

---

## МУЛЬТИАГЕНТНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ДОСТУПА К ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ В АРХИТЕКТУРЕ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Анна Воскобойникова**

**Аннотация:** В работе проанализированы принципы построения распределенных интеллектуальных информационных систем. В рамках построения модели интеграции информационных систем разработан подход к организации доступа к онтологической системе на основе организации взаимодействия интеллектуальных агентов.

**Ключевые слова:** онтологическая система, интеллектуальный агент, интеграция информационных систем.

**ACM Classification Keywords:** C.0 Computer Systems Organization - System architectures, I.2.11 Distributed Artificial Intelligence - Multiagent systems

**Conference:** The paper is selected from XV<sup>th</sup> International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009

---

### Введение

Разработка распределенных интеллектуальных информационных систем сталкивается с различного рода проблемами, однозначных механизмов решения которых на сегодня не существует. Это требует от разработчиков предметного анализа каждой отдельной задачи для выработки процедуры и методов ее решения. Одной из таких задач является задача интеграции нескольких информационных систем, которые построены на онтологиях. Здесь речь идет не просто о том, чтобы объединить несколько систем в одну, организовать их по принципам построения распределенных систем [Таненбаум, 2003] или реализовать общий интерфейс доступа к данным нескольких систем, а о том, что нужно интегрировать знания систем, построенных на онтологиях. Поэтому классические модели интеграции, которые были рассмотрены и проанализированы в [Воскобойникова, 2008-05, Воскобойникова, 2008-09], для решения такого рода задач не подходят. На сегодня были предприняты попытки модифицировать существующие архитектуры интеграции для обеспечения обработки знаний информационных систем и учета их бизнес-логики [Воскобойникова, 2009], что дало значительные результаты при решении таких задач, как построение витрин знаний, Knowledge Module для всех промышленных СУБД. Однако это не дает возможности сказать, что задача интеграции интеллектуальных информационных систем решена.

---

### Разработанная архитектура интеграции интеллектуальных информационных систем

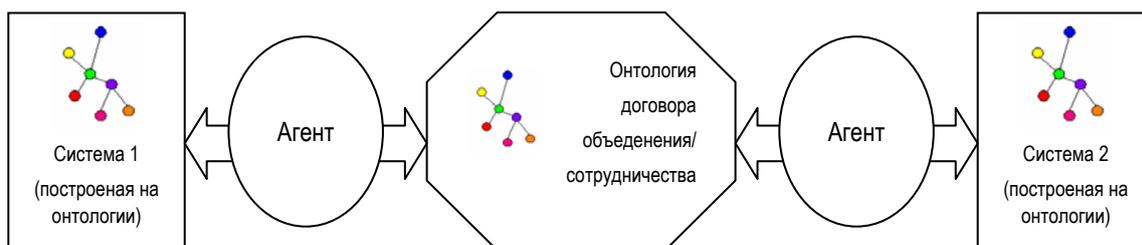
Анализ проблемы интеграции выявил критерии и принципы, которым должна соответствовать архитектура интеграции интеллектуальных информационных систем [Воскобойникова, 2009]:

- данные информационных систем не должны перемещаться в какие-либо общие хранилища;
- не должна создаваться избыточность в дублировании документов;
- существующий формат документов не должен преобразовываться;
- не должны создаваться какие-либо новые описания системы, помимо уже присутствующих;
- интеграция не должна никак изменять существующую структуру интегрируемых систем (исключая те случаи, когда информационная структура предприятия меняется из-за его присоединения к

другому предприятию и в соответствии с этим необходимо изменить структуру его информационной системы);

- описания информационных систем не должны объединяться;
- потоки данных должны быть максимально прозрачными и описывать бизнес-процессы между интегрируемыми системами.

Исходя из этих требований, была предложена общая архитектура интеграции, которая представлена на следующем рисунке.



- Система 1 и Система 2 – это интегрируемые информационные системы, построенные на онтологиях, двух предприятий/организаций, которые заключили договор объединения/сотрудничества;
- Онтология договора объединения/сотрудничества – это онтологически описанный документ, который регламентирует суть и принципы объединения предприятий/организаций и устанавливает необходимые разграничения в установившихся между ними отношениях;
- Агент – это сущность (-ти), которые направляет запросы от Системы 1 к Системе 2 (и наоборот) в рамках разграничений доступа, которые представлены в Договоре.

### Особенности интеграции онтологических информационных систем

Онтологическая информационная система состоит из многих компонентов, но для решения задачи интеграции внимание нужно уделить только трем ее компонентам:

- онтология системы;
- база знаний системы;
- бизнес-логика системы.

Следует отметить, что в современных интеллектуальных системах, построенных с применением онтологий, сама онтология часто носит описательную роль и никак не связана с реальными объектами информационной системы. Поэтому говорить об организации автоматического вывода на онтологии нельзя.

Также следует отметить, что бизнес-логика системы – совокупность правил, принципов, зависимостей, поведения объектов предметной области системы – часто реализована в различных компонентах системы: в базе знаний, программном коде, в самой онтологии, в архитектуре системы. Это приводит к тому, что обращаясь к системе извне нельзя точно сказать, как именно она сформировала ту или иную реакцию на запрос.

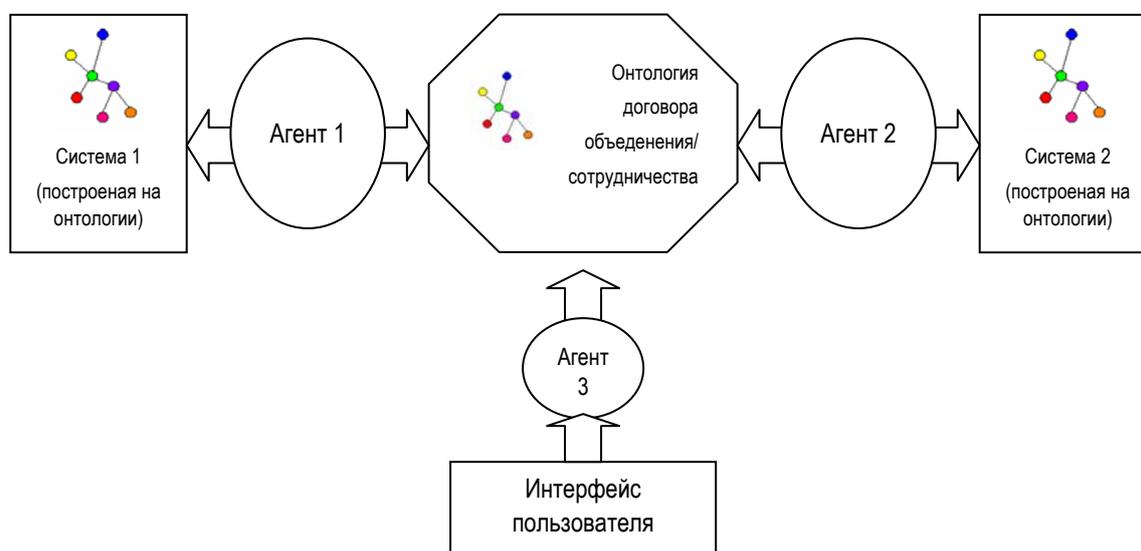
Поэтому говорить об автоматической интеграции систем, построенных на онтологии так же не корректно, так как процесс интеграции коснется только интеграции онтологий, баз знаний и объединения интерфейса систем. При этом та бизнес-логика, которая была заложена в архитектуру каждой отдельной системы, в

программный код систем останется незатронутой процессом интеграции. Что дает возможность говорить о неполноценности и незавершенности процесса интеграции в целом.

Архитектура интеграции, которая предложена в предыдущем разделе, дает возможность избежать подобных проблем, т.к. дает возможность интегрируемым системам работать и развиваться в соответствии с теми правилами бизнес-логики, которые в них были заложены при разработке. И параллельно с тем, что каждая интегрируемая интеллектуальная система будет функционировать по тем правилам, которые были вложены в нее при разработке, для конечного пользователя это будет выглядеть так, будто он обращается к единой целостной системе.

### Расширение архитектуры интеграции интеллектуальных информационных систем

Более детальная структура организации архитектуры интеграции интеллектуальных информационных систем представлена на следующей схеме.



Процедура работы по такой архитектуре сводится к следующим положениям:

- Агент 1 обладает полными знаниями о Системе 1 и может дать любую информацию о ней, ответить на любой запрос к системе, оставшаяся часть архитектуры для него неизвестна, Агент 1 получает из нее запросы и посылает ей ответы посредством Агента 3;
- Агент 3 получает запрос от пользователя, которому принципиально не важно к скольким системам он обращается, формализует его в соответствии с его внутренними требованиями и в соответствии с Договором (на этом этапе запрос видоизменяется в соответствии с политикой объединения систем и ограничениями прав пользователя) и направляет его Агенту 1 и Агенту 2 ... Агенту N, после получения ответов Агент 3 возвращает их пользователю;
- Агент 2 действует по тому же принципу, что и Агент 1, только с Системой 2 (такого рода агентов и систем может быть множество);
- Договор формализует бизнес-логику взаимодействия интегрируемых систем.

Таким образом, из схемы понятно, что предлагаемая архитектура интеграции обеспечивает возможность сохранить неизменными бизнес-логику существующих систем и при этом формализовать их взаимодействие на основе создания онтологии Договора объединения.

## Мультиагентный интерфейс онтологической информационной системы

Организация интерфейса к онтологической информационной системе на основе применения мультиагентных технологий подразумевает создание интеллектуального агента, который будет сопровождать каждую из интегрируемых информационных систем.

**Примечание 1.** В контексте данной работы не рассматриваются процедуры формализации запроса пользователя и сопоставления его с онтологией Договора взаимодействия систем.

**Примечание 2.** Рассмотрен случай, когда онтологическая система статична во времени – не изменяет свою архитектуру и онтологию.

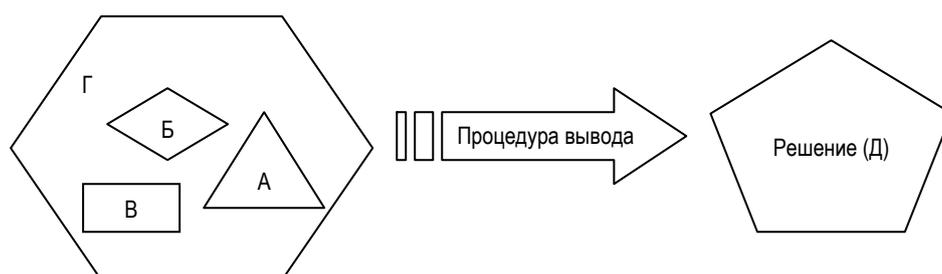
Характеристики проектируемого интеллектуального агента:

- в качестве внешней среды агент будет видеть запрос к системе и все ее данные и характеристики;
- набор действий агента будет представлен в виде правил, описывающих предметную область информационной системы;
- целью агента будет получение знаний из онтологической системы по запросу пользователя, основываясь на имеющихся у него правилах.

Алгоритм получения ответа на запрос пользователя с учетом применения предложенной архитектуры интеграции и ограничений, обозначенных в примечаниях:

- шаг 1: интеллектуальный агент получает формализованный запрос (В);
- шаг 2: интеллектуальный агент выделяет часть онтологии системы, релевантную запросу (Б);
- шаг 3: интеллектуальный агент формирует онтологию задачи на основе правил (А), которые являются его внутренней информацией, части онтологии (Б), релевантной запросу, и формального описания запроса (В);
- шаг 4: интеллектуальный агент производит вывод по онтологии задачи (Г);
- шаг 5: интеллектуальный агент возвращает формализованный ответ на запрос (Д) – знания предметной области.

Таким образом, формально действия агента можно представить следующей схемой:



**Примечание 3.** В ходе обработки запроса и поиска ответа интеллектуальный агент косвенно работает с базой знаний системы, обращаясь к ее объектам через ссылки онтологии Б.

Следует отметить, что в предложенной модели наиболее оптимальным форматом представления внутреннего знания интеллектуального агента и механизмом вывода для подобных систем будет служить язык SWRL. Его использование позволит заложить во внутренние свойства интеллектуального агента бизнес-логику системы и обеспечить возможность проведения логического вывода в терминах предметной области. Причем, сама онтология системы и формальное представление запроса могут быть реализованы как с помощью OWL, так и с помощью RDF.

---

## Выводы

---

В работе была проанализирована и дополнена модель архитектуры интеграции нескольких информационных онтологических систем [Воскобойникова, 2009]. В качестве дополнения архитектуры интеграции был описан процесс обращения в целостной системе через организованный интерфейс пользователя. Так же, была рассмотрена процедура организации интерфейса к онтологической системе на основе использования мультиагентных технологий. Организация интерфейса посредством реализации интеллектуального агента подразумевает создание сущности, которая владеет всей информацией об онтологической системе (знание бизнес-логики системы, онтологической структуры, доступ к базе знаний). Такая сущность потенциально может дать ответ на любой запрос относительно онтологической системы и знаний, которые она в себе содержит. Однако в рамках предложенной архитектуры предусмотрено ограничение запросов к каждой из интегрируемых систем в соответствии с формальным описанием взаимодействия систем на основе договора объединения/сотрудничества.

---

## Библиография

---

- [Таненбаум, 2003] Э. Таненбаум, М. Ван Стеен. Распределенные системы. Принципы и парадигмы – СПб.: Питер, 2003 – 877с.
- [Воскобойникова, 2008-05] Воскобойникова А.А. Интеграция данных и знаний в информационной системе. Интеллектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту. ISDMCI'2008. Збірка наукових праць у трьох томах. Т.3 (частина 1). Теоретичні і прикладні аспекти систем прийняття рішень. Євпаторія – 2008. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2008. с. 94-97.
- [Воскобойникова, 2008-09] Воскобойникова А.А. Онтология как средство интеграции данных. Праці IV міжнародної школи-семінару «Теорія прийняття рішень». – Ужгород, УжНУ, 2008. – 175 с.
- [Воскобойникова, 2009] Разработка архитектуры интеграции нескольких информационных систем – Восточно-Европейский журнал передовых технологий // статья подана в печать.
- [W3C, 2004] SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML – [http://www.w3.org/Submission/SWRL/]

---

## Информация об авторе

---

**Анна Воскобойникова** – аспірантка спеціальності 05.13.23 – «Системи і средства искусственного интеллекта», асистент кафедри Искусственного интеллекта, Харьковський національний університет радіоелектроніки, 61166, Харків, пр. Леніна 14, ауд. 255;  
e-mail: [voskobojnikova@gmail.com](mailto:voskobojnikova@gmail.com)