

УДК 004.82



Е.В. Потапова

ТНУ им. В.И.Вернадского, Центр когнитивной и прикладной лингвистики,  
Симферополь, Украина, helenlpota@rambler.ru

## МОДЕЛЬ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ ОНТОЛОГИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ С НЕЧЕТКИМИ СЕМАНТИЧЕСКИМИ СОСТОЯНИЯМИ ТЕРМИНОВ

В статье рассматривается модель лингвистической онтологии на основе теории нечетких семантических состояний Колмогорова-Широкова. Введено понятие лексико-онтологического класса и исследованы особенности перехода терминов онтологии между классами и существование нечетких семантических состояний.

ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ ОНТОЛОГИЯ, МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ, НЕЧЕТКИЕ СЕМАНТИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ

### Введение

Одним из современных направлений развития интеллектуальных систем анализа текста на естественном языке (ЕЯ) и инженерии знаний является разработка интеллектуального ядра на основе лингвистических онтологий (ЛО).

Согласно [1] под онтологиями понимают систему явной концептуализации предметной области (ПрО), то есть формального представления предметной области:

$$O = \langle T, R, F \rangle, \quad (1)$$

где  $O$  — это упорядоченная тройка конечных множеств, причем  $T$  — термины ПрО, которую описывает онтология  $O$ ;  $R$  — отношения между терминами заданной ПрО;  $F$  — функции интерпретации, заданные на терминах и/или отношениях онтологии  $O$ .

Формальный подход к построению онтологий ПрО со временем был дополнен лингвистическим, где онтологии выстраиваются на основе корпуса текстов, а термины явно связаны с их дефинициями. Главной характеристикой лингвистических онтологий является то, что понятия онтологии связаны со значениями (“are bound to the semantics”) языковых выражений (слов, именных групп и т.п.) [2]

При создании онтологий ПрО внутри множеств  $\langle T \rangle$  и  $\langle R \rangle$  вводятся типы или группы. Анализ процесса решения задач с помощью ЛО ПрО, описанный в русскоязычных и англоязычных источниках [2–7], позволяет сделать вывод о том, что набор свойств, связей и даже тип понятия (термина)  $t \in \langle T \rangle$  может варьироваться для различных задач. Это позволяет сделать вывод о необходимости определения типа выбранного понятия и, как следствие, его свойств и связей, в зависимости от конкретной задачи.

Довольно часто встречается ситуация, когда зависимость свойств и связей определенного понятия от конкретной задачи решается через сложную систему продукций (аксиом, ограничений).

Алгоритм решения задач в таких системах весьма непрозрачен, что делает отладку приложений очень сложной, а работу интеллектуальной системы в целом ненадежной.

В других исследованиях над онтологией ПрО надстраивают онтологию верхнего уровня, состоящую из абстрактных общих понятий, которые некоторым образом задают типизацию понятий в онтологии ПрО. Однако такие системы слишком формальны с точки зрения когнитивного моделирования и на практике дают довольно грубые результаты.

В [7] эта проблема решается с помощью системы онтологий: онтологии задач, онтологии свойств и лингвистической онтологии ПрО. Это сложная, но эффективная система. Однако при анализе материала в интересующей автора предметной области «Физика магнитных явлений» выяснилось, что существует множество ситуаций, когда свойство какого-либо понятия может выступать в другой задаче как самостоятельное понятие и обязано присутствовать в онтологии ПрО помимо того, что оно уже присутствует в онтологии свойств. Таким образом, получается дублирование информации в системе, что может приводить к ошибкам вычислений.

### 1. Постановка задачи

Итак, представляется целесообразной разработка модели представления знаний ПрО посредством системы из двух онтологий: онтологии задач и лингвистической онтологии ПрО, где будет введена соответствующая семантическая типизация понятий ПрО, и модель описания термина будет содержать указание на семантический тип в зависимости от решаемой задачи. Теоретической основой для построения модели лингвистической онтологии ПрО с нечеткими семантическими состояниями терминов является теория семантических состояний Колмогорова-Широкова.

Работа выполняется на материале предметной области «Физика магнитных явлений» (ФМЯ).

## 2. Основные положения теории семантических состояний

Центральной категорией концептуального моделирования языка выступает «*семантическое состояние языковой единицы*» (понятие «состояние языковой единицы» сформулировано А.Н. Колмогоровым, теоретически обосновано и формализовано В.А. Широковым)

Семантическое состояние слова и вообще любой языковой единицы определено как «множество признаков лексической и грамматической семантики», процесс понимания представлен как редукция некоторого начального (априорного) набора семантических состояний к некоторому определенному состоянию, характерному для анализируемого контекста [8].

Формальное соответствие между языковой единицей и ее семантическим состоянием определяется следующим образом:

$$\psi : X \rightarrow \Psi(X), \quad (2)$$

где  $X$  — некоторая единица языка;  $\psi$  — соответствие между  $X$  и  $\psi(X)$  — формальным объектом, который представляет семантическое состояние единицы  $X$ , имеющее своими детерминантами элементы средств материального выражения семантики.

Для единицы  $X$  семантические состояния составляют некое счетное множество, обозначим его символом  $\{\psi(X)\}$ . Класс определенных единиц языка обозначим символом  $W$ ; множество всех семантических состояний для всех  $X \in W$  обозначим через  $\Psi$ ,  $\Psi = \{\psi(X); X \in W\}$ .

Далее вводится оператор  $F$ , действие которого определено на множестве семантических состояний  $g$  и который интерпретируется как оператор значения определенной семантической категории (ими могут быть также и категории грамматической семантики: если  $F$  является оператором части речи, то его значениями являются:  $f_1$  — «существительное»,  $f_2$  — «глагол»,  $f_3$  — «прилагательное» и т.д.). Это означает, что  $F$  определяет некий интеллектуальный механизм, который, анализируя семантическое состояние  $\psi(X)$ , в котором находится единица  $X$ , идентифицирует конкретное значение семантической категории, отвечающей именно данному семантическому состоянию. Действие оператора  $F$  может быть выражено следующим образом:

$$F\psi_i(X) = f_i\psi_i(X), \quad (3)$$

где  $f_i$  — определенное значение семантической категории; функции  $\psi_i(X)$ ,  $i = 1, 2, \dots$  представляют семантические состояния словоформы  $X$ , которые маркируют ее принадлежность значению  $f_i$  категории  $F$ . Значения  $f_i$ ,  $i = 1, 2, \dots$  являются *собственными значениями оператора  $F$* , соответ-

ствующими семантическим состояниям  $\psi_i(X)$ ,  $i = 1, 2, \dots$ . Множество всех семантических состояний, соответствующих собственному значению  $f_i$ , будем называть множеством частных семантических состояний и обозначим символом  $\Psi(f_i)$ :

$$\Psi(f_i) := \{\psi : F\psi = f_i\psi_i\}. \quad (4)$$

Уравнение (3) в тех случаях, когда множество, которое пробегает индекс  $i$ , состоит более чем из одного элемента, представляет формальное выражение явления семантической многозначности. Для единиц лексического уровня — это полисемия и омонимия (как лексическая, так и грамматическая). В частности, в случае омонимии уравнение отображает ситуацию, когда словоформа  $X$  в одном контексте может находиться в состоянии, скажем, существительного, а в другом — в состоянии, например, глагола. Такую разновидность омонимии обычно называют межчастеречной омонимией.

В то же время в теории семантических состояний [8] отмечается, что существуют так называемые смешанные семантические состояния, для которых оператор  $F$  может характеризоваться двумя (и более) значениями. Формально такую ситуацию можно передать с помощью соотношения:

$$F\psi(X) = f_1\mu_1(\psi_1)\psi_1(X) + f_2\mu_2(\psi_2)\psi_2(X) + \dots, \quad (5)$$

где семантическое состояние  $\psi$  единицы  $X$  при действии на него оператора  $F$  расщепляется на два (и более), а именно:  $\psi_1(X)$  и  $\psi_2(X)$ , где  $\psi_1$  отвечает значению семантической категории  $f_1$ , а  $\psi_2(X)$  — значению семантической категории  $f_2$ ; лингвистический смысл функций  $\mu_1(\psi_1)$  и  $\mu_2(\psi_2)$  будет рассмотрен ниже.

Таким образом, смешанное семантическое состояние представляет собой своеобразное явление суперпозиции (смеси) чистых семантических состояний  $\psi_1(X)$  и  $\psi_2(X)$ , которые соответствуют частям речи  $f_1$  и  $f_2$ .

Формальный механизм описания подобных явлений осуществляется таким образом, как показано в [8]. Определим на множестве  $\Psi = \cup_f \Psi(f_i)$  структуру нечеткого в смысле Заде множества. Для этого на каждом из подмножеств  $\Psi(f_i)$  определим функцию принадлежности  $\mu_i(\psi)$ , которая для каждого  $\psi \in \Psi(f_i)$  приобретает определенное числовое значение из интервала  $[0, 1]$ :

$$\mu_i(\psi) \in [0, 1]. \quad (6)$$

При этом будем считать, что если  $\mu_i(\psi) = 1$ , то состояние  $\psi$  является чистым, а если  $\mu_i(\psi)$  меньше 1, соответствующее  $\psi$  является компонентом смешанного состояния, второй компонент которого  $\psi'$  (для двухкомпонентных состояний) принадлежит определенному множеству  $\Psi(f_j)$ ,  $i \neq j$ , со значением функции принадлежности  $\mu_j(\psi')$ ,

также меньшим 1, но таким чтобы выполнялось условие:

$$\mu_i(\psi) + \mu_j(\psi') = 1. \quad (7)$$

Тогда каждое из подмножеств  $\Psi(f_i)$  превращается в нечеткое множество с функцией принадлежности  $\mu_i(\psi)$ :

$$\Psi(f_i) \rightarrow \{\Psi(f_i), \mu_i(\psi), \psi \in \Psi(f_i)\}. \quad (8)$$

Элементами определенного таким образом нечеткого множества служат пары  $(\psi(f_i), \mu_i(\psi))$ . Вместе с этим структура нечеткого множества индуцируется и на всем множестве  $\Psi$  как объединении нечетких множеств (8) при выполнении условия (7). Функция принадлежности  $\mu_i(\psi)$  при этом приобретает интерпретацию как мера приобретения семантическим состоянием  $g$  свойств значения  $f_i$  категории  $F$ . Максимальное значение, равное 1, функция принадлежности принимает в чистых состояниях, которые характеризуют слова с однозначно определенным показателем принадлежности к некоторой семантической категории [8].

Обобщенное условие (7), а именно:  $\mu_1(\psi_1) + \mu_2(\psi_2) + \dots = 1$ , обеспечивает полноту семантических свойств рассмотренного слова и замкнутость семантического описания.

### 3. Нечеткие семантические состояния в онтологии ПрО

При проектировании онтологий ПрО, особенно в области естественных наук, на этапе общего анализа ПрО обычно проводят классификацию понятий. Все понятия ПрО объединяют в несколько групп (количество которых может быть достаточно большим) в соответствии с их значением в рамках данной ПрО. Назовем эти семантические группы или классы — *онтологическими классами* по лексическому значению.

В основном понятия принадлежат какому-либо одному классу, однако в каждой ПрО найдется некоторое число понятий (терминов), которые принадлежат одновременно нескольким группам (классам). Для отражения этой ситуации в концептуальной модели ПрО предполагается использовать нечеткие множества Л.Заде и теорию семантических состояний Колмогорова-Широкова.

Для онтологий предметных областей ввиду указанной выше ситуации имеет смысл ввести «оператор лексического онтологического класса». Тогда его значениями будут названия тех групп или классов понятий, которые были выделены при проектировании онтологии. Точно так же, как и в случае с категориями грамматической семантики, термины онтологии ПрО могут находиться в одном чистом состоянии (принадлежать одному *онтологическому классу*), в нескольких чистых состояниях (т.е. принадлежать нескольким *онтологическим классам*, что зависит от задачи, решаемой с помощью

онтологии), а также в смешанном — нечетком семантическом состоянии.

Как уже говорилось, проектирование онтологии ПрО начинается с анализа ПрО и выделения лексических онтологических классов понятий. Названия этих классов не являются родовыми понятиями для какого-либо из таксонов внутри онтологии, они лишь означают тип понятия в разрезе его свойств, ключевых для ПрО. Введем оператор  $S$ , действие которого определено на множестве семантических состояний  $g$  и который интерпретируется как оператор значения семантической категории —  $S$  является оператором *лексического онтологического класса*. Его значениями будут являться:  $s_1$  — название класса 1,  $s_2$  — название класса 2,  $s_i$  — название  $i$ -того класса.

Попытаемся посредством  $S$  установить определенный интеллектуальный механизм, который, анализируя семантическое состояние  $\psi(t)$ , в котором находится термин  $t \in \langle T \rangle$  онтологии  $O$  (см. 1), идентифицирует определенное значение конкретной семантической категории, отвечающее этому семантическому состоянию. Тогда результат классификации терминов ПрО можно представить в виде действия оператора  $S$ :

$$S\psi_i(t) = s_i\psi_i(t), \quad (9)$$

где  $s_i$  — определенное значение семантической категории; функции  $\psi_i(t), i = 1, 2 \dots$  представляют семантические состояния термина онтологии  $t$ , которые маркируют его принадлежность значению  $s_i$  категории  $S$ .

Уравнение (9) в тех случаях, когда множество, которое пробегает индекс  $i$ , состоит более чем из одного элемента, представляет ситуацию, когда некоторое понятие ПрО, выраженное термином  $t$ , может принадлежать нескольким лексико-онтологическим классам в зависимости от задачи. Если же термин находится в смешанном состоянии, то

$$S\psi(t) = s_1\mu_1(\psi_1)\psi_1(t) + s_2\mu_2(\psi_2)\psi_2(t) + \dots, \quad (10)$$

где  $\mu_i(\psi) \in [0, 1]$  — это функция принадлежности семантического состояния  $\psi$  термина  $t$  лексико-онтологическому классу с наименованием  $s_i$ . При этом должно выполняться условие семантической полноты (7).

Таким образом, *лексико-онтологические классы* представляют собой нечеткие множества, где часть элементов принадлежит одновременно, по крайней мере, двум классам.

### 4. Модель лингвистической онтологии ПрО

Лингвистические онтологии, как уже было сказано, содержат помимо собственно формальной онтологии еще и большое количество структурированной лингвистической информации об объектах онтологии. Одна из наиболее подробных моделей

описана в работе [9], где лингвистическую компоненту онтологии формально описывает структура вида  $LS(\Psi^L, G^L)$ , где  $\Psi^L$  — множество объектов,  $G^L$  — множество атрибутов объектов. Множество атрибутов складывается из множества лексических параметров; множества синтаксических параметров (параметры правил синтаксического согласования составляющих); множества грамматических категорий; множества композиционных параметров (параметры правил образования многословных терминов, правил вариативности элементов); множества дистантных параметров (расстояние между составляющими термина).

Задачи, связанные с категориями грамматической семантики (например, снятие омонимии при автоматическом анализе текста), вполне эффективно решаются с помощью приведенной выше модели лингвистической онтологии. Однако для задач, где необходимо оперировать знаниями ПрО, имеет смысл дополнить модель лингвистической онтологии параметрами и механизмами, обеспечивающими более точное оперирование смыслом понятий в зависимости от задачи.

На основании вышеизложенного подхода (определения нечетких семантических состояний терминов онтологии ПрО) и модели описания лингвистической компоненты онтологии, приведенной в [9], была разработана концептуальная модель лингвистической онтологии по физике магнитных явлений (ФМЯ), включающая в себя лексикографическую параметризацию терминов онтологии и формальное описание других структурных элементов — отношений и функций.

### 5. Модель описания терминов

Онтология по ФМЯ разрабатывается на основе словаря терминов по ФМЯ (русский-украинский-английский). Результаты работы опубликованы в [11]. Лексикографическая параметризация для любого термина  $t \in \langle T \rangle$  из формулы (1) включает в себя следующие параметры:  $t(t^S, t^{L1}, t^{L2}, \langle t^G \rangle, t^D, \langle t^C \rangle, t^{St})$ , где  $t^S$  — орфографический стандарт (русский язык),  $t^{L1}$  — переводные эквиваленты на язык L1 (украинский язык),  $t^{L2}$  — переводные эквиваленты на язык L2 (английский язык),  $\langle t^G \rangle$  — множество грамматических параметров,  $t^D$  — дефиниция текстовая,  $\langle t^C \rangle$  — множество контекстных примеров,  $t^{St}$  — семантическое состояние термина, описанное по формуле (10). Причем для термина  $t$  значение функции принадлежности  $\mu_i(\psi)$  лексико-онтологическому классу  $s_i$  выставляется по экспертной оценке.

### 6. Описание структурных элементов ЛО ПрО (отношений и функций)

Множество отношений между терминами онтологии ФМЯ включает в себя не только отношения типа род-вид и часть-целое, но и подробно

структурированную систему ассоциативных отношений [12]. Для  $\forall r \in \langle R \rangle$  из (1)  $r(r^t, t^{from}, t^o, \langle r^{log} \rangle, w)$ , где  $r^t$  — тип отношения (наименование связи),  $t^{from}$  — узел (термин) из которого исходит связь,  $t^o$  — узел в который входит связь,  $\langle r^{log} \rangle$  — множество логических характеристик связи (транзитивность, симметричность),  $w$  — вес связи.

Функциональность онтологии описывается кортежем из нескольких параметров: для  $\forall f \in \langle F \rangle$  из (1)  $f(f^n, \langle p^{in} \rangle, \langle p^{out} \rangle, \langle f^{lim} \rangle)$ , где  $f^n$  — наименование функции,  $\langle p^{in} \rangle$  — входные параметры,  $\langle p^{out} \rangle$  — выходные параметры,  $\langle f^{lim} \rangle$  — ограничения, в т.ч. и на семантический тип терминов, передаваемых в функцию в качестве входных параметров.

### 7. Взаимодействие с онтологией задач

Объектами лингвистического анализа являются тексты на ЕЯ, обработка которых производится для определенной целевой задачи. Внутри ПрО выделяют некоторое множество типовых элементарных задач (сценариев), из которых можно конструировать более сложные. Это множество объединяют и описывают в отдельной онтологии — *онтологии задач*.

Формально онтологию задач  $O^Z$  можно представить так:  $O^Z = \langle T^Z, R^Z, F^Z \rangle$ , где  $\langle T^Z \rangle$  — множество типовых для данной ПрО задач,  $\langle R^Z \rangle$  — множество связей между  $t^Z \in \langle T^Z \rangle$ , и  $\langle F^Z \rangle$  — множество функции интерпретации.

Причем  $t^Z \in \langle T^Z \rangle$  — некоторая задача (сценарий), типовая для данной ПрО ситуации, представленная фреймом, содержащим ограничения на свойства терминов из ЛО ПрО и сценарии обработки данных содержащихся в ЛО ПрО.

$r^Z \in \langle R^Z \rangle$  — связь между узлами онтологии задач  $t^Z$ . Учитывая тот факт, что из элементарных задач  $t^Z$  необходимо «собирать» более сложные задачи, связи  $r^Z$  могут быть двух типов: «часть-целое», «род-вид». Т.е для онтологии задач актуальны только иерархические связи.

$f^Z \in \langle F^Z \rangle$  — функции онтологии задач. Они могут быть двух типов:

1) функции, объединяющие типовые элементарные задачи в некоторую последовательность, которая является более сложной ситуацией (состоящей из нескольких простых);

2) функции наложения типовой задачи  $t^Z$  или последовательности типовых задач (сформированной функцией первого типа) на онтологию ПрО.

### 8. Методика выполнения

Вышеизложенная модель онтологии сформирована в ходе работ по составлению онтологии по физике магнитных явлений (ФМЯ). Предыдущие этапы работ были изложены в публикациях [10-12]. На определенном этапе, помимо установления связей типа «род-вид» и «часть-целое»,

было признано целесообразным ввести более детальное описание ассоциативных — проблемно-специфических связей. Для определения типов *Проблемно-специфических связей* была введена некоторая типизация понятий ПрО, а именно, всем терминам словаря сопоставлены пять классов понятий: Сущность/Актор, Процесс, Явление, Свойство, Характеристика. В ходе классификации понятий и установления связей стало очевидным, что некоторые понятия в зависимости от точки зрения (т.е. от рассматриваемой задачи) могут менять принадлежность к классу, а некоторые практически пребывают в состоянии смешанного типа. Так, например, «*намагниченность*» является физическим *явлением*, однако с другой точки зрения намагниченность это свойство магнитных материалов, следовательно, является *свойством* другого понятия — «*магнетик*». Т.е. тут налицо переход понятия из одного *лексико-онтологического класса* в другой. Однако, исходя из текстов, нельзя сказать, что происходит значительное изменение значения понятия и его онтологического окружения, т.е. можно сказать, что данное понятие существует в смешанном — *нечетком семантическом состоянии*. То же касается смешанных состояний терминов, относящихся к классам *явление* и *процесс*. Действительно, физический смысл некоторых явлений позволяет рассматривать их как процессы. С другой стороны — в определенных контекстах некоторые процессы упоминаются как явления. Рассмотрим на примере из текстов особенности онтологического окружения терминов в зависимости от принадлежности к лексико-онтологическим классам *процесс* или *явление*.

Пример 1. Термин: РАЗМАГНИЧИВАНИЕ. (*процесс-явление*)

Текст 1. Само явление сверхбыстрого размагничивания при воздействии фемтосекундных лазеров было открыто в далеком 1996 году. Однако тогда считалось, что явление размагничивания происходит в материале равномерно для каждого атома, находящегося в структуре ферросплава. <...> Складывается впечатление, что процесс обменного взаимодействия атомов просто-напросто не успевает оказать такое влияние на никелевые атомы, находящиеся в железоникелевом сплаве. По этой причине явление размагничивания в атомах железа происходит быстрее, чем в никеле. ([http://sfiz.ru/page.php?al=vyjavleno\\_tochnoe\\_vremja](http://sfiz.ru/page.php?al=vyjavleno_tochnoe_vremja))

Текст 2. <...> При этом процесс размагничивания может проходить неравномерно и после уменьшения амплитуды размагничивающего поля на поверхности до нуля в глубине образца намагниченность может оказаться не равной нулю. <...> Из сказанного выше ясно, что для правильного проведения размагничивания важна не только максимальная амплитуда напряженности

размагничивающего поля, определяемая материалом ферромагнетика, но также частота размагничивающего поля и время, в течение которого проходит процесс размагничивания.

([http://www.nbuu.gov.ua/portal/natural/Vcpi/EtPT/2011\\_19/14.pdf](http://www.nbuu.gov.ua/portal/natural/Vcpi/EtPT/2011_19/14.pdf))

В тексте 1, где говорится о явлении, присутствуют связи с другими явлениями, процессами (*1.обменное взаимодействие*). Как правило, это причинно-следственные связи или связь типа «род-вид».

В тексте 2, где говорится о процессе — параметры процесса, параметры процессов или явлений, являющихся причиной для данного процесса (*2.амплитуда размагничивающего поля, частота размагничивающего поля*), кроме этого могут присутствовать: продолжительность процесса, условия, параметры начального состояния, параметры конечного состояния.

В обоих типах контекстов присутствует связь с термином, означающим среду возникновения данного процесса или явления (*1.железоникелевый сплав, 2.ферромагнетик*), иногда присутствуют характеристики или свойства этой среды (*2.намагниченность*).

Пример 2. Термин: МАГНИТНАЯ АНИЗОТРОПИЯ (*свойство вещества(образца) — явление*).

Рассмотрим, каким образом изменение лексико-онтологического класса термина отразится на наличии/отсутствии связей и онтологическом окружении термина в тексте. В текстах 1 и 2 термин «магнитная анизотропия» употреблен в значении *свойства* вещества или образца из этого вещества. В тексте 3 — в значении *явления*.

Схемы текстов (рис. 1-3) являются результатом наложения семантической сети понятий—терминов, присутствующих в тексте, на онтологию ФМЯ. Термины в пунктирной рамке не присутствуют в тексте, однако через них идет связь с другими терминами в онтологии ФМЯ.

Текст 1. (из статьи «Магнитотвердые материалы») Для затруднения вращения вектора домена используют вещества с очень сильной магнитной анизотропией (некоторые типы ферритов) или обеспечивают вытянутую форму доменов (в сплавах). (<http://www.megabook.ru/Article.asp?AID=648390>).

Текст 2. Магнитные свойства и удельное сопротивление пермаллоя сильно зависит от его состава. Легкое намагничивание этого сплава в слабых полях обусловлено практическим отсутствием у него магнитной анизотропии и явления магнитострикции. Вследствие слабой анизотропии облегчается поворот магнитных моментов из направления легкого намагничивания в направление поля, а благодаря отсутствию магнитострикции при намагничивании не возникает механических напряжений,

затрудняющих смещение доменных границ под действием слабого поля. (<http://www.megabook.ru/Article.asp?AID=661123>)

Пояснение: на рис. 2 связь «*Среда*<<*Процесс, Явл*» означает среду возникновения (существования) данного процесса или явления — один из видов проблемно-специфических связей [12].

Текст 3. Оказывается, в некоторых направлениях намагничивание кристалла происходит легко, и насыщение достигается даже в слабых полях; в других же направлениях намагнитить кристалл гораздо труднее — для этого требуются очень сильные поля. Иными словами, магнитные моменты областей под действием поля в одних направлениях по отношению к решётке кристалла поворачиваются сравнительно свободно, а в других — так, как будто их повороту препятствуют какие-то силы. Это явление получило название магнитной анизотропии, а силы, препятствующие повороту магнитных моментов — силами магнитной анизотропии. Направления, в которых эти моменты поворачиваются свободно, называются осями лёгкого намагничивания. Направления же, в которых они поворачиваются с трудом, называются осями трудного намагничивания.

Магнитную кристаллографическую анизотропию можно характеризовать энергией магнитной кристаллографической анизотропии  $E_k$ , т.е. той частью полной свободной энергии ферромагнетика, которая зависит только от ориентации вектора спонтанной намагниченности в кристалле.

Константа магнитной анизотропии  $K$  отражает степень реализации в материале явления магнитной анизотропии.

Из приведенных схем можно заключить следующее: переход понятия из класса «свойство» в состояние смешанного типа «явление/свойство» сопровождается изменением типа связей понятия. В схемах к текстам 1 и 2 у термина «магнитная анизотропия» есть только подвид. А в схеме к тексту 3, где термин в большей степени относится к классу «явление», появляются связи с терминами класса «характеристика» — количественно описывающими данное «явление/свойство».

Таким образом, переход термина из класса «свойство» в нечеткое состояние «явление/свойство» означает более детальное физическое описание (пример 2). С другой стороны переход терминов из класса «процесс» в класс «явление» (пример 1), как правило, связан с более общим взглядом на физическое явление. Состав связей термина в тексте, его онтологическое окружение зависит от принадлежности к тому или иному лексико-онтологическому классу.

Замечание. Термины, способные переходить из одного лексико-онтологического класса в другой, в большинстве случаев в тексте находятся в нечетких семантических состояниях.

Введя параметр  $t^{sst}$ , описанный по формуле (10), в модель термина онтологии, для тех терминов, которые могут менять свой лексико-онтологический класс и находятся в нечетком состоянии, мы

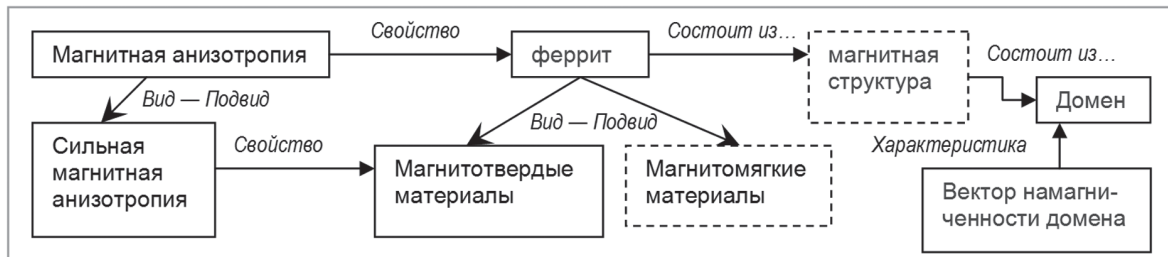


Рис. 1. Схема текста 1

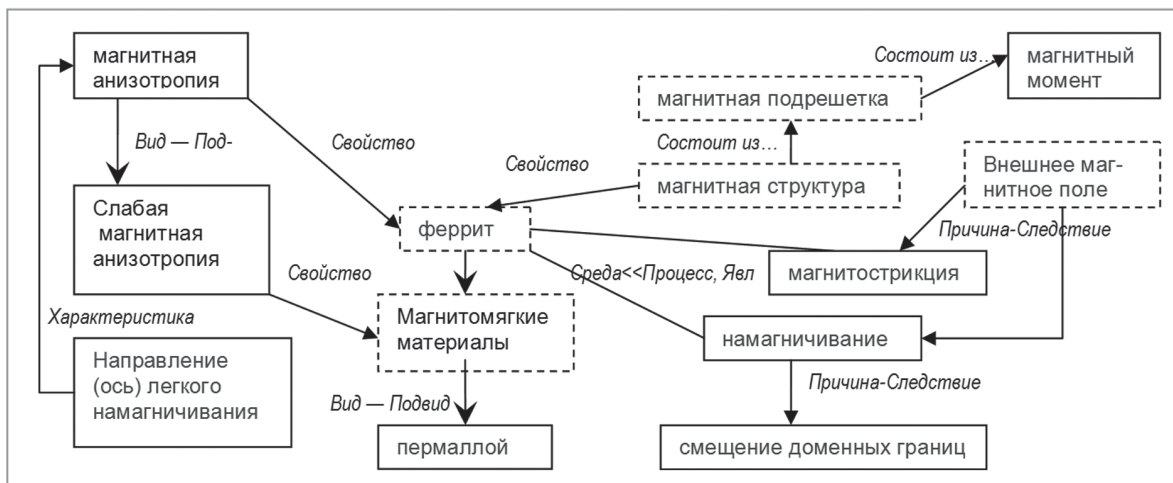


Рис. 2. Схема текста 2

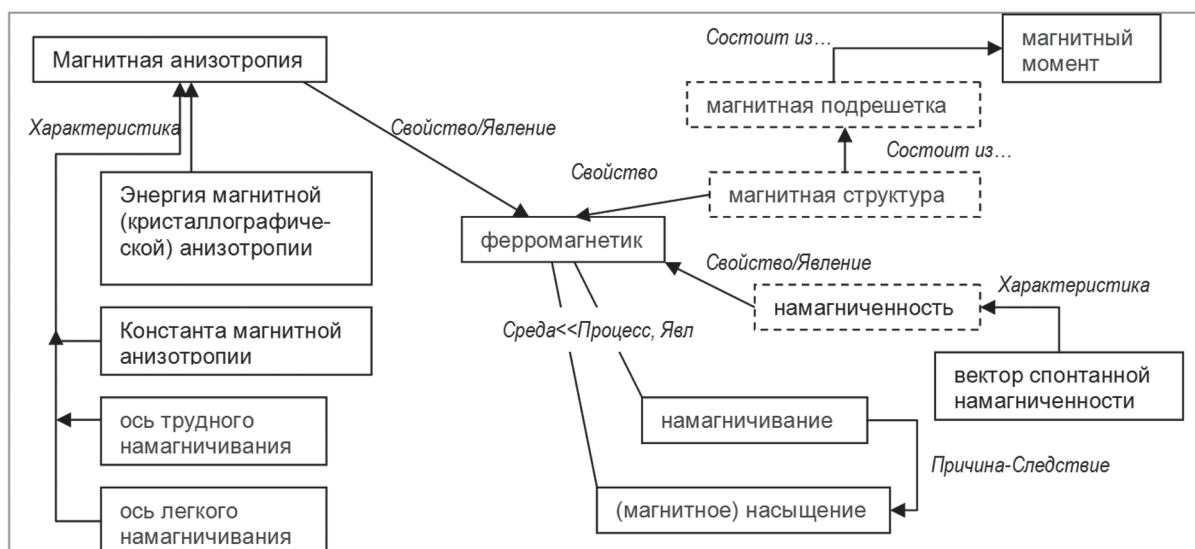


Рис. 3. Схема текста 3

получаем возможность выборочно подключать связи как для типа  $t^{ssr1}$ , так и для  $t^{ssr2}$  с учетом коэффициентов из формулы (10). Эти коэффициенты можно задать с помощью параметров типовой задачи из онтологии задач в соответствии со смыслом этой задачи, т.е. таким образом определить точку зрения на данный термин как на процесс, явление или свойство.

### Заключение

Проектируя системы, работающие со знаниями, разработчики стараются создавать такие модели представления знаний, которые могли бы приблизиться к когнитивным особенностям человеческого интеллекта. Вследствие этой тенденции, наблюдается развитие гибридных моделей знаний, в том числе на основе нечетких множеств и нечетких вычислений. Представленная модель лингвистической онтологии разработана на основе теории нечетких семантических состояний Колмогорова-Широкова. Исходя из положений этой теории, было введено понятие лексико-онтологического класса и исследованы особенности перехода понятий онтологии между классами и существование нечетких семантических состояний. Разработанная лексикографическая параметризация термина онтологии позволяет задавать лексико-онтологический класс термина в зависимости от решаемой задачи. Показано, что смена лексико-онтологического класса отражается на онтологическом окружении термина. Возможность вариативного подключения онтологического окружения термина в зависимости от условий решаемой задачи может быть использована в задачах поиска или в работе экспертных систем.

Автор приносит глубокую благодарность академику НАН Украины В.А.Широкову за внимание к работе автора над онтологией по физике

магнитных явлений и помощь в написании статьи. Автор благодарит доктора физ.-мат. наук, профессора В.Н.Бержанского — эксперта в области физики магнитных явлений за постоянные консультации.

**Список литературы:** 1. Gruber T.R. A translation approach to portable ontologies. [Text]/ Gruber T.R. // Knowledge Acquisition V.5(2), P. 199-220 — 1993. 2. Gomez-Perez A. Ontological Engineering with examples from the areas of Knowledge management, e-Commerce and the Semantic Web — 2nd. Ed. [Text]/ Gomez-Perez A., Fernando-Lopez M., Corcho O.// — London, Springer-Verlag — 2004. 3. Fernandez M. A Building a Chemical Ontology Using Methontology and the Ontology Design Environment [Text] / Fernandez M., Gomez-Perez A., Pazos J.// IEEE Intelligent Systems, Jan./Feb. Pages 37-46, 1999. 4. Пивоварова, Л. М. Компоненты онтологических систем и их реализация в современных проектах. [Электронный ресурс] / Л. М. Пивоварова, В. Ш. Рубашкин // X Всероссийская объединенная конференция “Интернет и современное общество” (IMS-2007) 23–25 октября 2007 г., Санкт-Петербург. — Режим доступа : <http://conf.infosoc.ru>. — Загл. с экрана. 5. Нечипоренко, А. В. Система автоматизированного извлечения знаний из текстов на естественном языке. [Электронный ресурс] / Нечипоренко А. В. // Труды международной научно-технической конференции “Информационные системы и технологии — 2003” НГТУ, Новосибирск, 2003г. Режим доступа : <http://www.noolab.ru/index.php?id=stat&show=18>. — Загл. с экрана. 6. Добров, Б.В. Лингвистическая онтология по естественным наукам и технологиям для приложений в сфере информационного поиска. [Электронный ресурс] / Б.В. Добров, Н.В. Лукашевич // Web Journal of Formal, Computational & Cognitive Linguistics. — Режим доступа: URL: [http://fccl.ksu.ru/issue\\_spec/docs/oent-kgu.doc](http://fccl.ksu.ru/issue_spec/docs/oent-kgu.doc). — Загл. с экрана. 7. Невзорова, О. А. Многоуровневая онтологическая система для планирования решений прикладных задач [Электронный ресурс] / О. А. Невзорова // Материалы международной научно-технической конференции OSTIS-2011, стр. Минск БГУИР. — Режим доступа: <http://conf.ostis.net/index.php>. — Загл. с экрана. 8. Широков, В.А. Элементы

лексикографіп [Текст] / В.А.Широков. — К.: «Довіра», 2005. 304 с. Розділ 5. Семантичні стани мовних одиниць та їх роль у моделюванні мови. — С.224-254. **9. Невзорова, О.А.** Онтологическая поддержка методов решения задач семантико-синтаксического анализа текстов [Электронный ресурс] // Материалы конференции КИИ-2008. г. Дубна 29 сентября — 3 октября, 2008. — Режим доступа: [www.gaa1.org/cai-08/files/cai-08\\_paper\\_234.doc](http://www.gaa1.org/cai-08/files/cai-08_paper_234.doc). — Загл. с экрана. **10. Бержанский, В.Н.** Формирование онтологии на материале терминосистемы физики магнитных явлений [Текст] / В.Н. Бержанский, Е.В. Потапова, О.Ю. Салюк // Прикладна лінгвістика та лінгвістичні технології: MegaLing 2007: сб.науч. тр./ отв.ред. В.А. Широков. — К.: Довіра, 2008, С.61-67. **11. Дикарева, С.С.** Инструментальная лексикографическая система в области физики магнитных явлений [Текст] / С.С. Дикарева, В.Н. Бержанский, С.Н. Полулях, Е.В. Потапова // «Бионика интеллекта». — Харьков:ХНУРЭ, № 2(71), 2009, С. 48-53. **12. Бержанский, В.Н.** Классификация связей между понятиями в онтологии по физике магнитных явлений. [Текст] / В.Н. Бержанский, Е.В. Потапова // Прикладна лінгвістика та лінгвістичні технології: MegaLing 2010: сб.науч. тр./ отв.ред. В.А.Широков. — К.: Довіра, 2010, С.12-21.

*Поступила в редколлегию 30.07.2012*

УДК 004.82

**Модель лінгвістичної онтології предметної області з нечіткими семантичними станами термінів** / О.В. Потапова // Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал. — 2012. — № 2 (79). — С. 95–102.

У статті представлена оригінальна модель лінгвістичної онтології на основі теорії нечітких семантичних станів Колмогорова-Широкова.

Модель забезпечує варіативність підключення онтологічного оточення терміна у залежності від умов розв'язуваної задачі і може бути використана в задачах пошуку або в роботі експертних систем.

Лл. 3. Бібліогр.: 12 найм.

UDK 004.82

**Linguistic domain ontology model with terms in semantic fuzzy state** / E.V. Potapova // Bionics of Intelligence: Sci. Mag. — 2012. — № 2 (79). — P. 95–102.

The model of linguistic ontology based on the Kolmogorov-Shirokov theory of fuzzy semantic states is proposed in the article. The notion of lexical-ontological class was introduced. The features of the ontology terms transition between the classes and the existence of fuzzy semantic states were investigated. The model provides an opportunity to vary the ontological environment of the term depending on the problem being solved and can be used in search systems, or in expert systems.

Fig. 3. Ref.: 12 items.