

Знания-Онтологии-Теории (ЗОНТ-07)

Семантически замкнутая онтология

Выхованец В.С.

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,
ул. Профсоюзная, 65, г. Москва, 117000, Россия.*

valery@vykhovanets.ru

Аннотация. Семантически замкнутая формальная спецификация предметной области (онтология) получается путем построения ее понятийной модели, которая включает понятийную структуру, формы выражения понятий (синтаксис понятий) и содержательную интерпретацию каждой формы (семантику понятий). Семантика понятий описывается на языке, определяемом в понятийной модели.

Ключевые слова

Понятийный анализ, онтология, формальная спецификация, представление и обработка знаний

1 Введение

Известно, что задача формального определения семантики естественного языка не может быть решена по причине его «семантической замкнутости». В связи с чем А. Тарским предложено разделить язык на две части: объективный (предметный) язык, служащий для выражения высказываний, и метаязык, предназначенный для описания семантики этих высказываний [1]. Однако, метаязык, как и любой язык, также нуждается в определении.

Задача формального описания семантики рассматривается так же долго, как и задача определения синтаксиса, но до сих пор удовлетворительного решения не найдено. Традиционно определение семантики основывается на выделении некоторой типологии смыслов – категорий значений (семантических категорий), через которые и посредством которых задается более сложный смысл. Трудности, возникающие на этом пути связаны, прежде всего, с многообразием семантических категорий, к которым могут принадлежать высказывания предметного языка, а также с неоднозначностью определения принадлежности высказываний к той или иной категории [2].

На данный момент не существует универсального общепринятого подхода для формального описания семантики. Разработано множество различных моделей и методов: грамматические модели, основанные на добавлении расширений к грамматике предметного языка (атрибутивные грамматики [3], императивный или операционный метод [4]); аппликативные модели, в которых при грамматическом разборе высказываний конструируется описание их семантики (аксиоматический метод [5], метод денотационной семантики [6], метод функциональной семантики [7]); модели спецификаций, описывающие отношения между различными частями высказываний: если высказывания реализуют эти отношения, то они семантически корректны, а их смысл определяется набором выполненных отношений (метод спецификаций [8], алгебраический метод [9]).

Ни один из перечисленных методов не оказался полезным ни для пользователей, ни для разработчиков формальных языков [8]. В настоящей статье рассмотрено определение семантики формальных языков на основе построения семантически замкнутой онтологии, где для семантической интерпрета-

ции текстов используется внешний по отношению к онтологии целевой метаязык, поставляющий необходимые семантические категории.

2 Семантическое замыкание

Предметный язык будем рассматривать как тройку, состоящую из предметного синтаксиса, или правил построения высказываний; предметной онтологии, или системы понятий языка; предметной семантики, или правил интерпретации высказываний.

Для описания предметного языка необходим метаязык – язык более высокого порядка. В соответствии с определенным выше делением предметного языка, в метаязыке выделим три типа выразительных средств: для описания предметного синтаксиса (синтаксический язык); для определения предметной онтологии (онтологический язык); для описания предметной семантики (семантический язык).

Связь метаязыка и предметного языка осуществляется через некоторую систему аксиом, регламентирующих правила представления, структурирования и кодирования текстов. Так как для определения метаязыка требуется метаязык более высокого порядка, то метаязыковый путь описания семантики видится неконструктивным. Выполним семантическое замыкание метаязыка на предметный язык, суть которого заключается в следующем (рис. 1).

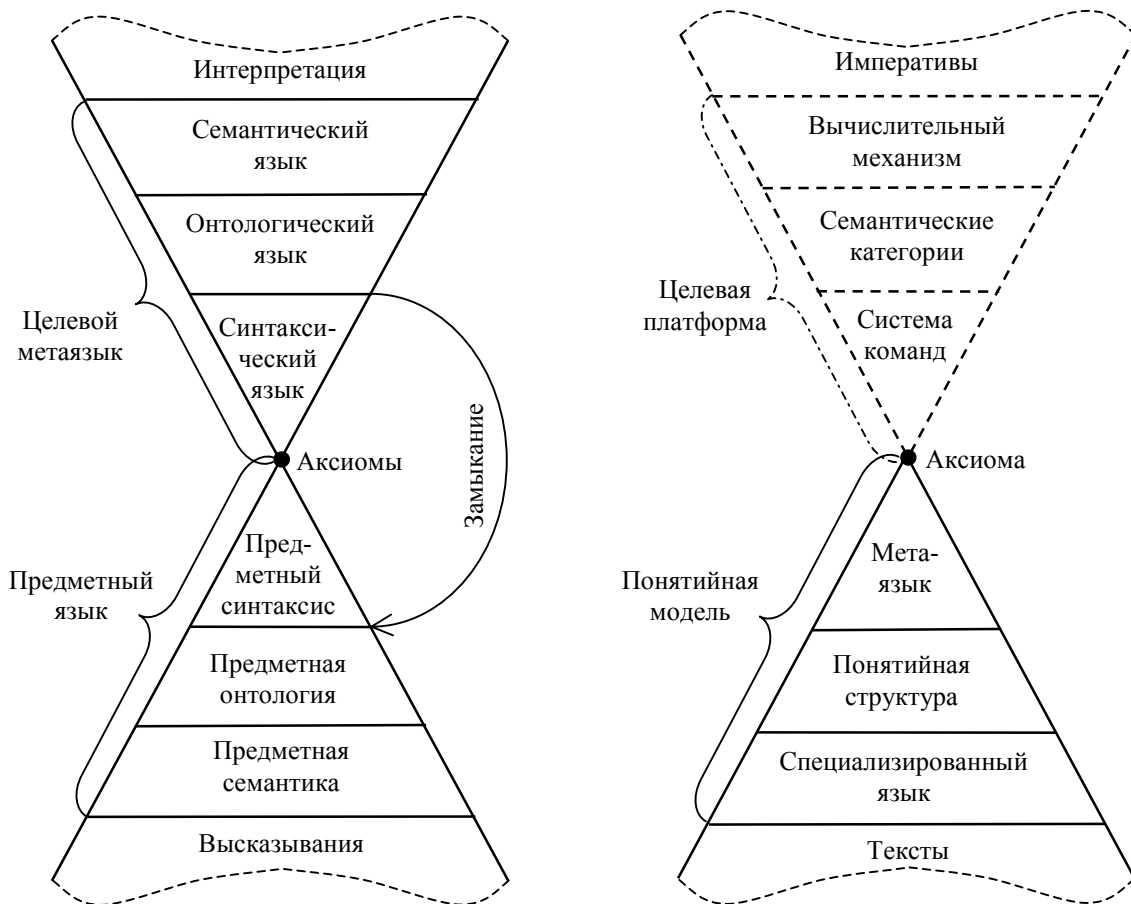


Рис. 1. Семантическое замыкание

Отождествим составные части метаязыка с соответствующими частями предметного языка, а семантику предметного языка будем определять на самом предметном языке, который, в этом случае, выполняет роль своего метаязыка. Так как внутри замкнутой семиотической системы семантику описать нельзя, воспользуемся внешним семантическим интерпретатором – целевой вычислительной платформой, состоящей, как и метаязык, из следующих частей:

- алфавита метазнаков, задающих синтаксические средства метаязыкового уровня (система команд);
- семантических категорий, сопоставленных метазнакам (действия, реализуемые командами);
- механизма интерпретации метавысказываний (вычислительный механизм исполнения императивов).

В итоге получаем понятийную модель предметной области, которая состоит из аксиомы, метаязыка, понятийной структуры и некоторого специализированного языка. На содержательном уровне семантическое замыкание заключается в использовании создаваемого предметного языка для описания его семантики. Последнее возможно ввиду открытого множества базовых семантических категорий и наличия механизма его пополнения посредством использования единственно необходимой для этого аксиомы.

Для каждого класса задач и в процессе их решения будем создавать свой, присущий только этим задачам предметный язык, отражающий понятийную структуру предметной области. Выявленные в процессе анализа понятия включим в множество понятий создаваемого языка, а способы выражения понятий положим в основу его синтаксиса. Описание понятийной структуры и синтаксиса выполним на метаязыке, который имеет фиксированные синтаксис и семантику. При описании семантики применим **метод семантической индукции**, заключающийся в использовании семантических категорий, которые определяются по мере необходимости, в процессе описания синтаксиса специализированного языка и средствами этого языка. Базу индукции, или первичные семантические категории, объявим с помощью аксиомы и реализуем средствами целевой вычислительной платформы.

3 Понятийный анализ

Проблемную область будем рассматривать как совокупность предметной области и решаемых в ней задач (проблем), где под **предметной областью** понимается фрагмент реальной (виртуальной) действительности, представляемый некоторой совокупностью принадлежащих ему сущностей.

3.1 Сущности и понятия

Сущность определим как уникальное представление предметной области, воспринимаемое некоторой совокупностью признаков. **Признак** характеризуется множеством своих проявлений (значений) и имеет некоторую проблемную интерпретацию (семантическую роль). Признаки являются элементарными сущностями, с точностью до которых описывается предметная область.

Понятие представим множеством сущностей, объединенных на основе общности своих признаков. Понятия будем именовать и задавать схемой, интенционалом и экстенционалом. **Имя**, или знаковое представление понятия, является языковой единицей, несущей некоторый смысл – в семантическом плане, или обозначает некоторую конкретную сущность – в синтаксическом плане. **Схему** понятия зададим набором признаков, на которых понятие определено. **Интенционал**, или содержание понятия, представим набором значений взаимосвязанных признаков, позволяющим отличать сущности, принадлежащие понятию, от других сущностей. **Экстенционал**, или объем понятия, будем рассматривать как множество сущностей, принадлежащих понятию.

Понятие обладает **фрактальностью**: для его определения используются сущности, рассматриваемые как единичные понятия, и признаки, являющиеся простыми понятиями, причем разделение понятий на сущности и признаки задается активной проблематикой. В итоге, понятие следует рассматривать как общую категорию, а сущность и признак – как ее необходимые частные случаи.

3.2 Образование понятий

Будем предполагать, что образование новых или выявление уже существующих понятий происходит в процессе изучения предметной области. При этом под углом зрения некоторой проблематики выделяются сущности, которые уже имеют или которым приписываются некоторые имена. Далее множество выявленных сущностей подвергается анализу на предмет установления их сходства и различия. Сходные сущности группируются, в результате чего происходит образование понятий, или наполнение уже имеющихся понятия проблемным содержанием.

Имя и Сущность являются крайними полюсами в процессе выявления понятия в предметной области (рис. 2). Сущность в указанном контексте может интерпретироваться как естественный знак, наиболее близкий к обозначаемому. В свою очередь Имя, как противоположный полюс, интерпретируется как знак, который наиболее отдаленный от обозначаемого, но все еще связанный с ним хотя бы тем, что отражает некоторые его черты. Таким образом, вершина Сущность определяет денотационную форму выражения понятия (Denotat), в то время как вершина Имя задает сигнификативную форму (Designat).

Под **денотационной** формой означивания здесь понимается соотнесение сущности со знаком уже имеющегося понятия, а под **сигнификативной** – с присваиванием сущности некоторого индивидуального имени. С точки зрения синтаксиса между указанными крайними точками могут существовать множество промежуточных форм, сочетающих в себе различные степени денотационного и сигнификативного выражения. Заметим, что в чистом виде сигнификативная форма находит свою реализацию в терминальных понятиях формальных языков, в то время как денотационная – в нетерминальных. Однако, другие понятия, для выражения которых и создается формальный язык, требуют сочетания этих форм.

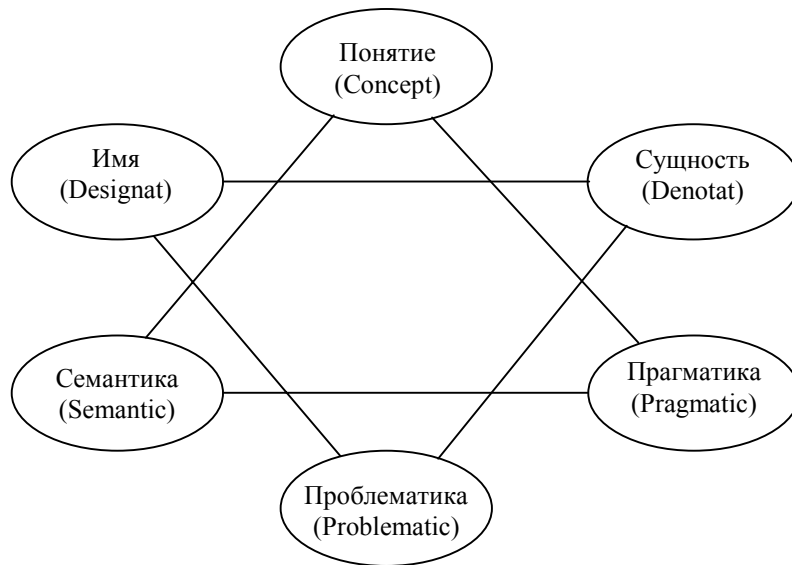


Рис. 2. Структура понятия

С другой стороны, ранее образованное понятие используется в проблемной области не в абсолютном, а в некотором относительном смысле. Поэтому имеется часть признаков понятия, которая подвергается изменению. Совокупность таких признаков называется **прагматикой**. Выявление прагматики происходит под влиянием некоторой точки зрения на предметную область: одна и та же сущность, будучи всеобъемлющей объективной реальностью, представляется различным образом в зависимости от класса решаемых задач, объединенных некоторой проблематикой.

Если предположить, что понятие с точки зрения своего содержания есть вместилище всех своих смыслов, то задание проблематики конкретизирует семантику понятия до его прагматики, рассматриваемой как частный случай интерпретации этого понятия. Следовательно, Прагматика характеризуется тем, что определяет смысл приписываемый понятию наиболее конкретно. В то время как Семантика выражает абстрактный смысл. Между указанными полюсами имеется множество промежуточных степеней выражения содержания понятия, различающихся долей абстрактного и конкретного (общего и частного). В итоге получаем второй треугольник «Прагматика-Семантика-Проблематика», объясняющий интерпретацию уже имеющегося понятия в проблемной области.

Так как Проблематика является началом, позволяющим выявить в проблемной области значимые сущности, которые во всей своей совокупности (при различных проблематиках) образуют полный объем понятия, то переупорядочим взаимосвязи модели на рис. 2 и установим между вершинами Проблематика, Имя и Сущность связь в виде нижнего треугольника. С другой стороны, уже существующее понятие раскрывается через свою Семантику и Прагматику, где Семантика есть общее со-

держание понятия, а прагматика – его возможная конкретизация. Следовательно, между вершинами Понятие, Прагматика и Семантика имеется связь, аналогичная рассмотренной выше, которая представляется вторым треугольником.

Таким образом, Имя-Сущность являются крайними полюсами в процессе выявления значимых сущностей в проблемной области, причем форма этого выявления полностью определяется активной Проблематикой. В другой паре Прагматика-Семантика, Прагматика, как полюс, соответствующий Имени, характеризуется тем, что определяет смысл Понятия наиболее конкретно, а Семантика как полюс, соответствующий Сущности, выражает общий (неотчуждаемый) его смысл.

Может оказаться, что описанная и представленная на рис. 2 модель понятия в иной проблемной области (при другой постановке задачи) будет непригодной. Однако поиск новых моделей осуществим в рамках описанной модели – путем фиксации новой проблематики, выделения сущностей предметной области и их означивания, образования новых или конкретизации уже сформированных понятий. Завершается построение новой модели установлением взаимосвязи найденных понятий и определения содержательной интерпретации этих связей.

3.3 Абстрагирование

Абстрагирование – форма мышления, при которой происходит образование понятия. При абстрагировании между понятиями выявляются отношения независимости, дифференциации и интеграции (рис. 3). Понятия независимы, если их признаки не пересекаются (а). Если у двух понятий имеются общие признаки, то наблюдается **дифференциация** понятий (б). Если все признаки одного понятия являются признаками другого понятия, то происходит их **интеграция** (в).

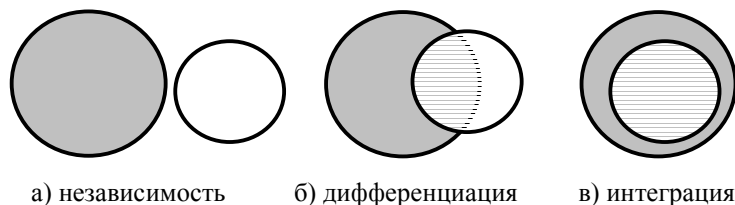


Рис. 3. Пространство признаков

Известны следующие абстракции [10]: обобщение (специализация), типизация (конкретизация), агрегация (декомпозиция) и ассоциация (индивидуализация). Обобщение и типизация, и обратные им специализация и конкретизация, выражают общность понятий, проявляющуюся при дифференциации. Агрегация и ассоциация, и обратные им декомпозиция и индивидуализация раскрывают интеграцию понятий.

При **обобщении** происходит порождение нового понятия на основе одного или нескольких подобных понятий, когда порождаемое понятие сохраняет общие признаки исходных понятий, но игнорирует их более тонкие различия. При **специализации**, наоборот, из понятия-обобщения выделяется одно из обобщенных в нем понятий.

Типизация является частным случаем обобщения. В отличие от обобщения, при типизации имеется возможность для каждой сущности из экстенционала понятия-типа узнать ее исходное понятие. Для этого используется множество признаков, называемое **ключом**. При **конкретизации** понятия-типа фиксируется одно из типизированных в нем понятий, для чего также необходим ключ.

При **ассоциации** устанавливается взаимосвязь между сущностями одного и того же или разных понятий. Ассоциация выражает специфическое соединение сущностей. Это соединение позволяет от сущности одного понятия перейти к одной или нескольким сущностям других понятий. При **индивидуализации** из понятия-ассоциации выделяются ассоциированные в нем понятия. Для перехода между сущностями этих понятий используется набор признаков, называемый **связью**.

При **агрегации** понятие строится как совокупность других понятий. При **декомпозиции** понятие-агрегат разделяется на входящие в него агрегированные понятия. Агрегация является предельным случаем ассоциации. В отличие от ассоциации, где между сущностями устанавливаются только часть связей, при агрегации присутствуют все возможные связи.

Под **понятийной структурой** будем понимать совокупность понятий, для которых заданы способы их образования (абстрагирования). Носителем понятийной структуры является множество понятий, а ее сигнатурой – множество отображений обобщения, типизации, агрегации и ассоциации.

Схемы понятий вычислим по следующей рекуррентной процедуре:

- схема простого понятия состоит из этого понятия;
- схема понятия, полученного в результате дифференциации признаков, равна пересечению схем дифференцируемых понятий;
- схема понятия, полученного в результате интеграции признаков, равна объединению схем интегрируемых понятий;
- схема понятия, полученного в результате дифференциации и интеграции, равна объединению схем интегрируемых понятий, принадлежащему пересечению схем дифференцируемых понятий.

Из содержательных представлений о понятийной структуре и свойствах абстрагирования следует, что в списках дифференцируемых и интегрируемых понятий не может появляться определяемое понятие, задаваемое прямо или косвенно. Поэтому, при построении схемы понятия необходимо осуществлять контроль за наличием циклов в понятийной структуре, выражающих указанное ограничение.

3.4 Методика понятийного анализа

Понятийный анализ определим как методику построения понятийной структуры. Основными этапами понятийного анализа являются:

- разделение сущностей предметной области на сигнификативные и денотационные;
- означивание сигнификативных сущностей и выявление существенных признаков у денотационных сущностей;
- сопоставление сущностей и определение их общих и различающихся признаков;
- образование новых или определение уже существующих понятий на основе интеграции и дифференциации признаков;
- создание понятийной структуры предметной области путем описания отображений одних понятий на другие;
- уточнение способа абстрагирования понятий (обобщения или типизации, ассоциации или агрегации);
- вычисление схем понятий и задание ключей – для типизации, связей – для ассоциации;
- верификации понятийной структуры.

В конечном итоге понятийный анализ позволяет на основе фундаментальных абстракций понятий получить **декомпозиционную схему** проблемной области в виде семантически прозрачной формальной спецификации ее понятийной структуры.

В отличие от таких теорий и формализмов как концептуальный анализ (Никаноров, 1972), семантическая сеть (Коллинз и Квилян, 1969; Цейтин, 1985), исчисление предикатов (Кольмероз, 1975), теория концептуальной зависимости (Шенк и Ригер, 1974), концептуальное моделирование (Плесневич, 2004), формальный анализ понятий (Вилли и Гантер, 1999), концептуальные графы (Сова, 1984), EER-модель (Чен, 1976; Броди и Мулополос, 1984) формализм понятийного анализа строится на четырех множествах отображений, соответствующих четырем универсальным формам абстрагирования. Благодаря этому принципиальными отличиями понятийной структуры как формализма понятийного анализа является:

- отсутствие разделения терминов на понятия, связи, сущности и признаки, а использование одного общего термина – понятие, частными проявлениями которого являются сущности, признаки и связи;
- наличие средств для явного выражения типизации понятий, а не только использование неявной типизации при классификации сущностей для образовании соответствующих им понятий;

- возможность представления ассоциаций как самостоятельных понятий, что позволяет, например, выразить обобщение ассоциативных связей;
- выражение на одной диаграмме как абстракций обобщения, так и абстракций ассоциации;
- определение понятий, которые одновременно могут быть как обобщением, так и ассоциацией других понятий;
- семантическая прозрачность описания, не требующая для своей интерпретации привлечения предметных знаний.

Коренное отличие предлагаемого подхода заключается в возможности определения ассоциации между сущностями и понятиями предметной области в виде самостоятельных понятий, в то время как в других формализмах ассоциации понятиями не являются, выражаются специализированными связями между сущностями и определяются как атомарные единицы смысла, посредством которых производится описание предметной семантики.

4 Понятийная модель

Понятийная модель предметной области строится на базе аксиомы, описывается на метаязыке и состоит из понятийной структуры, определяемого специализированного языка и текстов на специализированном языке. Для описания семантики используются тексты, построенные по правилам определенного в модели специализированного языка.

4.1 Метаязык

Метаязык используется для выражения высказываний о специализированном языке. Метаязык зададим грамматикой в металингвистической форме Бэкуса-Наура:

1	model	→	essences [inference] [model]
2	essences	→	differenciation notion [integration] [intension]
3	differenciation	→	'(' [notions] ')'
4	integration	→	'(' [notions] ')'
5	notions	→	notion [alias] [notions]
6	intension	→	sentence [intension]
7	sentence	→	syntax semantic
8	syntax	→	item [compile] [inference] [syntax]
9	item	→	notion [alias] lexeme [alias]
10	alias	→	"" terms ""
11	lexeme	→	term pattern
12	term	→	"" [terms] ""
13	pattern	→	"" [terms] ""
14	semantic	→	pragmatic [semantic]
15	pragmatic	→	[aspect] '{' [text] '}'
16	compile	→	[aspect] '[' [text] ']'
17	inference	→	[aspect] '<' [text] '>'
18	text	→	terms [text]

где нетерминальные понятия обозначены строками над терминальным алфавитом, а терминальные понятия заключены в одинарные кавычки. Грамматика задана с точностью до пробелов и обозначенных курсивом нетерминальных знаков **notion**, **aspect**, **terms**. В квадратных скобках заданы нетерминальные знаки, которые могут быть опущены, а альтернативные правые части правил грамматики разделены вертикальной чертой.

4.2 Понятийная структура

Понятийная модель **model** состоит из описаний сущностей предметной области **essences** (правило 1), а текст конструкции **inference** служит для описания решения прикладной задачи. Сущностям присваивается имя **notion** нетерминального понятия определяемого языка, а само понятие задается как дифференциация **differenciation** и интеграция **integration** ранее определенных понятий **notions** (правила 2-5). Для указания на отсутствие у понятия абстракций используются пустые круглые скобки

(правила 3, 4). Конструкция *differentiation* служит для выражения обобщения или типизации понятия (правило 3). Конструкция *integration* позволяет выразить агрегацию или ассоциацию (правило 4).

Содержание понятия *intension* состоит из предложений *sentence* (правило 6). Предложения служат для определения интенционала понятия и содержат как формы его выражения *syntax*, так и семантику *semantic* (правило 7). С каждым предложением связывается понятие-результат, именем *notion* которого названы описываемые сущности (правило 2). Синтаксис предложения *syntax* выражается последовательностью элементов *item*: понятий *notion* и лексем *lexeme* (правило 8). Лексема является терминальным понятием определяемого языка. Для выражения лексем используются как терм *term*, так и множества термов, задаваемых на языке регулярных выражений [11] в виде шаблонов *pattern* (правила 11-13). Для ссылок на отдельные элементы *item* применяются алиасы (правила 5, 10).

4.3 Специализированный язык

Предложение *sentence* является правилом вывода грамматики определяемого языка с тем отличием, что в его состав введены конструкции *inference* и *compile* (правило 8). Конструкция *inference* (правило 17) служит для расширения метаязыка и подлежит компиляции и исполнению при метаязыковом разборе предложения. Конструкция *compile* (правило 16) используется для реализации компилятора специализированного языка, после компиляции сохраняется в структуре предложения и исполняется во время распознавания этого предложения в тексте.

Каждое предложение *sentence* дополним описанием его семантики *semantic*, которую выразим множеством прагматик *pragmatic* (правила 7, 14). Текст прагматики компилируется в **императив** – некоторую последовательность действий, которая выполняет всякий раз, когда понятие выражается этим предложением (правило 15). Для каждого предложения возможно задание одной или нескольких прагматик (правило 14), которые именуются (правило 15) и называются **аспектами** *aspect*. В итоге, любой текст на специализированном языке может задавать решение целого класса задач, а его проблематизация осуществляется указанием на одну из ранее определенных прагматик (правила 15, 16, 17).

Таким образом, **терм** рассматривается как элементарная синтаксическая единица, состоящая из знаков терминального алфавита, а **лексема** определяется как элементарная семантическая единица, представленная одним или несколькими терминами. **Текстом** называется последовательность лексем, предназначенная для выражения сложного смысла. Текст, в отличие от лексем, предполагает свое деление на смысловые части, в то время как лексема такого деления не допускает.

4.4 Аксиома

Для связи с целевой платформой достаточно одной аксиомы: «пустые» квадратные скобки реализуют запись в императив того значения, которое задается элементом предложения, после которого эти скобки указаны. Например, предложение для записи байта, заданного в шестнадцатеричной системе счисления, будет выглядеть так: '# "[0-9A-F][0-9A-F]" []'. Если в тексте встретится высказывание #2A, то оно вызовет запись в императив числа 42 – кода какой-то команды целевой платформы. Для текстового описания семантики возможно другое предложение: "' "[^]+"' []"', которое реализует запись в область императива произвольной строки, например, на целевом языке.

5 Демонстрационный пример

Рассмотрим предельно простую проблемную область: «Исчисление высказываний» с проблематикой, нацеленной на определение выполнимости логических высказываний. После понятийного анализа предметной области получаем следующую понятийную модель:

```
() Variable
    "[A-Za-z][A-Za-z0-9]*" [...] {}
() Constant
    'false' [ asm{ mov eax, 0; push eax } ] {}
    'true' [ asm{ mov eax, -1; push eax } ] {}
    bit [ asm{mov eax, 1; push eax} ] {}
(Variable) Logic
```



```
Variable [ asm{ pop ebx; mov eax, [ebx]; push eax } ] { }  
Integer [ asm{ pop eax; cmp eax, 0; je m; mov eax, -1; m: push eax } ]  
    bit [ asm{ pop eax; and eax, 1; push eax } ] { }  
'(' Proposition ')' { }  
(Constant Logic) Negation  
    'not' Logic [ asm{ pop eax; not eax; push eax } ] { }  
(Negation) Conjunction  
    Negation 'and' Negation  
        [ asm{ pop eax; pop edx; and eax, edx; push eax } ] { }  
(Conjunction) Disjunction  
    Conjunction 'a' 'or' Conjunction 'b' { not a and not b }  
(Disjunction) Proposition  
    Disjunction 'a' 'imp' Disjunction 'b' { not a or b },
```

где Constant именует простое понятие «логическая константа», а Variable – «предметная переменная». Другие понятия являются сложными: Logic обозначает понятие «логическое значение», Negation – «отрицание», Conjunction – «конъюнкция», Disjunction – «дизъюнкция», Proposition – «высказывание». Понятия Constant, Logic, Negation, Conjunction и Disjunction являются частными случаями Proposition. Однако выражение этих частных случаев осуществляется по-разному. Понятие Negation получено обобщением Logic и Constant, т.е. понятия Logic и Constant являются конкретизацией Negation.

Семантика языка исчисления высказываний определена низкоуровневыми средствами. Для доступа к данным и организации их временного хранения использован аппаратный стек, а для хранения переменных – память произвольного доступа с линейной организацией. В предложении "[A-Za-z][A-Za-z0-9]*" текст компиляции (не показан) описывает создание переменной путем включения ее имени в некоторую таблицу идентификаторов и выделения памяти требуемого объема. Логические константы 'false' и 'true' реализованы как занесение нуля и минус единицы на вершину стека. Переменная определена адресом ячейки памяти. Для получения значения переменной Variable ее адрес извлекается из стека, а содержимое адресуемой ячейки заносится в стек. Для преобразования целого числа в булево значение использовано предложение Integer. Предложение '(' Proposition ')' не нуждается в императиве, так как его роль – задание приоритета выражений, заключенных в круглые скобки.

В примере определены две прагматики: по умолчанию (без имени) и с именем аспекта bit. В первом случае логический ноль кодируется арифметическим нулем, а логическая единица – минус единицей. Во втором случае логическая единица кодируется арифметической единицей. Для порождения кода используется прагматика, определенная аспектом asm (в примере не определена): текст, помеченный этим аспектом, передается целевой системе программирования – ассемблеру аппаратной платформы.

Семантика последних двух предложений выражена на уже определенном к тому времени специализированном подязыке, для чего использованы известные тождества: $a \vee b = \bar{a} \& \bar{b}$ и $a \rightarrow b = \bar{a} \vee b$, где a – алиас первого понятия предложения, b – второго.

Текст <(not x or y) and z> приведет к вычислению этого выражения при арифметическом кодировании логических значений, а bit <(not x or y) and z > – при битовом. В рассмотренной понятийной модели возможно задание других прагматик, например, для выполнения вычислений в нечеткой логике. Тогда текст fuzzy <(not x or y) and z >, где fuzzy – аспект нечетких вычислений, будет интерпретирован как нечеткое высказывание.

6 Заключение

В настоящей статье рассмотрено построение семантически замкнутой онтологии путем использования метаязыка, отражающего наиболее устойчивые концепции понятийной декомпозиции предметной области; семантической индукции, заключающейся в определении необходимых семантических категорий в процессе создания специализированного языка и средствами самого языка; внешнего семантического интерпретатора, поставляющего первичные семантические категории для определения семантики специализированного языка.

На основе полученных результатов разработана контекстная технология обработки знаний [12], предназначенная для создания для каждого класса задач и в процессе их решения характерного только для этих задач предметного языка. В отличие от таких технологий грамматического разбора текста и

описания его семантики как конечно-автоматные грамматики (Джонсон, 1972), АТN-грамматики (Пратт, 1975; Вудз, 1978; Хорошевский, 1983), расширения контекстно-свободных грамматик (Хейдон, 1975; Аллен, 1987; Вудз, 1980), трансформационные грамматики (Пратт, 1975; Хендрикс, 1977; Хомский, 1986), сопоставление с образцом (Пильщиков, 1983; Мальковский, 1987), унификационные формализмы (Каспер и Роундс, 1986; Перекрестенко, 2004), логические грамматики (Борщев и Хомяков, 1973; Кнут, 1968; Перейра и Уоррен, 1980), категориальные грамматики (Ламбек, 1958; Муртгат, 1997), программирование в ограничениях (Сарасват, 1993; Нариньяни и др., 1998), функциональные грамматики (Холидей, 1985; Тузов, 2003), контекстная технология строится на понятийной структуре предметной области и специально разработанном механизме разнесенного грамматического разбора [13]. Благодаря этому принципиальными отличиями контекстной технологии от рассмотренных аналогов является:

- контекстная интерпретация фрагментов текста;
- обобщение и ассоциация нетерминальных знаков;
- описание семантики на предметном языке;
- расширяемость метаязыка и предметного языка;
- множество целевых платформ и пополняемость набора базовых примитивов;
- возможность реализации всех перечисленных технологий обработки текстов.

Существенное отличие контекстной технологии заключается в возможности определения семантики предметного языка на самом предметном языке и использование для этого открытого множества базовых семантических категорий.

При применении понятийного анализа и контекстной технологии ожидается получение более качественных и надежных информационных систем, основанных на обработке знаний, так как сокращается семантический разрыв между содержательными представлениями относительно предметной области и теми средствами, которые служат для формализации этих представлений.

Литература

- [1] Tarski A. Logic, Semantics, Metamathematics. Oxford, 1956.
- [2] Смирнова Е.Д. Формализованные языки и проблемы логической семантики. М., 1982.
- [3] Кнут Д. Семантика контекстно-свободных языков // Семантика языков программирования. М.: Мир, 1980.
- [4] Specification Case Studies in RAISE / Ed. Van H.D., George C., Janowski T., Moore R. // In Formal Approaches to Computing and Information Technology. Springer, 2002.
- [5] Hoare C.A. An axiomatic basis for computer programming // Communications ACM. 1969. Vol. 12, No 10. PP. 576-583.
- [6] Stoy J.E. Denotational semantics: the Scott-Strachey approach to programming language theory. MIT Press, 1977.
- [7] Linger R., Mills H., Witt B. Structured Programming: Theory and Practice. Reading, MA: Addison-Wesley, 1979.
- [8] Пратт Т., Зелковиц М. Языки программирования: разработка и реализация. СПб.: Питер, 2002.
- [9] Замулин А.В. Алгебраическая семантика императивного языка программирования // Программирование. 2003. № 6. С. 51-64.
- [10] Brodie M.L., Mylopoulos J., Schmidt J.W. On Conceptual Modeling. New York: Springer-Verlag, 1984.
- [11] XML Schema Part 2: Datatypes. W3C Recommendation (www.w3.org).
- [12] Выхованец В.С., Иосенкин В.Я. Понятийный анализ и контекстная технология программирования // Проблемы управления. 2005. № 4. С. 2-11.
- [13] Выхованец В.С. Разнесенный грамматический разбор // Проблемы управления. 2006. № 1. С. 32-43.