, И. М. Смирнова, Л. А. Тененбаум // Исследования по теории структур. - М. : Наука, 1988. - С. 5-76.

[Гаврилова, 2008] Гаврилова, Т. А. Визуальные методы работы со знаниями: попытка обзора / Т. А. Гаврилова, Н. А. Гулякина // Искусственный интеллект и принятие решений, 2008, № 1, С. 15-21

[Гаврилова и др., 2000] Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2000.

[Глоба и др., 2012a] Глоба, Л. С. Подход к хранению баз нечетких знаний / Л. С. Глоба, М. Ю. Терновой, О. С. Штогринина // Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» – Минск, 2012

[Глоба и др., 2012b] Глоба, Л. С. Модели и методы интеграции информационных и вычислительных ресурсов / Л. С. Глоба, Р.Л. Новогрудская // Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» – Минск, 2012, с.447-452

[Голенков, 2011] Голенков, В.В., Гулякина, Н.А. Принципы построения массовой семантической технологии компонентного

проектирования интеллектуальных систем. – В кн Междунар. научн.-техн. конф. «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» (OSTIS-2011). Материалы конф. [Минск, 10-12 февр. 2011 г.]. – Минск: БГУИР, 2011, с. 21-59.

[**Голенков, 2012**] Голенков, В.В., Гулякина Н.А. Принципы Графодинамические модели параллельной обработки знаний: принципы построения, реализации и проектирования. – В кн Междунар. научн.-техн. конф. «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» (OSTIS-2012). Материалы конф. [Минск, 16-18 февр. 2012 г.]. – Минск: БГУИР, 2012, с. 23-52.

[**Гулякина, 2012**] Гулякина, Н. А. Языки и технологии программирования, ориентированные на обработку семантических сетей/ Н. А. Гулякина, О. В. Пивоварчик, Д. А. Лазуркин// Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» – Минск, 2012. –С. 221-228

[**Гуляева, 1989**] Гуляева, Д.М. Решение прикладных задач на расширенных семантических сетях. / Д. М. Гуляева // Математическое обеспечение ЭВМ и систем программирования. - М., 1989.

[**Грибова, 2011**] Грибова, В. В. Облачная платформа для разработки и управления интеллектуальными системами / В. В. Грибова, А. С. Клещев, Д. А. Крылов, Ф. М. Москаленко, С. В. Смагин, В. А. Тимченко, М. Б. Тютюнник, Е. А. Шалфеева //Материалы международной научно-технической конференции OSTIS-2011, 5-14 стр. Минск БГУИР

[**Евгеньев, 2008**] Евгеньев, Г.Б. Технология создания многоагентных прикладных систем / Г. Б. Евгеньев // Одиннадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту : Труды конференции. Т.2. – М., 2008. – С. 306-312.

[**Загорюлько и др., 2009**] Загорюлько Ю.А. Технология разработки порталов научных знаний // Программные продукты и системы. – 2009. – № 4. –С.25-29.

[**Кандрашина и др., 1989**] Кандрашина, Е.Ю. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах / Е. Ю. Кандрашина, Л. В. Литвинцева, Д. А. Поспелов - М.: Наука, 1989.

[**Карабеков и др., 2008**] Карабеков, Б.А. Система «Бинарная Модель Знаний» как инструмент для концептуального моделирования бизнес-процессов // Одиннадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту : Труды конференции. Т.2. – М., 2008. – С. 282-291.

[**Касьянов, 2003**] Касьянов, В.Н. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение/ В. Н. Касьянов, В. А. Евстигнеев // ВNH–Санкт-Петербург, 2003.–1104 с.

[**Клещев и др., 2001а**] Клещев А.С., Артемьева И.Л. Математические модели онтологий предметных областей. Часть 1. Существующие подходы к определению понятия "онтология" //НТИ.Серия 2 "Информационные процессы и системы", 2001, № 2

[**Клещев и др., 2001б**] Клещев А.С. Артемьева И.Л. Математические модели онтологий предметных областей. Часть 2. Компоненты модели //НТИ.Серия 2 "Информационные процессы и системы", 2001, № 3

[**Клещев и др., 2001с**] Клещев А.С. Артемьева И.Л. Математические модели онтологий предметных областей. Часть 3. Сравнение разных классов моделей онтологий //НТИ.Серия 2 "Информационные процессы и системы", 2001, № 4

[**Кузнецов, 2009**] Кузнецов, О.П. Интеллектуализация поддержки управляющих решений и создание интеллектуальных систем / О.П. Кузнецов // Теория и методы разработки программного обеспечения систем управления. Спецвыпуск журнала «Проблемы управления» №3.1, 2009.

[**Маклаев, 2012**] Маклаев, В.А. Соснин, П.И. Прецедентно-ориентированная база опыта проектной организации / В.А. Маклаев, П.И. Соснин, Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» – Минск, 2012

[**Мальковский, 2012**] Мальковский, М.Г. Соловьев, С.Ю. Терминологические сети / М.Г. Мальковский, С.Ю. Соловьев, Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» – Минск, 2012, с. 77-82.

[**Мартынов, 1977**] Мартынов, В. В. Универсальный семантический код / В. В. Мартынов. – Минск : Наука и техника, 1977.

[**Мельчук, 1974**] Мельчук, И.А. Опыт теории лингвистических моделей «Смысл-Текст». Семантика, синтаксис/ И. А. Мельчук. – М. : Наука, 1974.

[**Нариньяни, 1994**] Нариньяни, А.С. НЕ-факторы и инженерия знаний: от наивной формализации к естественной грамматике / А. С. Нариньяни //КИИ-94. Сборник трудов Национальной конференции с международным участием по ИИ. «Искусственный интеллект-94»; в 2-х т. – Т. 1. – Тверь : АИИ, 1994.- С. 9-18.

[**Плесневич, 2008**] Плесневич, Г.С. Бинарные модели знаний / Г. С. Плесневич // Труды Международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы» (AIS'08) и «Интеллектуальные САПР» (CAD-2008). Научное издание в 4-х томах. – М : Физматлит, 2008, Т.2. – С. 424 – 135-146.

[**Поспелов, 1986а**] Поспелов, Д.А. Представление знаний. Опыт системного анализа / Д. А. Поспелов. // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. - М.: Наука, 1986. - с. 83-102.

[**Поспелов, 1986б**] Поспелов, Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика / Д. А. Поспелов. – М : Наука, 1986.

[**Скореходько, 1989**] Скореходько, Э.Ф. Семантические сети и автоматическая обработка текста. / Э. Ф. Скореходько. – Киев: Наук. думка, 1983.

[**Смирнов, 2008**] Смирнов, С.В. Прагматика онтологий: объектно-ориентированная модель знаний о предметной области // КИИ-2008. Труды конференции. Т. 3, С. 208-216.

[**Смирнов, 2012**] Смирнов, С.В. Онтологическое моделирование в ситуационном управлении/ С.В.Смирнов //Онтология проектирования, 2012, №2. – С16-24

[**Соснин, 2011**] Соснин, П.И. Вопросно-ответное программирование человеко-компьютерной деятельности / П.И. Соснин – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 240 с.

[**Тыгу, 1989**] Тыгу, Э.Х. Интеграция знаний / Э. Х. Тыгу // Изв. АН СССР. Техн. кибернет. - 1989. - № 5. - с. 3-13.

[**Хорошевский, 2008**] Хорошевский, В.Ф. Пространства знаний в сети Интернет и Semantic Web (Часть 1) / В. Ф. Хорошевский. // Искусственный интеллект и принятие решений, 2008, №1. – С.80-97.

[**Шенк, 1980**] Шенк, Р. Обработка концептуальной информации / Р. Шенк. – Москва: Энергия, 1980.

[**OSTIS, 2012**] Открытая семантическая технология проектирования интеллектуальных систем [Электронный ресурс]. – 2012. - Режим доступа: <http://ostis.net>. – Дата доступа: 18.11.2012

# OPEN PROJECT, AIMED AT CREATION OF TECHNOLOGY OF COMPONENT DESIGN OF INTELLECTUAL SYSTEMS

Golenkov V.V., Guliakina N.A.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

**golen@bsuir.by**

**guliakina@bsuir.by**

This article is devoted to the open project, aimed at creation of technology of component design of intellectual systems. Also this article considers Metasystem IMS.OSTIS, designed for complex support of intellectual systems design.

## INTRODUCTION

Analysis of modern information technologies can show that together with very impressive achievements they have a number of serious shortcomings:

- There is not common unified solution for computer systems semantic compatibility problem, which leads to a high laboriousness of complex integrated computer systems creation.
- Level of computer systems platform (on which these systems are implemented) dependency is very high, which leads to a high laboriousness of computer systems transition from one platform to another.
- There is not well elaborated technique of constructive using of the experience of completed development of computer systems, which leads to high level of duplication of different components developed for these systems.
- There is not well elaborated and unified technique of computer systems different architecture levels improvement during the maintenance process, which leads to a high laboriousness of such a improvement.
- Modern computer technologies are not oriented on a wide circle of computer systems developers.

## MAIN PART

One of the directions to solve modern information technologies problems shown above is an expansion of artificial intelligence methods and means using in traditional computer systems.

Transformation of traditional computer systems into intelligent is one of the most important problems of computer systems evolution, directed on their efficiency and competitiveness improvement. Such a transformation includes:

- Unified systematization and structuring of all information processed in the system, which means a transition from subjectively structured data to a knowledge base, i.e. to a fundamentally new quality of presentation and structuring of processing information;

- Transition to a programming, oriented on knowledge bases (semantically structured data) processing, what assumes expanding the development of fundamentally new models of information processing and programming languages.

Among the key provisions underlying proposed technology of intelligent systems design, the following provisions apply:

(1) Component design method is used, which is a factor of maturity of any technology and is based on permanently expandable libraries of reusable components (standard solutions).

(2) Formal models of designed intelligent systems are based on the unified semantic networks, which creates the necessary conditions for the semantic interoperability of intelligent systems and their components (i.e., to meet the challenges of integration).

(3) To reduce the complexity of the design and modification (updating) created and permanently improved intelligent systems, the maximum possible independence of the intelligent system knowledge base update process from the intelligent system knowledge processing methods update process and the intelligent system technical implementation means update process (including the transition to the new platform).

(4) The proposed technology of component design of intelligent systems is made as intelligent metasystem, which is built on the same proposed technology and accumulates all accumulated to this time models, means (including the library of standard components) and methods that are the part of the proposed technology.

(5) The permanent development of technology of component design of intelligent systems is performed within the scope of opensource-project.

(6) In the proposed design technology of intelligent systems special attention should be paid:

- To the technology of upgrade (improvement) of intelligent systems during their operation process;
- A metatechnology of updating (improvement) of the technology of component design of intelligent systems (ie, metasystem intended to support the design of intelligent systems).

## CONCLUSION

Thus, the creation of the technology, which is described in this article, will solve a number of important issues discussed in this work, which, in turn, will radically change the capabilities of developer, designing intelligent systems and expand the range of such systems functions.