

Д.В. Зайцев, В.И. Маркин
ЭКСПЛИКАЦИИ ПОНЯТИЯ ПУБЛИЧНОГО ДИАЛОГА¹

В статье предлагаются нестандартные подходы к формальной экспликации рассуждений на основе публичных объявлений. Рассматриваются два варианта систем натурального вывода для формализации таких рассуждений.

This paper is a continuation of (Зайцев, 2014) and (Зайцев, 2015), where the very idea of new interpretation of Public Announcements and their logic as natural deduction calculus was proposed. In so doing, we present here two versions of PADME (Public Announcement Dialogue Modeling Engine).

Ключевые слова: публичные объявления, логика публичных объявлений, диалог с публичными объявлениями, натуральное исчисление.

Keywords: public announcements, logic of public announcements, dialogue with public announcements, natural deduction.

1. Введение

Это статья — уже третья в серии статей, выполненных в рамках единого проекта по логике публичных объявлений (PAL от Public Announcement Logic). В первой статье (Зайцев, 2014) была предложена идея нового подхода к формализации рассуждений на основе публичных объявлений. Стандартно оператор публичного объявления $[A]B$, во-первых, является бинарным, во-вторых, трактуется с ориентацией на будущее: « B истинно после (правдивого) объявления A ». Семантическое условие для оператора публичного объявления вполне согласуется с такой неформальной трактовкой: если A истинно в произвольном мире модели M , то B истинно в «усеченной» модели M , ограниченной теми мирами, в которых истинна A . Новая трактовка оператора публичного объявления A/B предполагает направленность в прошлое: «объявлено A на основании B », то есть агент на основании некоторого знания, выраженного

¹ Работа частично поддержана РФНФ. Грант № 13-03-00461

утверждением B , пришел к выводу, что A . Кроме того, в этой статье была предложена энтимемическая трактовка публичного объявления. В ряде случаев за объявлением A/B скрывается определенная интеллектуальная деятельность, напоминающая процедуру восстановления энтимемы в силлогизм. Если непосредственно из B не следует A , то это значит, что имеется дополнительная информация (пропущенная посылка C), которая в сочетании с B влечет A . Во второй статье (Зайцев, 2015) ставилась задача представления диалога с публичными объявлениями как некоторой последовательности утверждений агентов, поддержанных вспомогательными рассуждениями. Для этого анализировалась версия известного модельного примера “Muddy children” упрощенная до случая двух «грязноспинных» преподавателей. При этом рассматривались два основных сценария развития событий. Для облегчения понимания дальнейших построений целесообразно привести этот пример здесь.

Muddy Teachers

После лекции на кафедре (логики), где присутствует один человек (заведующий кафедрой γ) возвращаются два преподавателя (α и β). Заведующий, посмотрев на них с разных сторон, делает публичное объявление:

1. γ : «По крайней мере у одного из вас спина в мелу».

Далее события могут развиваться по нескольким сценариям.

Сценарий α .

Посмотрев на β и увидев, что его спина чистая, преподаватель α объявляет:

2. α : «Моя спина в мелу».

После этого β , даже не глядя на α , объявляет:

3. β : «Тогда моя спина чистая».

Сценарий β .

Пусть теперь β начинает первым и, увидев, что спина α в мелу, заявляет

2. β : «Я не знаю, грязная ли у меня спина».

После этого α , даже не глядя на β , объявляет

3. α : «Тогда моя спина испачкана».

Анализ рассмотренных ситуаций публичных объявлений позволил выделить три важных их разновидности:

- (1) объявление на основе вывода;
- (2) энтимемическое объявление;
- (3) объявление о (не)знании.

Строго говоря, согласно развиваемой трактовке, все виды публичных объявлений осуществляются на основе вывода, поэтому ниже несколько изменим названия типов объявлений, добавив указания на используемый для вывода инструментарий: в первой разновидности добавим отсылку к логике высказываний (л.в.), а в третьей — к эпистемической логике (э.л.).

Далее в статье был предложен первый вариант системы моделирования диалога с публичными объявлениями в виде системы субординатного натурального вывода — **PADME** (Public Announcements Dialogue Modelling Engine). Будем называть его **PADME 1.0**.

В настоящей статье будет продолжено развитие проекта, направленного на моделирование логики публичных объявлений средствами натурального вывода. В следующем разделе будет описана **PADME 1.1** — новая и (как хочется думать по крайней мере одному из авторов — Д.З.) улучшенная версия того же формализма. В третьем разделе будет представлен подход к формализации логики публичных объявлений, развиваемый В.И. Маркиным, условно обозначенный как **PADME 2.0**. Стоит заметить, что наши (Д.З. и В.М.) подходы существенно различаются, поэтому данный проект требует дальнейшего развития.

2. PADME 1.1

В новой версии **PADME** и оператор публичного объявления, и правила введения и исключения претерпевают существенные изменения. Во-первых, оператор публичного объявления становится унарным: $!A$. Это обусловлено

стремлением приблизить развиваемую формальную экспликацию к практике естественных рассуждений. Делая какое-либо объявление, мы в подавляющем большинстве случаев не ссылаемся на использованную для этого информацию, оставляя собеседнику право догадываться, на основании чего был сделан объявленный вывод. В то же время, придерживаясь выбранной ранее линии интерпретации публичного объявления как разновидности выводного знания, сохраняем зависимость от посылок посредством правил введения и исключения соответствующего оператора.

Естественно, эти изменения сказываются и на определении искусственного языка:

$$A ::= p \mid !A \mid A \wedge A \mid A \vee A \mid A \supset A \mid \neg A.$$

По-прежнему, исходные данные, которыми располагают агенты, задаются в виде последовательности множеств $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$, релятивизированных относительно участников диалога. Интуитивно подразумевается, что каждый участник на каждом шаге диалога может использовать только доступную ему информацию.

В приведенном выше примере **Muddy Teachers** исходная информация может быть представлена следующим образом: $\delta_1 = \{p, \neg q\}$, $\delta_2 = \{\neg q\}$, $\delta_3 = \{p\}$.

Первое правило позволяет открывать новый вывод на основании имеющейся в распоряжении агента исходной информации и в этом смысле оно похоже на стандартные правила *repetition* и *reiteration*.

$$r.1. \quad \begin{array}{l} 1. \\ 2. \\ 3. \end{array} \left| \begin{array}{l} \delta_i \\ \hline i \\ \hline \end{array} \right| \begin{array}{l} C, \text{ если } C \in \delta_i \\ \hline : \end{array}$$

Второе правило позволяет вносить в вывод посылки на основе ранее сделанных объявлений: если было объявлено A на каком-то основании, A можно использовать в качестве посылки во вспомогательном выводе.

$$r.2. \quad \begin{array}{l} 1. \\ 2. \\ 3. \end{array} \left| \begin{array}{l} !A \\ \hline A \\ \hline \end{array} \right| \begin{array}{l} : \end{array}$$

Следующее правило предписывает порядок введения публичных объявлений на основе выводимости (л.в.).

r.3.	1.			..
	2.			:
	3.			B
	4.			!B

Последнее правило соответствует случаю так называемого энтимемического объявления. Его применение основано на предварительном объявлении и принятии дополнительного допущения, что позволяет восстановить вспомогательное рассуждение.

r.4.	1.		!A
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
	6.		
	7.		

Ниже предложена в качестве иллюстрации реконструкция **Muddy Teachers**, сценарий α .

1.		$\delta_\gamma, \delta_\alpha, \delta_\beta$	
2.			γ
3.			p
4.			$p \vee q$
5.			$!(p \vee q)$
6.			α
7.			$p \vee q$
8.			$\neg q$
9.			$p \vee q$
10.			$\neg q$
11.			p
12.			$!p$
13.			β
14.			$p \vee q$
15.			$+ \neg q$
16.			$p \vee q$
17.			$\neg q$

На шагах 5, 11 и 17 в результате применения правил введения оператора публичного объявления формируется последовательность из трех формул, представляющая публичный диалог. Соответственно, последовательности шагов 1–4, 6–10 и 12–16 формализуют вспомогательные рассуждения, необходимые для формирования публичного диалога.

3. PADME 2.0

Этот подход к экспликации понятия публичного диалога не требует введения специального оператора публичного объявления: «/» (как в **PADME 1.0**) или «!» (как в **PADME 1.1**). Предполагается, как и раньше, что публичный диалог состоит из конструкций двух типов: выводов и объявлений. И те и другие *персонализированы*, т.е. осуществляются конкретными участниками (агентами) диалога.

Пусть участниками публичного диалога являются агенты s_1, s_2, \dots, s_n . Очевидно, что для его осуществления требуется, как минимум, два участника, поэтому $n \geq 2$.

Различение между персонализированными объявлениями и выводами произойдет просто на уровне синтаксиса. Публичное объявление агента s_i будет выражаться посредством « $s_i: A$ », где A — высказывание (или формула, если речь идет о формальном представлении диалога), а персональный вывод, осуществляемый данным агентом, будет представляться записью « $s_i: \Delta$ », где Δ есть вывод, т.е. последовательность высказываний (формул) подчиняющаяся особым логическим правилам.

Синтаксическая разница между отдельным высказыванием и последовательностью высказываний как раз и позволяет отличать публичные объявления от персональных выводов в диалоге (ведь даже если вывод состоит из одного высказывания, он все равно является не высказыванием, а последовательностью, включающей одно высказывание). Именно это обстоятельство и позволяет нам обойтись без специального оператора для публичных объявлений.

Как и при изложенных выше подходах, каждый участник диалога обладает некоторой доступной ему ин-

формацией, на которую он может опираться, осуществляя свои рассуждения. Будем называть эту информацию полем аргументации агента.

Полем аргументации участника (агента) публичного диалога s_i является некоторое множество высказываний δ_i . В принципе, δ_i может оказаться и пустым, что соответствует случаю, когда у агента отсутствует информация, относящаяся к теме диалога. С неформальной точки зрения, в δ_i содержатся высказывания, фиксирующие информацию, которой обладает агент s_i , эти высказывания он имеет право использовать в качестве исходных (основных) посылок в своих персональных выводах в процессе диалога.

Моделируя персональные выводы агентов — $s_i: \Delta$ — мы можем даже не фиксировать конкретную логическую систему. Важно лишь, что Δ есть вывод, осуществляемый по правилам некоторого логического исчисления. При этом предполагается, что в данном исчислении дано точное определение вывода некоторой формулы (высказывания) из множества допущений как последовательности формул, удовлетворяющей строго определенным условиям. На роль таких систем подходят многие разновидности натуральных исчислений и даже исчисления гильбертовского типа (аксиоматические исчисления). Иначе говоря, мы представляем агентам возможность самостоятельного выбора средств дедукции; важно лишь, чтобы эти средства были логически корректными.

Попытаемся дать точное определение термина «публичный диалог».

Публичным диалогом агентов s_1, s_2, \dots, s_n с соответствующими полями аргументации $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ называется непустая конечная последовательность K_1, K_2, \dots, K_m публичных объявлений и персональных выводов агентов диалога, такая что каждое K_j ($1 \leq j \leq m$) есть либо

(1) персональный вывод агента s_i — $s_i: \Delta$, где Δ есть вывод некоторого высказывания C из множества допущений $\delta_i \cup \{B \mid \text{публичное объявление } s_k: B \text{ предшествует } K_j \text{ в публичном диалоге}\}$, либо

(2) публичное объявление агента s_i — $s_i: A$ — при условии, что ему в публичном диалоге предшествует персональный

вывод s_i : Δ этого же агента, причем Δ есть вывод высказывания A из некоторого множества допущений.

Разъясним это определение, выделив при этом некоторые особенности экспликации публичного диалога при данном подходе.

В персональном выводе агент в качестве исходных (основных) допущений может использовать, во-первых, высказывания, принадлежащие его полю аргументации, а во-вторых, те высказывания, которые публично озвучивались *ранее* в диалоге его участниками.

В частном случае персональный вывод может и не содержать применения логических правил. Агент просто «извлекает» некоторое положение A из своего поля аргументации с целью его дальнейшего публичного озвучивания. Тогда это будет тривиальный вывод A из A , а поскольку $A \in \delta_i$, то он будет также и выводом A из δ_i , и выводом A из любого расширения δ_i . (Конечно, формально возможен случай, когда A «извлекается» не из δ_i , а из сделанных ранее другими агентами публичных объявлений, а затем озвучивается вновь, теперь агентом s_i ; но тогда никакого приращения информации в диалоге не происходит.)

Персональное публичное объявление делается агентом *исключительно* на основании собственного вывода, пусть даже этот вывод тривиален в описанном только что смысле. Поэтому публичный диалог начинается с вывода, а не с объявления, а объявления всегда следуют за выводами.

Данное определение публичного диалога позволяет обойтись при его экспликации без особых правил переноса высказываний (или в рамках персонального вывода, или же из персонального вывода в «публичное пространство»). В отличие от представленных в предыдущих разделах моделей публичного диалога, при данном подходе уже само его определение регулирует корректность переноса информации в процессе диалога.

Другой особенностью данного подхода является отсутствие в формальном представлении диалога так называемых энтимемических объявлений. Это, на первый взгляд, может рассматриваться как недостаток. Однако надо иметь ввиду два обстоятельства. Во-первых, если некий агент в

ходе *своего* вывода использует энтимему, то он просто явно не упоминает пропущенную посылку, но имеет её в виду. В этом случае никакой особой процедуры поиска и восстановления пропущенной посылки не требуется. Агент просто должен явно указать её в своем выводе (если хочет, чтобы он был корректным и проверяемым). Иная ситуация имеет место, когда агент пытается для себя объяснить, на каком основании сделано публичное заявление *другим* агентом. В этом случае мы скорее имеем дело с абдуктивным рассуждением нежели с обычной энтимемой, а абдукция не поддается элементарной формализации в рамках обычных дедуктивных исчислений, она требует более изощренного логического аппарата. Но поскольку абдукция не является демонстративным рассуждением, диалоги, содержащие абдуктивные шаги, будут оцениваться после их формального представления, в лучшем случае, как условно корректные. Изложенный выше способ моделирования публичного диалога остается в рамках «дедуктивной парадигмы», со всеми её недостатками в плане приложимости к естественным рассуждениям, но и с несомненным достоинством — проверяемости на предмет логической корректности диалога.

Рассмотрим для иллюстрации данного метода формального представления публичного диалога пример (в стиле Рэймонда Смаллиана). В качестве дедуктивного аппарата построения персональных выводов будем использовать натуральное исчисление высказываний, сформулированное в учебнике «Основы логики» (В.А. Бочаров, В.И. Маркин, 2005). Собственно дедуктивные процедуры в данном примере намеренно элементарны, чтобы не затуманивать суть вопроса.

Пять сыщиков — агентов диалога — проводят совещание, целью которого является установление лиц, причастных к ограблению банка. Среди подозреваемых известные рецидивисты Блэк, Уайт, Грин и Браун. В дальнейшем при формализации диалога будем использовать следующие сокращения:

p — «Блэк замешан в ограблении»,
 q — «Уайт замешан в ограблении»,

r — «Грин замешан в ограблении»,
 t — «Браун замешан в ограблении».

Начинает диалог первый сыщик — агент s_1 . У него есть неопровержимые данные о причастности к преступлению Блэка, т.е. $\delta_1 = \{p\}$. Агент «извлекает» эти данные из своего поля аргументации и делится ими с другими участниками совещания:

1. s_1 :	1.1. p	δ_1
2. s_1 :	p	1

Персональный вывод (шаг 1) агента s_1 тривиален и состоит из одного высказывания — элемента его поля аргументации. Публичное объявление (шаг 2) делается им на основании этого тривиального вывода.

Теперь вступает в диалог второй сыщик — агент s_2 , который обладает информацией, что Блэк никогда не идет на дело вместе с Уайтом. Таким образом, $\delta_2 = \{p \supset \neg q\}$.

3. s_2 :	3.1. $p \supset \neg q$	δ_2
	3.2. p	2
	3.3. $\neg q$	$\supset_{и}: 3.1, 3.2$
4. s_2 :	$\neg q$	3

Сыщик s_2 сделал заявление о непричастности к ограблению Уайта (шаг 4), предварительно выведя этот тезис (3.3) с использованием своих знаний (3.1) и сделанного ранее агентом s_1 публичного объявления (3.2).

Далее к диалогу подключается третий сыщик — агент s_3 . Ему известно, что по крайней мере один — Уайт или Грин — замешан в ограблении: $\delta_3 = \{q \vee r\}$.

5. s_3 :	5.1. $q \vee r$	δ_3
	5.2. $\neg q$	4
	5.3. r	$\vee_{и}: 5.1, 5.2$
6. s_3 :	r	5

Опираясь на свои знания (5.1) и на публичное объявление второго агента (5.2), агент s_3 пришел к выводу об участии в преступлении Грина (5.3) и публично озвучил его (шаг 6).

Наступила очередь подключиться к диалогу четвертого сыщика — агента s_4 . Он припомнил, что когда Блэк и

Грин идут на дело, они обязательно берут с собой Брауна. Таким образом, $\delta_4 = \{(p \wedge r) \supset t\}$.

7. s_4 :	7.1. $(p \wedge r) \supset t$	δ_4
	7.2. p	2
	7.3. r	6
	7.4. $p \wedge r$	$\wedge_{\text{в}}: 7.2, 7.3$
	7.5. t	$\supset_{\text{и}}: 7.1, 7.4$
8. s_4 :	t	7

Перед тем как обнародовать заявление об участии в ограблении Брауна (шаг 8), агент s_4 осуществил вывод данного утверждения (шаг 7), в котором он использовал в качестве основных посылок, наряду со своими данными (7.1), публичные заявления агента s_1 (7.2) и агента s_3 (7.3).

Завершает диалог агент s_5 . У него отсутствовали какие-либо предварительные собственные данные по обсуждаемому вопросу, т.е. $\delta_5 = \emptyset$. Этот агент, скорее всего, какой-то полицейский начальник, и его роль сводится к тому, чтобы подвести итог совместному обсуждению — зафиксировать, кто причастен к ограблению, а кто нет:

9. s_5 :	9.1. p	2
	9.2. r	6
	9.3. $p \wedge r$	$\wedge_{\text{в}}: 9.1, 9.2$
	9.4. t	8
	9.5. $(p \wedge r) \wedge t$	$\wedge_{\text{в}}: 9.3, 9.4$
	9.6. $\neg q$	4
	9.7. $((p \wedge r) \wedge t) \wedge \neg q$	$\wedge_{\text{в}}: 9.5, 9.6$
10. s_5 :	$((p \wedge r) \wedge t) \wedge \neg q$	9

Агент s_5 делает итоговое объявление о причастности к ограблению Блэка, Грина и Брауна и непричастности к нему Уайта (шаг 10), опираясь в своем рассуждении (шаг 9) на публичные объявления (9.1, 9.2, 9.4, 9.6), сделанные ранее в ходе данного диалога другими агентами.

Литература

Бочаров, В.А. и Маркин, В.И. (2005) *Основы логики*, М: Форум.

Зайцев, Д.В. (2014) 'Диспозиционность, энтимема и знание', *Логические исследования*, Вып. 20, с. 48–59.

Зайцев, Д.В. (2015) 'Моделирование диалога с публичными объявлениями', *Логические исследования*, Вып. 21 (1), с. 155–166.

Об авторах

Дмитрий Владимирович Зайцев – д.ф.н., профессор кафедры логики философского факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, zaitsev@philos.msu.ru.

Владимир Ильич Маркин – д.ф.н., профессор, зав. кафедрой логики философского факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, markin@philos.msu.ru.

About authors

Prof. Dr. *Dmitry Zaitsev*, Department of Logic, Faculty of Philosophy, Lomonosov Moscow State University, zaitsev@philos.msu.ru.

Prof. Dr. *Vladimir Markin*, Department of Logic, Faculty of Philosophy, Lomonosov Moscow State University, markin@philos.msu.ru.