

А.В. Палагин, С.Л. Крытый, Н.Г. Петренко, В.Ю. Величко

Знание-ориентированные информационные системы с обработкой естественно-языковых объектов: онтологический подход. II

Рассмотрена концепция онтологического подхода к проектированию знание-ориентированных информационных систем с обработкой естественно-языковых объектов. Предложены характерные черты компьютерной системы, спроектированной на базе онтологического подхода, основные из которых – наличие формальной онтологии предметной области и инструментальных средств ее автоматизированного проектирования, онтологии верхнего (среднего) уровня и эффективных механизмов обработки и накопления предметных знаний.

The conception of the ontological approach to designing the knowledge-oriented information systems with the processing of naturally-language objects (NLO) is considered. Characteristic features of the computer system designed on the basis of the ontological approach are suggested, the basic of which are: the presence of formal ontology of a subject domain and tool means of its automated designing, the ontology of the top (middle) level and efficient mechanisms of the processing and accumulation of subject knowledge.

Розглянуто концепцію онтологічного підходу до проектування знання-орієнтованих інформаційних систем з обробкою природномовних об'єктів. Запропоновано характерні ознаки комп'ютерної системи, спроектованої на базі даного підходу, основними з яких є присутність формальної онтології предметної області та інструментальних засобів її автоматизованого проектування, онтології верхнього (середнього) рівня та ефективних механізмів обробки і накопичення предметних знань.

Введение. Описан онтологический подход к разработке методологических и системотехнических основ конструирования и практического применения знание-ориентированных информационных систем (ЗОИС) с обработкой естественно-языковых объектов (ЕЯО). Предложенный подход ориентирован на решение проблемы извлечения, формального представления, обработки и системной интеграции знаний. В процессе ее решения выделяют *три аспекта исследований* – онтологический, логический и методологический. Эти аспекты имеют свои, в общем случае фиксированные объекты исследований, соответствующие процессу познания или разработке некоторой ЗОИС. В связи с этим все объекты могут быть разделены на три группы: система сущностей (или объектов реального мира), система знаний и система обработки сущностей в соответствии с данной системой знаний. *Первая* группа есть предметом онтологического исследования (или онтологического подхода), *вторая* – предмет логического исследования и *третья* – методологического. Главные составляющие последнего – онто-инфологический подход к проектированию класса онтолого-управляемых информационных систем,

парадигма двойственного участия онтологических знаний при языковой и проблемной обработке информации, а также виртуальная парадигма (в частности, архитектура компьютерной системы, ориентированная на технологию реконфигурируемого процессинга) [1]. К онтологическим аспектам относится широкий круг вопросов, начиная с формального описания компонент компьютерных онтологий и заканчивая решением практических задач в конкретных прикладных областях. Главный вектор исследований направлен на формализацию этапов построения, структурирования и представления знаний предметной области (ПдО) и интегрированного с ней проблемного пространства. В свою очередь эффективная реализация указанных этапов и получение конечного результата (в виде базы знаний ПдО) невозможны без проведения системно-онтологического анализа заданной ПдО [2].

Постановка задачи

Онтологический подход к проектированию информационной и архитектурной компонент компьютерной системы (КС) возник как междисциплинарный подход к построению, представлению и обработке структур систем зна-

ний, модели которых описывают структуру и взаимосвязи объектов соответствующих предметных областей [3].

Онтологический подход в статье представлен следующими компонентами*:

- 1) Компьютерные онтологии;
- 2) Онтология верхнего уровня;
- 3) Онтолого-управляемая архитектура;
- 4) Интеграция междисциплинарных знаний и развивающиеся ЗОИС;
- 5) Средства поддержки автоматизированного построения онтологии ПдО (О ПдО);
- 6) Прикладная лингвистическая направленность онтолого-управляемой информационной системы (ОУИС);
- 7) Онто-инфологический подход к проектированию ОУИС;
- 8) Режимы функционирования ОУИС.

Средства поддержки автоматизированного построения О ПдО

Одним из главных требований к онтологической системе (ОнС) (с извлечением знаний из ЕЯО) представляется наличие формализованной методики автоматизированного построения онтологии произвольной ПдО, действенной интегрированной информационной технологии (ИИТ) и соответствующих инструментальных средств ее реализации. При этом предполагается, что в качестве источника онтологических знаний выступает лингвистический корпус текстов (ЛКТ) из заданной ПдО и знания специалиста-проектировщика. При этом, если для обработки англоязычных и русскоязычных текстов с последующим приобретением и обработкой знаний известны системы-прототипы (*KRITON*, *TAKT*, *SIMER+MIR* и др.) [4], то для обработки текстов на украинском языке известны только лингвистические программные процессоры, используемые в основном для построения лексикографических систем. Кроме того, отдельной проблемой для всех систем-прототипов представляется лингвистическая обработка сверхбольших объемов текстовой информации в реальном времени.

*Первые четыре компонента рассмотрены в [3]. В данной статье будут рассмотрены компоненты 5–8 и пример.

Формализованная методика проектирования онтолого-управляемой информационной системы с обработкой знаний, содержащихся в ЛКТ (в том числе написанных на украинском языке) [1], отличается наличием двух взаимодействующих блоков, соответственно для обработки знаний в заданной ПдО и обработки текстов на основе «языковых» знаний, и базируется на схеме интегрированной технологии [3]. Инструментальный комплекс, реализующий ИИТ, представлен на рис. 1.

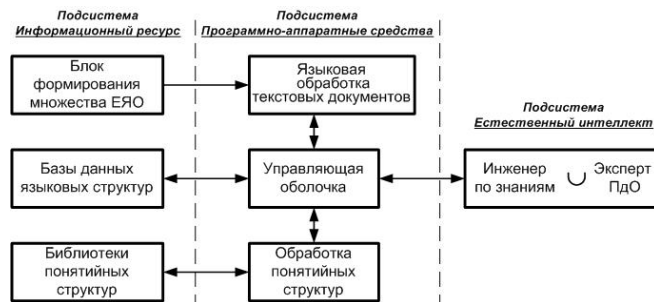


Рис. 1. Блок-схема инструментального комплекса

Общие требования к ОнС [1–3]:

- в качестве информационных объектов представления содержания текстовой информации выбраны онтологии текстового документа и предметной области;
- общий алгоритм лингвистического анализа и архитектурно-структурная организация ОУИС ориентированы на эффективную программно-аппаратную поддержку реализации наиболее трудоемких по времени процедур, что должно решить проблему обработки сверхбольших объемов текстовой информации;
- компоненты архитектуры ОУИС и инструментальной среды ориентированы на гибкий механизм перестройки с одного режима функционирования на другой (рассмотрены ниже).

Прикладная лингвистическая направленность ОУИС

Компьютерная онтология в ОУИС [3] есть формальное выражение концептуальных знаний о ПдО и по своей роли сопоставима с базой знаний интеллектуальной информационной системы. Кроме того, с помощью формальной онтологии ПдО (проблемы, задачи) становится возможным решение ряда новых научно-технических

ких задач, до сих пор не имеющих удовлетворительного решения. К ним можно отнести:

- задачи прикладной лингвистики, ориентированные на обработку текстовой информации:

- фиксация смысла входных сообщений и интегрированных массивов информации;

- обобщение или расширенное толкование смысловых структур входных ЕЯО при выполнении задач конспектирования, реферирования и др.;

- «онтологизированные» алгоритмы машинного перевода;

- эффективная обработка контекстных неоднозначностей;

- методы формирования новых знаний все больше переориентируются из плоскости эмпирической в плоскость системную.* Такая переориентация становится возможной благодаря формальным онтологиям как продуктам применения системно-онтологического подхода. Сказанное справедливо и по отношению к описанным категориальным каркасам понятий ПдО и принципам их формирования.

Рассмотрим один из подходов формирования понятий как совокупность процедур, предшествующих формированию новых знаний. В большинстве случаев новые, не известные ранее знания представляют собой определенное обобщение (либо интерпретацию) уже известных знаний в категориях рассматриваемого либо вышестоящих уровней иерархии.

Знания могут представляться единой системой однозначно трактуемых понятий, должны быть непротиворечивы, полны, адекватно отражать действительность и характеризоваться только двумя истинностными значениями. Для этого случая можно использовать классическое исчисление предикатов первого порядка в качестве формального аппарата представления мысленного образа предметной области в базах знаний (или онтологии ПдО). При этом база знаний ПдО представляет собой непротиворечивую и полную формальную теорию [5].

*Такая ориентация только частично относится к научно-техническому творчеству, но она полностью относится к так называемым «простым, рабочим» новым знаниям.

Формирование понятий может быть реализовано следующим образом:

- на основе признаков моделей;

- на основе связанных моделей;

- с применением недетерминистских способов;

- с применением комбинированных способов.

В первом случае задача формирования понятий близка к задаче обучения распознаванию образов. При этом понятие, сформированное на основе обучающей выборки, будет в общем случае приближением к действительному понятию, причем степени близости этих понятий зависят от представительности обучающей выборки. В основу *признаковых моделей* положен упорядоченный отбор конъюнкций значений признаков, характеризующих группы положительных объектов и не определяющих ни одного из отрицательных объектов. Среди процессов формирования понятий на основе признаков моделей различаются процессы обобщения в пространстве собственных признаков и процессы обобщения контекстных признаков. Контекстное формирование понятий наблюдается тогда, когда приходится устанавливать смысл незнакомого слова по его связям с другими словами текста.

Если признаковые модели удобны для выражения логики понятий, то связанные – для отображения структуры объектов.

Недетерминистский способ формирования понятий предполагает возможное пересечение объемов разных понятий, когда обучающая выборка может содержать одинаковые объекты с противоречивыми указаниями.

Множество понятий ПдО – первый компонент в модели О ПдО, причем первый как по важности, так и по сложности его автоматического формирования. Известны ручные и «автоматизированные» методики проектирования онтологии ПдО [4, 6–10]. Их общий недостаток – ручное формирование множеств понятий X и R . При объеме понятий в несколько сотен или тысяч такое проектирование становится крайне неэффективным, а использование известных автоматизированных средств графиче-

ческого проектирования онтологического дерева не позволяет достичь поставленной цели в полном объеме. Существующие методики ориентированы в основном на проектирование небольших онтологий [10].

Онто-инфологический подход к проектированию ОУИС

Онто-инфологический подход (ОИП) [1] представляет собой подкласс двух подходов – логико-информационного (ЛИП) [11–13] и онтологического. По сути, онто-инфологическая модель ОУИС ориентируется на предварительно «онтологизированные» (на основе системно-онтологического анализа [2]) сферы обработки, хранения и транспортировки информации, являющиеся базовыми понятиями в логико-информационной модели. При этом условно можно считать, что ОнП синтезирует «операционную часть» ОУИС, а ЛИП – «управляющую».

Важной отличительной особенностью ОИП в сравнении с ЛИП есть добавление еще как минимум одного (предметного) уровня управления ОУИС. Кроме того, особый статус приобретает аппаратный уровень. Эти уровни в совокупности обеспечивают эффективное функционирование и настройку ОУИС на заданный класс задач (по обработке текстовой информации) или предметную область.

«Онтологизация» сфер обработки информации имеет следующие характерные черты.

Для *сферы хранения*. Память ОУИС проектируется с учетом онтологической информации – сегментируется на память библиотеки онтологий домена предметных областей, библиотеки онтологий текстовых документов, общую базу фактов и правил вывода домена.

Для *сферы транспортировки*. ЛИП-представление этой сферы учитывает скорость передачи количества информации в единицу времени и число информационных каналов. Эти характеристики для схемы онто-инфологической модели видоизменяются, преобразуясь в «скорость формализации» ЕЯ-информации, которая напрямую зависит от канала «онтологического фильтра». Суть состоит в том, что ЕЯ-информации присущи разного рода неоднозначности, и,

прежде чем перейти к машинной обработке формализованного представления, эта информация итерационно «фильтруется» лингвистическими онтологиями языковых и предметных знаний до тех пор, пока не будут устранены все виды неоднозначности.

Для *сферы обработки*. Прежде всего, это тенденция к обработке информации междисциплинарного характера, основанной на системной интеграции онтологических знаний из разных ПдО.

Режимы функционирования ОУИС характеризуются следующими особенностями:

- обработка целевых заданий (внешних и внутренних): активизация процесса, актуализация информации, релевантной одной или нескольким ПдО, и размещение ее в памяти, решение поставленной проблемы (задачи), выработка, систематизация и выдача результирующих продуктов (в случае знание-ориентированной деятельности – приращение знаний);

- развитие ОУИС как информационной системы согласно общей стратегии развития: инвентаризация и систематизация знаний (расширение метазнаний), формализация и когнитивизация представлений, интерпретационное расширение системы знаний, увеличение объема реакций и ассоциативных связей.

Пример проектирования онтологии ПдО «Проектирование вычислительных устройств и систем на ПЛИС»

Принципы и механизмы онтологического подхода могут быть применены при проектировании архитектурной и информационной компонент КС [3]. Рассмотрим пример проектирования информационной компоненты ОУИС с обработкой ЕЯО – онтологии ПдО «Проектирование вычислительных устройств и систем на ПЛИС» на основе методики проектирования (и соответствующего алгоритма) и базовой компоненты инструментальных средств обработки множества ЕЯО – языково-онтологической информационной системы [1].

В качестве множества ЕЯО использованы монографии [14–17], а для формирования множеств функций интерпретации и аксиом для

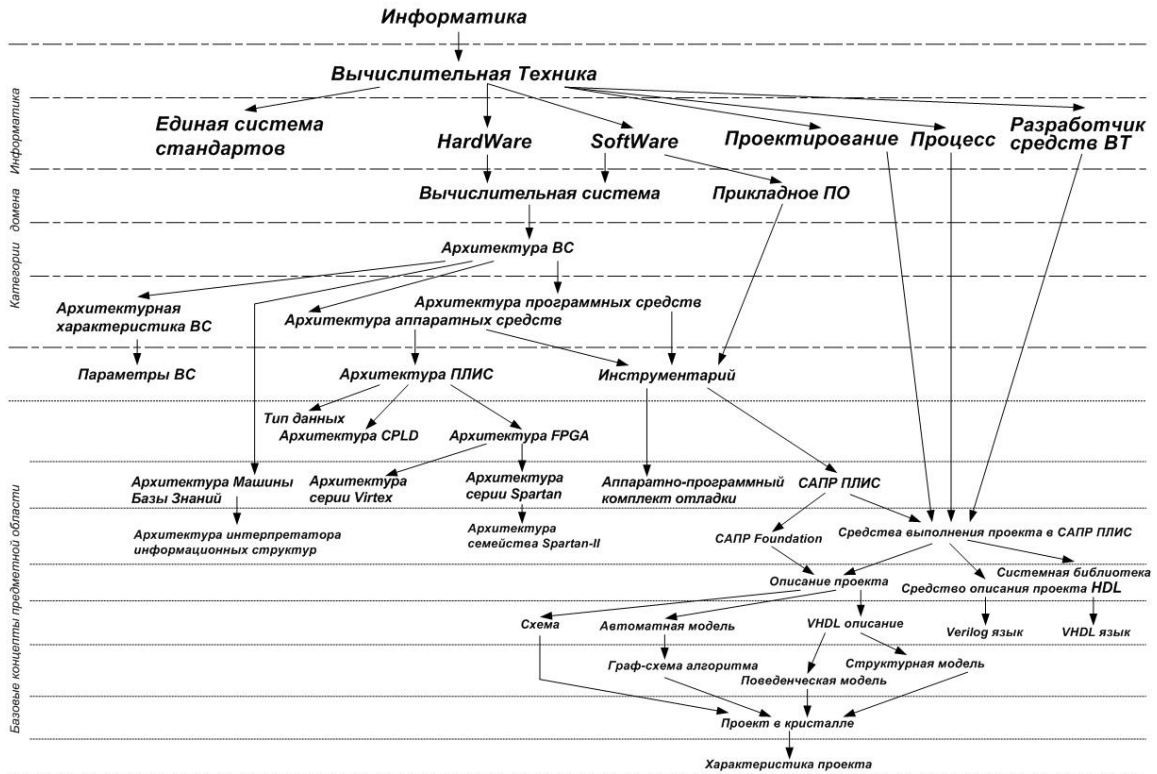


Рис. 2. Онтограф начальной онтологии ПДО «Проектирование вычислительных устройств и систем на ПЛИС»

концептов онтологии – толковые словари и энциклопедия [18–22]. Полное формализованное

описание спроектированной онтологии занимает более двухсот страниц, поэтому приведем

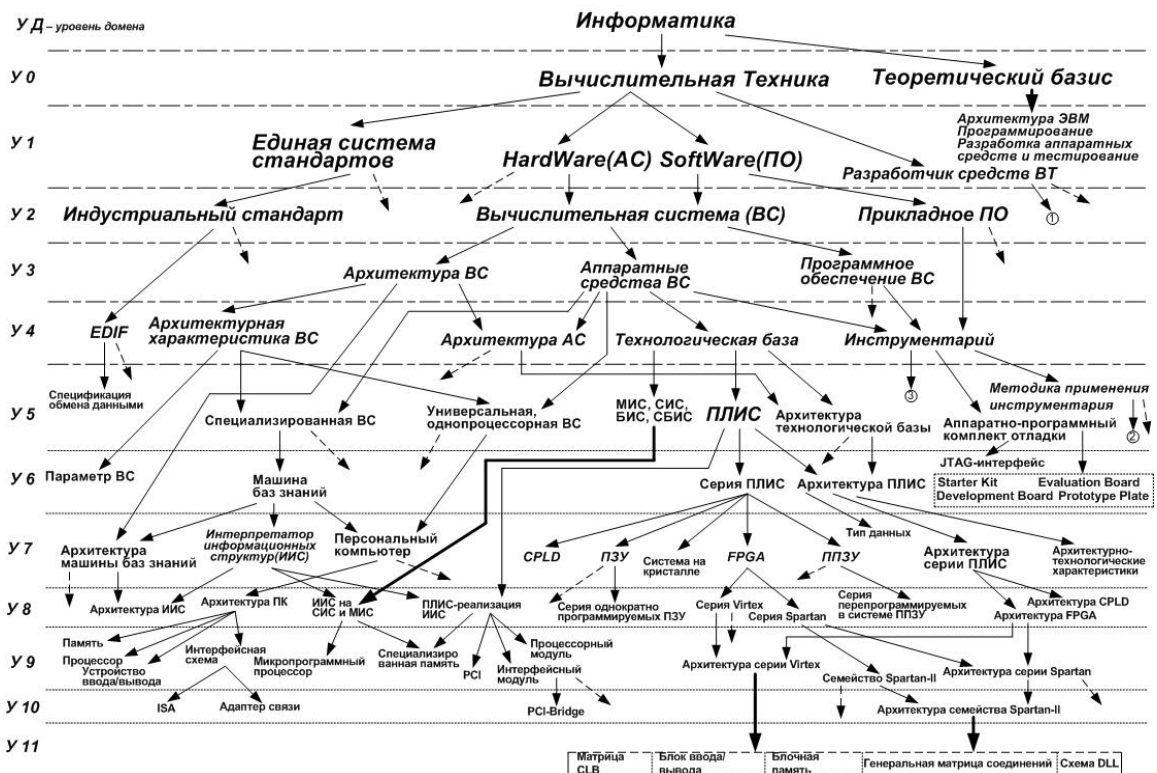


Рис. 3,а. Онтограф онтологии объектов ПДО «Проектирование вычислительных устройств и систем на ПЛИС»

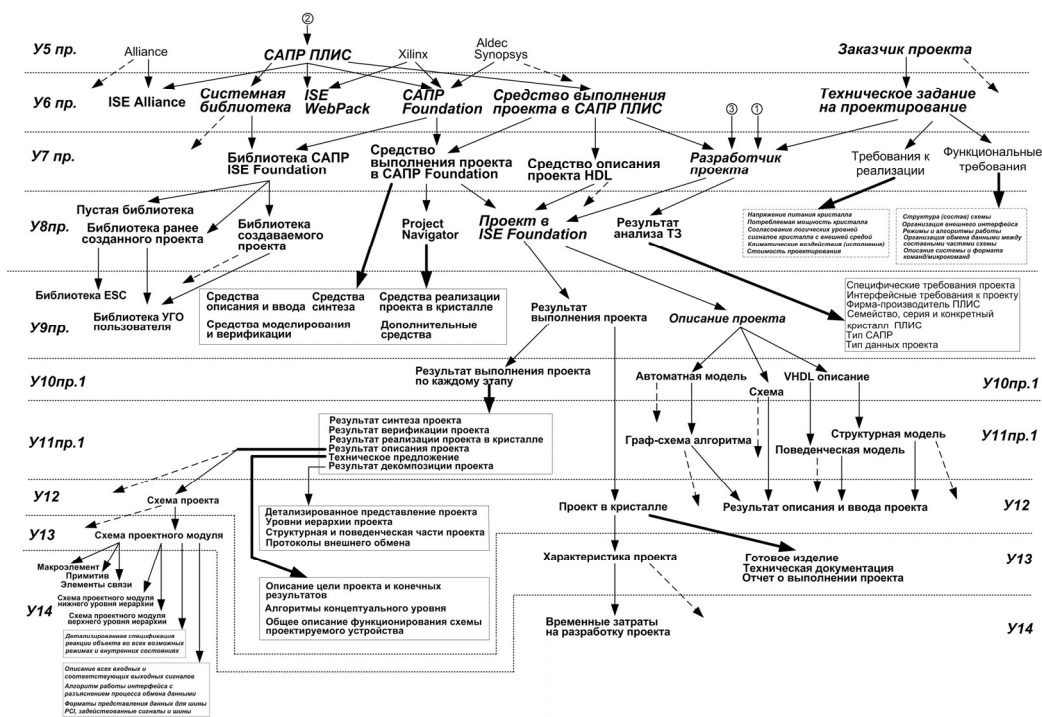


Рис. 3.б. Онтограф онтологии объектов ПдО «Проектирование вычислительных устройств и систем на ПЛИС»

его только для фрагмента начальной онтологии, а для онтологий объектов и процессов – только их неполные онтографы.

На рис. 2 представлен онтограф начальной онтологии заданной ПдО, который в соответствии с методикой спроектирован вручную инженером по знаниям и экспертом.

На рис. 3,а,б представлен онтограф онтологии объектов заданной ПдО, спроектированный с помощью инструментального комплекса.

На рис. 4,а,б представлены соответственно верхние и нижние уровни онтографа онтологии процессов заданной ПдО, спроектированные с помощью инструментального комплекса.



Рис. 4.а. Онтограф верхних уровней онтологии процессов ПдО «Проектирование вычислительных устройств и систем на ПЛИС»



Рис. 4,б. Онтограф нижних уровней онтологии процессов ПдО «Проектирование вычислительных устройств и систем на ПЛИС»

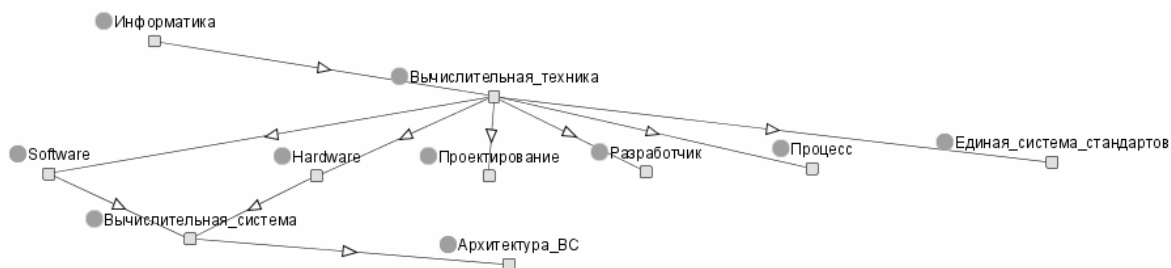


Рис. 5. Фрагмент онтографа начальной онтологии заданной ПдО, спроектированный в инструментальной среде Protégé

На рис. 5 представлен фрагмент онтографа начальной онтологии заданной ПдО, спроектированный в инструментальной среде Protégé, а на рис. 6 – его OWL-описание.

```

<!-- Created with Protégé (with OWL Plugin 3.4, Build 526) http://protege.stanford.edu -->
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns="http://www.aduis.com.ua/ПЛИС#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xml:base="http://www.aduis.com.ua/ПЛИС">
  <owl:Ontology rdf:about="">
  </owl:Ontology>
  <owl:Class rdf:ID="Информатика"/>
  <owl:Class rdf:ID="Разработчик">
  <rdfs:subClassOf>
  <owl:Class rdf:ID="Вычислительная техника"/>
  </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Software">
  <rdfs:subClassOf>
  <owl:Class rdf:about="#Вычислительная техника"/>
  </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Архитектура ВС">
  <rdfs:subClassOf>
  <owl:Class rdf:ID="Вычислительная система"/>
  </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  </rdf:RDF>

```

```

</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Проектирование">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Вычислительная_техника"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Hardware">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Вычислительная_техника"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#Вычислительная_техника"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Информатика"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Единая_система_стандартов_СВТ">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Вычислительная_техника"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Вычислительная_система">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Hardware"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Software"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Процесс">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Вычислительная_техника"/>
</owl:Class>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Commondef"/>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="axiom">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
  <Единая_система_стандартов_СВТ rdf:ID="_Единая_система_стандартов_СВТ">
  <hasCommon rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >система стандартов, которая распространяется на стационарные средства вычислительной
    техники (СВТ), и устанавливает требования к СВТ</hasCommon>
  <Definition rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Единая система стандартов СВТ – система стандартов, которая распространяется на стационарные средства вычислительной техники (СВТ), применяемые в автоматизированных системах управления различного назначения всех уровней, в системах обработки данных, сетях ЭВМ, на вычислительных центрах автономно, а также встраиваемые в машины оборудование и приборы, и предназначенные для сбора, подготовки, ввода, накопления, обработки, вывода, отображения, приема и передачи информации, и устанавливает требования к СВТ, изготовляемым для народного хозяйства и экспорта.</Definition>
  <axiom rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >(система стандартов)&amp;( распространяется на стационарные средства вычислительной техники)&amp;( устанавливает требования к СВТ)</axiom>
  <Единая_система_стандартов_СВТ>
<Вычислительная_техника rdf:ID="Вычислительная_техника">
  <axiom rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >(наука)&amp;(вычислительные машины)&amp;(построение)&amp;(использование)</axiom>
  <hasCommon xml:lang="ru">наука, изучающая вычислительные машины, принципы их построения и использования</hasCommon>
  <Definition rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >наука о принципах построения, действия и проектирования этих средств.</Definition>
  <Definition rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```


>область техники, объединяющая средства автоматизации математических вычислений и обработки информации в различных областях человеческой деятельности</Definition>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">

>дисциплина, изучающая вычислительные машины, принципы их построения и использования. Включает в себя исследование таких аспектов, как: программирование, информационные структуры, разработка программного обеспечения, языки программирования, компиляторы и операционные системы, разработка аппаратных средств и тестирование, архитектура вычислительных систем, сети ЭВМ и сопряжение вычислительных машин, системный анализ и проектирование, теория информации, систем и вычислений, прикладная математика и электроника, вычислительные методы, методы машинной графики и приложения</Definition>
 </Вычислительная_техника>
 <Software rdf.ID="_Software">
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
 >общий термин для обозначения “неосязаемых”, в отличие от физических частей вычислительной системы</Definition>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
 >является одним из видов обеспечения вычислительной системы, наряду с техническим (аппаратным), математическим, информационным, лингвистическим, организационным и методическим обеспечением</Definition>
 <axiom rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
 >("неосязаемые" части вычислительной системы)&(физические части вычислительной системы)</axiom>
 <hasCommon rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
 >общий термин для обозначения “неосязаемых”, в отличие от физических частей вычислительной системы;</hasCommon>
 </Software>
 <Разработчик rdf.ID="Разработчик_ВТ">
 <hasCommon rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
 >специалист в области вычислительной техники, занимающийся разработкой некоторого вычислительного устройства или класса вычислительных устройств</hasCommon>
 <axiom rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
 >(специалист)&(вычислительная_техника)&(разработка вычислительного устройства) </axiom>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
 >специалист в области вычислительной техники, занимающийся разработкой некоторого вычислительного устройства или класса вычислительных устройств</Definition>
 </Разработчик>
 <Hardware rdf.ID="_Hardware">
 <hasCommon rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
 >технические средства, используемые при выполнении программы</hasCommon>
 <axiom rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
 >(технические средства)&(используемые)&(выполнение программы)</axiom>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
 >технические средства, в отличие от программ, процедур, правил и соответствующей документации</Definition>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
 >средства, используемые при выполнении программы</Definition>
 </Hardware>
 <Архитектура_ВС rdf.ID="_Архитектура_ВС">
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
 >а) общая логическая организация цифровой вычислительной системы, определяющая процесс обработки данных в конкретной вычислительной системе и включающая методы кодирования данных, состав, назначение, принципы взаимодействия технических средств и программного обеспечения</Definition>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">

>б) понятие, определяющее состав, назначение и порядок взаимодействия устройств ВС, объединенных для решения конкретных задач</Definition>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>в) принцип построения и организации работы ВС, включая определение функционального состава основных узлов и блоков, а также структуры управляющих и информационных связей между ними </Definition>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

<hasCommon rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>логическая организация цифровой вычислительной системы, определяющей состав, назначение и порядок взаимодействия устройств ВС</hasCommon>
 <axiom rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>(логическая организация цифровой вычислительной системы) &(определяет состав)&(определяет назначение)&(определяет порядок)&(взаимодействия устройств ВС)</axiom>

</Архитектура_ВС>

<Информатика rdf.ID=" **Информатика**">
 <axiom rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>(наука)&(общие свойства)&(общие закономерности)&(информации)</axiom>
 <hasCommon rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>наука об общих свойствах и закономерностях информации </hasCommon>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>большая область теоретических и прикладных знаний, связанных с получением, сохранением, преобразованием, пересылкой и использованием информации</Definition>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>научная дисциплина, изучающая структуру и общие свойства научной информации, а также закономерности всех процессов научной коммуникации</Definition>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>наука об общих свойствах и закономерностях информации, а также методах ее поиска, передачи, хранения, обработки и использования в различных сферах деятельности человека</Definition>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>научное направление, которое занимается изучением законов, методов и способов накопления, переработки и передачи информации с помощью компьютера и других технических средств; группа дисциплин, которые занимаются разными аспектами использования и разработки ЭВМ: прикладная математика, программирование, программное обеспечение, искусственный интеллект, архитектура ЭВМ, вычислительные сети</Definition>

</Информатика>

<Проектирование rdf.ID=" **Проектирование**">
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>комплекс работ с целью получения описаний нового или модернизируемого технического объекта, достаточных для реализации или изготовления объекта в заданных условиях </Definition>
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>это комплекс работ, цель которого – получение технической документации, позволяющей реализовать или изготовить новый или модернизируемый объект с заданными свойствами и с заданным функционированием в заданных условиях</Definition>
 <axiom rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>(комплекс работ)&(получения описания)&(для реализации объекта) or (для изготовления объекта)</axiom>
 <hasCommon rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>комплекс работ с целью получения описания, достаточного для реализации или изготовления объекта</hasCommon>

</Проектирование>

<Вычислительная_система rdf.ID=" **Вычислительная_система**">
 <Definition rdf.datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

>взаимосвязанная совокупность средств вычислительной техники, включающая в себя не менее
двух основных процессоров либо вычислительных машин, из которых роль основного процессо-
ра выполняет хотя бы одна</Definition>
<Definition rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>собственно вычислительная машина с подключенными к ней внешними устройствами </Definition>
<axiom rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>(взаимосвязанная совокупность средств вычислительной техники)&amp;(включающая не ме-
нее двух основных процессоров) or (вычислительных машин) or (собственно вычислительная
машина)&amp;(с подключенными внешними устройствами).</axiom>
<hasCommon rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>взаимосвязанная совокупность средств вычислительной техники, включающая в себя не менее
двух основных процессоров либо вычислительных машин; собственно вычислительная машина с
подключенными к ней внешними устройствами</hasCommon>
</Вычислительная_система>
<Процесс rdf:ID="_Процесс">
<axiom rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>(последовательность действий) and (определяется объектом) or (определяется явлением) </axiom>
<hasCommon rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>последовательность действий, которая определяется объектом или явлением</hasCommon>
<Definition rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>некоторая последовательность действий, составляющих задачу</Definition>
<Definition rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>последовательность предсказуемых событий, определяемая объектом или явлением и выпол-
няемая в заданных условиях; течение событий, происходящих в соответствии поставленной цели
или результату</Definition>
</Процесс>
<owl:AnnotationProperty rdf:ID="Definition"/>
</rdf:RDF>
<!--Created with Protégé (with OWL Plugin 3.4, Build 526) http://protege.stanford.edu -->

```

Рис. 6. OWL-описание фрагмента онтографа начальной онтологии

Далее представлено формально-логическое описание концептов (из приведенного на рис. 5 фрагмента) начальной онтологии заданной ПДО.

Информатика: (наука)&(общие свойства)&(общие закономерности)&(информации);

Вычислительная техника: (наука)&(вычислительные машины)&(построение)&(использование).

Проектирование: (комплекс работ)&(получения описания)&(для реализации объекта) or(для изготовления объекта).

Разработчик ВТ: (специалист)&(вычислительная техника)&(разработка вычислительного устройства).

Процесс: (последовательность действий)&(определяется объектом)or(определяется явлением).

Hardware: (технические средства)&(используемые)&(выполнение программы).

Software: («неосязаемые» части вычислительной системы)&(физические части вычислительной системы).

Вычислительная система: (взаимосвязанная совокупность средств вычислительной техники)&(включающая не менее двух основных процессоров)or(вычислительных машин) or(собственно вычислительная машина)&(с подключенными внешними устройствами).

Архитектура ВС: (логическая организация цифровой вычислительной системы)&; (определяет состав)&(определяет назначение)&-(определяет порядок)&(взаимодействия устройств ВС).

Единая система стандартов СВТ (система стандартов)&(распространяется на стацио-

нарные средства вычислительной техники)& (устанавливает требования к СВТ).

Заключение. Рассмотрена концепция онтологического подхода к проектированию знание-ориентированных информационных систем с обработкой ЕЯО. Предложены характерные черты КС, спроектированной на основе ОнП, основными из которых являются: наличие формальной онтологии ПдО и инструментальных средств ее автоматизированного проектирования, онтологии верхнего (среднего) уровня и эффективных механизмов обработки и накопления предметных знаний. Приведен пример проектирования компьютерной онтологии ПдО на основе представительного множества ЕЯО (содержащих около 1000 концептов).

Представленные результаты позволяют повысить эффективность процедур и соответствующих алгоритмов обработки ЕЯ-информации и соответствующих инструментальных средств.

1. Палагин А.В., Крытый 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.
2. Палагин А.В., Петренко Н.Г. Системно-онтологический анализ предметной области // Там же. – № 4. – С. 3–14.
3. Знание-ориентированные информационные системы с обработкой естественно-языковых объектов: онтологический подход / А.В. Палагин, С.Л. Крытый, Н.Г. Петренко и др. / Там же. – 2010. – № 4. – С. 3–14.
4. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
5. Гладун В.П. Процессы формирования новых знаний. – София: СД «Педагог 6», 1994. – 192 с.
6. Gruber T.R. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing // Intern. J. of Human and Comp. Studies. – 1995. – 43(5/6): P. 907–928.
7. Бармаков А.И., Бармаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. пособие. – М.: Изд.-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 304 с.
8. Гаврилова Т.А. – Онтологический инжиниринг. – http://www.kmtec.ru/publications/library/authors/ontology_engineering.shtml

9. Методы и средства автоматизированного проектирования прикладной онтологии / Б.В. Добров, Н.В. Лукашевич, О.А. Невзорова и др. // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2004. – № 2. – С. 58–68.
10. Natalya F. Noy, 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. – http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.html
11. Палагин А.В. К решению основной задачи эмуляции // УСиМ. – 1980. – № 3. – С. 24–28.
12. Микропроцессорные системы обработки информации / А.В. Палагин, Е.Л. Денисенко, Р.И. Белицкий и др. – К.: Наук. Думка, 1993. – 352 с.
13. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. – СПб.: Питер, 2003. – 698 с.
14. Палагин А.В., Опанасенко В.Н. Реконфигурируемые вычислительные системы: Основы и приложения – К.: Просвіта, – 2006. – 280 с.
15. Грушевицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Узрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
16. Зотов В.Ю. Проектирование цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx в САПР WebPACK ISE. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 624с.
17. Зотов В.Ю. Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС фирмы Xilinx. // Там же, 2006. – 520 с.
18. Іваницький Р.В., Кияк Т.Р. П'ятимовний тлумачний словник з інформатики. – К.: Наук. Думка, 1995. – 372 с.
19. Бардачов Ю.М., Костін В.О., Ходаков В.Е. Тлумачний російсько-українсько-англійський словник. Комп'ютерні науки та комп'ютерна інженерія. – Херсон: Олді-плюс, 2006. – 1028 с.
20. Проїдаков Е.М., Теплицький Л.А. Англо-український тлумачний словник з обчислювальної техніки, інтернету і програмування. – К.: СофтПрес, 2006. – 768 с.
21. Енциклопедія кібернетики (у двох томах). – Гол. ред. Української радянської енциклопедії. – Київ, 1973.
22. Норенков И.П., Маничев В.Б. Основы теории и проектирования САПР: Учеб. для втузов. – М.: Высш. шк., 1990. – 335 с.

Поступила 29.04.2010

Тел. для справок: (044) 526-3348 (Киев)

© А.В. Палагин, С.Л. Крытый, Н.Г. Петренко, В.Ю. Величко, 2010