Логические исследования
2015. Т. 21. № 2. С. 107–133
УДК 16

Logical Investigations
2015, vol. 21, no 2, pp. 107–133

А.М. Павлова[1]

Истинность в диалоговой логике и теоретико-игровой семантике (GTS)[2]

Павлова Александра Михайловна
Кафедра логики, Институт философии,
Санкт-Петербургский государственный университет.
199034, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 5.
E-mail: alexandra22@mail.ru

В данной статье рассматривается истинность в том виде, в котором она задается в диалоговой логике Пауля Лоренцена и Куно Лоренца и в теоретико-игровой семантике (GTS), предложенной Яакко Хинтиккой и разрабатываемой Габриелем Санду. В ходе рассмотрения выявляются и сравниваются основные характеристики семантических концепций, присущих теоретико-игровому подходу (GTS) и диалоговой логике. Таким образом, в статье рассматриваются две концепции истинности, а именно: истинность в теоретико игровой семантике (GTS) и в диалоговой логике. Истинность формулы в обоих подходах определяется как наличие выигрышной стратегии для игрока, отстаивающего данную формулу. Связь между ними заключается в возможности преобразования выигрышной стратегии для игроков в рамках одной системы в выигрышную стратегию для соответствующих игроков в другой посредством строго определенного и конечного алгоритма. Результат данного сравнения позволяет получить определенное представление об отношении между теоретико-модельным подходом и подходом в рамках теории доказательства.

Ключевые слова: диалоговая логика, теоретико-игровая семантика, истинность, интуиционистский диалог с гипотезами, истинность на модели, валидность

Введение

На протяжении всей истории философии многие мыслители обращались к понятию истины. В связи с этим на сегодняшний момент можно выделить несколько различных подходов к этому понятию. Одно из самых древних определений истинности принадлежит Аристотелю[3]: «Говорить о существующем, что его нет, или говорить о несуществующем, что оно есть, — [значит говорить] ложь, а говорить, что существующее есть, а несуществующего нет, — значит говорить истинное» [1].

[1]Автор выражает благодарность анонимному рецензенту за полезные замечания и рекомендации.

[2]Статья написана при поддержке гранта РГНФ № 14-03-00650.

[3]В VII главе книги IV «Метафизики».

С развитием символической логики и в особенности логической семантики встал вопрос о том, каким образом мы определяем истинность в рамках той или иной теории. Наиболее распространенная интерпретация того, что же такое быть «истинным», принадлежит А. Тарскому (S истинно $\leftrightarrow$ s), который также вводит соответствующий предикат в рамках метатеории. Посредством этого определения истины Тарский ввел теоретико-модельное построение семантики, ставшее к настоящему моменту классическим. Однако с развитием неклассических логик появился целый ряд систем, предлагающих игровой подход в качестве альтернативного построения логики: как ее синтаксиса, так и семантики.

В настоящее время довольно значительное место среди различных типов логических систем занимает игровой подход к логике. В рамках данного подхода предполагается определенное взаимодействие игроков для достижения той или иной цели. В связи с этим встает вопрос о том, каким образом мы можем определить истинность в различных системах подобного рода. Основная задача данной статьи заключается в попытке проанализировать понятие истинности в логиках, использующих игровой подход, с целью выяснения общих свойств и различий при подходе к истинности с точки зрения игр.

В связи с бурным развитием данного подхода во второй половине XX века на сегодняшний момент существует много различных систем, в той или иной мере его использующих, однако в нашем рассмотрении мы остановимся лишь на двух теориях, получивших наибольшее распространение: на диалоговой логике Пауля Лоренцена [18] и Куно Лоренца [19] и на теоретико-игровой семантике (GTS), предложенной Яакко Хинтикой [12] и разрабатываемой Габриелем Санду [14]. Несмотря на то, что эти подходы берут в качестве своего основания идею игры, тем не менее по своим целям и задачам они сильно различаются. Можно предположить, что и под истинностью в данных системах понимается не одно и то же.

В данной статье мы будем рассматривать истинность, анализируя способы ее задания в вышеуказанных системах, то есть попытаемся выявить основные характеристики семантических концепций, присущих теоретико-игровому подходу (GTS) и диалоговой логике и сопоставить их. Полагаем, что результат сравнения вышеуказанных подходов даст нам определенное представление об отношении между *теоретико-модельным* (как обобщающее название подходов, предполагающих создание моделей для задания логических значений, здесь представленных в виде теоретико-игровой семантики) подходом и подходом в рамках теории доказательства, представленной здесь диалоговой логикой, как варианта операционализма в логике, специальных семантических формулировок не предусматривающего. Это позволит нам рассмотреть вопрос о характере диалога и семантической игры с точки зрения семантики. Большой вклад в изучение этой проблемы внесли Ш. Рахман и Т. Туленхаймо [23]. Мы предполагаем, что семантическую игру можно охарактеризовать как игру на верификацию, или проверку выполнимости формулы на модели, в то время как диалоговая логика является игрой на построение модели.

Для рассмотрения вышеуказанной общей задачи сопоставления истинности на модели и общезначимости (истинности на всех моделях) мы выделим следующие три части в данной статье:

a) первый раздел будет посвящен рассмотрению основных положений и характеристик теоретико-игровой семантики и диалоговой логики; он в свою очередь разбит два параграфа: (i) основные понятия диалоговой логики, (ii) основные понятия теоретико-игровой семантики;

b) во втором разделе будет рассматриваться возможность и метод преобразования выигрышных стратегий теоретико-игровой семантики в выигрышные стратегии диалоговой логики, используя диалоги с гипотезами, где гипотезы в определенном смысле заменяют собой модель;

c) третья часть будет посвящена возможности преобразования теоретико-игровой семантики для определения общезначимости, а не истинности, на модели и соответствие таких игр диалогам.

Для того чтобы приступить к рассмотрению способов задания истинности в диалоговой логике и теоретико-игровой семантике, необходимо предварительно сделать несколько общих замечаний относительно свойств и особенностей рассматриваемых систем, а также ввести несколько понятий, ключевых для понимания дальнейшего изложения.

1. Основные свойства диалоговой логики и теоретико-игровой семантики

Рассмотрим для начала свойства, являющиеся общими как для диалоговой логики, так и для теоретико-игровой семантики. Среди таковых можно выделить следующие:

1. Оба подхода можно назвать играми по поводу формул, в которых анализируется формула с целью проверки ее на истинность;

2. Наличие двух игроков, таких, что:

   - Один из игроков выступает в качестве пропонента, то есть отстаивает рассматриваемую формулу,
   - Другой игрок, напротив, выступает в качестве оппонента, то есть выступает против данной формулы;

3. Два уровня правил;

4. Наличие правил начала и окончания игры, а также определений выигрыша и проигрыша;

5. Наличие стратегий для игроков, а также понятия выигрышной стратегии.

Тем не менее помимо общих свойств данных систем у них есть существенные различия. Рассмотрим более подробно каждую из них.

1.1. Основные понятия диалоговой логики

Для начала вкратце рассмотрим правила построения диалоговой логики. В рамках диалоговой логики операционально задается общезначимость формул. Диалог представляет собой игру по поводу некоторой формулы для двух игроков: Пропонента (P) и Оппонента (O), при этом задача P состоит в том, чтобы доказать общезначимость рассматриваемой формулы, построив для нее произвольную модель, а цель O — построить контрмодель, доказав, таким образом, что рассматриваемая формула не является общезначимой.

В диалоговой логике выделяют два уровня правил:

1. *Логические правила* — определяют возможные виды атаки и защиты предложений определенной логической формы, то есть содержащих те или иные логические операторы; эти правила абстрактно описывают способы, какими формулы, в соответствии со своими логическими формами, можно критиковать или защищать. Тем самым, логические правила определяют значение логических констант.

- Под атакой мы будем понимать действие игрока Y, направленное против одного из утверждений игрока X, которое может выражаться в двух формах: (1) в форме требования, предъявляемого игроком Y игроку X, сделать некоторое утверждение (например, выбрать один из дизъюнктов), или же (2) в форме обратного утверждения (в случае отрицания — утверждение формулы без отрицания).
- В свою очередь защита представляет собой ответ на атаку, своего рода защиту, отстаивание формулы, утверждение некоторой формулы. Поскольку в диалоговой логике мы разбираем формулу, двигаясь снаружи внутрь, то есть начиная с главных знаков (в случае логики первого порядка, с кванторов) и продвигаясь вглубь к анализу входящих в нее подформул, постольку не существует варианта защиты против атаки унарной связки отрицания (формулы вида $\neg\varphi$).

2. *Структурные правила* — регламентируют, когда тот или иной участник может совершать определенное действие, то есть общий порядок проведения и организации диалога.

Подробнее остановимся на логических и некоторых структурных правилах диалоговой логики:

1. *Логические правила*:

Связка	**Атака**	**Защита**
2*$X{-}!-A\wedge B$	$Y{-}?-L$	$X{-}!-A$
	$Y{-}?-R$	$X{-}!-B$
2*$X{-}!-A\vee B$	2*$Y{-}?-\vee$	$X{-}!-A$
		$X{-}!-B$
$X{-}!-A\rightarrow B$	$Y{-}!-A$	$X{-}!-B$
$X{-}!-\neg A$	$Y{-}!-A$	-
$X{-}!-\forall xA(x)$	$Y{-}?-\forall x/n$	$X{-}!-A[n/x]$
$X{-}!-\exists xA(x)$	$Y{-}?-\exists x$	$X{-}!-A[n/x]$

где A и B — метапеременные для формул, X и Y — игроки, (переменные для P — пропонент или O — оппонент), причем $X \neq Y$, ? и ! — знаки для обозначения характера действия игроков: ? — это атака,

! — защита[4] (защиту можно рассматривать как утверждение, например, тезис). В случае с квантором всеобщности (аналогично случаю с конъюнкцией) выбор осуществляется тем, кто атакует (игроком Y). А в случае с квантором существования (аналогично случаю с дизъюнкцией) выбор осуществляется тем, кто защищается (игроком X).

2. *Структурные правила*[5]:

Правило начала игры (SR-0). Начало и ход игры определяются следующим образом:

1. Выражение вида $\langle P{-}!-A\rangle$ принадлежит диалогу $D(A)$: тезис, утверждаемый пропонентом (P), сам является игрой в диалоге по поводу A;

2. Если Δ является любой игрой в диалоге $D(A)$, тогда тезис A занимает позицию 0 в Δ; то есть если $\Delta \in D(A)$, тогда

$$\Delta[0] = \langle P{-}!-A\rangle.$$

3. На четных позициях P совершает ход, а на нечетных — O. То есть каждая игра $\Delta[2n]$ имеет форму $\langle P-f-B\rangle$ для некоторого хода $f \in \{?,!\}$ и подформулы $B \in Sub(A)$, а каждая игра $\Delta[2n+1]$ имеет форму $\langle O-f-B\rangle$. Каждый ход после $\Delta[0]$ — это реакция на более ранний ход, сделанный другим игроком. Каждый такой ход совершается согласно логическим и другим структурным правилам.

Интуиционистское правило (закрытия раундов) (SR-1.I)[6]. Всякий раз, когда подходит очередь игрока X ходить, он может атаковать

[4]Кроме случая с импликацией (формула вида $\varphi \to \psi$) и отрицания (формулы вида $\neg\varphi$), где символ ! используется при атаке. В связи с этим корректнее было бы говорить, что символ ! используется для утверждения одним из игроков некоторой формулы φ, в то время как символ ? соответствует требованию, предъявляемому игроком Y игроку X, сделать некоторое утвержение.

[5]Интересно отметить, что в работах различных авторов по диалоговой логике структурные правила, соответствующие одним и тем же логическим системам, формулируются по-разному. Данные правила соответствуют приведенным в статье Шахида Рахмана и Теро Туленхаймо [23]. Однако в статье Э. Краббе [16] правила сформулированы несколько иначе.

[6]Данное правило является интуиционистским, потому что в результате его применения тождественно-истинным в диалоговой логике оказывается набор формул, соответствующий теоремам интуиционистской логики.

любую (сложную) формулу, выдвинутую ранее его противником Y, или же он может защищаться от последней еще не защищенной атаки, то есть атаки, произведенной Y, с наибольшим присваиваемым натуральным числом[7], такой, что X не ответил на данную атаку[8].

Классическое правило (закрытия раундов) (SR-1.C)[9]. Каждый раз, когда наступает очередь игрока X ходить, он может атаковать любую (сложную) формулу, выдвинутую ранее игроком Y, или же он может защищаться от любых атак, включая те, от которых он уже защитился.

Формальное использование атомарных формул (SR-5). P (пропонент) не может утверждать атомарную формулу, если она не была до этого выдвинута O (опонентом). Атомарные формулы не могут быть атакованы.

Правило выигрыша для игр (SR-4). Игра $\Delta \in D$ является закрытой, если $\Delta = (\Delta_1, ..., \Delta_n)$, где Δ_i диалоговая игра и в самой последней диалоговой игре Δ_n появляется одна и та же атомарная формула в двух позициях: как утверждение игрока X и как утверждение игрока Y. Таким образом, Δ является закрытой, если для некоторых $k, m < w$ и некоторой атомарной формулы $l \in Sub(A) \cup (A)$ имеет место:

$$\Delta_n[k] = l = \Delta_n[m],$$

где $k < m$ и k является нечетным только и тогда, когда m — четное или равно нулю. Если это условие не соблюдается, то Δ является открытой.

Если игра является закрытой, то игрок, утверждавший тезис (пропонент), выигрывает игру, в противном случае он проигрывает. Игра считается завершенной, либо если она закрыта, либо, в противном случае, если нельзя осуществить ни одного хода, разрешенного логиче-

[7] Имеется в виду номер строки, или хода.

[8] Ш. Рахман и Т. Туленхаймо пишут:

> Любой игрок может откладывать свою защиту, пока он может еще [атаковать формулы противника]. Лишь на самую последнюю атаку, которая еще не получила ответа, можно ответить: Если черед X ходить находится в позиции n, а позиции l и m обе содержат атаку, оставшуюся без ответа ($l < m < n$), тогда игрок X не может в позиции n защищать себя от атаки, произведенной в позиции l [23, p. 12].

[9] Данное правило является классическим, потому что в результате его применения тождественно-истинным в диалоговой логике оказывается набор формул, соответствующий теоремам классической логики.

скими или структурными правилами. Если игра завершена и при этом открыта, то выигрывает оппонент (O).

В зависимости от правил[10], которые мы определили в системе, реализуется одна из концепций истинности. П. Лоренцен строит свою диалоговую логику в стремлении избежать специальных семантических построений[11], которые являются необходимым элементом логической системы со времен определения Тарского, поэтому истинность в его системе скорее является выводимостью. Формула является истинной, если существует выигрышная стратегия для пропонента, то есть при любых действиях оппонента пропонент выигрывает.

Вопреки первоначальной идее П. Лоренцена, не все исследователи рассматривали его диалоговую логику как формализм, не нуждающийся в теоретико-модельном построении. Так, Штегмюллер в своей работе [26, p. 82] пишет о том, что подход П. Лоренцена лучше всего интерпретировать как *новый вид семантики*, как это сделал К. Лоренц в работе «Арифметика и логика как игра»[17].

Терминологически мы будем различать *диалог*, *диалоговую игру* и *игру* диалога. Под *диалоговой игрой* понимается последовательность ходов определенного рода (защит и атак), реализуемых в данном диалоге. Диалоговая игра представляет собой частный случай *игры*, так как игры — это последовательности диалоговых игр.

1.2. Основные понятия теоретико-игровой семантики (GTS)

В теоретико-игровой семантике мы также имеем дело с двумя игроками, однако вместо наименований Пропонент и Оппонент здесь используются имена, взятые из средневековой схоластики: *Элоизы* и *Абеляра* соответственно. Игра представляет собой дерево, начинающееся формулой, которую необходимо рассмотреть, и заканчивающееся пропозициональной переменной или значением предикатной переменной, в зависимости от того, говорим мы о пропозициональной логике или о логике первого

[10]Перечислим остальные правила, имеющие место в диалоговой логике: **(SR-2)** Правило ветвления для игр; **(SR-3)** Правила переключения (shifting rule); **(SR-5*)** Обобщенная формулировка правила **(SR-5)**; **(SR-6)** Правило «безотлагательной тактики»; **(SR-6.I)** — Интуиционистское; **(SR-6.C)** — Классическое. Они подробно изложены в статьях [23] и [16]

[11]Мотивация при создании данного подхода была в отказе от семантики, задание истинности синтаксическими средствами. Все это, вероятнее всего, связано с идей П. Лоренцена о том, что нам надо найти предельные основания возможности наших логических операций, основания, делающие их легитимными, и тем самым выделить валидные схемы мышления [18].

порядка соответственно. Игроки ходят в зависимости от главного знака подформулы, рассматриваемой формулы:

- *Абеляр* ходит в случае, если главным знаком является $\wedge$, а также квантор $\forall$[12].
- *Элоиза* ходит тогда, когда главным знаком является $\vee$, а также квантор $\exists$.
- В случае, когда главным знаком является отрицание, и формула имеет вид $\neg\varphi$, игра продолжается по формуле φ со сменой ролей: Абеляр становится Пропонентом, а Элоиза Оппонентом.

Так же, как и в случае диалоговой логики, мы можем выделить два уровня правил:

1. *правила семантической игры* —
   (a) правила ходов, определяющие способы перехода из одного состояния в другое,
   (b) правила присуждения выигрыша,
   (c) правила, определяющие функции игроков;
2. *метаправила* — определяют понятие стратегии, выигрышной стратегии, а также истинности.

Понятие стратегии явным образом не определено в семантической игре, но заложено в ней имплицитно, так как без него мы не можем определить истинностное значение разыгрываемой формулы. Важно отметить, что данная игра ведется на определенной модели, которая предполагает непустую предметную область, или домен, что является существенным отличием от диалоговой логики.

Истинность в данной модели в семантической игре определяется следующим образом:

- A истинна в M, в символической записи $M \models^{+}_{GTS} A$, если и только если существует выигрышная стратегия для *Элоизы* в $G(A, M)$.
- A ложна в M, в символической записи $M \models^{-}_{GTS} A$, если и только если существует выигрышная стратегия для *Абеляра* в $G(A, M)$.

[12]Условимся называть Абеляра и Элоизу также фальсификатором и верификатором соответственно. При этом мы будем иметь в виду их первоначальные роли, которые, однако, могут изменяться на противоположные, если на некотором шаге игры подформула рассматриваемой формулы имеет главным логическим знаком $\neg$.

2. Связь между интуиционистскими диалогами с гипотезами и семантическими играми

Мы подошли к вопросу о сопоставлении диалогового подхода и теоретико-игрового. Для этого нам следует преодолеть фундаментальное различие, связанное с отсутствием явным образом модели в первом подходе и ее эксплицитным наличием во втором. В связи с этим требуется задать модель в рамках диалога, чтобы привести оба подхода к некоторому общему знаменателю. Тем самым мы сможем

> «обсудить с позиции диалога вопрос о характеристике истинности предложения (или, обобщая, выполнимость формулы) в связи с моделью» [23, 27].

Это можно сделать двумя способами, связанными с преобразованием первоначальных диалогов:

1. С помощью *«алетических» диалогов*, которые можно получить путем релятивизации относительно модели, то есть привязки диалога к конкретной модели. В случае пропозициональной формулы частью подобной спецификации «алетического» диалога будет функция означивания, в случае формулы логики предикатов первого порядка — T-структура для соответствующего словаря T.

2. С помощью *«материальных» диалогов*, получаемых путем добавления достаточного количества *дополнительных гипотез*, которые служат для того, чтобы охарактеризовать модель, используя исключительно средства объектного языка. Вышеуказанные гипотезы представляют собой нечто вроде *первоначальных допущений* оппонента (O).

Таким образом, можно сказать, что в алетическом диалоге к нашей прежней системе добавляется некоторый новый компонент, в связи с чем мы, строго говоря, получаем новую систему. В материальном диалоге мы ограничиваемся средствами собственно диалога, в связи с чем можно утверждать, что мы не выходим за рамки диалогового подхода, то есть в таком диалоге мы по-прежнему «выводим» истинность. Именно поэтому нам предпочтительнее воспользоваться материальным диалогом.

Однако здесь возникают и некоторые трудности. Нам необходимо показать соответствие между диалоговым подходом и подходом теоретико-игровой семантики не только для пропозициональной логики, но и для логики предикатов первого порядка. Что касается пропозициональной логики, то здесь у нас не возникает особых проблем, ввиду того, что при рассмотрении вопроса об истинности некоторой формулы A любая релевантная модель может быть теоретически описана в терминах пропозициональных формул, а точнее констант: атомарных формул или их отрицаний. И важно, что для этого достаточно конечного числа таких констант. На модели осуществляется пробегание по всем пропозициональным атомарным частям p_i, появляющимся в формуле A, и выбор для каждого i либо p_i, либо $\neg p_i$. Нам достаточно конечного числа таким атомарных формул, ввиду конечной длины исходной формулы. Таким образом, определяется любая релевантная модель, понимаемая как некоторое распределение истинностных значений по соответствующим (релевантным) атомарным формулам.

В этом смысле у логики предикатов первого порядка есть существенный недостаток. Он заключается в том, что мы не можем описать T-структуру конечным числом предложений первого порядка, если в качестве модели взять структуру с доменом, состоящим из бесконечного числа элементов. Дело в том, что T-структура является частным случаем применения предиката истинности и не носит универсального характера, соответственно задается отдельно в каждом случае. Строго говоря, это не являлось бы затруднением, если бы под диалогом мы не понимали некоторую конечную последовательность действий (которую способен воспроизвести человек).

Остановимся подробнее на случае для пропозициональной логики. После того как мы рассмотрели основные понятия диалоговой логики в части 1.1., мы можем перейти к определению понятия *интуиционистского диалога с гипотезами.* Интуиционистским данный диалог называется потому, что в отношении структурных правил **(SR-1)** и **(SR-6)** к нему применяется интуиционистский вариант данных правил: **(SR-1.I)** и **(SR-6.I)** соответственно. Таким образом, интуиционистский диалог $D(A)$ с гипотезами — это интуиционистский диалог по поводу тезиса A, где Оппонент допускает с самого начала некоторое конечное число пропозиций $B_1, B_2, ..., B_n$. Обозначим его $D(A; B_1, B_2, ..., B_n)$. Данные гипотезы можно рассматривать как особые материальные допущения, которые принимает Оппонент (с подачи Пропонента) и которые становятся его обязательствами. С теоретико-модельной точки зрения они могут рассматриваться, как уже было ранее сказано, в качестве *частичной спецификации модели.* В данном случае мы будем использовать примеры *закона исключенного третьего*, который является *обязательством* Оппонента. Оппонент принимает $p \vee \neg p$ для всех пропозициональных атомарных формул p, появляющихся в A. Итак, нашу задачу можно сформулировать следующим образом: показать, каким образом можно трансформировать *выигрышную стратегию* для Пропонента в интуиционистском диалоге $D(A; H)$, гипотезами

$$H = p \vee \neg p : p \text{ — атомарная формула, входящая в } A, \text{ —}$$

во множество выигрышных стратегий для первоначального верификатора (Элоизы) в играх $G(A; M)$, где M — произвольная модель; и в обратном направлении: как получить выигрышную стратегию для Пропонента в диалоге $D(A; H)$ из множества выигрышных стратегий верификатора (Элоизы) в играх $G(A; M)$.

Это мы будем называть *результатом соответствия*, которому присущи следующие две особенности:

- Необходимость классического допущения, значимого для теоретико-игровой семантики в связи с пропозициональной логикой, заключающегося в том, что модели полны в том смысле, что каждая пропозициональная атомарная формула является либо истинной, либо ложной;

- Предоставление точного метода построения выигрышной стратегии в одних играх из множества выигрышных стратегий других.

Перейдем к рассмотрению формального доказательства наличия вышеуказанного соответствия для пропозициональной логики.

Примечание 1. Укажем некоторые особенности данных подходов, касающиеся множества подформул B пропозициональной формулы A, рассматриваемой в данной семантической игре и диалоговой игре, а также выбора для дизъюнкций и конъюнкций, от которого B синтаксически зависит в A:

- В случае пропозициональной логики знаки подформул B данной формулы A однозначно показывают выборы для конъюнкций и дизъюнкций, необходимые для того, чтобы прийти к любой из формул, входящих в B в семантической игре;

- В диалоговой игре одна и та же подформула могла быть достигнута игроком несколько раз. А любая подформула показывает только самые недавние левые/правые выборы для конъюнкций и дизъюнкций, которые синтаксически предшествуют одной из формул в B и которые сделаны P (пропонентом) и O (оппонентом). Для продолжения пропозициональной диалоговой игры имеет значение лишь достигнутая подформула: только самые последние выборы имеют значение.

Для того чтобы перейти к *теореме соответствия*, докажем следующие две леммы.

Общее условие для леммы 1 и леммы 2: *пусть A — это любая формула пропозициональной логики, и имеют место два следующих условия:*

(i) Существует выигрышная стратегия для пропонента (P) в диалоге $D(A; p_1 \vee \neg p_1, \ldots, p_n \vee \neg p_n)$;

(ii) Для любой модели M существует выигрышная стратегия для первоначального верификатора (Элоизы) в семантической игре $G(A; M)$,

где $p_1, \ldots, p_n$ — это пропозициональные атомарные формулы, появляющиеся в A, тогда

Лемма 1. *условие (ii) влечет условие (i).*

Доказательство. Допустим, что для любой модели M_j существует выигрышная стратегия для первоначального верификатора (Элоизы) в семантической игре $G(A, M_{j)}$. Необходимо показать, что существует выигрышная стратегия для пропонента (P) в интуиционистском диалоге $D(A; p_1 \vee \neg p_1, \ldots, p_n \vee \neg p_n)$. Итак, первоначальные допущения (concessions) оппонента (O) таковы:

$$p_i \vee \neg p_i \quad (i = 1, \ldots, n).$$

Опишем стратегию f пропонента (P) в диалоге $D(A)$.

I. Первым делом стратегия f указывает пропоненту (P) выдвинуть для каждой атомарной формулы i атаку вида

$? - p_i \vee \neg p_i$

Тогда ответы оппонента (O) определят распределение истинностных значений на модели М $= \{p_1, \ldots, p_n\} \to \{$и, л$\}$. В соответствии с нашим допущением существует выигрышная стратегия g для первоначального верификатора (Элоизы) в семантической игре $G(A, M)$. Продолжим конструировать далее стратегию для пропонента в диалоговой игре, используя стратегию g.

II. Рекурсивно установим соотношение между каждой подформулой B формулы A с игрой в рамках семантической игры $G(A, M)$. Тезис A связывается с пустой последовательностью $\langle\rangle$. Допустим затем, что подформула B уже связана с игрой h. Будем писать $\sharp[B]$ для количества *знаков отрицания*, которые имеются в формуле, входящей в B в формуле A.

(a) Если $B = C \wedge D$ и $\sharp[B]$ — четное или равно нулю или же если $B = C \vee D$ и $\sharp[B]$ — нечетное, тогда C связано с $h \frown C$ и D связано с $h \frown D$[13].

(b) Если $B = C \vee D$ и $\sharp[B]$ — четное или равно нулю или же если $B = C \wedge D$ и $\sharp[B]$ — нечетное, а $g(h) = C$, тогда C связано с $h \frown g(h)$; тогда как, если $g(h) = D$, то D связано с $h \frown g(h)$.

(c) Если $B = \neg C$, то C связано с h.

Теперь определим f таким образом, чтобы в случае, если оппонент (O) просит пропонента (P) выбрать дизъюнкт из $C \vee D$ (знак дизъюнкции здесь появляется под четным (или нулевым) количеством знаков отрицания), а история, связанная с $C \vee D - h$, то пропонент (P) выбирает однозначно определенный дизъюнкт $E \in \{C, D\}$ такой, что рассматриваемый дизъюнкт связан с историей, и поэтому, по построению, с историей вида$h \frown g(h)$, где $g(h) = E$. Следует отметить, что для того, чтобы прийти к самой подформуле $C \vee D$, пропонент должен был делать выбор относительно связок именно такой, который задан в истории h. Аналогично и для $C \wedge D$, если конъюнкция появляется под нечетным количеством знаков отрицания, стратегия f должна быть такой, чтобы пропонент выбирал однозначно определенный конъюнкт с соответствующей историей вида $h \frown g(h)$. Обобщая, мы должны определить стратегию f таким образом, чтобы она соотносилась со связанными историями.

Таким образом, докажем следующее Утверждение 1 относительно заданной нами стратегии f:

Утверждение 1. Стратегия f является выигрышной для пропонента (P) в диалоге $D(A; p_1 \vee \neg p_1, \ldots, p_n \vee \neg p_n)$.

Доказательство. По определению, стратегия f ведет к константе l (или конъюнкции констант $(l_1, ..., l_m)$), истинной в M. Это означает, что оппонент (O) принял p (если $p = l$) или он принял $\neg p$, если $l = \neg p$. В

[13] Где $h \in H$, H — множество последовательностей ходов, а h — истории, или игры.

первом случае пропонент может ответить p (так как O уже принял p ранее как гипотезу), во втором же случае игра продолжается так, что O принимает p, и, следовательно, противоречит себе. □

Таким образом, если $\mathfrak{G} = \{g_j : j < 2n\}$ — это множество выигрышных стратегий для первоначального верификатора (Элоизы) в семантической игре $G(A, M)$, одной для каждой модели $M_j = \{p_1, \ldots, p_n\} \rightarrow \{\text{и, л}\}$. Алгоритм задания выигрышной стратегии для пропонента в диалоге $D(A; p_1 \vee \neg p_1, \ldots, p_n \vee \neg p_n)$ состоит из нескольких частей:

1) в начале диалога заставить оппонента определить модель его ответами на атаки вида $? - p_i \vee \neg p_i$, заданные пропонентом;

2) выигрышная стратегия Элоизы g затем определяет маркирование подформул играми из семантической игры $G(A, M_j)$;

3) указанное в п.2 в свою очередь однозначно и напрямую определяет выигрышную стратегию для P (в соответствии с утверждением 1)[14].

□

Лемма 2. *Условие (i) леммы 1 влечет условие (ii).*

Доказательство. Допустим, у пропонента (P) есть выигрышная стратегия f в диалоге $D(A; p_1 \vee \neg p_1, \ldots, p_n \vee \neg p_n)$.

Пусть $M = \{p_1, \ldots, p_n\} \rightarrow \{\text{и, л}\}$ будет произвольной моделью. Необходимо показать, что существует выигрышная стратегия для первоначального верификатора (Элоизы) в игре $G(A, M)$. Вначале рассмотрим диалоговую игру, принадлежащую $D(A)$, где пропонент получил ответы по поводу первоначальных допущений оппонента так, что они строго конституируют модель M:

[14] Следует отметить, что, если рассматриваемая формула является общезначимой в интуиционистской логике, то нет необходимости использовать гипотезы, однако для целей сравнения данные гипотезы следует указывать. Интересно отметить, что в результате мы получаем диалог, который К. Лоренц и П. Лоренцен называли «строгой» диалоговой игрой (strenge Dialogspiele), где не только защита, но и атака одной и той же формулы может производиться только один раз. Это связано с формой, в которой протекает семантическая игра, так как в ней у нас нет возможности перехода между различными ветками игры и ветвления игры, и можно лишь один раз произвести выбор относительно той или иной подформулы, об этом говорит свойство семантической игры, указанное в Примечании 1.

Ответы оппонента	Модель
p_i	$M(p_i) = \text{и}$
$\neg p_i$	$M(p_i) = \text{л}$

Свяжем каждую подформулу B формулы A, для которой пропонент совершает ход в $D(A)$, с подформулой C из B следующим образом:

> Если $B = C \vee D$ и $\sharp[B]$ — четное или равно нулю или же $B = C \wedge D$ и $\sharp[B]$ — нечетное, а выигрышная стратегия f дает $E \in \{C, D\}$ в качестве ответа на вопрос $?-\vee$ ($?-\wedge$ соответственно), тогда пусть B будет связано с E.

Определим стратегию g для Элоизы в семантической игре $G(A, M)$:

$g(h) = f(B)$,

если B является подформулой вида $C \vee D$ (под четным или нулевым количеством знаков отрицания) или вида $C \wedge D$ (под нечетным количеством знаков отрицания), согласно которой Элоиза должна делать ход в истории h.

Теперь докажем следующее Утверждение 2.

Утверждение 2. Стратегия g является выигрышной для Элоизы в игре $G(A, M)$.

Доказательство. Последний ход Элоизы, сделанный в соответствии с g, ведет к константе l (или конъюнкции констант). По определению g, если $l = p$, тогда p — истинно в модели M (так как O должен был принять данную атомарную формулу до этого). Если, напротив, $l = \neg p$, то p ложно в модели M, так как иначе O, принимая p, будет принимать противоречие.

□

Итак, рассмотрим алгоритм преобразования для случая, представленного в Лемме 2. Пусть f — выигрышная стратегия пропонента в $D(A)$. Алгоритм создания множества $\mathfrak{G}$ выигрышных стратегий Элоизы в играх $G(A, M)$, по одной игре для каждой модели $M = \{p_1, \ldots, p_n\} \to \{\text{и, л}\}$, состоит в:

1) трансформации стратегии f в такую выигрышную стратегию f_0, которая вначале просит O ответить на каждый из n вопросов вида $p_i \vee \neg p_i$;

2) ответы O определяют модель M, относительно которой f_0 далее определяет, как объяснено выше, маркирование, определяющее выигрышную стратегию для Элоизы в семантической игре $G(A, M)$.

□

Теорема 1. *Условия (i) и (ii) леммы 1 являются эквивалентными. Более того, существует алгоритм, превращающий выигрышную стратегию пропонента (P) во множество выигрышных стратегий первоначального верификатора (Элоизы), и наоборот.*

Доказательство. Из леммы 1 и леммы 2 следует, что условие *(i)* и условие *(ii)* эквивалентны. Из доказательства данных лемм следует, что существует алгоритм, позволяющий преобразовать выигрышную стратегию в рамках одной системы для некоторого игрока в выигрышную стратегию в рамках другой системы для соответствующего игрока. □

Важно отметить, что данное доказательство было приведено для языка, не содержащего импликации, однако, очевидно, что можно построить аналогичное, в котором бы содержался случай с импликацией.

Также можно доказать соответствующую теорему для логики первого порядка, однако там вместо вопроса в виде закона исключенного третьего для каждой атомарной формулы, входящей в тезис, нужно задавать вопрос, ответом на который будет сколемовская функция, которая уже будет вынуждать оппонента к такому же выбору, но в конкретной ситуации в случае подстановки для переменной[15].

3. Связь между интуиционистскими диалогами и семантическими играми без модели

Итак, выше мы охарактеризовали связь между «интуиционистскими диалогами с гипотезами» и семантическими играми, привязав диалог к модели, однако задав это чисто синтаксическими средствами так, что он не теряет свои специфические характеристики, оказывается тем самым ограничен определенным выбором допущений. Тем не менее, не остается никаких сомнений, в том, что диалоговая игра все также характеризует истинность как выводимость.

[15]Подробнее об этом см. [23].

В то же время стоит отметить, что наша связь получилась не столь полной, ввиду того, что мы косвенным образом ограничили сферу диалога, введя определенные допущения для оппонента. Однако нам представляется интересным вопрос о том, можно ли охарактеризовать логическую общезначимость формул, доказываемую в рамках диалоговой логики, вне зависимости от модели, средствами теоретико-игровой семантики. Ответ на данный вопрос, на наш взгляд, неоднозначен. Как в случае с интуиционистскими диалогами с гипотезами, мы имеем дело с модификацией первоначального диалога, так, очевидно, нам придется модифицировать и теоретико-игровую семантику. Однако подобная модификация скорее сродни построению «алетических» диалогов в том смысле, что если в таком диалоге изменяется суть диалоговой логики с ее идеей задания операциональной семантики без привязки к конкретной модели, так как в алетических диалогах диалог привязывается к некоторой модели, то в случае изменения теоретико-семантического подхода мы, напротив, обобщаем в некотором смысле нашу игру, исключив модель и модифицировав правила таким образом, чтобы нам не требовалась отсылка к истинностным значениям атомарных подформул, входящих в состав формулы[16]. И если диалог, выявляющий общезначимость, мы можем представить как диалог с нулевыми гипотезами, то мы не можем просто утверждать того же о модели в семантической игре. При таком построении меняется сама суть теоретико-игровой семантики, так как она перестает быть средством поиска определенного элемента модели, но превращается в игру на построение модели.

Тем не менее, нам представляется интересным рассмотрение возможности подобной модификации правил теоретико-игровой семантики. Преобразуем правила для семантической игры следующим образом:

- В рамках одной игры может быть разыграно более одной подыгры[17], таким образом, игроки могут переключаться на другую ветку игры. Однако ни один из игроков не может выбрать другой дизъюнкт, после того как он выбрал первый (это ограничение соответствует **(SR-1.I)** (Интуиционистское правило (закрытия раундов));

[16] То есть модифицируем правила ведения игры и правила выигрыша наподобие структурных правил диалоговой логики.

[17] Это соответствует правилу **(SR-2)** (Правилу ветвления для игр) и **(SR-3)** (Правилу переключения) в интуиционистском диалоге.

- Мы вводим новую структуру для каждого игрока под названием *поле обязательств (Commitment store)*[18], которая содержит все формулы (которые на самом деле являются подформулами первоначальной формулы или тезиса), которые игроки утверждают и тем самым берут в качестве обязательств. Данная структура в определенном смысле сходна с моделью.

- Элоиза не может утверждать атомарную формулу, тем самым помещая ее в свое поле обязательств, если данная атомарная формула на данном шаге отсутствует в поле обязательств Абеляра.

Семантическая игра трансформируется из игры на верификацию (поиск свидетельства, проверки выполнимости формулы на модели) в игру на построение модели[19].

Определение 1. Пусть C будет полем обязательств, тогда

$$C = C_{\exists} \cup C_{\forall},$$

где $C_{\exists} = p_0, p_1, p_2, \ldots, p_i, \ldots, p_n$, p_0 — первоначальная формула, или тезис, $p_i \in P$, P — множество утверждений Элоизы; $C_{\forall} = q_1, q_2, ..., q_l, ..., q_m$, $q_l \in Q$, Q — множество утверждений Абеляра[20].

Как и в семантической игре, ходы игроков определяются в зависимости от главного логического знака формулы, поэтому определить условия выигрыша по аналогии с диалоговой логикой не представляется возможным.

[18] Данное понятие взято из формальной диалектики Ч. Хэмблина и задается оно так же, как в его системе. Однако в данном случае у нас нет возможности пересмотра своих обязательств, и нельзя удалить ни одну позицию из поля обязательств того или иного игрока.

[19] Однако, как уже было сказано в предыдущем разделе, то же самое можно сделать и с диалогом, так как мы можем привязать его к модели, получив *алетический* диалог. Однако метод, который мы использовали в предыдущем разделе, сохраняет природу диалоговой логики в том смысле, что в диалоге используются дедуктивные методы для проверки формул. В целом можно сказать, что поле обязательств служит своеобразной моделью, поэтому по структуре игра не существенно изменилась (за исключением функции выигрыша), в отличие от кардинальной смены ее типа в связи с задачей модернизированной игры.

[20] Важно не путать формулы, которые выбирают игроки, с формулами, которые они утверждают (берут в качестве обязательств) и которые записываются ими в поле обязательств. Последние соответствуют шагам в диалоговой логике, поэтому-то мы и можем говорить о соответствии между выигрышными стратегиями в диалоговой логике и в теоретико-игровой семантике без модели. Первые же соответствуют шагам Абеляра и Элоизы в ходе игры, записываемой в виде дерева.

Определение 2. Поле обязательств C семантической игры $G(A, C)$ является замкнутым, если и только если одна и та же атомарная формула (a) $a \in C_\exists$ и $a \in C_\forall$.

Определение 3. В семантической игре с полем обязательств $G(A, C)$:

- выигрывает Элоиза, если и только если поле обязательств замкнуто;
- в противном случае выигрывает Абеляр.

Рассмотрим пример. Пусть $A = (\neg p \wedge q) \vee (p \vee \neg q)$. Вначале построим диалог $D(A)$ для данной формулы:

Пропонент	**Оппонент**
1. $(\neg p \wedge q) \vee (p \vee \neg q)$	
3. $p \vee \neg q$ (2)	2. $? - \vee$ (1)
5. $\neg q$ (4)	4. $? - \vee$ (3)
	6. q (5)

Нетрудно заметить, что у Оппонента есть выигрышная стратегия в диалоге, так как мы рассматриваем интуиционистский диалог, а следовательно действует **(SR-1.I)** (Интуиционистское правило (закрытия раундов)). Но если бы мы использовали классическое правило, выигрышная стратегия была бы у Пропонента.

Теперь перейдем к рассмотрению соответствующей семантической игры $G(A, C)$. Поле обязательств игры будут выглядеть следующим образом:

$C_\exists$	$C_\forall$
I. $(\neg p \wedge q) \vee (p \vee \neg q)$	
II. $\neg p \wedge q$	
III. $\neg q$	q

Так как в данном поле обязательств C нет замыкания, у Абеляра есть выигрышная стратегия в игре $G(A, C)$.

Можно заметить, что существует строгое соответствие между таблицей диалога $D(A)$ и полем обязательств семантической игры $G(A, C)$. В связи с этим можно говорить о том, что при наличии выигрышной стратегии для Пропонента (или Оппонента) в интуиционистском диалоге $D(A)$ мы можем ее трансформировать в выигрышную стратегию для Абеляра (Элоизы соответственно), следуя конечному алгоритму. И наоборот, из выигрышной стратегии для Абеляра (Элоизы) можно получить выигрышную стратегию для Оппонента (Пропонента соответственно). Таким образом, мы можем определить общезначимость (истинность в любой модели) в рамках семантической игры $G(A, C)$.

Стоит отметить, что ввиду того, что мы рассматривали интуиционистские диалоги, импликация в данном случае отличается от классической. Рассмотрим следующие два примера. Построим диалог для следующей пропозициональной формулы: $A = p \to p$

Пропонент	Оппонент
1. $p \to p$	
3. p [2]	2. p [1]

Как видно из таблицы игры, пропонент выигрывает на шаге (3), что не удивительно ввиду того, что данная теорема принадлежит позитивному фрагменту пропозициональной логики ($\mathbb{N}^+$).

Однако если мы возьмем формулу $A^* = \neg p \vee p$ (в рамках классической логики A эквивалентно A^*).

Пропонент	Оппонент
1. $\neg p \vee p$	
3. $\neg p$ [2]	2. ? $-\vee$ [1]
	4. p [3]

В данном случае выигрыншая стратегия есть у оппонента, ввиду Интуиционистского правила (закрытия раундов) **(SR-1.I)**.

Заключение

В заключение мне хотелось бы отметить, что на основании сравнения понятия истинности в диалоговой логике и теоретико-игровой семантике можно сделать следующие выводы:

1. Для того чтобы представить выигрышную стратегию для того или иного игрока в одной игре для соответствующего игрока в рамках другой, можно модернизировать правила как одной системы, так и другой.

2. В целом истинность в теоретико-игровой семантике и диалоговой логике — понятия весьма различные и, по сути, без особого изменения внутри рассматриваемых игр, не сводимые друг к другу. Однако общее основание подходов, лежащее в их игровой природе,

позволяет их сравнивать. Ибо если бы данные понятия истинности сводились в конечном счете друг к другу, то это означало бы отсутствие кардинальных отличий, присущих данным системам. Более того, это свидетельствовало бы о том, что мы либо не понимаем специфики данных подходов, либо при сравнении допустили сильное изменение самих подходов.

3. Истинность в диалоговой логике — это скорее формальная выводимость, или доказуемость, осуществляемая без эксплицитно представленной семантики. Предполагалось, что диалоговая игра выразит ее на основе операционального подхода. Вместе с тем, существует интерпретация [4], согласно которой, диалоговая игра сама является определенного рода семантикой. Подобная интерпретация представляется весьма интересной, принимая во внимание то, что она еще сильнее сближает диалоговую логику и семантические таблицы, а также идет в разрез с первоначальными установками ее создателей.

4. Теоретико-игровая семантика предстает перед нами как альтернативный способ задания семантических категорий, в данном случае истинности.

5. Тем не менее, можно задать такой алгоритм, который гарантировал бы наличие выигрышной стратегии в одной системе при наличии ее в другой. С нашей точки зрения, в данной корреляции нет ничего удивительного, так как известно, что выводимость формулы и ее истинность взаимосвязаны по теоремам о корректности и полноте, хотя в данном случае речь идет об истине на модели.

6. Общей чертой данных подходов является способ анализа формулы с позиций действий, ходов, направленных на верификацию/доказательство и фальсификацию/опровержение в теоретико-игровой семантике/диалоговой логике соответственно.

Литература

[1] *Аристотель.* Метафизика / Пер. с греч. П.А. Первова, В.В. Розанова. М.: Ин-т философии, теологии и истории св. Фомы, 2006. 232 с.

[2] *Драгалина-Черная Е.Г.* Границы логики: Онтологический поворот // Философия науки. 2009. № 14. С. 87–99.

[3] *Лисанюк Е.Н.* Риторика и формальная диалектика // РАЦИО.ru. 2010. № 3. С. 26–42.

[4] *Alama J., Uckelman S.L.* Lorenzen Dialogue Games as Logical Semantics // Internatinal colloquium. Inside arguments: Logic vs Argumentation theory (Portugal: Faculty of Letters of the University of Coimbra, March 24-26, 2011). 2011. P. 1–14.

[5] *Barth E.M.* From Axiom to Dialogue: a philosophical study of logics and argumentation. Berlin: Walter de Gruyter, 1982. 337 p.

[6] *van Benthem J.* Logical Construction Games // Acta Philosophica Fennica. 2006. Vol. 78. P. 123–138.

[7] *Eklund M.* On How Logic Became First-Order // Nordic Journal of Philosophical Logic. 1996. Vol. 1. № 2. P. 147–167.

[8] *Eklund M., Kolak D.* Is Hintikka's Logic First-Order? // Synthese. 2002. Vol. 131. Issue 3. P. 371–388.

[9] *Feferman S.* What Kind of Logic is 'Independence-Friendly' Logic? // The Philosophy of Jaakko Hintikka / Ed. by Auxier. R.E., Hahn L.E. Chicago: Open Court, 2006. P. 453—469.

[10] *Gödel K.* Über die Vollstandigkeit des Logikkalküls (1929) // Gödel Collected Works / Ed. by S. Feferman. Vol. I, Publications 1929–1936. Oxford University Press, 1986. P. 61–101.

[11] *Hamblin Ch.* Fallacies. London: Methuen, 1970. 336 p.

[12] *Hintikka J.* The Principles of Mathematics Revisited. Cambridge University Press, Cambridge, 1996. 304 p.

[13] *Hintikka J.* Post-Tarskian Truth // Synthese. 2001. Vol. 126. P. 17–36.

[14] *Hintikka J., Sandu G.* What is Logic? // Handbook of the Philosophy of Logic / Ed. by D. Jacquette. Amsterdam: Elsevier, 2007. P. 13–40.

[15] *Hodges W.* Compositional Semantics for a Langauge of Imperfect Information // Logic Journal of the IGPL. 1997. Vol. 5. P. 539—563.

[16] *Krabbe E.C.W.* Dialogue logic // Handbook of the History of Logic. 2006. Vol. 7. P. 665–704.

[17] *Lorenz K.* Arithmetik und Logik als Spiele. PhD thesis, Universität Kiel, 1961. Selections reprinted in [19].

[18] *Lorenzen P.* Constructive philosophy / Transl. by Pavlowic. Amherst: University of Massachusetts Press, 1987. 291 p.

[19] *Lorenzen P., Lorenz K.* Dialogische Logik. Darmstadt: Wissenschaftlische Buchgesellschaft, 1978. 238 p.

[20] *Pietarinen Aht.* Varieties of IFing // Proceedings of the ESSLLI'01 Workshop on Logic and Games / Ed. by G. Sandu and M. Pauly. Department of Philosophy, University of Helsinki, 2001. P. 25–32.

[21] *Rahman Sh.* Remarks on Dialogical Meaning: A Case Study, 2011. URL: `http://ls.informatik.uni-tuebingen.de/prodi/slides/Rahman.pdf` (дата обращения: 21.04.2015).

[22] *Rahman Sh., Ruckert H.* Preface // Synthese. 2001. Vol. 127. P. 1–6.

[23] *Rahman Sh., Tulenheimo T.* From Games to Dialogues and Back: Towards a General Frame for Validity // Games: Unifying logic, Language and Philosophy / Ed. by Ondrej Majer, Ahti-Veikko Pietarinen, Tero Tulenheimo. Springer, 2009. P. 153–208.

[24] *Reed Ch, Walton D.* Argumentation Schemes in Dialogue // Dissensus and the Search for Common Ground (Proceedings of OSSA 2007) / Ed. by H.V. Hansen, et al. Volume CD-ROM. 2007. P. 1–11.

[25] *de Rouihan P., Bozon S.* The Truth of IF: Has Hintikka Really Exorcised Tarski's Curse? // The Philosophy of Jaakko Hintikka. The Library of Liveing Philosophers. Vol. XXX. 2006. P. 683–705.

[26] *Stegmüller W.* Remarks on the completeness of logical systems relative to the validity-concepts of P. Lorenzen and K. Lorenz // Notre Dame J. Formal Logic. 1964. Vol. 5. № 2. P. 81–112.

[27] *Uckelman S.L., Johnston S.* A Simple Semantics for Aristotelian Apodictic Syllogistics // Advances in Modal Logic. 2010. Vol. 8. P. 428–443.

[28] *Weingartner P.* Basic Questions on Truth. Kluwer Academic Publishers, 2000. 244 p.

[29] *Wells S., Reed Ch.* Formal Dialectic Specification // Argumentation in Multi-Agent Systems First International Workshop. 2004. P. 31–43.

A.M. Pavlova

Truth in Dialogue Logic and Game-Theoretical Semantics (GTS)

Pavlova Alexandra Mikhailovna
Department of Logic, Institute of Philosophy,
Saint-Petersburg State University.
5 Mendeleevskaya Liniya, St. Petersburg, 199034, Russian Federation.
E-mail: alexandra22@mail.ru

In this paper truth in two game-theoretical approaches is considered, namely: in dialogue logic of Paul Lorenzen and Kuno Lorenz and game-theoretical semantics proposed by Jaakko Hintikka and developed by Gabriel Sandu. In the course of the article the principal features of the semantic conceptions of game-theoretical semantics and dialogue logic are revealed and compared. Thus, two concepts of truth are considered, that is, truth in game-theoretical semantics and truth in dialogue logic. In both cases truth is defined as an existence of a winning strategy for the player defending the formula. The connection between those two consists in a possibility to transform the winning strategy for the player in one system into the winning strategy for the corresponding player in the other one following the exact and finite algorithm. The result of the comparison makes it possible to get a certain understanding of the relation between model-theoretical and proof-theoretical approaches.

Keywords: dialogue logic, game-theoretical semantics, truth, intuitionistic dialogues with hypotheses, truth in a model, validity

References

[1] Aristotel'. *Metafizika* [Metaphysics], trans. by P.A. Pervova, V.V. Rozanova. M.: Institut filosofii, teologii i istorii sv. Fomy. 2006. 232 pp. (In Russian)

[2] Dragalina-Chernaya, E.G. "Granitsy logiki: Ontologicheskii povorot"[The boundaries of logic: Ontological twist], *Filosofiya nauki*, 2009, no 14. pp. 87–99.

[3] Lisanyuk, E.N. "Ritorika i formal'naya dialektika" [Rhetoric and formal dialectic], RATsIO.ru, 2010, no 3, pp. 26–42.

[4] Alama, J., Uckelman, S.L. "Lorenzen Dialogue Games as Logical Semantics", *Internatinal colloquium. Inside arguments: Logic vs Argumentation theory* (Portugal: Faculty of Letters of the University of Coimbra, March 24-26, 2011), 2011, pp. 1–14.

[5] Barth, E.M. *From Axiom to Dialogue: a philosophical study of logics and argumentation.* Berlin: Walter de Gruyter, 1982. 337 pp.

[6] van Benthem, J. "Logical Construction Games", *Acta Philosophica Fennica*, 2006, vol. 78, pp. 123–138.

[7] Eklund, M. "On How Logic Became First-Order", *Nordic Journal of Philosophical Logic*, 1996, vol. 1, no 2, pp. 147–167.

[8] Eklund, M., Kolak, D. "Is Hintikka's Logic First-Order?", *Synthese*, 2002, vol. 131, no 3, pp. 371–388.

[9] Feferman, S. "What Kind of Logic is 'Independence-Friendly' Logic?", in: ed. by Auxier. R.E., Hahn L.E, *The Philosophy of Jaakko Hintikka*, Chicago: Open Court, 2006, pp. 453—469.

[10] Gödel, K. Über die Vollstandigkeit des Logikkalküls (1929), in: ed. by S. Feferman, *Gödel Collected Works*, vol. I, Publications 1929–1936. Oxford University Press, 1986, pp. 61–101.

[11] Hamblin, Ch. *Fallacies*, London: Methuen, 1970.

[12] Hintikka, J. *The Principles of Mathematics Revisited*, Cambridge University Press, Cambridge, 1996.

[13] Hintikka, J. "Post-Tarskian Truth", *Synthese*, 2001, vol. 126, pp. 17–36.

[14] Hintikka, J. and Sandu, G. What is Logic? In: ed. D. Jacquette, *Handbook of the Philosophy of Logic*, Elsevier, Amsterdam, 2007. pp. 13–40.

[15] Hodges, W. "Compositional Semantics for a Langauge of Imperfect Information", *Logic Journal of the IGPL*, 1997, vol. 5, pp. 539-–563.

[16] Krabbe, E. C. W. "Dialogue logic", *Handbook of the History of Logic*, 2006, vol. 7, pp. 665–704.

[17] Lorenz, K. *Arithmetik und Logik als Spiele*. PhD thesis, Universität Kiel, 1961. Selections reprinted in [**?**].

[18] Lorenzen, P. *Constructive philosophy*, transl. by Pavlowic. Amherst: University of Massachusetts Press, 1987. 291 pp.

[19] Lorenzen, P., Lorenz, K. *Dialogische Logik*. Darmstadt: Wissenschaftlische Buchgesellschaft, 1978.

[20] Pietarinen, Aht. "Varieties of IFing", in: ed. by G. Sandu and M. Pauly, *Proceedings of the ESSLLI'01 Workshop on Logic and Games*, Department of Philosophy, University of Helsinki, 2001. P. 25–32.

[21] Rahman, Sh. *Remarks on Dialogical Meaning: A Case Study*, 2011. [`http://ls.informatik.uni-tuebingen.de/prodi/slides/Rahman.pdf`, accessed on 21.04.2015].

[22] Rahman, Sh., Ruckert H. *"Preface"*, Synthese, 2001, vol. 127,pp. 1–6.

[23] Rahman, Sh., Tulenheimo, T. "From Games to Dialogues and Back: Towards a General Frame for Validity", in: ed. by O. Majer, A.-V. Pietarinen and T. Tulenheimo, *Games: Unifying logic, Language and Philosophy*. Springer, 2009.

[24] Reed, Ch., Walton, D. "Argumentation Schemes in Dialogue", in: ed. by H.V. Hansen, et. al., *Dissensus and the Search for Common Ground*, Windsor, ON: OSSA, 2007. pp. 1–11.

[25] de Rouihan, P., Bozon, S. "The Truth of IF: Has Hintikka Really Exorcised Tarski's Curse?", *The Philosophy of Jaakko Hintikka, The Library of Liveing Philosophers*, vol. XXX, 2006. pp. 683–705.

[26] Stegmüller, W.: "Remarks on the completeness of logical systems relative to the validity-concepts of P. Lorenzen and K. Lorenz", *Notre Dame J. Formal Logic*, 1964, vol. 5, no 2, pp. 81–112.

[27] Uckelman, S.L., Johnston, S. "A Simple Semantics for Aristotelian Apodeictic Syllogistics", *Advances in Modal Logic*, 2010, vol. 8, pp. 428–443.

[28] Weingartner, P. *Basic Questions on Truth.* Kluwer Academic Publishers, 2000.

[29] Wells, S. and Reed, Ch. "Formal Dialectic Specification", *Argumentation in Multi-Agent Systems First International Workshop*, 2004, pp. 31–43.