УДК 1 (091)
DOI 10.25205/2541-7517-2018-16-1-33-47

О. А. Доманов

Институт философии и права СО РАН
ул. Николаева, 8, Новосибирск, 630090, Россия

Новосибирский государственный университет
ул. Пирогова, 1, Новосибирск, 630090, Россия

domanov@philosophy.nsc.ru

К ТЕОРЕТИКО-ТИПОВОЙ СЕМАНТИКЕ ДОКСИЧЕСКИХ КОНТЕКСТОВ

Рассмотрены основные черты теоретико-типовой семантики (Ранта, Мартин-Лёф) и предложена формализация в этой семантике фразы Куайна о Ральфе из статьи «Кванторы и пропозициональные установки». Формализация позволяет избежать проблем квантификации в доксических контекстах, указанных Куайном.

Ключевые слова: семантика, теория типов, доксические контексты, Ранта, Мартин-Лёф.

Теоретико-типовая семантика является применением теории типов к семантике естественных языков. Она опирается на два источника. Первый из них – грамматика Монтегю, основанная на λ-исчислении, а второй – теория типов, восходящая к статье Рассела 1908 г. [Russell, 1908], а также к работам Чёрча о типизированном λ-исчислении. При этом из грамматики Монтегю заимствуется идея формализации языковых выражений посредством множеств и функций на них. Однако если в этой грамматике есть только объекты двух типов – сущности (entities) и пропозиции, – то теоретико-типовая семантика расширяет метод путем введения типов и типизированных предикатов и функций. Этот подход предложен А. Ранта [Ranta, 1994] и опирается на интуиционистскую теорию типов П. Мартин-Лёфа [Martin-Löf, 1984; 1998] (обычно обозначается как MLTT). Это не означает, однако, что эта семантика является интуиционистской. Обращение к теории Мартин-Лёфа скорее связано с ее конструктивистским характером. Как мы увидим, конструктивистские идеи оказываются полезными за пределами математики благодаря тому, что схватывают некоторые существенные черты деятельности как таковой, в частности, лингвистической.

Кроме того, хотя это не вполне верно, теоретико-типовая семантика обычно относится к вариантам теоретико-доказательственной семантики (proof-theoretical semantics) – одному из двух магистральных направлений построения формальной семантики наряду с теоретико-модельным. Последнее, являясь более традиционным, начинается с Фреге и достигает зрелости в теории моделей Тарского. При теоретико-модельном подходе смысл предложения сводится к условиям его истинности. В теоретико-доказательственной семантике смысл связывается не с истиной и интерпретацией, а с доказательством – смысл выводится. Этот подход становится возможным благодаря разработке Г. Генценом, Д. Правицем и др. теории доказательств, в которой последние являются самостоятельными объектами изучения со своей структурой, компонентами и т. д. В логике это позволяет интересоваться не только истинностью пропозиций, но и исследовать различные доказательства этой истинности, их структуру. В семантике же это делает возможным «вычислять» смысл предложения и извлекать его компоненты. С точки зрения философии, эта семантика восходит к Даммету [Dummett, 1975], а в более широком контексте к тезису Витгенштейна о значении как употреблении. Сам термин «теоретико-доказательственная» семантика принадлежит Шрёдеру-Хайстеру [Schroeder-Heister, 1991].

Рассмотрим основные черты теории типов Мартин-Лёфа и идею ее применения в семантике.

В MLTT каждому объекту (называемому также термом) приписывается некоторый тип. Говоря в общем, тип определяется способом оперирования с ним и его термами. Тип задан, если заданы способы определения того, принадлежит ли терм данному типу, и того, равны ли два терма этого типа. Приписывание типа – это один из видов суждения, и для конструктивистской логики Мартин-Лёфа, вероятно, наиболее существенным является различение суждения и пропозиции, восходящее к Фреге. Пропозиции – это то, чему приписывается истинность, и то, что соединяется друг с другом посредством логических операций. Суждение же является актом, например актом утверждения истинности пропозиции. Дедуктивный процесс (логический вывод) связывает суждения, но не пропозиции. Он описывает то, какие суждения мы должны принять для того, чтобы иметь право делать то или иное суждение. Таким образом, логика основана прежде всего на суждениях. Одной из элементарных форм суждения является суждение $a : A$, означающее, что терм a относится к типу A. Это предполагает, что A является типом, что записывается как A *type*. Отнесение к типу производится всегда, когда вводится новый терм, так что невозможен терм без типа. В целом, в теории типов Мартин-Лёфа есть 4 вида суждений: A *type*, $a : A$, $A = B$ *type* и $a = b : A$ (это список не ограничен, принципиально возможны также другие виды суждений). Если суждение является актом, то пропозиции можно отождествить с множествами. Тип является абстрактным понятием, которое, с одной стороны, ведет себя как множество элементов, а с другой – может быть понято как пропозиция. При этом принцип «пропозиция-как-тип» (или изоморфизм Карри-Ховарда) позволяет отождествить множества и пропозиции: пропозиция понимается как множество доказательств, а множество – как пропозиция вида «имеется элемент…». Суждение $a : A$ может тогда быть одновременно прочитано тремя способами: «a относится к термам типа A», «a является элементом множества A» и «a является доказательством пропозиции A» (возможны и другие способы, например, можно понимать тип и терм как проблему и ее решение, ожидание и его исполнение, спецификацию и удовлетворяющую ей программу). Это позволяет задавать одни и те же правила для манипулирования типами, множествами и пропозициями, что, в свою очередь, делает возможной интерпретацию логических операций как операций над типами или множествами. Например, множество пар термов (a, b), таких, что $a : A$ и $b : B$, может пониматься, с одной стороны, как Декартово произведение множеств $A \times B$, а с другой – как множество доказательств конъюнкции пропозиций $A \wedge B$. Аналогично, если мы имеем способ перевода каждого терма $a : A$ в терм $b : B$, то мы можем говорить, с одной стороны, о функции $A \to B$, а с другой – об импликации $A \to B$. Таким образом, на доказательство можно смотреть с двух точек зрения. С одной точки зрения, оно является процессом вывода суждений из других суждений, с другой же, правила вывода являются одновременно правилами построения некоторых объектов (термов), которые можно понимать либо как элементы множества, либо как доказательства пропозиции. Таким образом, различаются доказательство-процесс и доказательство-объект. Если $a : A$, то a можно понимать как свидетельство истинности пропозиции A, т. е. как доказательство-объект. Ранта в этой связи упоминает Хайдеггера, который, обсуждая теорию значения Гуссерля, замечает, что критерием истинности предложения «Картина на стене висит криво» является сама криво висящая картина [Ranta, 1994. P. 54]. Именно этот конструктивистский подход – значение подобно доказательству, которое, в свою очередь, является конструкцией, построенной по определенным правилам – позволяет использовать теорию типов в семантике. При этом, как мы увидим, теория типов позволяет не только представить значение в виде конструкции, но и предоставляет способы извлечения из этой конструкции необходимой информации.

Полностью потенциал теории типов раскрывается при введении понятия зависимых типов. Это позволяет, в частности, интерпретировать кванторы. Если для каждого терма $x : A$ мы имеем тип $B(x)$, зависящий от x, то последний называется зависимым типом. Для них, рассматриваемых как множества, мы можем определить дизъюнктивное объединение по всем x, обозначаемое $(\Sigma x : A)\ B(x)$ и называемое зависимой суммой. Она будет непустой, если существует хотя бы одна пара (a, b), такая, что $a : A$ и $b : B(a)$. Если теперь понимать $B(x)$ как пропозиции, то зависимый тип оказывается пропозициональной функцией, и сумму можно понимать как пропозицию, истинную, если существует пара из элемента a и доказательства пропозиции $B(a)$, что позволяет интерпретировать $(\Sigma x : A)\ B(x)$ как квантор существования. Аналогично, можно рассмотреть Декартово произведение по всем x, обозначаемое как $(\Pi x : A)\ B(x)$ и называемое зависимым произведением. Оно будет непустым, если для каждого $a : A$ имеется $b : B(a)$, что позволяет интерпретировать его как квантор всеобщности. Заметим, что каждое доказательство экзистенциальной пропозиции представляет собой пару (a, доказательство пропозиции $B(a)$), а каждое доказательство универсальной пропозиции – функцию, переводящую каждое $a : A$ в некоторое доказательство пропозиции $B(a)$.

Рассмотрим идею применения данной техники к анализу семантических проблем. Для этого различные языковые выражения интерпретируются как теоретико-типовые. Например, нарицательным именам (человек, животное) ставятся в соответствие типы, предложениям – пропозиции («Мэри гуляет»), непереходным глаголам – функции из типов в пропозиции («x гуляет») и т. д. (подробнее см.: [Ibid.]). Одним из основных преимуществ теоретико-типовой семантики перед теоретико-модельной является то, что она позволяет сохранить принцип композиционности для смысла: смысл выражения составлен из смыслов его единиц. Этого не всегда удается добиться в логике предикатов. Одним из парадигмальных случаев в этом отношении является так называемое donkey sentence:

(1) Каждый фермер, который владеет ослом, кормит его.

Его стандартная формализация должна была бы выглядеть следующим образом:

$$(\forall x)(\exists y)(\text{фермер } (x) \wedge \text{осел } (y) \wedge \text{владеть } (x, y) \rightarrow \text{комить } (x, y)).$$

Однако здесь теряется композициональность, так как эта формализация не содержит неизменным компонент «фермер владеет ослом»:

$$(\exists x)(\exists y)(\text{фермер } (x) \wedge \text{осел } (y) \wedge \text{владеть } (x, y)).$$

Напротив, в теории типов мы начинаем с формализации предложения «фермер владеет ослом»:

$$(\Sigma x : \text{фермер})(\Sigma y : \text{осел})\ (x \text{ владеет } y).$$

Это пропозиция, доказательством которой является пара, состоящая из фермера и доказательства того, что он имеет осла. Последнее же само является парой, состоящей из осла и доказательства того, что этим ослом владеет данный фермер.

Пусть теперь у нас есть доказательство этой пропозиции (гипотеза), т. е.

$$z : (\Sigma x : \text{фермер})(\Sigma y : \text{осел})\ (x \text{ владеет } y).$$

Если $z = (a, b)$, то обозначим как $p(z) = a$ и $q(z) = b$ первую и вторую проекции пары. Тогда мы можем извлечь из z следующую информацию:

• z = пара (фермер, владеющий ослом; доказательство, что он им владеет);

• $p(z)$ = фермер, владеющий ослом;

• $q(z) = (\Sigma y : \text{осел})(p(z) \text{ владеет } y)$ = «$p(z)$ владеет (неким) ослом»;

• $p(q\ (z))$ = осел, которым владеет $p(z)$.

Это позволяет окончательно сформулировать исходную пропозицию:

$$(\Pi z : (\Sigma x : \text{фермер})(\Sigma y : \text{осел})\ (x \text{ владеет } y))(p(z) \text{ кормит } p(q\ (z))).$$

Мы видим, что исходная гипотеза (о том, что имеется некий фермер, владеющий неким ослом) целиком содержится в окончательной формализации, а информация из нее извлечена так, что мы оказались способны указать, что фермер кормит именно того осла, которым владеет. Такой способ позволяет относительно легко формализовать предложения, подобные следующему: «Каждый человек, вредящий каждому человеку, который вредит ему, вредит самому себе» [Ranta, 1994. P. 63].

Такова, в общих чертах техника анализа языковых конструкций, основанная на теории типов. Рассмотрим теперь, каким образом мы можем применить ее к проблемам, связанным с пропозициональными установками на примере доксических контекстов. Но прежде чем мы к этому перейдем, нам нужно рассмотреть понятие контекста.

Контекстом называется последовательность суждений вида $\Gamma = x_1 : A_1, x_2 : A_2, \ldots$, где x_i – это переменные, A_i – пропозиции, и последующие пропозиции могут зависеть от предшествующих переменных. В теоретико-типовой семантике мы можем рассматривать контексты как контексты мнения (доксические контексты или контексты веры, belief). Контекст формализует систему убеждений, которой обладает некоторый субъект. Интуитивно, можно представлять контекст как последовательность суждений, которых этот субъект придерживается. Если он признает, что A истинно, то в его контексте содержится суждение $x : A$, где x обозначает доказательство пропозиции A, которое предполагается как неизвестное, но существующее. Если Γ_p – это система убеждений субъекта p, то мы можем считать, что субъект верит в истинность A, если из Γ_p доказуема эта истинность. Записав это условие в виде пропозиции, получим доксический оператор ([Ibid. P. 155]; я немного упростил обозначения):

$$(\mathrm{B}_p)A(x_1, \ldots, x_n) = (\Pi x_1 : A_1) \ldots (\Pi x_n : A_n(x_1, \ldots, x_{n-1}))(x_1, \ldots, x_n) : \mathit{prop}.$$

$(\mathrm{B}_p)A$ истинно тогда и только тогда, когда из Γ_p доказуема истинность A. Как видно, доксический оператор является функцией из переменных контекста в пропозицию $A(x_1, \ldots, x_n)$. Мы будем использовать этот факт ниже.

Для установления связи между контекстами Ранта использует функции, связывающие их переменные [1994. P. 145–147]. Пусть два контекста имеют последовательность переменных $x_1, \ldots$ и $y_1, \ldots$, которые я буду обозначать как $\vec{x}$ и $\vec{y}$. Тогда один из них является расширением другого, если существует последовательность функций $\vec{y} = \vec{f}(\vec{x})$, такая, что каждая переменная из $\vec{x}$ выражается через переменные $\vec{y}$. Эти функции позволяют нам переходить между контекстами разных субъектов, если один из них является расширением другого.

Мы готовы к тому, чтобы перейти к конкретному примеру анализа доксических контекстов. Куайн, обсуждая проблемы квантификации в таких контекстах, приводит пример проблематичного предложения: «Ральф верит, что кто-то шпион» (Ralph believes that someone is a spy) [Quine, 1956]. Оно может быть понято двумя разными способами:
(2) Ральф верит, что существуют шпионы.
(3) Есть кто-то, кого Ральф считает шпионом.

В первом случае мы интерпретируем предложение de dicto, во втором – de re (хотя сам Куайн в данном тексте не употребляет эту терминологию). Проблема возникает со второй интерпретацией. Предположим, говорит Куайн, что Ральф знает одного и того же человека (по имени Бернард Дж. Орткутт) в двух разных ситуациях. В одном случае он знает его как мэра города и уважаемого человека, в котором Ральф уверен, что он не может быть шпионом. Во втором случае он видит его несколько раз в темной шляпе в подозрительных ситуациях и считает шпионом, однако не узнает в нем мэра города. Тогда формализация предложения de re в теоретико-модельном подходе сталкивается с трудностями. Действительно, интерпретируя фразу «Ральф верит, что x шпион», мы должны подставить на место переменной Орткутта, но тогда она не может иметь определенного истинностного значения, покольку Ральф имеет относительно Орткутта противоположные убеждения в разных ситуациях (не зная, однако, об этом). Согласно Куайну и следуя объективной интерпретации, мы можем заменять термины «человек в шляпе» и «мэр» без изменения истинностного значения пропозиций (salva veritate). Но в таком случае мы должны либо приписать себе два противоречащих друг другу утверждения:
(4) Ральф верит, что человек в темной шляпе шпион.
(5) Ральф не верит, что мэр шпион,
либо оказываемся не в состоянии установить никакого отношения между Ральфом и каким-либо человеком [Ibid. P. 179]. Куайн делает вывод, что простая формализация предложения de re как $(\exists x)$ (Ральф верит, что x шпион) здесь не пригодна. Квантификация возможна по переменным *внутри* пропозициональных контекстов, но не снаружи.

Как эта ситуация выглядит при теоретико-типовом подходе? Введем понятие единичного типа (unit type). Единичные типы – это типы, содержащие только один терм. Для наших целей определим единичные типы 1_h и 1_m для человека в темной шляпе и мэра, соответственно. Суждения $x : 1_m$ и $x : 1_h$ читаются, соответственно, как «x – мэр» и «x – человек в темной шляпе». Поскольку предикат *spy* (быть шпионом) определен на типе *man*, то нам, кроме этого, нужны функции из единичных типов в тип *man*, которые выбирают в последнем соответствующего человека (эта структура называется приведенным подтипом; см. подробнее [Luo, 1999; 2012]). Обозначим эти функции как (1_h) *man* и (1_m) *man*, соответственно.

Рассмотрим интерпретацию de dicto. Выражение $(\Sigma x : man)(x\ spy)$ – это множество шпионов, точнее, множество пар, состоящих из человека и доказательства того, что он шпион. Тогда

$$(B_R)(\Sigma x : man)(x\ spy)$$

формализует предложение «Ральф верит, что существуют шпионы» или «Ральф верит, что некоторые люди шпионы». С этой интерпретацией нет никаких проблем.

Перейдем к интерпретации de re.

Фрагмент контекста Ральфа, согласно которому он верит, что человек в шляпе шпион, выглядит следующим образом:

$$\Gamma_R(\vec{x}) = x_1 : 1_h, x_2 : (1_h)\,man, x_3 : (x_2(x_1)\ spy).$$

Согласно этому фрагменту, Ральф не знает, кем именно является человек в шляпе, но он верит, что он шпион, независимо от этого. Переменная x_1 обозначает доказательство того, что человек в шляпе существует, x_2 – функцию, устанавливающую соответствие между человеком в шляпе и множеством людей, а x_3 – доказательство того, что человек в шляпе (приведенный к типу *man*) является шпионом.

Для интерпретации de re нам нужна оценка истинности в актуальном (или «нашем») контексте. Будем далее действовать поэтапно. Пусть для начала актуальный контекст содержит убеждение в существовании только одного человека:

$$\Gamma_A(\vec{y}) = y_1 : 1_A.$$

Здесь 1_A – это единственный человек, присутствующий в нашем контексте и выбранный нами тем или иным способом – прямым указанием, воспоминанием, взглядом и пр. Мы не знаем, носит ли он шляпу, является ли мэром и т. д. Строго говоря, мы даже не знаем, относится ли он к типу *man*, это просто «кто-то». Будем рассматривать контекст Ральфа как расширение актуального, причем связь между ними устанавливается функцией $f_1(\vec{x}) = x_1$. Другими словами, $y_1 = x_1$, т. е. человек в шляпе в контексте Ральфа является выбранным человеком в нашем контексте. Мы не конкретизируем, кто именно устанавливает эту связь. Возможно, мы знаем об этом, и тогда в нашем контексте существует человек в шляпе, и тип 1_A было бы корректнее называть 1_h. Но возможно, что мы этого не знаем, и связь устанавливается Ральфом, который отвечает на наш, вопрос, является ли выбранный нами человек шпионом. В любом случае, человек, присутствующий в нашем контексте, должен также присутствовать в контексте Ральфа, поскольку мы считаем последний расширением первого.

Пусть $w:(B_A)1_A$ – доказательство того, что выбранный человек существует в контексте Γ_A. Тогда w является функцией на $\vec{y}$, и если мы обозначим операцию применения функции через *ap*, то значение $ap(w,\vec{y})$ будет равно выбранному нами человеку. Тогда $ap\left(w,\vec{f}(\vec{x})\right)$ в контексте Γ_R будет равно x_1, т. е. человеку в шляпе, и мы можем сформировать истинную пропозицию «Существует кто-то в нашем контексте, кого Ральф считает шпионом»:

$$\left(\Sigma w:(B_A)1_A\right)(B_R)\left(x_2\left(ap\left(w,\vec{f}(\vec{x})\right)\right)spy\right).$$

Уже это мы можем считать формализацией исходного предложения Куайна. Однако мы сделаем следующий шаг и предположим, что актуальный контекст выглядит так:

$$\Gamma_A(\vec{y}) = y_1 : man.$$

Другими словами, мы предполагаем лишь, что некоторый человек существует. Тогда, считая, что $y_1 = f_1(\vec{x}) = x_2(x_1)$, мы получим аналогично предыдущему пропозицию «Существует человек в актуальном контексте, которого Ральф считает шпионом»:

(6) $\left(\Sigma w:(B_A)man\right)(B_R)\left(ap\left(w,\vec{f}(\vec{x})\right)spy\right).$

Помимо прочего, мы можем доказать, что этот человек – если он существует – есть человек в шляпе из контекста Ральфа. Действительно, это следует из равенства $y_1 = x_2(x_1)$ и условия единичности для 1_h.

По условию задачи эта пропозиция истинна, поскольку существует w, такое, что ap (w, $\vec{y}$) = Орткутт, и $(B_R)\left(ap\left(w,\vec{f}(\vec{x})\right)spy\right)true$. Если далее мы рассмотрим аналогичный фрагмент контекста Ральфа, касающийся мэра, то тем же способом можем показать, что (B_R) (Орткутт *not spy*), т. е. Ральф верит, что Орткутт не шпион. Это, однако, не является проблемой, поскольку к семантике глагола «верить» относится возможность для субъекта верить в противоположные вещи, не впадая в противоречие, если он не знает (не верит) то, что они противоположны.

Сталкиваемся ли мы при этом с проблемой Куайна? Приходится ли нам приписывать противоположные мнения самим себе? Чтобы это понять, нам понадобится формализовать предложение о Ральфе двумя способами. Первый из них необходим, чтобы сформулировать проблему в том виде, в котором она присутствует у Куайна. В этом случае мы должны предполагать, что в актуальном контексте имеются понятия человека в шляпе и мэра. Проведем эту формализацию. Чтобы это сделать, расширим контекст Ральфа, добавив суждения, касающиеся мэра:

(7) $\Gamma_R(\vec{x}) = x_1 : 1_h, x_2 : 1_m, x_3 : (1_h)\, man, x_4 : (1_m)\, man, x_5 : (x_3(x_1)\; spy), x_6 : (x_4(x_2)\; not\; spy).$

Введем также актуальный контекст

$$\Gamma_A(\vec{y}) = y_1 : 1_h, y_2 : 1_m, y_3 : (1_h)\, man, y_4 : (1_m)\, man,$$

согласно которому мы знаем, что существуют человек в шляпе и мэр, оба приводимые к типу *man*.

Определим функцию связи двух контекстов $\vec{f}(\vec{x}) : \Gamma_R \to \Gamma_A$, причем будем считать, что $y_i = f_i(\vec{x}) = x_i$ для i = 1,..., 4. Интуитивно, f переводит человека в одном контексте в «того же самого» человека в другом контексте. При этом функции приведения типов y_3 и y_4 совпадают с аналогичными в контексте Ральфа, что соответствует тому, что мы с Ральфом интерпретируем человека в шляпе и мэра одинаково (причем ни мы, ни Ральф не обязаны знать, кем фактически является человек в шляпе).

Проверим теперь оценку

(8) $(B_A)(B_R)(y_3(y_1)\; spy).$

Тогда, поскольку из Γ_R выводимо x_5 : (x_3 (x_1) *spy*), то выводимо и $x_5 : (y_3(y_1)\; spy)$. Или, формулируя иначе, (8) истинно, если существует функция, которая каждому $\vec{y}$ сопоставляет доказательство того, что из контекста Ральфа выводимо, что $y_3(y_1)$ *spy*. Мы знаем, что для любого $\vec{x}$ мы можем получить доказательство пропозиции $x_3(x_1)$ *spy*. В частности, при $x_1 = y_1$, $x_3 = y_3$ мы получим доказательство нужной нам пропозиции. Таким образом, оценка истинности предложения «Ральф верит, что человек в шляпе шпион» положительна в актуальном контексте Γ_A, вне зависимости от того, как интерпретируется единственный элемент 1_h.

Проверим оценку

$$(9)\quad (B_A)(B_R)\big(y_4(y_2)\,not\ spy\big).$$

Поскольку из Γ_R выводимо $x_6 : (x_4(x_2)$ *not spy*), то выводимо и $x_6 : (y_4(y_2)$ *not spy*). Таким образом, оценка истинности предложения «Ральф верит, что мэр не шпион» положительна в актуальном контексте Γ_A, вне зависимости от того, как интерпретируется единственный элемент 1_m. В обоих случаях при оценке мы избегаем объектной интерпретации переменных. По этой причине в теоретико-типовой семантике замена salva veritate не имеет большого смысла, мы должны говорить скорее о замене salva demonstratione, т. е. с сохранением доказательства, а не истины. Истинность пропозиций (8) и (9) не зависит от того, как именно интерпретируются человек в шляпе и мэр, важно лишь, что они интерпретируются одинаково в двух контекстах. В частности, оценка не изменяется от того, являются ли они в актуальном контексте одним и тем же человеком или разными. По этой причине у нас, вообще говоря, нет оснований свободно менять местами в этих пропозициях выражения «человек в шляпе» и «мэр», а также свободно заменять их на объект, на котором они интерпретируются, т. е. на Орткутта. В теоретико-типовой семантике мы не можем заменой salva veritate перейти от (9) к

$$(10)\quad (B_A)\neg(B_R)\big(y_3(y_1)\,spy\big),$$

поскольку эта замена не может быть обоснована. Для оценки истинности пропозиций мы должны предполагать, что в нашем контексте существует тип «мэр», и при переходе в контекст Ральфа не можем заменить его на тип «человек в шляпе». В результате проблема, в том виде, как она формулируется Куайном, не возникает (предложения (4) и (5) не противоречат друг другу).

Однако возможен второй способ формализации, подобный (6), при котором мы предполагаем, что в актуальном контексте имеется лишь суждение о существовании Орткутта, т. е. некоторого конкретного человека без знания о том, является ли он мэром или человеком в шляпе. Для того чтобы проверить, не сталкиваемся ли мы с проблемами в этом случае, нам недостаточно двух контекстов. Поскольку в актуальном контексте содержится информация, которой нет в контексте Ральфа (о том, что человек в шляпе и мэр – это один и тот же человек), мы не можем считать, что Γ_R является расширением Γ_A. Нам требуется ввести общий контекст Γ_{RA}, для которого два других будут являться расширением [Ranta, 1994. P. 158–159]. Говоря конкретно, пусть контекст Ральфа задается выражением (7), а актуальный контекст равен

(11) $\Gamma_A(\vec{y}) = y_1 : man, y_1 = o : man,$

где константа *o* обозначает Орткутта. Тогда мы можем определить общий контекст

(12) $\Gamma_{RA}(\vec{z}) = z_1 : man, z_2 : man,$

причем функции расширения $\vec{z} = \vec{f}(\vec{x})$ и $f_1 = x_3(x_1)$ определим так, что $f_1 = x_3(x_1), f_2 = x_4(x_2), g_1 = y_1$ и $g_2 = y_1$. Пусть $w : (B_{RA})\, man$ – пропозиция, означающая, что в общем контексте существует некий человек. Тогда $ap(w, \vec{g}(\vec{y}))$ есть этот человек в нашем контексте, и мы можем утверждать:

(13) $(\Sigma w : (B_{RA})\, man)(B_A)(ap(w, \vec{g}(\vec{y})) = o).$

Пусть *u* – доказательство этой пропозиции, тогда $ap(p(u), \vec{f}(\vec{x}))$ есть некоторый человек в контексте Ральфа. Если значением функции $p(u)$ в общем контексте будет z_1, то в контексте Ральфа оно будет равно человеку в шляпе (приведенному к типу *man*), и мы можем записать формализацию истинного предложения «Существует человек, которого мы знаем как Орткутта и которого Ральф считает шпионом» (обозначим через *P* пропозицию (13)):

(14) $(\Sigma u : P)(B_R)(ap(p(u), \vec{f}(\vec{x}))\, spy).$

Построив аналогичным образом пропозицию для мэра, мы можем получить формализацию истинного предложения «Существует человек, которого мы знаем как Орткутта и которого Ральф *не* считает шпионом»:

(15) $(\Sigma u : P)(B_R)(ap(p(u), \vec{f}(\vec{x}))\, not\ spy).$

Получили ли мы тем самым противоречие? Мы видим, что формализация не имеет вид «Я верю, что Ральф верит, что Орткутт шпион», так что мы можем получить противоречащее ему «Я верю, что Ральф не верит, что Орткутт шпион». Скорее, мы получили: «В нашем общем с Ральфом контексте существует человек, о котором я верю, что он – Орткутт, а Ральф верит, что он – шпион». В последнем случае нет никакого противоречия, в том, чтобы утверждать: «В нашем общем с Ральфом контексте существует человек, о котором я верю, что он – Орткутт, а Ральф не верит, что он – шпион». Противоречия не возникает благодаря наличию промежуточного контекста. Общий контекст в данном случае это то, что мы должны предположить для того, чтобы соотнести контекст Ральфа с нашим. Даже если мы считаем, что существует лишь один человек – Орткутт, – мы должны предположить общий контекст, в котором их два, даже если затем мы их отождествляем. В противном случае мы не можем применить понятие расширения контекста, через которое мы только и способны контексты соотносить.

Кроме того, мы можем переписать (15) в виде

$$(16)\ (\Sigma u : P)(B_R)\neg\Big(ap\Big(p(u), \vec{f}(\vec{x})\Big)\, spy\Big),$$

но не в виде

$$(17)\ (\Sigma u : P)\neg(B_R)\Big(ap\Big(p(u), \vec{f}(\vec{x})\Big)\, spy\Big).$$

Первая из этих пропозиций истинна, тогда как вторая – нет. Действительно, истинность второй означала бы, что множество $(B_R)\Big(ap\Big(p(u), \vec{f}(\vec{x})\Big)\, spy\Big)$ пусто, т. е. соответствующая пропозиция не имеет доказательств. Но оно не пусто, поскольку в общем контексте существует человек (обозначенный выше переменной z_1), которого мы знаем как Орткутта, а Ральф считает шпионом. В общем случае из $(B_p)\ \neg A$ не следует $\neg(B_p)\ A$, поскольку последнее означало бы, что не существует доказательства A в контексте Γ_p, тогда как к семантике глагола «верить» относится возможность такого доказательства, пусть и невозможного, исходя из нашего контекста. В результате мы не можем составить истинного предложения, подобного предложению Куайна (5). Ситуация не изменилась бы, если бы Ральф не имел никакого определенного мнения о том, является ли мэр шпионом. В этом случае также (16) было бы истинно, но (17), тем не менее, – ложно.

Таким образом, при этой интерпретации мы также не сталкиваемся с проблемой, указанной Куайном. Более того, квантификация оказалась возможной. Нужно заметить, что интерпретацию предложения Куайна мы проводили несколькими способами. Не вполне ясно, какая из них является интерпретацией de re, а также осмысленно ли здесь вообще говорить о такой интерпретации. Более корректно, по-видимому, говорить о квантификации по смешанным контекстам, и теория типов, как мы видим, позволяет ее проводить. В итоге логика, основанная на теории типов, обещает разрешить семантические загадки, возникающие при использовании традиционной логики предикатов. По крайней мере, мы можем говорить об этом в случае предложения Куайна о Ральфе. Другие ситуации требуют отдельного анализа.

Список литературы

Dummett M. A. E. What is a Theory of Meaning? // Mind and Language. Oxford Univ. Press, 1975.

Luo Z. Coercive subtyping // Journal of Logic and Computation. 1999. Vol. 9. No. 1. P. 105–130.

Luo Z. Formal semantics in modern type theories with coercive subtyping // Linguistics and Philosophy. 2012. Nov. Vol. 35. No. 6. P. 491–513.

Martin-Löf P. An intuitionistic type theory: Notes by Giovanni Sambin of a series of lectures given in Padua, June 1980. Napoli: Biliopolis, 1984.

Martin-Löf P. An intuitionistic theory of types // Twenty-five years of constructive type theory. New York: Oxford Univ. Press, 1998. P. 127–172.

Quine W. Quantifiers and propositional attitudes // Journal of Philosophy. 1956. Vol. 53. Issue 5. P. 177–187.

Ranta A. Type-theoretical grammar. Clarendon Press, 1994.

Russell B. Mathematical logic as based on the theory of types // American Journal of Mathematics. 1908. Vol. 30. P. 222–262.

Schroeder-Heister P. Uniform Proof-Theoretic Semantics for Logical Constants (Abstract) // Journal of Symbolic Logic. 1991. Vol. 56. P. 1142.

Материал поступил в редколлегию 25.01.2018