

Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin
(editors)

Information Models of Knowledge

ITHEA[®]
KIEV – SOFIA
2010

Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin (ed.)

Information Models of Knowledge

ITHEA®

Kiev, Ukraine – Sofia, Bulgaria, 2010

ISBN 978-954-16-0048-1

First edition

Recommended for publication by The Scientific Concil of the Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA
ITHEA IBS ISC: 19.

This book maintains articles on actual problems of research and application of information technologies, especially the new approaches, models, algorithms and methods for information modeling of knowledge in: Intelligence metasynthesis and knowledge processing in intelligent systems; Formalisms and methods of knowledge representation; Connectionism and neural nets; System analysis and synthesis; Modelling of the complex artificial systems; Image Processing and Computer Vision; Computer virtual reality; Virtual laboratories for computer-aided design; Decision support systems; Information models of knowledge of and for education; Open social info-educational platforms; Web-based educational information systems; Semantic Web Technologies; Mathematical foundations for information modeling of knowledge; Discrete mathematics; Mathematical methods for research of complex systems.

It is represented that book articles will be interesting for experts in the field of information technologies as well as for practical users.

General Sponsor: Consortium FOI Bulgaria (www.foibg.com).

Printed in Ukraine

Copyright © 2010 All rights reserved

© 2010 ITHEA® – Publisher; Sofia, 1000, P.O.B. 775, Bulgaria. www.ithea.org ; e-mail: info@foibg.com

© 2010 Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin – Editors

© 2010 Ina Markova – Technical editor

© 2010 For all authors in the book.

® ITHEA is a registered trade mark of FOI-COMMERCE Co., Bulgaria

ISBN 978-954-16-0048-1

C/o Jusautor, Sofia, 2010

ЗНАНИЕ-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ КУРСОВ ОБУЧЕНИЯ

Александр Палагин, Юрий Тихонов, Николай Петренко, Виталий Величко

Аннотация: В работе рассматривается онтологический подход к проектированию и разработке электронных курсов. Приведен пример проектирования онтологии предметной дисциплины базы данных. Применение предложенного подхода позволит улучшить качество разрабатываемых электронных курсов, а использование средств автоматизированного лингво-семантического анализа текстовой информации на естественном языке даст возможность снизить трудозатраты на составление электронного курса.

Ключевые слова: онтологический подход, автоматизированная разработка электронного курса.

ACM Classification Keywords I.2 ARTIFICIAL INTELLIGENCE - I.2.4 Knowledge Representation Formalisms and Methods, K.3 COMPUTERS AND EDUCATION - K.3.1 Computer Uses in Education

Введение

Одним из перспективных направлений дальнейшего совершенствования электронных систем обучения является разработка методологических, онтологических и логических основ конструирования электронных курсов (ЭК). К онтологическим аспектам относится круг вопросов, начиная от областей применения и до формального описания компонент компьютерных онтологий предметных дисциплин (ПдД). Главный вектор исследований направлен на формализацию этапов построения, структурирования и представления знаний ПдД при обучении и интегрированного с ПдД проблемного пространства (эффективное сочетание лекционного и лабораторного материалов). В свою очередь, эффективная реализация указанных этапов и получение конечного результата (в виде, библиотеки онтологических баз знаний предметных дисциплин) невозможно без проведения системно-онтологического анализа заданной совокупности предметных дисциплин [1].

В данной работе будет рассмотрен онтологический аспект проектирования электронных курсов (ЭК).

Постановка задачи

Онтологический поход (ОнП) к проектированию и разработке ЭК является одним из важных практических приложений направления онтологического инжиниринга, с помощью которых могут быть решены (и качественно улучшены решения) следующие актуальные задачи в области электронного (в том числе и дистанционного) обучения:

- автоматизированная разработка ЭК на основе лингво-семантического анализа больших объемов текстовой информации с помощью оригинальных инструментальных средств. При этом текстовая информация формируется из апробированных в ведущих ВУЗах страны оцифрованных учебников (ОУ) на украинском и русском языках по данной ПдД;
- структурирование и обработка терминов и понятий, содержащихся в ОУ в соответствии с утвержденной методологией по заданной ПдД;
- существенное уменьшение трудоемкости составления ЭК, в т.ч. новых ЭК.

Онтологический подход

В онтолого-классификационной схеме средств и методов искусственного интеллекта ОнП [2] трактуется как разновидность системного подхода, основанного на знаниях. ОнП обеспечивает эффективное проектирование компонент любой знание-ориентированной информационной системы (ЗОИС).

Полагаем что, знание-ориентированная система разработки ЭК (ЗОЭК), как ЗОИС с обработкой знаний, содержащихся в оцифрованных учебниках, разработана с учетом *онтологического подхода*, если она обладает следующими характерными чертами:

1. Компьютерные онтологии (КО) ПдД обеспечивают эффективную машинную обработку общезыковых и предметных знаний ПдД.

2. В отличие от обычного, субъективного подхода при разработке ЭК, системно-онтологический подход [1] предполагает строгую (насколько это возможно на данном этапе развития науки) структуризацию терминов и понятий ПдД. Категориальный уровень представляется *онтологией верхнего уровня* домена предметных дисциплин ВУЗа (ОВУ). Проектирование ОВУ должно быть включено в общий алгоритм разработки ЭК. Например, на кафедре информационных технологий и систем Луганского национального университета ПдД для различных специальностей связаны через ОВУ.

3. Архитектурно-технологические особенности:

- модельно-управляемая архитектура характеризуется высоким уровнем формальности представления онтологии ПдД и механизмами онтолого-управляемости;

- высокая степень интеграции предметных знаний по совокупности дисциплин кафедры.

4. Использование оригинальных инструментальных средств поддержки автоматизированного построения онтологий ПдД (методика, технология и программная реализация).

Общая архитектурно-структурная организация онтолого-управляемой информационной системы описана в [2]. На рис. 1 представлена схема фрагмента архитектуры, отображающая “онтологическую” компоненту ЗОЭК, а также связь с процедурами информационной модели обработки знаний, содержащихся в оцифрованных учебниках.

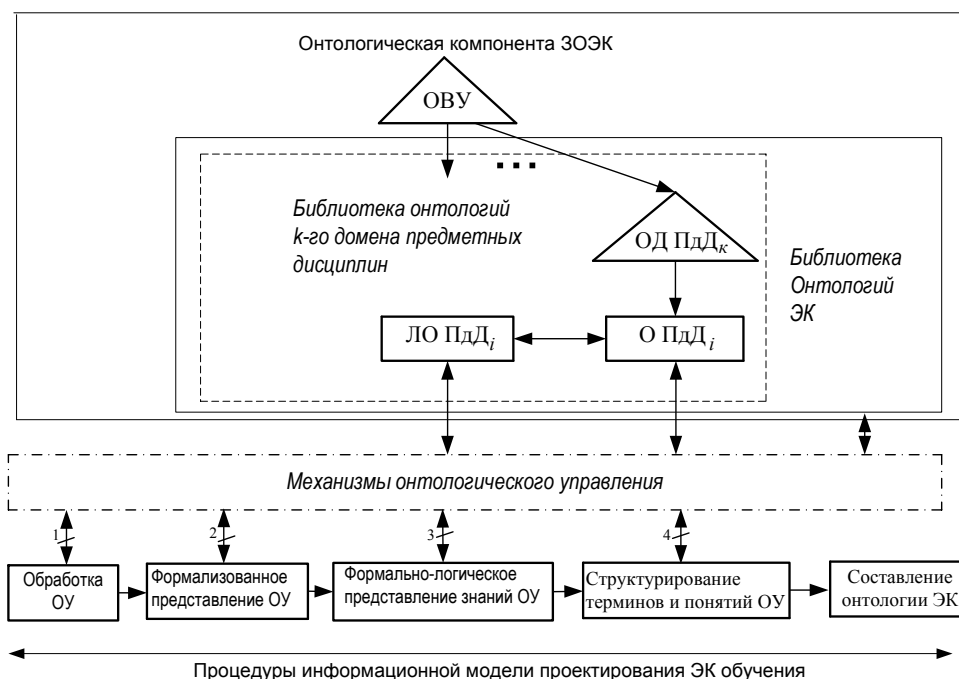


Рис. 1. Фрагмент архитектуры “онтологической” части ЗОЭК

На рис. 1 приняты следующие обозначения: ОЭК – онтологизированные электронные курсы; ОУ – оцифрованный учебник; ОД ПдД_k – онтология k-го домена предметных дисциплин факультета, где $k = \overline{1, K}$, $K = \text{Card } D$ – мощность множества онтологий доменов D, интегрированных в библиотеку; ЛО ПдД_i

– лингвистическая онтология i -ой предметной дисциплины, где $i = \overline{1, I}$, $I = \text{Card ПдД}$ – мощность множества онтологий предметных областей, интегрированных в библиотеку; $O \text{ ПдД}_i$ – онтология i -ой предметной дисциплины, $LO \text{ ПдД}_i$ – лингвистическая онтология i -ой предметной дисциплины, где $i = \overline{1, I}$, $I = \text{Card ПдД}$; 1 – обработка омонимичных форм; 2 – построение поверхностных семантических структур; 3 – обработка семантических неоднозначностей; 4 – обработка концептуальных структур.

Компьютерные онтологии

Компьютерные онтологии – это интенсивно развивающийся раздел информатики, как теоретической, так и практической [1, 3, 4]. Актуальность данного направления в настоящее время очевидна.

КО некоторой ПдД можно рассматривать как общезначимую, открытую базу знаний ПдД, представленную на общепринятом (формальном) языке спецификации знаний. Это позволяет выделить из множества разнообразных практических приложений КО [5, 6] приложение с особым статусом – обучение. При этом создание “онтологизированных” электронных курсов (в том числе и дистанционных) представляется важной самостоятельной научно-технической проблемой.

Только информационная система с онтолого-управляемой архитектурой, имеющая в своём составе КО некоторой ПдД, 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 (множество дисциплин, читаемых на факультете) и онтологий самих предметных дисциплин. При этом естественным образом находят своё решение такие проблемы как: открытости и закрытости систем обучения; единообразия представления понятийных структур обучения; автоматизированного построения новых курсов обучения с учётом накопленных преподавателями кафедры знаний и др.[7].

Добротный ЭК должен обладать всеми структурными элементами определяющими аксиоматизацию научных знаний: аксиомы или схемы аксиом; исходные (первоначальные) понятия; правила вывода и построения системы знаний; определения; теоремы, следствия, положения, выводимые из теории, леммы, логико-методологические принципы аксиоматизирующей теории, *интерпретация* как логический прием по установлению значения терминологических выражений теорий, знаковой (формальной) системы [8].

Произвольная онтология (простая, смешанная или формальная) эффективна, прежде всего, в обучении. Действительно, гораздо эффективнее показать студенту онтограф ПдД, чем другими средствами описывать концепты ПдД и их связи.

Онтология обладает когнитивностью, структурирует знания некоторой предметной области в соответствии с онтологическими принципами. Преподавателю онтология (в особенности компьютерная) облегчит разработку учебного курса, студенту улучшит восприятие материала и взаимосвязи предметных знаний. В силу этого можно ожидать значительного эффекта от применения онтологий в образовании в виде улучшения качества восприятия знаний в ПдД.

Ожидается, что онтологии будут влиять на следующее поколение систем e-learning.

Как уже говорилось, наиболее полно преимущества онтолого-управляемой информационной системы в ВУЗе проявляются при использовании и взаимодействии онтологий двух уровней – онтологии домена предметных дисциплин (множество дисциплин, читаемых на кафедре) и онтологий самих предметных дисциплин.

Онтология в реальных ЗОЭК, обеспечивающих работу кафедры ВУЗа, должна включать две иерархически связанных компоненты: метаонтологию (онтологию, концептами которой служат онтологии последующих категориальных уровней), предметную онтологию (состоящую из онтологии объектов и онтологии процессов и задач).

Модельно-управляемая архитектура

Использование онтологии в качестве компонента интерфейса пользователя особенно важно при автоматизированном создании ЭК, так как онтология включает семантическую информацию относительно ограничений, наложенных на понятия и их отношения. Онтологии, например, могут быть применены для генерации интерфейсов для ЭК, которые проверяют нарушение ограничений. Преподаватель и студент могут ознакомиться с онтологией, чтобы лучше понять терминологический словарь, используемый в ПдД.

Реализация указанных технологий предполагает учет различных формально-методологических требований, критериев и оценок. Приведем основные из них.

1. Сущность методов онтологического исследования как раздела системного анализа предполагает:
 - построение информационной и функциональной моделей ЗОЭК;
 - исследование структур ПдД и взаимосвязи компонент знаний для ПдД, читаемых на кафедре.
2. Необходимость структурирования терминов и понятий.
3. Правила формирования достоверных утверждений и выводов, описывающих термины и понятия ПдД.
4. Поддержание онтологии домена ПдД, читаемых на кафедре.

Средства инструментальной поддержки автоматизированного построения О ПдД

Одним из главных требований к онтологизированным (знание – ориентированным) системам разработки ЭК (с формированием терминов и понятий из ЕЯО ОУ) является наличие формализованной методики автоматизированного построения онтологии произвольной ПдД, действенной информационной и функциональной модели и соответствующих инструментальных средств программной реализации. При этом предполагается, что в качестве источника онтологических знаний выступает лингвистический корпус текстов множества ОУ (на русском и украинском языке) из заданной ПдД.

Для обработки текстов на украинском языке известны только лингвистические программные процессоры, использующиеся в основном для построения лексикографических систем. Кроме того, отдельной проблемой для всех систем-прототипов представляется лингвистическая обработка больших объемов текстовой информации во времени, приближенном к реальному.

Для модельно-управляемой ЗОЭК с обработкой знаний, содержащихся в ОУ (рис.1.), схема функциональной модели процесса проектирования ЭК представлена на рис. 2.

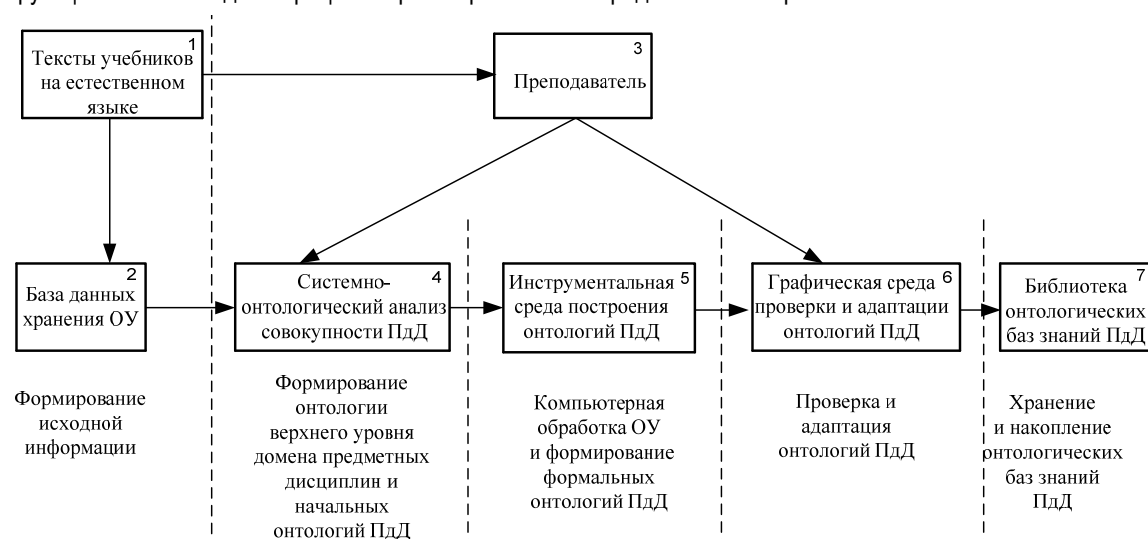


Рис.2. Функциональная модель процесса проектирования ЭК обучения.

Процесс проектирования ЭК ориентирован на эффективную программную поддержку реализации наиболее трудоёмких по времени процедур, что должно решить проблему обработки больших объемов текстовой информации (см. блоки 1, 2).

В блоке 4 выполняется системно-онтологический анализ совокупности ПдД и формирование ОВУ.

В блоке 5 выполняется компьютерная обработка большого объема текстовой информации ОУ и формируется онтология ПдД. Построение множества понятий ПдД является первым шагом в проектировании ЭК. Известны многочисленные публикации [4-6, 9-11 и др.], описывающие ручные и “автоматизированные” методики проектирования онтологии ПдО. Их общим недостатком является ручное формирование множества понятий. При объеме понятий для ЭК из нескольких ОУ в несколько тысяч такое проектирование становится крайне неэффективным. ЗОЭК поможет устранить данный недостаток.

В блоке 6 осуществляется проверка и адаптация онтологии ПдД в интерактивном режиме, включающем работу преподавателя в автоматизированной графической среде.

В блоке 7 осуществляется накопление онтологических баз знаний ПдД, использование которых позволит обеспечить единообразие представления понятийных структур обучения дисциплин читаемых на кафедре. Электронный курс, построенный на основе онтологического подхода автоматизированным способом по данной ПдД, интегрирует общие концепты и их связи и в этом смысле является общезначимым, общепринятым, построенным с существенным уменьшением субъективного фактора.

Построенная в соответствии с функциональной моделью программная модель позволит существенно уменьшить трудозатраты на составление ЭК (в т.ч. новых ЭК) за счет большой степени автоматизации работ, выполняемых в блоке 5 (рис.2.).

Интегрированные инструментальные средства, реализующие ЗОЭК, находятся в стадии проектирования и разработки.

ЭК, разработанные с использованием онтологического подхода, позволят реализовать большинство преимуществ электронного образования. Знания выпускника при использовании онтологизированных ЭК будут представляться с помощью единой системы однозначно трактуемых понятий, при этом систему понятий легче сконструировать непротиворечивой, полной, структурированной, адекватно отражающей действительность.

Пример проектирования онтологии ПдД “Базы данных”

Принципы и механизмы онтологического подхода применяются при проектировании архитектурной и информационной компонент КС. Далее рассмотрим пример проектирования информационной компоненты ЗОЭК с обработкой ОУ – онтологии ПдД “Базы данных” (БД). При этом, методика проектирования (и соответствующий алгоритм) описана в [1], а базовой компонентой инструментальных средств обработки множества ОУ является языково-онтологическая информационная система, которая состоит из лексикографической базы знаний, языково-онтологической картины мира, семантического анализатора и семантико-информационного интерпретатора [12].

В качестве множества ЕЯО использовались ОУ по БД [13-19], На рис. 3 представлен онтограф начальной онтологии заданной ПдД, который в соответствии с методикой спроектирован вручную преподавателем кафедры.

На рис. 4,а–4,б представлен онтограф онтологии объектов заданной ПдО, спроектированный с помощью оригинальных инструментальных средств.

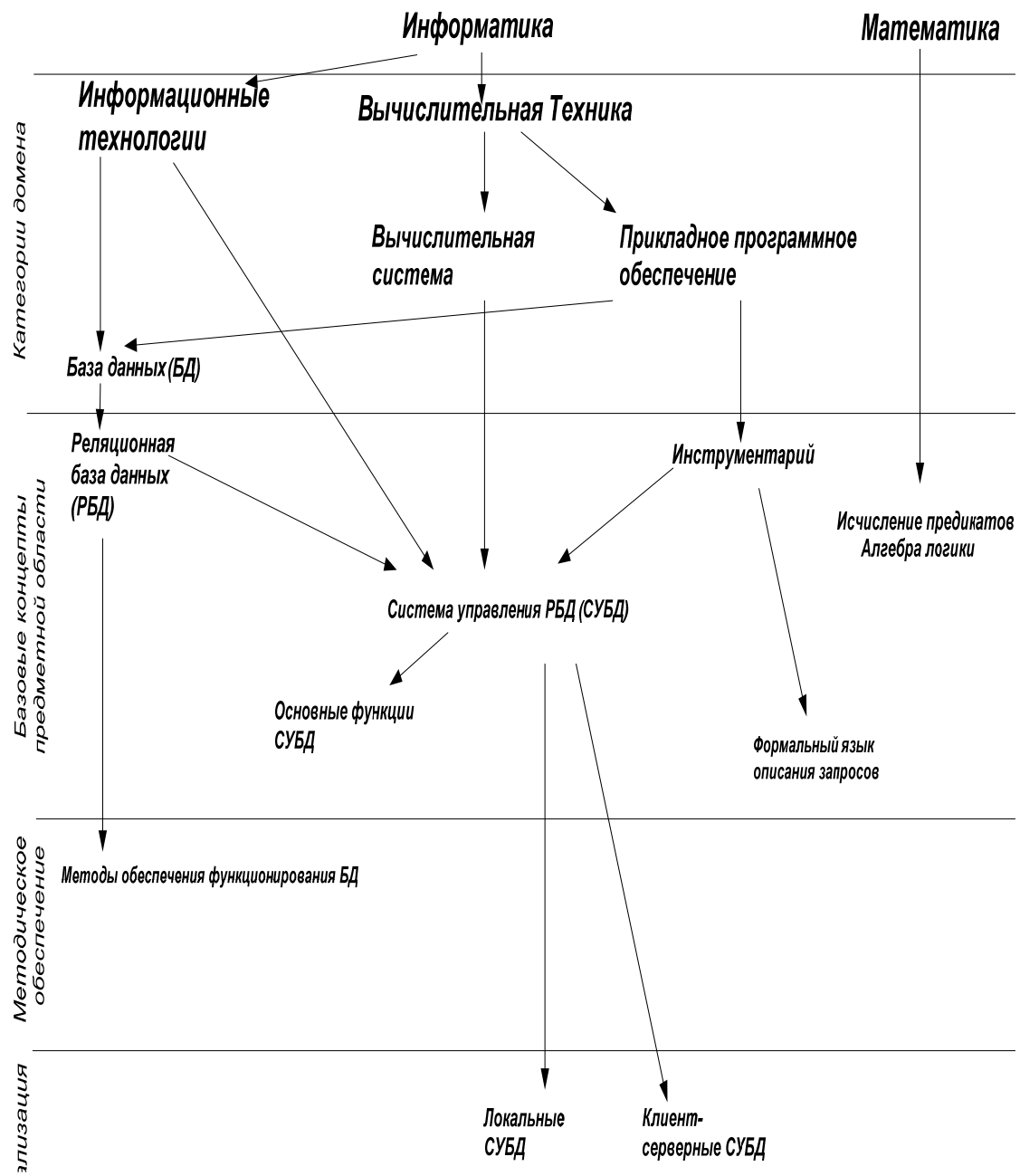


Рис. 3. Онтограф начальной онтологии ПдД "БД "

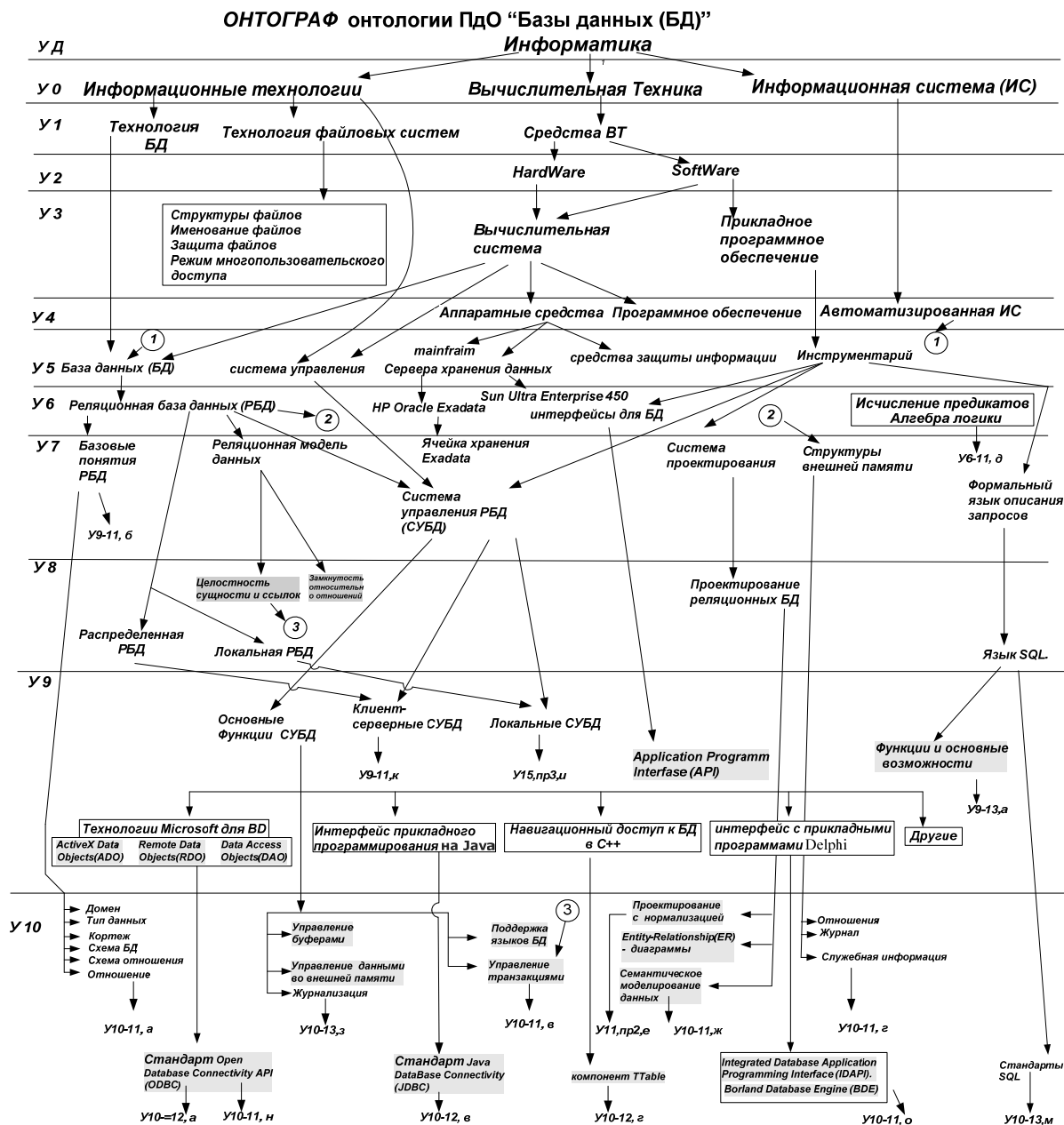
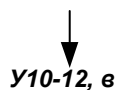


Рис. 4, а. Онтограф онтологии объектов ПдД “БД”

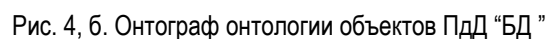
На рис. 4,а-4,б введены обозначения:



– ссылка на объект в этом рисунке;



– ссылка на объект в другом уровне на другом рисунке, **У10-12** указывает с какого уровня на какой указывает ссылка, **в**- индекс ссылки.



Выводы

В работе предложен подход к решению актуальных задач в области электронного образования, в частности автоматизированной разработки ЭК на основе онтологического подхода. Использование в процессе проектирования ЭК автоматизированного лингво-семантического анализа больших объемов текстовой информации на естественном языке, полученной из ОУ на русском и/или украинском языке, а также структурирование и обработка терминов (понятий) из заданной ПдД, позволяет существенно улучшить качество и снизить трудозатраты на составление ЭК. Совершенствование предлагаемого подхода предполагается на основе опытной эксплуатации системы поддержки автоматизированного построения О ПдД.

Литература

1. Палагин А.В., Петренко Н.Г. Системно-онтологический анализ предметной области // УСИМ. – 2009. – № 4. – С.3–14.
2. Палагин А.В., Крывый С.Л., Петренко Н.Г. Знание-ориентированные информационные системы с обработкой естественно-языковых объектов: основы методологии и архитектурно-структурная организация // УСИМ. – 2009. – № 3. – С.42–55.
3. Gruber, T.R. 1995. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. International Journal of Human and Computer Studies, 43(5/6): 907–928.
4. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
5. Палагин А.В., Яковлев Ю.С. Системная интеграция средств компьютерной техники. – Винница: «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2005. – 680 с.
6. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. пособие. – М.: Изд. – во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 304 с.
7. Палагин А.В., Петренко Н.Г., Тихонов Ю.Л., Величко В.Ю. К вопросу автоматизированного построения онтологии предметной дисциплины для электронных курсов обучения. Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля – 2010. – № 4(150).
8. Добров Б.В., Лукашевич Н.В., Невзорова О.А., Федунев Б.Е. Методы и средства автоматизированного проектирования прикладной онтологии // Изв. РАН. Теория и системы управления. – М.: 2004. – № 2. – С.58–68.
9. Gruber, T. R. 1993. A translation approach to portable ontology specifications // Knowledge Acquisition, 5 (2): pp. 199–220.
10. Гаврилова Т.А. – Онтологический инжиниринг / http://www.kmtec.ru/publications/library/authors/ontolog_engineering.shtml .
11. Natalya F. Noy and Deborah L. McGuinness. "Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology". Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001. – available at http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.html.
12. Палагин А.В., Петренко Н.Г. К проектированию онтологоуправляемой информационной системы с обработкой естественно-языковых объектов // Математические машины и системы. – 2008. – №2. – с.14–23.
13. Д.Дейт. Введение в систему баз данных . - М., СПб.: BHV - Санкт - Петербург 1977.- 312с
14. Скотт Баркер. Использование Microsoft Access 97.-Киев-Москва: Диалектика, 1997г.- 257 с.
15. Мари Свонсон. Microsoft Access 97: наглядно и конкретно.-Москва: Microsoft Press, Русская редакция, 1997г.- С10-57.
16. Алексей Гончаров. Access 97 в примерах.-С.-Петербург: Питер, 1998г.-С.12-60.
17. В. Пасько. Access97 для пользователя.-Киев: BHV, 1997 г.-С.5-28, 99-121
18. Фаронов В. Программирование баз данных в Delphi 6. Учебный курс. – СПб: Питер, 2002. – 352 с.
19. Шумаков П.В. Delphi 3 и разработка приложений баз данных. – М.: «Нолидж», 1998. – 704 с.

Информация об авторах



Палагин Александр Васильевич – академик НАН Украины; заместитель директора Института кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины; Киев-187 ГСП, 03680, просп. акад. Глушкова, 40; e-mail: palagin_a@ukr.net

Основные области научных исследований: системная интеграция трансдисциплинарных научных знаний, онтологический инжиниринг



Тихонов Юрий Леонтьевич – к.т.н., доц., доцент кафедры ИТС, Луганского национального университета им. Тараса Шевченко; e-mail: t2003i@mail.ru

Основные области научных исследований: разработка онтологизированных электронных курсов



Петренко Николай Григорьевич – к.т.н., старший научный сотрудник, Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Киев-187 ГСП, 03680, просп. акад. Глушкова, 40; e-mail: petrng@ukr.net

Основные области научных исследований: методология и инструментальные средства автоматизированного проектирования онтологий предметных областей, системная интеграция трансдисциплинарных научных знаний



Величко Виталий Юрьевич – к.т.н., доц., Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Киев-187 ГСП, 03680, просп. акад. Глушкова, 40; e-mail: velychko@aduis.com.ua

Основные области научных исследований: индуктивный логический вывод, обработка естественно-языковых текстов.