

УДК 004.2: 004.3

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗНАНИЕ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ (ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

Академик НАНУ А. В. Палагин, к. т. н. Н. Г. Петренко, д. ф.-м. н. С. Л. Крывый

Институт кибернетики им. В. М. Глушкова НАНУ,
Киевский национальный университет имени Т. Шевченко
Украина, г. Киев
petrng@ukr.net

Рассмотрена архитектура знание-ориентированной информационной системы (ЗОИС) с акцентом на ее онтологическую подсистему. Последняя представлена компонентами метауровня, уровнями домена, предметной области и приложений. Кратко описаны режимы функционирования ЗОИС и механизм онтологического управления.

Ключевые слова: знание-ориентированная информационная система, онтолого-управляемая архитектура, компьютерная онтология.

Развитие онтологического инжиниринга, а также знание-ориентированных информационных систем, связано с совершенствованием методов компьютерной обработки предметно-ориентированных знаний. Нетрудно заметить, что хорошо проработанные методы и средства обработки информации для решения прикладных задач в узкоспециализированных предметных областях (ПдО) недостаточны для решения комплексных задач, связанных с поиском релевантной информации, ее лингвистическим анализом, формально-логическим представлением в рамках подходящей теории, извлечением предметных знаний и их последующим использованием для решения прикладных задач в произвольных ПдО. Отсюда следует актуальность и важность разработки новых научных методов и подходов к построению ЗОИС с онтолого-управляемой архитектурой (или онтолого-управляемых информационных систем (ОУИС)), соответствующих технологий и, наконец, инструментальных средств автоматизированного построения баз знаний предметных областей.

Решение данной проблемы является основополагающим на пути разработки общей теории понимания, формирования, представления и обработки предметно-ориентированных знаний, извлеченных из естественно-языковых текстов, методами искусственного интеллекта. В работе акцентируется внимание на разработке онтологической подсистемы ЗОИС.

Рассмотренные в [1] онтологический подход, онтологическая модель, свойства онтолого-управляемой архитектуры и иерархическая структура онтологий разного уровня и назначения в своей совокупности представляют **онтологический базис** ЗОИС. По онтологической классификации его (базис) можно разделить на онтологическую подсистему и механизм онтологического управления. Они в своем единстве являются ключевой компонентой как ЗОИС-системы с естественно-языковым представлением, обработкой и актуализацией знаний, которой присущи интегрированные, взаимосвязанные и знание-ориентированные свойства и процедуры работы (в широком смысле) со знаниями, так и (само) развивающейся системы.

Архитектура онтолого-управляемой ЗОИС (ОУИС), представленная на рис. 1, включает знание-ориентированную подсистему, подсистему манипулирования (экстра) лингвистической информацией, интерфейс пользователя, онтологическую подсистему и подсистему базового процессинга. Сюда следует отнести и внешние источники информации как важную компоненту извлечения и пополнения знаний в соответствии с целенаправленной деятельностью ЗОИС.

Подсистемы 1, 2, 5, 6 подробно рассмотрены в [1]. Подсистема базового процессинга 4 включает такие блоки: хранилище данных и знаний; машину вывода базового процессинга; блоки отработки целевых заданий и выбора метода (алгоритма) решения задач. Первый блок включает ряд библиотек и баз данных, в которых хранится, обновляется и актуализируется концептуальная информация, и фактографические данные, а именно:

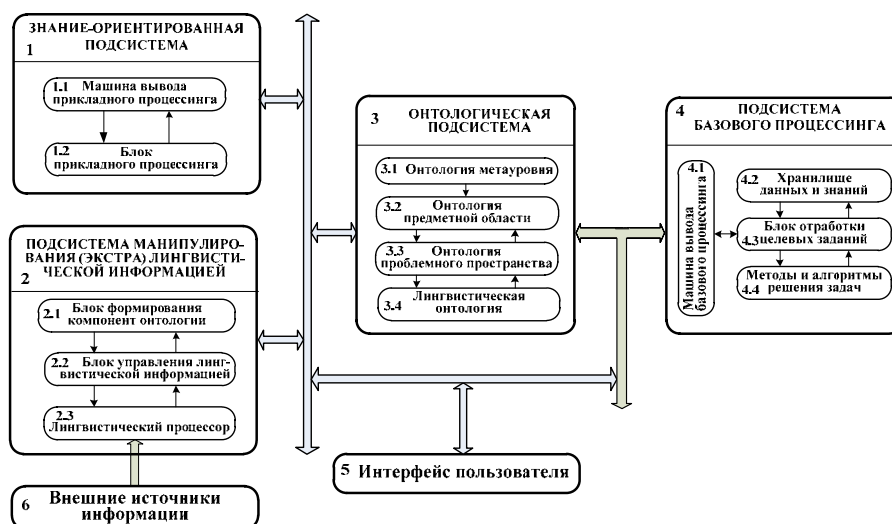


Рис. 1. Архитектура ОУИС

- *онтологии* домена прикладных областей;
- *функции интерпретации* концептов онтологии, записанные в виде логических формул подходящей формальной теории;
- *ограничения* для фактографических баз данных, общие принципы и/или аксиомы, тождественно истинные для элементов концептов;
- *значения по умолчанию*, т. е. информацию, которая является предпочтительной для элементов (фактов и правил вывода) концептов;
- *поведение*, т. е. правила, предписывающие развитие сценариев реализации (само) развивающейся ИС;
- *модуль библиотеки справочной информации*, включающий электронные энциклопедии доменов и толковые словари предметных областей. При этом под доменом понимается группа близких предметных областей.

Следует отметить, что в подсистему манипулирования (экстра) лингвистической информацией включена знание-ориентированная поисковая система, выполняющая функции интеллектуального программного агента и являющаяся связующим звеном между ЗОИС и глобальным пространством Интернет. Кроме того, она организует хранение документов в виде онтологий текстовых документов в хранилище данных и знаний [1].

Такая композиция подсистем и блоков ЗОИС позволяет реализовать (в том числе) цепочку обобщенных процедур: «*обработка естественно-языковой (ЕЯ) информации → формальное логико-онтологическое представление ЕЯ-информации → компьютерная обработка знаний*», которые соответствуют интегрированной информационной технологии работы со знаниями.

ОУИС функционирует в двух режимах:

1. Обработка целевых заданий (внешних и внутренних), в частности, активизация процесса, актуализация информации, релевантной одной или нескольким ПдО, и размещение ее в памяти, решение поставленной проблемы (задачи), выработка, систематизация и выдача результирующих продукций (в случае знание-ориентированной деятельности – приращение знаний);
2. Развитие ОУИС как информационной системы согласно общей стратегии развития, т. е. инвентаризация и систематизация знаний (расширение метазнаний), формализация и когнитивизация представлений, интерпретационное расширение системы знаний, увеличение объема реакций и ассоциативных связей.

Основными онтолого-управляемыми функциями являются [1]:

- эффективное компактное представление системы знаний конкретной ПдО на базе современных информационных технологий (ИТ) (спецификация, концептуализация);
- поиск информации в системе знаний ПдО (справочные, обучающие системы);
- поиск необходимой информации в пространстве Интернет;
- постановка и решение прикладных задач в заданной ПдО (научных исследований и экспериментов, проектирования объектов новой техники и технологий и др.);

– развитие системы и получение новых знаний в соответствии с концептуальной моделью обработки знаний [1].

Специфика обработки предметно-ориентированных знаний, извлеченных из релевантной ЕЯ-информации, предполагает включение в архитектуру ОУИС онтологической подсистемы, содержащей иерархию онтологий. Одной из главных особенностей архитектуры ОУИС, подчеркивающей ее онтолого-управляемость, является явное представление процедурных знаний в виде онтологии задач и методов их решения [1]. При этом под проблемным пространством понимается модель всех таких аспектов или компонент ПдО, с которыми связаны (опосредственно или непосредственно) знания, необходимые для решения различных задач в этой ПдО.

На рис. 2 показано развернутое представление онтологической подсистемы.

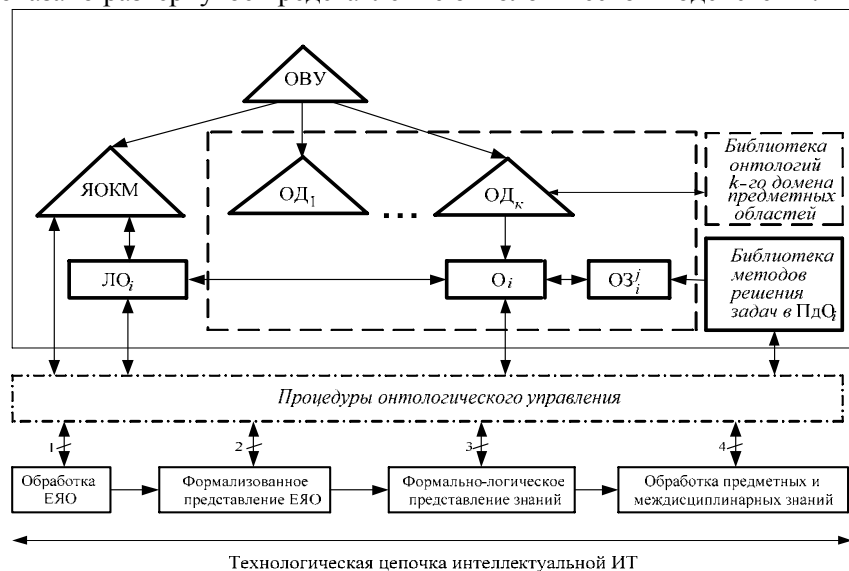


Рис. 2 Онтологическая подсистема ОУИС

Это “ядро” системы, между которым устанавливаются эксплицитные связи с процессами и процедурами (или технологической цепочкой) интеллектуальной ИТ обработки знаний, извлеченных из множества релевантных ЕЯ-текстов, с приложениями (через онтологию задач), с общей (категориальной – онтологией верхнего уровня (ОВУ)) и языково-онтологической (ЯОКМ) картинами мира. На рис. 2 приняты следующие обозначения: OD_k – онтология k -го домена предметных областей, где $k = \overline{1, K}$, $K = Card OD$ – мощность множества онтологий доменов, интегрированных в библиотеку; O_i – онтология, где $i = \overline{1, I}$, $I = Card ПдО$ – мощность множества онтологий предметных областей, интегрированных в библиотеку; OZ_i^j – онтология j -го типового набора задач i -й предметной области, где $j = \overline{1, J}$, $J = Card OZ$ – мощность множества типовых наборов задач i -й предметной области; $ЛО_i$ – лингвистическая онтология i -й предметной области (или общая); 1 – обработка грамматических неоднозначностей; 2 – построение поверхностных семантических структур; 3 – обработка семантических неоднозначностей; 4 – обработка концептуальных структур.

Онтологическая подсистема ОУИС с онтолого-управляемой архитектурой имеет ряд характерных особенностей:

– композиция онтологий разного уровня и назначения, как по вертикали, так и по горизонтали. По вертикали интегрируются онтология верхнего уровня, онтология домена предметных областей и онтология предметной области. По горизонтали интегрируются онтологии предметных знаний и знаний проблемного пространства. В свою очередь, предметные знания взаимодействуют с языковыми знаниями через лингвистическую онтологию предметной области;

– эффективное многократное использование онтологии предметной области и онтологии задач для разных наборов типовых задач. Будучи один раз построенными, указанные онтологии пригодны для решения произвольного набора задач. При этом для новой задачи только составляется ее расширенная спецификация на некотором языке, близком к естественному, которая затем анализируется лингвистическими средствами ОУИС. Результат анализа передается в блок решателя задач, где

формируется метод и соответствующий алгоритм, а также активизируются фрагменты онтографов объектов и процессов решения задачи;

– результатом целевой композиции компонентов архитектуры ЗОИС на основе онтологического метода является синтез структуры инструментального комплекса автоматизированного построения онтологических баз знаний предметных областей;

– применение произвольной онтологии (простой, смешанной или формальной) эффективно, прежде всего, в обучении. Действительно, гораздо эффективнее показать новому сотруднику предприятия онтограф представления структурных подразделений предприятия с его семантическими связями, чем долго рассказывать о той же самой структуре. Только ОУИС, имеющая в своем составе формальную онтологию предметной дисциплины, позволяет реализовать все преимущества электронного образования, в том числе и дистанционного обучения. Наиболее полно указанные свойства проявляются при использовании и взаимодействии онтологий двух уровней – онтологии домена предметных дисциплин (это может быть множество дисциплин, читаемых на кафедре или факультете) и онтологий курсов самих предметных дисциплин. При этом естественным образом находят решение проблемы открытости и закрытости систем обучения, единообразия представления понятийных структур обучения, автоматизированного построения новых курсов обучения с учетом накопленных преподавателями кафедры знаний, замена кадрового состава преподавателей и др.

Таким образом, определены основные знание-ориентированные признаки и процедуры ОУИС.

1. *Активность* (во времени) онтологической подсистемы, реализующей полный набор связей с другими подсистемами и внешним миром/пользователями (булеан ОУ-коммуникаций).

2. *Развитая система* средств (процедур) отработки целевых заданий и хранилищ знаний и данных, а в общем, целенаправленной деятельности ОУИС.

3. *Развитый предметный уровень управления* ЗОИС, формирующий требуемые взаимосвязи между различными составляющими онтолого-управления и двуединый процесс обработки онтознаний, с одной стороны, являющихся инструментом переработки информации, а с другой – результатом базового (накопления и приращения знаний) и прикладного процессинга.

4. Сформулированные *дальние и ближние цели и установки*, учитывающие приоритеты и критерии, выработанные в режиме обратной связи в процессе взаимодействия с внешней средой. При этом одной из наиболее важных целей является совершенствование ЗОИС как информационной системы в соответствии с общей стратегией развития интеллектуальных ИС.

5. *Взаимосвязь когнитивных и креативных процессов* расширения знаний ЗОИС, опирающихся на механизмы понимания (извлечения знаний из ЕЯ-текстов) и обобщения (поступательного движения вверх по уровням категориальной решетки).

6. *Взаимосвязь “сознательной” картины мира и ЯОКМ* на предметном уровне реализуется посредством лингвистической онтологии ПдО.

7. *Простая настройка ЗОИС* на заданную предметную область, как для решения задач пользователя, так и для саморазвития системы (создание базы знаний, их накопление, обновление и т. п.).

8. *Ориентация* онтолого-управляемой архитектуры на технологию *реконфигурируемого процессинга*, обеспечивающего адаптивность ЗОИС благодаря наличию архитектурных и технологических возможностей настройки в условиях априорной и текущей неопределенностей на основе обучения и опыта.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Палагин А. В., Крывый С. Л., Петренко Н. Г. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний. – [Монография]. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012.

A.V. Palagin, M.G. Petrenko, S.L. Kryvy

On the issue of the problem of designing knowledge-oriented information systems (ontological aspect).

The authors consider the architecture of the knowledge-oriented information system (KOIS) focusing on its ontological subsystem. The latter is represented by metalevel components; domain, subject area and application layers. Modes of KOIS operation and mechanism of ontological control are summarized.

Keywords: *knowledge-oriented information system, ontology-driven architecture, computer ontology.*
