

УДК 681.3.06

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДИКАТНОГО СЛОВА НА ОСНОВЕ ЕГО ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКОГО ТОЛКОВАНИЯ

Г.М. Емельянов, Д.В. Михайлов

ТАВРИЧЕСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.И. ВЕРНАДСКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ
ПР-Т ВЕРНАДСКОГО, 4, Г. СИМФЕРОПОЛЬ, 95007, УКРАИНА
E-MAIL: *email@mail.ru*

Authors describe the technique developed by them of predicate word's possible deep syntactic valences S characteristics's values's automatic retrieval, Initial data are elements of lexicographic interpretation. The idea of algorithm of recognition of semantic valencies's role orientations is in more detail considered.

ВВЕДЕНИЕ

Ряд задач семантического анализа текстов Естественного Языка (ЕЯ) требуют установления их полной, либо частичной эквивалентности по смыслу (семантической эквивалентности) [3]. К числу наиболее *актуальных* из указанных задач относится интерпретация результатов открытых тестов в системах компьютерного дистанционного обучения и контроля знаний [1].

Применение языка глубинного синтаксиса в качестве языка смыслов в рамках теоретического подхода к языку как преобразователю «Смысл \Leftrightarrow Текст» [2, 4] дает возможность использования для сравнения смыслов высказываний конечного числа корректно формализуемых правил преобразования помеченных деревьев. Основным достоинством такого подхода является независимость правил синонимических преобразований от предметной области высказываний.

Построение совокупности деревьев глубинного синтаксиса фраз анализируемого высказывания требует последовательного выполнения морфологического, синтаксического анализа и нормализации деревьев синтаксического подчинения (преобразование в глубинные синтаксические структуры). Для идентификации типов отношений подчинения между лексемой и ее глубинными синтаксическими актантами (глубинными актантами, [5]) при нормализации дерева синтаксического подчинения используется информация Моделей Управления (МУ) [2, 4, 5]. Согласно определению, данному И.А. Мельчуком и А.К. Жолковским в [5]. Модель Управления описывает синтаксические связи предикатного слова со словами, выражающими его семантические актаны. Как показано в [2], в большинстве случаев семантические и синтаксические валентности слова находятся во взаимнооднозначном соответствии, а сама МУ представляется в виде таблицы, каждый столбец которой описывает семантическую валентность слова.

Действующая система анализа смысловой эквивалентности текстов при этом должна иметь в своей лингвистической базе знаний описание Моделей Управления

всех предикативных лексем используемого подмножество ЕЯ. Данное требование относится как к универсальной (абстрактной) лексике, за счет которой обеспечивается смысловое варьирование, так и к предметно-ориентированной лексике. Описания Моделей Управления абстрактных лексем могут быть заложены в базу знаний изначально, при проектировании системы. Для предметных лексем их МУ описываются при настройке системы на конкретную область знаний (область знаний, по которой предполагается строить тесты - в примере с дистанционным обучением). Описание МУ вручную «с нуля» требует от настройщика системы определенных лингвистических навыков, владения теоретическим подходом «Смысл \Leftrightarrow Текст» в совершенстве, что в практике построения, в частности, систем тестирования знаний не представляется возможным. Следовательно, *актуальной* здесь будет *проблема* автоматизации пополнения справочника Моделей Управления. *Целью* настоящей работы является исследование возможностей использования существующих в языке закономерностей для решения указанной проблемы.

Наиболее естественный путь решения проблемы автоматизации построения МУ новых слов заключается в установлении соответствия между описанием лексического значения слова (лексикографическим толкованием) и содержанием его семантических валентностей.

Действительно, как показано в [4], состав семантических валентностей слова определяется анализом обозначаемой им ситуации. Семантические валентности вытекают непосредственно из лексического значения слова, а, следовательно, из его толкования. Каждая семантическая валентность характеризуется определенной ролевой ориентацией (субъект, объект, инструмент, средство, место и т.п.).

В рамках развитой И.А. Мельчуком концепции [2] большинство словарных единиц языка возникает на этапе перехода от семантического представления к глубинным синтаксическим структурам. Фрагмент семантического представления, который соответствует отдельному слову ЕЯ, как показано в [4], представляет собой толкование лексического значения этого слова. В работе [4] Ю.Д. Апресян исследует связь между толкованием слова и его МУ для решения задачи построения глубинной синтаксической структуры по фрагменту семантического представления. *В настоящей работе мы рассмотрим возможность использования показанного Ю.Д. Апресяном соответствия для автоматического построения самой МУ предикатного слова.*

Исходя из полученных академиком Апресяном теоретических выводов, в настоящей работе были сформулированы следующие *задачи исследования*:

- 1) Выделить составляющие (элементы) толкования слова которые соответствуют описанию отдельного актанта и должны задаваться настройщиком.
- 2) Выделить соответствия между задаваемыми настройщиком составляющими толкования и элементами описания семантических валентностей слова.

- 3) Выявить существующие зависимости между отдельными составляющими описания глубинного актанта слова с целью выделения ключевых элементов в соответствии с предложенной И.А. Мельчуком [2] концепцией МУ.
- 4) В соответствии с выявленными зависимостями разработать, алгоритмическую составляющую, перехода от фрагмента толкования слова к описанию его глубинного синтаксического актанта
- 5) Разработать структуру базы знаний программного комплекса ведения справочника Моделей Управления.

1. ЭЛЕМЕНТЫ ТОЛКОВАНИЯ В ОПИСАНИИ СЕМАНТИЧЕСКИХ ВАЛЕНТНОСТЕЙ

Рассмотрим последовательно процесс описания семантической валентности слова на основе фрагмента его толкования.

В соответствии с описанным в [5] строением словарной статьи Толково-комбинаторного словаря, отношение между лексемой и ее глубинным синтаксическим актантом по МУ представляется следующей структурой (в нотации языка Пролог):

$$t_{government_pattern}(Lexema, t_{surf_real}(Prep, Synt_class.Gram_info), D_{synt}, t_{semantic_contence}(Role_name, Sem_class)).$$

Здесь составным объектом t_{surf_real} для лексемы $Lexema$ задается способ поверхностной реализации семантического актанта с порядковым номером D_{synt} . Описание поверхностной реализации актанта включает в себя :

- предлог $Prep$, обязательный в поверхностной реализации актанта (поле может быть пустым);
- синтаксический класс $Synt_class$ обозначаемого актантом слова;
- обозначение $Gram_info$ (код) грамматических характеристик словоформы.

Номер валентности D_{synt} соответствует типу отношения подчинения (1. 2. 3. 4. 5. либо 6⁴) между лексемой и ее актантом. Составным объектом $t_{semantic_contence}$ задается семантическая интерпретация актанта. Ее описание включает в себя название $Role_name$ роли обозначаемой актантом сущности и список Sem_class возможных семантических классов обозначаемых актантом слов.

В составе толкования (в частности, в приведенных Ю.Д. Апресяном примерах) следует вылетать *вопросы*, на которые отвечает заполняющая форма при описании актанта слова, и *слова*, обозначающие *семантическую ориентацию* актантов. Каждый вопрос включает в себя в качестве обязательных компонентов *вопросительное местоимение и предлог*. Следовательно, *указанные составляющие толкования* должны служить *исходными данными* при описании отдельного актанта нового слова. В

⁴Тип отношения 6 в реальных МУ не используется, об этом далее.

простейшем случае эти элементы выбираются настройщиком из предлагаемых экранной формой списков (Рис.1). В идеале настройщик должен формулировать на естественном языке описание значений слов подобно том, как это делается в толковых словарях.

После окончания ввода элементов лексикографического толкования, соответствующих описанию отдельных актантов (Рис.1) толкование значения слова может быть

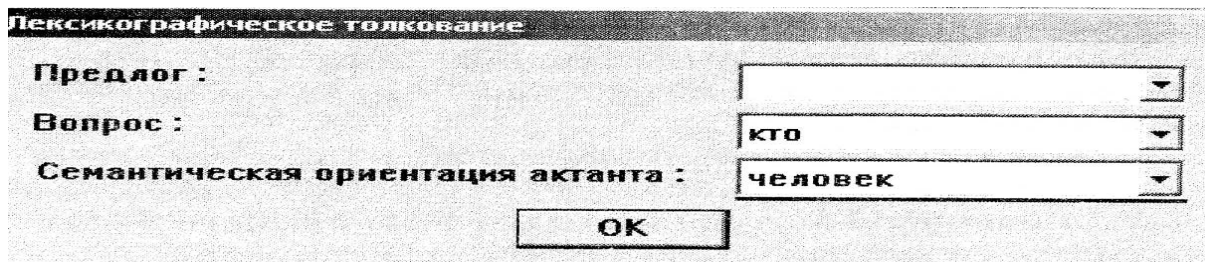


Рис. 1. Выбор заполняющей формой семантической ориентации актанта и вопроса для его обозначении

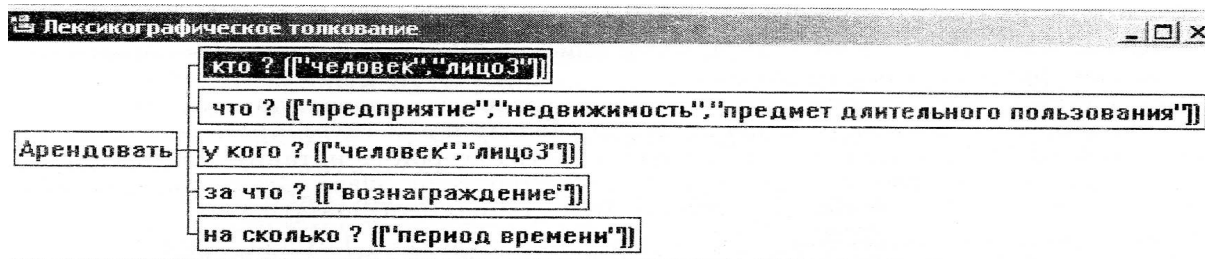


Рис. 2. Толкование лексического значения слова по введенным пользователем данным

представлено в виде двухъярусного дерева (Рис.2), в котором каждый лист соответствует своему актанту и занесен в дерево в порядке появления обозначаемого актантом слова в предложении. Путем вывода указанного дерева на экран настройщик может проконтролировать правильность построенного им толкований и при необходимости откорректировать введенную информацию.

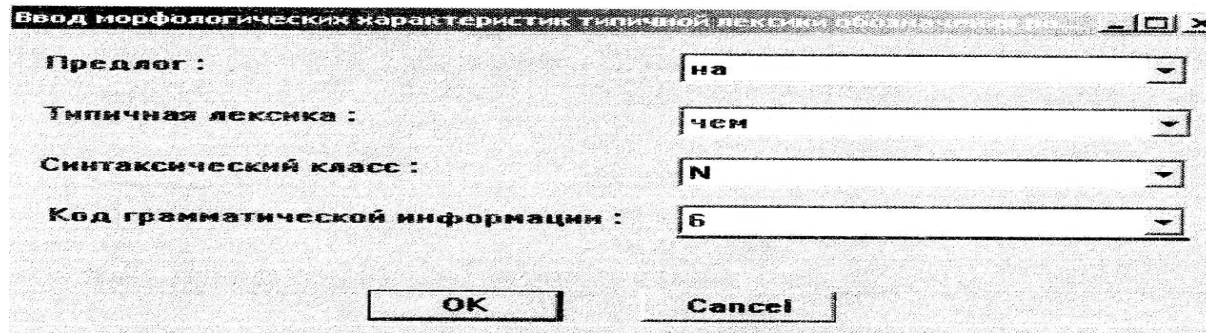
Ю.Д. Апресяном в [4] было показано, что естественный порядок появления в тексте словоформ, реализующих ту или иную валентность, определяет порядковый номер валентности, то есть тип D_{sym} отношения глубинного синтаксиса между лексемой и ее актантом. С учетом показанных И.А. Мельчуком в [2] ограничений на число актантов, связанных с предикатным словом отношением подчинения заданного типа (ограничений на количество ветвей с заданной пометкой, выходящих из одной узла в дереве глубинного синтаксиса фразы), правило установления типа отношения глубинного синтаксиса будет выглядеть следующим образом :

- для валентностей с порядковыми номерами от 1 до 4 номера валентности напрямую отображаются в D_{synt} ,
- валентностям с порядковыми номерами от 0 до 14 соответствует тип отношения подчинения 5 (число неоднородных адъюнктов как зависимых членов этого типа отношения в реальных текстах не превышает 10V)
- для валентностей с порядковыми номерами больше 14 тип отношения подчинения определяется как «неизвестный» (резерв).

Поскольку члены однородного ряда Моделью Управления не описываются, то тип отношения подчинения 6 между соседними членами однородного ряда в настоящей работе не рассматривается.

Вопрос, на который отвечает заполняющая форма при описании актанта слова, явным образом определяет синтаксический класс $Synt_{class}$ актантного значения, его грамматические характеристики $Gram_{info}$, а также обязательный в поверхностной реализации предлог Pпр. К примеру, приведенные на Рис.1 в качестве заполняющей формы вопросительное местоимение с предлогом соответствуют именительному падежу существительного.

Соответствие типичной лексики вопросов морфологическим способам реализации будущих валентностей слов описывается заранее так, как это показано на рис.3 и представляется в виде таблицы 1. При поставке готовой системы большинство (99бу-



Предлог :	на
Типичная лексика :	чем
Синтаксический класс :	N
Код грамматической информации :	Б

Рис. 3. Описание морфологической реализации будущей валентности

дуг уже заложены в базу знаний разработчиками, поскольку речь идет в основном о вопросительных местоимениях используемого ЕЯ.

В случае сходства лексики вопросов для различных грамматических форм (пример - именительный и винительный падежи существительных, формы которых отвечают на вопрос «что ?») в целях идентификации синтаксического класса и грамматических характеристик используют распознанный на предыдущем шаге тип отношения глубинного синтаксиса D_{synt} .

Действительно, как показано в [2], каждому типу отношения глубинного синтаксиса соответствует определенная синтаксическая функция реализуемого актантом

Таблица 1. Типичная лексика вопросов и морфологические характеристики потенциальных валентностей

Предлог	Вопрос	Синтаксический класс	Грамматическая характеристика
	кто	Существительное	Именительный падеж
у	кого	Существительное	Родительный падеж
из	чего	Существительное	Родительный падеж
	чего	Существительное	Родительный падеж
до	чего	Существительное	Родительный падеж
	кому	Существительное	Дательный падеж
	чему	Существительное	Дательный падеж
на	что	Существительное	Винительный падеж
	что	Существительное	Винительный падеж
в	что	Существительное	Винительный падеж
на	кого	Существительное	Винительный падеж
на	сколько	Существительное	Винительный падеж
	сколько	Существительное	Винительный падеж
	чем	Существительное	Творительный падеж
за	чем	Существительное	Творительный падеж
на	чем	Существительное	Предложный падеж
в	чем	Существительное	Предложный падеж
	какой	Полное прилагательное	Именительный падеж

Таблица 2. Типовые грамматические формы выражения глубинных актантов

Тип отношения	Предлог	Синтаксический класс	Грамматическая характеристика
1		Существительное	Именительный падеж

слова (тип отношения 1 - подлежащее, 2,3,4 - дополнения, 5 - определения и обстоятельства). Эти реально наблюдаемые в языке зависимости могут быть представлены в виде таблицы 2.

В таблицу 2 должны заноситься только типичные морфологические формы выражения валентностей, достаточные для их взаимного различения. В приведенном примере тип отношения 1 соответствует субъекту, который, как правило, выражается именительным падежом существительного. Винительный же падеж существительного обязательно соответствует типу 2. Так в приведенном на Рис.2 примере толкование глагола *арендовать* валентности первого и второго объекта (типы отношения подчинения 2 и 4) выражены винительным падежом имени существительного, более того, первому объекту соответствует вопрос «что?» заполняющей формы. Наличие в таблице 2 информации о типах подчинения 2 и 4 внесло бы путаницу.

2. РАСПОЗНАВАНИЕ РОЛЕВЫХ ОРИЕНТАЦИИ СЕМАНТИЧЕСКИХ ВАЛЕНТНОСТЕЙ

После, того, как для каждого актантного значения определены семантический класс Sem_{class} , синтаксический класс $Synt_{class}$, грамматическая характеристика $Gram_{info}$. семантическая ориентация, обязательный в поверхностной реализации актантного значения предлог $Prep$, а также тип D_{synt} отношения подчинения актанта предикатному слову, остается определить ролевую ориентацию каждой валентности.

Знание ролевой ориентации актанта необходимо, в первую очередь, для идентификации лексического значения предикатного слова. Действительно, как показано в [4] на примере разбора ситуации аренды ([4], стр 120) ролевой состав семантических валентностей однозначно определяет семантический класс (лексическое значение) предикатного слова. Следовательно, предикатные слова одного и того же семантического класса будут иметь сходные МУ. что позволяет

использовать информацию о ролевом составе лексических значений некоторого семантического класса для описания МУ новых слов этого класса. Более того, рядом отечественных и зарубежных исследователей [6, 7] показана иерархичность лексической системы ЕЯ, которая проявляется в наследовании элементов толкования и, как следствие, структуры валентностей предикатных слов. В частности, глагол-гипоним [6] полностью наследует валентностную структуру своего гиперонима: *идти-двигаться*. Отглагольные существительные, выражающие действия, наследуют аргументную структуру глагола, включая сочетаемостные ограничения. Пример: *бороться за правое дело - борьба за правое дело*. Знание ролевого состава семантических валентностей слов позволяет применять к материалу справочника Моделей Управления современные подходы к логическому моделированию и исследованию свойств лексической системы ЕЯ, в частности, подход на основе Формального Концептуального Анализа. Это позволяет в перспективе решить ряд проблем избыточности и противоречивости словарного материала.

Кроме того, информация о ролевой ориентации валентностей слова необходима при реализации системы правил синонимических преобразований деревьев глубинного синтаксиса : посредством ролевых ориентации задаются фильтры [4], ограничивающие сферу действия того или иного преобразования.

Сформулируем свойства семантических валентностей слова, которые, могут составить основу их классификации и распознавания.

Свойство 1. Если зависимость с некоторой ролевой ориентацией является семантической валентностью при заданном слове, то она, как правило, выражается идиоматично.

Фактически это означает, что морфологическое выражение семантической валентности определяется как содержанием самой валентности (семантическим классом выражаемых актантом слов), так и семантическим классом предикатного слова.

Таблица 3. Описание типовых форм морфологической реализации семантических валентностей

Ролевая ориентация	Синтаксический класс	Грамматическая характеристика
Субъект	Существительное	Именительный падеж
Объект	Существительное	Винительный падеж
Содержание	Существительное	Предложный падеж
Адресат	Существительное	Дательный падеж
Получатель	Существительное	Дательный падеж
Инструмент	Существительное	Творительный падеж
Средство	Существительное	Творительный падеж
место	Существительное	Предложный падеж

Свойство 2. Семантические валентности слова немногочисленны и могут быть описаны явным образом в словаре.

Свойство 3. Существуют ролевые зависимости, содержание которых всегда являются частью значения соответствующего предикатного слова.

Как показано в [4], к их числу относятся зависимости с ориентациями субъекта, объекта, главы, контрагента, содержания, адресата, получателя. Эти ролевые зависимости являются семантическими валентностями при любых предикатных словах. Для большинства таких зависимостей существуют типовые морфологические формы выражения актантных значений (таблица 3), по которым данные семантические валентности могут быть однозначно идентифицированы. Так, в словоизменении существительного субъект выражается именительным падежом, объект - винительным, адресат и получатель дательным, содержание-формой предложного падежа, отвечающей на вопрос «о чем?» («изъяснительный» падеж).

Свойство 4. Существуют ролевые зависимости которые являются содержанием семантических валентностей только для слов определенных семантических классов, в остальных случаях - содержанием чисто грамматических зависимостей. **Свойство 5.** Вне зависимости от принадлежности к категории «чисто семантических» ролевые зависимости могут как иметь, так и не иметь типовых морфологических форм выражения актантных значений.

В целях однозначной идентификации ролевой ориентации семантического актанта в случае отсутствия типовой морфологической формы выражения необходимо полностью описывать все возможные формы его реализации. Описание формы реализации актанта в этом случае включает в себя семантический класс, синтаксический класс и грамматические характеристики выражаемых актантом слов, обязательный в поверхностной реализации предлог и лексику вопроса заполняющей формы (таблица 4).

Другой важный теоретический вывод касается идентификации ролей, для которых соответствующие валентности имеют сходные морфологические формы выражения (не обязательно типовые). К примеру, семантические валентности инструмента и средства, будучи выраженными творительным падежом существительного при явном сходстве выражаемых предикатными словами сущностей, тем не менее отличаются семантическим классом актантов : для валентности средства это будет нечто, способное расходоваться, «связываться», по выражению Ю.Д. Апресяна, что не характерно для валентности инструмента. Валентности адресата и получателя наоборот, отличаются именно семантическими классами предикатных слов : для валентности адресата это будет «каузация информационного процесса <<⇒>> информационное воздействие», для валентности получателя - слова со значением передачи чего-либо кому-нибудь.

Как следует из свойства 1, для идентификации таких ролей следует использовать знания о соответствиях семантических классов выражаемых актантами слов ролевым ориентациям актантов и соответствиях ролей актантов семантическим классам предикатных слов (таблицы 5 и 6).

Сказанное выше позволяет предложить приведенную на Рис.4 классификацию семантических валентностей, которая взята за основу представленного на Рис.6 алгоритма распознавания их ролевых ориентации. Будучи последовательно примененным к элементам толкования лексического значения слова, данный алгоритм совместно с описанными выше методиками определения морфологических характеристик и типа отношения подчинения актанта предикатному слову позволяет строить описание Модели Управления предикатного слова в соответствии с рассматриваемой нотацией. Модель Управления глагола *арендовать* для показанного на Рис.2 толкования его лексического значения, построенная с применением реализованного в среде Visual Prolog 5.2 алгоритма на Рис.6, представлена на Рис.5



Рис. 4. Классификация семантических валентностей

Таблица 4. Описание морфологической реализации ролевых зависимостей в качестве семантических валентностей при отсутствии типовых форм

Ролевая ориентация	Синтаксический класс	Грамматическая характеристика	Предлог	Вопрос	Семантический класс актанта
Цель	Существительное	Винительный падеж	На	Что	Недвижимость, Предмет длительного пользования
Цель	Существительное	Винительный падеж	На	Что	Культурное мероприятие
Цель	Существительное	Творительный падеж	За	Чем	Физический объект
Причина	Существительное	Родительный падеж		Чего	Событие
Причина	Существительное	Родительный падеж		Кого,	Импликатор события
Причина	Существительное	Родительный падеж		Чего	События
Причина	Существительное	Дательный падеж		Чему	Событие
Причина	Существительное	Винительный падеж	На	Что	Событие
Цель	Существительное	Винительный падеж	На	Что	Незаконное либо недозволенное действие
Цель	Существительное	Родительный падеж		Чего	Действие
Срок	Существительное	Винительный падеж	На	Сколько	Период времени
Срок	Существительное	Родительный падеж	До	Чего	Событие
Срок	Существительное	Винительный падеж		Сколько	Период времени
Срок	Качественное прилагательное	Именительный падеж		Какой	Период времени
Начальная точка	Существительное	Родительный падеж	Из	Чего	Место
Конечная точка	Существительное	Винительный падеж	В	Что	Место

3. ВЕДЕНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ

Следует отметить, что в общем случае представленный на Рис.6 алгоритм выдает несколько возможных ролевых ориентации. При реализации на Прологе каждому варианту ролевой ориентации будет соответствовать свой вариант МУ предикатного

Таблица 5. Соответствия семантических классов выражаемых актантами слов ролевым ориентациям валентностей

Ролевая ориентация актанта	Семантический класса актантного знания
Средство	Может расходоваться
Инструмент	Инструмент
Начальная точка	Место
Конечная точка	Место
Место	Место

Таблица 6. Соответствия реализаций ролевых зависимостей в качестве семантических валентностей семантическим классам предикатных слов

Ролевая ориентация актанта	Семантический класс предикатного слова
Начальная точка	Переставать находиться
Конечная точка	Начинать находиться
Адресат	Информационное воздействие
Причина	Внутреннее эмоциональное состояние человека
Контрагент	Ситуация с противоположностью действий участников
Цель	Очередь как множество ожидающих субъектов
Цель	Очередь как последовательность ситуаций
Срок	Перерыв
Срок	Приобретение права на временное пользование
Срок	Продолжение
Получатель	Передача

слова, поскольку при отсутствии отсечений и внелогических предикатов программа перебирает все возможные варианты решения. Фактически каждый полученный вариант МУ соответствует своему смысловому оттенку, подробнее о них см [2, 5]. Выбрать нужный вариант МУ здесь предоставляется пользователю-настройщику. Использование описанной в настоящей статье методики построения МУ предикатного слова предполагает структуру программного комплекса ведения базы знаний МУ, представленную на Рис.7.

Наполнение всех представленных на Рис.7 БД (за исключением БД вопросительных местоимений) производится с применением заранее подготовленных баз данных предлогов, синтаксических классов, грамматических характеристик актантов, ролей и синтаксических классов.

При анализе семантики актантов с помощью таблицы 4 и таблицы 5 необходимо учитывать отношение включения между семантическими классами. Примеры : «материал» IS A «может расходоваться», «режущий инструмент» IS A «инструмент»,

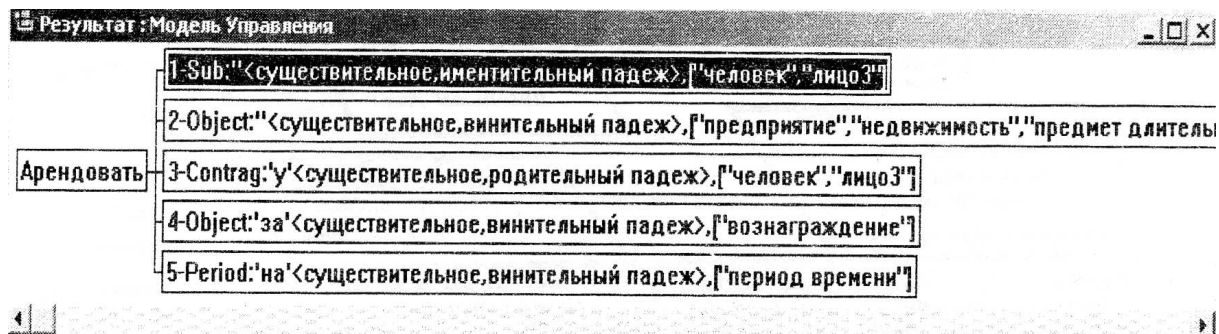


Рис. 5. Модель Управления для глагола *арендовать* как результат обработки толкования

«приобретение права на временное пользование» IS A «ситуации с противоположностью действий участников». Для этого, в частности, при реализации средствами Visual Prolog'a, в состав базы знаний следует ввести базу фактов отношений включения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение предложенного в настоящей работе подхода к автоматизации построения Моделей Управления позволяет проектировать системы тестирования знаний для различных сфер применения рядом отраслевых исследовательских институтов параллельно, при этом концепция Моделей Управления изначально заложена в систему.

Приведенный в настоящей работе и использовавшийся при проведении машинных экспериментов русскоязычный лингвистический материал был взят из [2, 4, 5].

Дальнейшие исследования связаны, во-первых, с апробацией полученных методик и программного обеспечения на материале лингвистических ресурсов, известных в сфере информационных технологий. Здесь следует отметить, прежде всего, Русский общесемантический словарь Н.Н. Леонтьевой [http : //www.aot.ru/docs/ross.html](http://www.aot.ru/docs/ross.html) и WordNet-тезаурус русского языка RussNet [http : //www.phil.pu.ru/depts/12/RN/index_ru.shtml](http://www.phil.pu.ru/depts/12/RN/index_ru.shtml). На материале этих ресурсов планируется в дальнейшем ввести в рассмотрение более сложные, чем родовидовое, отношения между понятиями для идентификации семантического класса актантного значения при использовании предложенного в работе алгоритма.

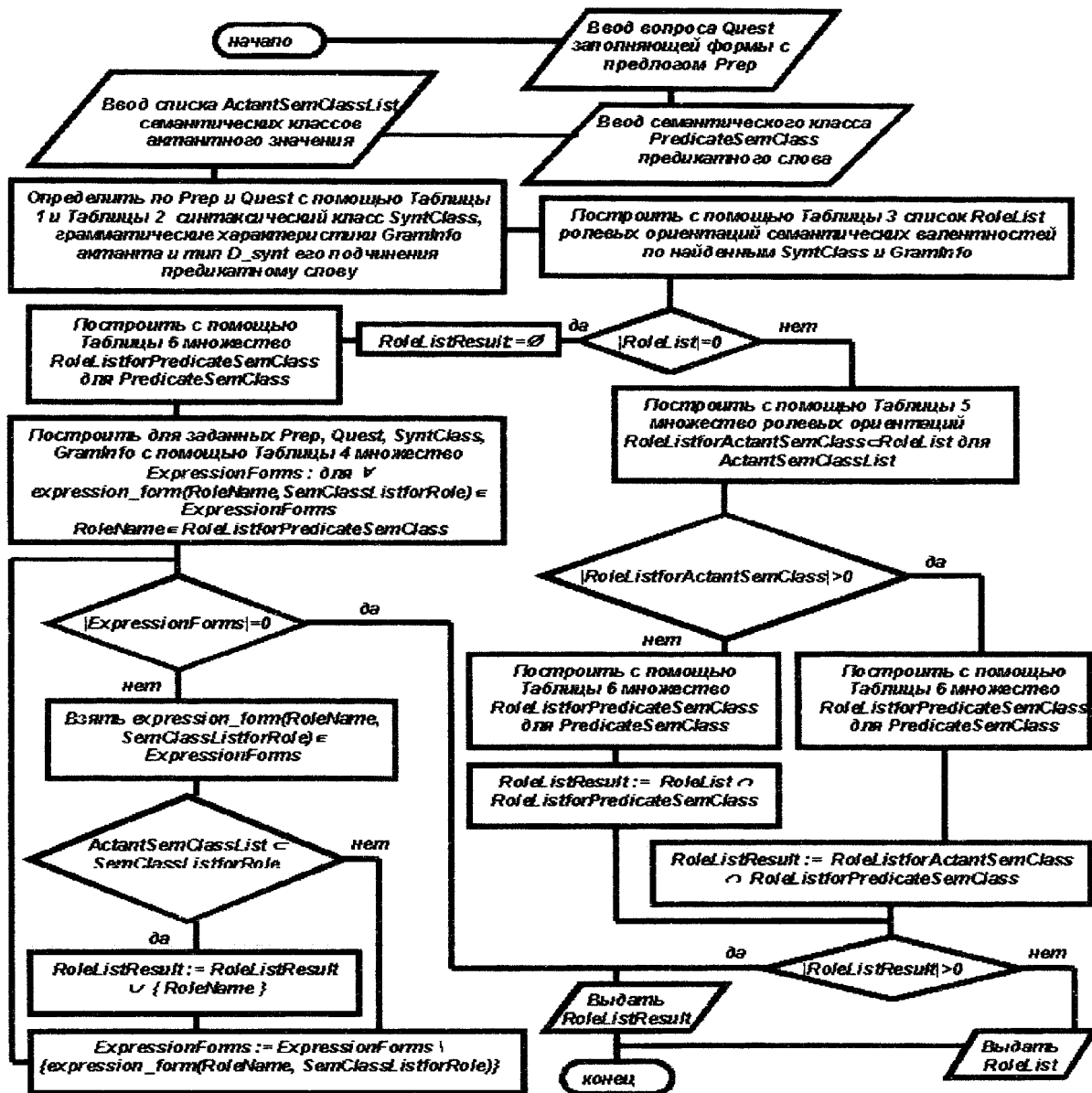


Рис. 6. Алгоритм распознавания ролевых ориентаций семантических валентностей

Применительно к лексикографическому толкованию как исходным данным для построения МУ в качестве перспективного направления дальнейших исследований следует выделить применение предложенного А.С. Нариньяни семантически-ориентированного подхода [8] для анализа фрагментов толкования и выделения информации, значимой при построении Модели Управления. Здесь необходимо задействовать знания о лексикографическом толковании как жанре ЕЯ.

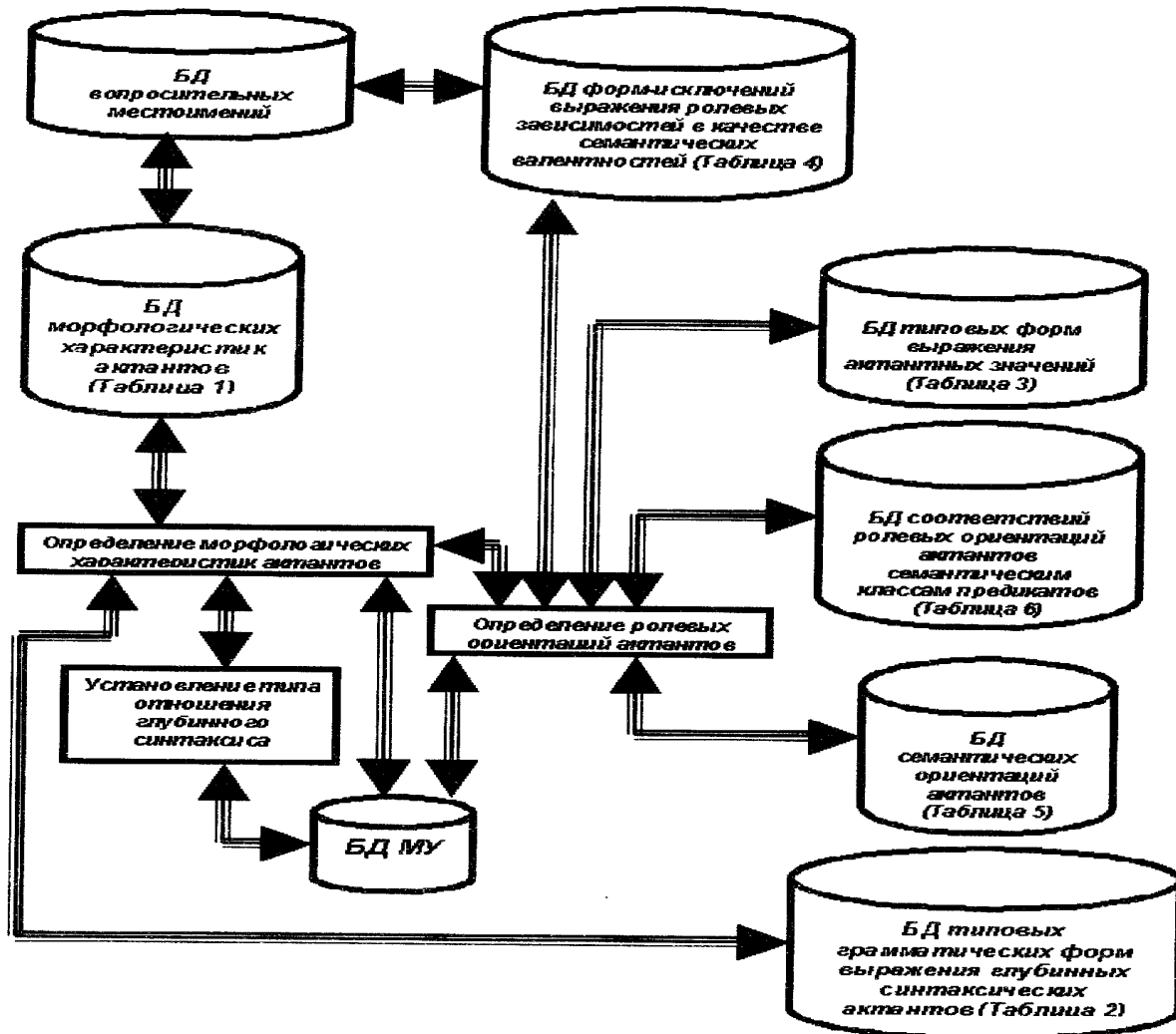


Рис. 7. Структура программного комплекса ведения справочника МУ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев В.И., Демидов А.Н., Малышев Н.Г., Тягунова Т.Н. Методологические правила конструирования компьютерных тестов - М.: МГУП, 2000. - 64 с.
2. Мельчук И.А. Опыт теории лингвистических моделей «Смысл \Leftrightarrow текст»: Семантика, синтаксис - М.: Школа «Языки русской культуры», 1999. - 345 с.
3. Emelyanov G.M., Krechetova T.V., Kurashova E.P. Tree Grammars in the Problems of Searching for Images by Their Verbal Descriptions. Pattern Recognition and Image Analysis. -2000. - Vol.10. №4. - P. 520-526.
4. Апресян Ю.Д. Избранные труды. Т.1. Лексическая семантика. Синонимические средства языка - М.: Школа «Языки русской культуры», 1995. - 472 с.

5. Igor A. Mel'cuk. Alexander K. Zholkovsky. Explanatory Combinatorial Dictionary of Modern Russian. Semantico-Syntactic Studies of Russian Vocabulary. - Wiener Slawistischer Almanach, Sonderband 14, Vienna 1984. - 992 p.
6. Азарова И.В., Митрофанова О.А., Синопальникова А.А. Компьютерный тезаурус русского языка типа WORDNET. Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии : Тр. Международ. конференции Диалог'2003.- М.: Наука, 2003. С. 43-50.
7. Uta E. Priss The Formalization of WordNet by Method of Relational Concept Analysis. In: Fellbaum, Christiane (ed.), WordNet: An Electronic Lexical Database and Some of its Applications, MIT press, 1988, p. 179-196.
8. Нариньяни А.С. Автоматическое понимание текста - новая перспектива. Труды международного семинара Диалог-97 по компьютерной лингвистике и ее приложениям, М.: Наука, 1997, с. 203-208.