

О логической интерпретации пропозициональных отношений*

В.Ш. Рубашкин

Санкт-Петербургский государственный университет
vrubashkin@yandex.ru

Аннотация

В докладе предлагается вариант логической интерпретации в рамках первопорядковой логики глаголов пропозициональных отношений, представляющих отношения знания, мнения, намерения и др.). Рассматриваемая лексическая подсистема приобретает технологический интерес в связи с развитием технологий типа *Opinion Mining*.

Словарной базой Semantic Web являются онтологии. Однако лексическое наполнение онтологии пока не обеспечивается достаточной методической и технологической поддержкой. Сложившаяся практика ориентирована, главным образом, на построение таксономий имен объектов; попытки моделирования других лексических подсистем часто порождают вопросы, не имеющие очевидного ответа.

Одной из таких проблем является проблема логической интерпретации глаголов пропозициональных отношений. Это глаголы знания, мнения, изъявления воли и желаний, передачи информации, оценки (*знать, полагать, думать, считать, желать, намереваться, требовать, сообщать, намерять, осуждать, поддерживать, приветствовать*, и т. п.). Общим для них является то, что с точки зрения грамматической формы и языковой интуиции носителя языка они все представляют отношение между мыслящим субъектом и содержанием мысли, выраженным в виде повествовательного предложения (*пропозиции*), описывающего предполагаемое, фактическое или желаемое положение дел: $R(x, S)$ – *Петр знает, что Волга впадает в Каспийское море*. Эта лексическая подсистема попала в поле внимания разработчиков систем извлечения знаний из текстов (*Information Extraction*) в связи с развитием автоматизированных систем изучения мнений и оценок разных аспектов общественной жизни (*Opinion Mining*), а также систем изучения целей и намерений как отдельных общественно-политических функционеров, так и социальных групп.

Теоретическая сторона проблемы состоит в том, что поверхностная форма всех подобных высказы-

ваний выходит за пределы логики предикатов первого порядка – а это делает проблематичной формализацию процедур логического вывода.

Обнаружение логической проблемы, связанной с употреблением пропозиций в роли объектного актанта у предикатов, представляемых глаголами знания, мнения, волеизъявления и первоначальное введение самого термина *пропозициональные отношения - propositional attitudes*¹ следует отнести к работе Б. Рассела «Философия логического атомизма» (курс лекций, прочитанных Б. Расселом в 1918 г.) [2]. Дальнейшая история этого понятия и его современные интерпретации кратко представлены в [3, с. 56-70]. Подробный обзор лексики, представляющей пропозициональные отношения в русском языке, и содержательное обсуждение связанных с ней проблем дано в [4, гл. 7 Интенциональные предикаты, с.249 -308]. Однако концептуально удовлетворительной и солидарно принимаемой профессиональным сообществом точки зрения на способы инкорпорации таких предикатов в язык логики до сих пор не предложено. По этому поводу обычно ограничиваются малосодержательным тезисом об их интенциональном характере. Мы хотим, используя выразительные возможности языка *InfoL* [5], предложить вариант первопорядковой интерпретации контекстов этого типа.

Рассмотрим пример, предложенный Расселом и демонстрирующий общую проблему использования такого рода глаголов:

Отелло убежден, что Дездемона любит Кассио.

Вопрос, который сформулирован Расселом и который нас здесь будет интересовать, таков: «Каким образом мы будем описывать логическую форму убеждения» (равно как и других высказываний с глаголами пропозициональных отношений – В.Р.). Не предлагая окончательного решения, Рассел полагал, что «они суть глаголы, обладающие формой отношения объекта к пропозиции ...», но «это не то, что они делают на самом деле» [1, с. 52].

Действительно, грамматическая форма здесь указывает на то, что объектным актантом глагола убежден является повествовательное предложение, в логическом осмыслении – пропозиция. Диктуемая

¹ A propositional attitude is a relational mental state connecting a person to a proposition. [1]

грамматической формой логическая схематизация очевидна, но мало удовлетворительна:

УБЕЖДЕН (кто [субъект убеждения], в чем [предмет убеждения])

В такой интерпретации употребление предиката *УБЕЖДЕН (= ПОЛАГАЕТ)* очевидным образом выходит за рамки выразительных средств логики первого порядка. И это влечет за собой такие последствия как допущение особого типа индивидуальных переменных, областью значений которых должны быть не объекты предметной области, понимаемые как носители свойств и отношений, а пропозиции. Соответственно, в логическом языке должны появиться кванторы по таким переменным; все это делает логический язык проблематичным с точки зрения дедукции (обсуждение логических проблем, возникающих уже на уровне пропозициональной логики см. в [6].

Ключевой вопрос для такого типа предикации – это, как и для «обычных» предикатов, вопрос о способе проверки истинности. Если для глаголов ментальных состояний возможно определить тестовые процедуры, удовлетворяющие научным стандартам, – а психология и социология идут именно в этом направлении, – поиск способов формализации законен и оправдан. При этом важно точно указать, что именно является предметом убеждения, волеизъявления и т.п. Рассел указывает три элемента, попадающих в поле зрения в контексте рассмотрения глаголов пропозициональных отношений, таких как *убеждение* [2, с. 121]:

- (1) содержание, в котором убеждены;
- (2) отношение этого содержания к фактическому положению дел;
- (3) собственно то, что является убеждением – оценка субъектом убеждения высказываемого содержания с точки зрения его истинности.

Для предикатов типа *УБЕЖДЕН* вообще не существует – поскольку можно верить и в то, что не соответствует реальности; п. (1) дает лишь необходимое условие понимания утверждения, а само утверждение – то, что подлежит проверке в отношении данного предиката, – заключено в п. (3).

Применительно к приведенному примеру это означает, что предметом убеждения *Отелло* является не факт существования *Дездемоны* и *Кассио*, не возможность и содержание такого отношения как любовь, а лишь то, что отношение *любит* применительно к двум указанным субъектам имеет место.

Используемая в языке *InfoL* нотация позволяет разделить концептуальное содержание высказывания и оценку его соответствия фактическому положению дел за счет введения переменной значения. Для нашего примера отношение *любит* должно быть представлено логической схемой

ЛЮБИТ (SUB1 /кто/: x, SUB2 /кого/: y, v),

где *v* – переменная состояния, которая может быть отнесена к бинарной, либо номинальной шкале. В первой трактовке мы готовы допустить лишь два состояния, выражаемых этим глаголом (*ДА – любит*, *НЕТ – не любит*). Во второй трактовке мы допускаем спектр (шкалу) возможных состояний:

ОТНОШЕНИЕ ВЛЮБЛЕННОСТИ (SUB1 /кто/: x, SUB2 /в кого/: y, v)

с такими, например, возможными значениями *v*:

- 5 – "сумасшествие";
- 4 – "горячая влюбленность";
- 3 – "влюбленность";
- 2 – "легкая влюбленность";
- 1 – "мимолетный интерес"
- 0 – "равнодушие".

(Ср.: *В красавиц он уж не влюблялся, а волочил как-нибудь...* Ср. также: *Джон считает, что Мэри безумно влюблена в него.*)

При такой интерпретации отношения, представляющего оцениваемое субъектом положение дел, можно заметить, что в высказываниях типа (1.4.-1) глаголы *считать*, *полагать*, *знать* имеют отношение лишь к одной из трех аргументных позиций глагола *любит* (*кто*, *кого*, [*ДА* или *НЕТ*/в какой степени]), а именно к последней, соответствующей переменной состояния *v*. Это подсказывает способ первопорядкового представления подобных контекстов. Опуская несущественные в данной связи детали, связанные с представлением собственных имен, получим:

Эv (ЛЮБИТ (Дездемона, Кассио, v) & УБЕЖДЕН (Отелло, v, Yes)).

(*Отелло убежден, что отношение любит для указанных актантов имеет значение ДА.*) Оговорим, что здесь и далее мы сокращаем для обозримости логическую формулу за счет использования условных индивидуальных констант *Дездемона*, *Кассио*, *Отелло*. Полное представление, которое имеется в виду должно использовать вместо этих констант конструкции вида

$\exists !x \exists v (ИМЯ (x, v) \& v = «Отелло»)$

Предикат *ПОЛАГАЕТ (x, v, v1)* содержательно интерпретируется утверждением.

x полагает, что [в пропозиции R (x, ..., v)] переменная v равна v1.

В такой интерпретации сами предикаты ментального состояния трактуются не как бинарные, а как тернарные (по крайней мере, тернарные – см. далее) отношения, связывающие субъекта ментального состояния, переменную значения, характеризующую предмет мысли и то значение, которое ей приписывает субъект. Заметим, что никакого утверждения о фактическом положении дел здесь не делается.

Соответственно, интерпретация предложения с глаголом *знает*

Отелло знает, что Дездемона любит Кассио.

будет, очевидно, отличаться лишь наличием соответствующего утверждения о действительном положении дел:

$\exists v$ (ЛЮБИТ (Дездемона, Кассио, v) & $v = \text{Yes}$ & УБЕЖДЕН (Отелло, v , Yes)).

При таком определении свойство предиката ЗНАЕТ имплицировать истинность включенной пропозиции получается как результат тривиального вывода. Одновременно здесь явно выражено и то, что различие *знает* и *полагает* касается не ментального состояния субъекта, а лишь внешней оценки внутренней пропозиции.

Надо заметить, что в ситуации, когда мнение противопоставляется фактическому положению дел:

Отелло убежден, что Дездемона любит Кассио, но это не так,

два присутствующих в логическом представлении утверждения – о фактическом положении дел и о мнении субъекта - могут противоречить друг другу:

$\exists v$ (ЛЮБИТ (Дездемона, Кассио, v) & $v = \text{No}$ & УБЕЖДЕН (Отелло, v , Yes)).

Таким способом разделяется *концептуальное содержание* объекта ментальной предикации и *истинностная оценка*; первое выносится из сферы действия ментального предиката, где остаются лишь шкальные оценки и подразумеваемая операция их сравнения.

Рассмотрим некоторые другие примеры. Предложение

Джон полагает, что высота Эйфелевой башни превышает 300 м

будет интерпретироваться по схеме:

$\exists x \exists v \exists v_1$ (ИМЯ (x , ЭЙФЕЛЕВА БАШНЯ) & ВЫСОТА (x , v) & ПОЛАГАЕТ (Джон, v , v_1) & $v_1 > 300$)

Для случаев, когда пропозиция-актант представляет собой универсальное высказывание

(Все металлы электропроводны \equiv Если x – металл, то x электропроводен),

подход будет аналогичен, но должен быть учтен способ логического представления универсальных высказываний:

$\forall x \exists v_1 \exists v_2$ (ХИМИКО-ФИЗИЧЕСКИЙ_ТИП (x , v_1) & $v_1 = \text{'МЕТАЛЛ'}$ & ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ (x , v_2)) $\rightarrow v_2 = \text{Yes}$)

Соответственно, предложение

Джон полагает, что все металлы электропроводны

получает следующее представление:

$\forall x \exists v_1 \exists v_2$ (ХИМИКО-ФИЗИЧЕСКИЙ_ТИП (x , v_1) & $v_1 = \text{'МЕТАЛЛ'}$ & ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ (x , v_2)) $\rightarrow v_2 = v_3$) & & ПОЛАГАЕТ (Джон, v_3 , v) & $v = \text{YES}$)

Пример несколько другого рода:

Джон полагает, что золото тяжелее свинца.

Ситуация здесь отличается от уже рассмотренных тем, что мнение относится не к значению переменной состояния у предиката объектной пропозиции, а к сравнению таковых. Это наводит на мысль, что отношение между значениями, вообще говоря, должно фигурировать в качестве одного из аргументов внутри предиката мнения. Т. е., исключая несущественные в данной связи детали:

$\exists x \exists y \exists v_1 \exists v_2$ (ЗОЛОТО (x) & УД_ВЕС (x , v_1) & СВИНЕЦ (y) & УД_ВЕС (y , v_2) & ПОЛАГАЕТ (Джон, v_1 , " $>$ ", v_2)).

Кажется, что интерпретация в таком варианте перестает быть первопорядковой, поскольку в одной из индивидуальных позиций предиката ПОЛАГАЕТ является символ отношения. Однако, на наш взгляд, важно то, что вычислительный аспект ситуации здесь остается под жестким контролем: в проблемной позиции допустимы только константы из весьма ограниченного списка отношений (при желании можно даже считать их просто символьными константами). Квантификация по этой позиции, следовательно, исключается, а вычислительный аспект ограничен арифметическим или символьным сравнением двух аргументов и не может создать проблем для процедур логического вывода.

Все логические следствия, получаемые из такого подхода, конечно, требуют более детального рассмотрения. Мы ограничиваемся формулировкой идеи – демонстрацией того, что и в такой содержательно сложной ситуации «понижение» уровня предикатов, представляющих пропозициональные отношения, может быть осуществлено за счет отнесения пропозиционального отношения, к переменным состояниям.

Отдельного рассмотрения требует онтологическое представление пропозициональных отношений в онтологии. Онтология, ориентированная на поддержку процедур семантического анализа текста, должна описывать семантико-синтаксическую сочетаемость слов, представляющих концепты. Логическая модель в данном случае предлагает лишь общую точку зрения, обращая внимание, в частности, на то, что пропозициональные отношения непосредственно соотносятся не с содержанием пропозиции, а с ее истинностной оценкой. В онтологии целесообразно отображать просто факт наличия у концепта валентности, предполагающей актантом пропозицию – с теми или иными уточнениями. Валентности предикатов в онтологии удобно представлять как именованное отношение между концептом-предикатом и концептом, определяющим условие заполнения валентности. (В языке OWL это

отношение может быть реализовано конструкцией *ObjectProperty*.) Ориентируясь на эту схему, можно использовать следующее техническое решение. В онтологию вводится псевдоконцепт *пропозиция* и, по мере необходимости, конкретизирующие его концепты (см. далее). Они образуют особую семантическую категорию *Утверждения* (в ряду других основных категорий: *Признак*, *Объект*, *Процесс*, *Отношение*). Устанавливается онтологическое отношение *Иметь объектом* (или, возможно, конкретизирующее его отношение *Иметь содержанием*) между концептом, представляющим пропозициональное отношение и концептом *пропозиция* (или конкретизирующим его концептом).

Помимо этого в онтологии должны быть отражены, как минимум, следующие пропозициональных отношений особенности.

- Дефиниционные и имплицитивные зависимости:

Сообщить \equiv *сделать так, чтобы адресат знал*, т.е.,

$\forall y \forall z ((\exists x \text{ СООБЩИТЬ } (SUB1:x, SUB2:y, OB: z, v) \& v = \text{Yes}) \rightarrow \text{ЗНАТЬ } (SUB2:y, OB: z, v) \& v = \text{Yes});$
 $\forall x \forall y (\text{НАМЕРЕВАТЬСЯ } (SUB1:x, OB: z, v) \& v = \text{Yes}) \rightarrow \text{ЖЕЛАТЬ } (SUB1:x, OB: z, v) \& v = \text{Yes}$).

- «Прозрачность / непрозрачность» пропозиционального отношения для отрицания. Имеется в виду то, что отрицание, приложенное к предикату *намерения*, семантически «проходит» сквозь него и воздействует на предикат подчиненной пропозиции [4]:

x не намерен делать у \equiv *x намерен не делать у*;
но:

x не осудил действия у \neq *x осудил бездействие у*
Это означает, что в словарной статье концепта *намереваться* нужна особая помета, которая у концептов других пропозициональных отношений будет отсутствовать.

- Специфика сочетаемости с пропозициями. Для отношений мнения, знания, коммуникации – сочетаемость не ограничена. Для отношений волеизъявления и оценки она, в первом приближении, должна быть ограничена пропозициями фактографического, но не номологического содержания (факты, но не законы). Ср.:

**Правительство осудило / приветствовало то, что все тела падают на Землю;*

**Петр желает, чтобы медь была диэлектриком.*

Отсюда ясна необходимость конкретизировать псевдоконцепт *пропозиция*, как минимум, псевдоконцептами *пропозиция факта* и *пропозиция закона*.

Литература

- [1]. Wikipedia - Propositional attitude. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Propositional_attitude
- [2]. Рассел, Б. Философия логического атомизма. – Томск, 1999.
- [3]. Арутюнова, Н.Д. Предложение и его смысл (логико-семантические проблемы) – М., 2003.
- [4]. Шатуновский, И.Б. Семантика предложения и нерелевантные слова. – М., 1996
- [5]. Рубашкин, В.Ш. Представление и анализ смысла в интеллектуальных информационных системах. – М.: Наука, 1989.
- [6]. Maartensz Maarten. Propositional attitude // Philosophical Dictionary (2011) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://maartens.home.xs4all.nl/philosophy/Dictionary/A/Attitudes - Propositional.htm>

On FOL-interpretation for propositional attitudes

Valery Rubashkin

The author's version of FOL-interpretation for propositional attitudes is discussed. The propositional attitudes terms represents relations of knowledge, opinion, intention et al. This lexical system arouses new attention in connection with *Opinion Mining* technologies.

* Доклад подготовлен при частичной поддержке грантов: РГНФ № 10-04-12104, РФФИ № 09-06-0275-а.