

ТРУДЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

ГРАММАТИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ РАЗДЕЛЯЮЩЕГО МГНОВЕНИЯ

П. А. Шапчиц

Одной из ключевых и старейших проблем временной логики (ВЛ) является проблема разделяющего мгновения (ПРМ). ПРМ фактически намечается уже Аристотелем в контексте вопроса о логических свойствах мгновения «теперь», разделяющего прошлое и будущее¹. В средневековой логике акцент несколько сместился: логики пытались дать ясные семантические определения слов «incipit» («начинает») и «desinit» («заканчивает»)². В рамках анализа смысла этих двух глаголов выявлялось, например, различие между предикатами, обозначающими целостные и постоянные процессы или состояния («быть белым»), и предикатами, обозначающими последовательности различных состояний («бежать»). Это различие легло в основу разделения гомогенных и негомогенных предикатов в лингвистике XX в.

Сегодня ПРМ формулируется так: допустим, огонь горел, а потом прекратил горение. Возникает вопрос: что было в мгновение между этими двумя состояниями: горел огонь или нет? (пример Й. ван Бенгема)³. Получается, что некоторое утверждение истинно в один период времени и ложно в следующий за ним период, но невозможно с определенностью сказать, истинно оно или ложно в мгновение, разделяющее эти два периода. Выбор ответа оказывается произвольным. Если же мы выберем оба варианта, то нарушим закон противоречия (ЗП), а если не выберем ни одного, то — закон исключенного третьего (ЗИТ).

Путь к решению проблемы или к демонстрации ее неразрешимости должен начинаться с уточнения свойств подлежащей временной структуры и с четкого определения временных сущностей (в первую очередь интервалов и точек), заданных на этой структуре.

Существует ряд подходов к построению временно-логической онтологии. Краткий обзор возможных решений и их обоснование даны в статье Дж. Ф. Аллена⁴. В соответ-

¹ *Аристотель*. Физика, 234a–234b.

² Обзор этой проблемы представлен в: *Shrstrum P., Hasle, P. F. V. Temporal Logic from Ancient Ideas to Artificial Intelligence*. Dordrecht; Boston; London, 1995. P. 52–64.

³ *Benthem J. van*. The Logic of Time. A Model — Theoretic Investigation into the Verities of Temporal Ontology and Temporal Discours. Dordrecht; Boston; London, 1982. P. 4.

⁴ *Allen J. F.* Maintaining Knowledge about Temporal Intervals // *Communications of the ACM*. 1983. Vol. 26. N 11. P. 832–843.

© П. А. Шапчиц, 2008

ствии с типом временного примитива, т. е. временной сущности, принимаемой в качестве основы, эти подходы можно разделять на интервальные, точечные и смешанные. Последние в качестве примитивов принимают как точки, так и интервалы. Посмотрим, как аргументируются эти подходы и какие возможности они предоставляют для решения ПРМ.

Интервальные семантики, одним из пионеров которых явился Дж. Ф. Аллен, позволяя тривиально обойти ПРМ. Так как истинность высказываний определяется не на точках, а на интервалах, то для точки, разделяющей два стыкующихся друг с другом интервала, ЗИТ выполняться не должен, ведь ни истинность, ни ложность высказываний на точках невозможна. В этом случае теряется необходимость указывать, являются ли интервалы открытыми (не включающими в себя свои конечные точки), закрытыми (включающими их) или полуоткрытыми (включающими правую, но не включающими левую, либо наоборот). Интервальные семантики обладают и иными преимуществами перед точечными. Во-первых, они способны оперировать недостаточной или нечеткой временной информацией, а во-вторых, они более экономичны с вычислительной точки зрения.

Однако как только мы перестаем иметь дело лишь с процессами или состояниями и обращаемся к естественному языку, подобная интервальная семантика оказывается недостаточно выразительной. Ее неспособность отражать различные атомарные события привела к отказу от прозрачной монистической временной онтологии и отражению идеи «точечности». Это видно по тому, например, как Дж. Ф. Аллен изменил трактовку временных точек. В ранних статьях он предлагает их неформально понимать как очень маленькие интервалы («формальное понятие неделимой точки малополезно»⁵), а в более поздних — уже строго конструирует точки как производные объекты — места «стыковки интервалов» (т. е. точки уже не называются интервалами, пускай, и маленькими)⁶. При этом Аллен всячески подчеркивает «вторичность» точек по отношению к интервалам.

Интервальный подход Дж. Ф. Аллена подвергается критике в статье Э. Гальтона⁷. Он указывает на то, что интервальный подход неадекватен, так как не позволяет отражать постепенные изменения. Точечные явления действительно существуют в реальном мире, и, следовательно, точки необходимы для общей временной локализации, считает последний. В качестве примера Гальтон приводит следующую ситуацию: допустим, мяч подброшен вверх в направлении восток-запад. Понятно, что мяч будет находиться в верхней точке своей траектории лишь один непротяженный миг. Следовательно, необходимы также и точки в качестве примитивов.

Перед тем как обратиться к точечным моделям, заметим, что при создании временных онтологий требуется разграничивать уровень абстракций и уровень реальности. Физические формулы, описывающие поведение идеализированных объектов, относятся, скорее, к уровню абстракции. Если мы ограничиваемся этим уровнем, то,

⁵ Ibid. P. 834.

⁶ См., напр.: *Allen J. F., Hayes P. J. Short time Periods // Proceedings of the 10th International Joint Conference on Artificial Intelligence. Milan, 1987, August / Ed. by J. P. McDermott.. San Francisco (CA), 1987. P. 981–983.*

⁷ *Galton A. A critical Examination of Allen's Theory of Action and Time // Artificial Intelligence. 1990. Vol. 42. Iss. 2–3. P. 159–188.*

действительно, некоторые успехи физики позволяют предположить, что любое кажущееся точечным событие на самом деле может быть разделено на какие-то более мелкие подсобытия, они, в свою очередь, тоже могут быть разделены, и так — до бесконечности. Однако если бесконечная делимость действительно возможна, то очевидно, что она будет всегда оставаться абстрактной, лишь потенциально наблюдаемой. Поэтому точечное событие никогда явлением не станет, и точечное явление, о котором говорит Гальтон, так и останется неким оксюмороном.

Как только мы отказываемся от чисто интервальной семантики, мы снова сталкиваемся с ПРМ. Посмотрим на решение ПРМ в рамках точечной и точечно-интервальной семантик. Одно из последних решений ПРМ предложено Дж. Ма и П. Хэйсом в рамках их проекта «примирения» точечной и интервальной семантик⁸. На непустом частично упорядоченном множестве временных точек интервал задается как четырехместное отношение $\langle p_1, p_2, l, r \rangle$, где p_1, p_2 — левая и правая границы интервала, l и r — левый и правый «типы» интервала, указывающие на открытость/закрытость соответственно левой/правой границы. Точка как временной объект является частным случаем интервала и задается как интервал с совпадающими и закрытыми границами. ПРМ решается конвенционально, с помощью определения отношения стыковки интервалов. Два интервала стыкуются т. и т.т., когда левая граница одного совпадает с правой границей другого, причем левая граница открыта, а правая закрыта, либо наоборот. Таким образом, в разделяющее мгновение ни ЗП, ни ЗИТ не нарушаются.

На наш взгляд, существенным философским недостатком анализа ПРМ Дж. Ма и П. Хэйса является то, что они упустили специфику мгновенных событий (например, угасания огня), заключающуюся в разовом, целостном изменении положения дел в мире. По-видимому, причина в том, что они не разделили реальные и абстрагированные временные сущности, придав интервалу и точке одинаковый статус. Требование такого разделения выдвигал, в частности, И. ван Бентем в рамках неформального обсуждения ПРМ⁹. Действительно, утверждения вида «Стрела двигалась во временной точке p » не имеют физического смысла и поэтому не верифицируемы в отличие от «Во временной точке p он находился дома». Апория «Стрела» строится на смешении объективных и вспомогательных, абстрагированных временных сущностей. Зенон переносит интуитивно ясный глагольный предикат («движется») с естественной интервальной структуры на искусственную точечную, не доказав, что предикат имеет смысл и на новой структуре. Иными словами, не всегда можно построить картину из множества моментальных состояний в точках, некую точечную базу данных как точное отражение некоторого множества высказываний естественного языка.

Мы считаем, что реальными временными сущностями являются интервалы и мгновения, а абстрагированными — точки. В научной литературе убедительно показано, что все наблюдаемые явления имеют ненулевую длительность (несколько любопытных примеров приводится в статье М. Чапека¹⁰). Целостные и наблюдаемые явления

⁸ *Ma J., Hayes P. Primitive Intervals Versus Point-Based Intervals: Rivals or Allies? // The Computer Journal. 2006. Vol. 49. N 1. P. 32–41.*

⁹ *Benthem J. van. Points in Time // Electronic News Journal on Reasoning about Actions and Change. 1998. Vol. 2. P. 348–355.*

¹⁰ *Chapek M. The Fiction of Instants // The Study of Time / Ed. by J.T. Fraser, F.C. Haber, G.H. Muller. New York, 1972. P. 332–344.*

объективной действительности происходят в сколь угодно короткие, но не нулевые интервалы и мгновения времени. Овремененные утверждения можно разделить на два типа. Первый тип — утверждения о фактах или состояниях на интервалах/мгновениях («В момент времени t кабель оборвался»); второй тип — утверждения о метриках («В момент времени t он поднимался на лифте»), указывающие не на факты или состояния, а на принадлежность точки события (в терминологии Рейхенбаха) определенному интервалу. При этом никакого события в точке на самом деле нет, это наша абстракция.

Исходя из этого, следует признать, что означивание во временных точках возможно лишь при выполнении двух условий: (1) точка принадлежит мгновению или интервалу (т. е. утверждение верифицируемо) и (2) соответствующий предикат допускает истинность в точке. Примером могут служить высказывания о скорости. Обычно о скорости (точнее, о средней скорости) высказываются либо в отношении временного интервала («Средняя скорость за последний час полета составила V км/ч»), либо в отношении отрезка пути («Последние сто километров мы проехали со скоростью 90 км/ч»). Можно говорить и о «мгновенной скорости», но лишь за счет того, что, во-первых, имеется ненулевой интервал, которому принадлежит точка, к которой относится высказывание о мгновенной скорости, а во-вторых, абстракция мгновенной скорости допускает истинность в точке. Но за абстракцией мгновенной скорости в точке стоит возможность измерения средней скорости на некотором возможно коротком интервале, которому принадлежит данная точка.

Напоследок скажем, что философская (а не узкотехническая) временно-логическая семантика не должна ориентироваться исключительно на данные физики о свойствах времени и событий во времени. Избранные нами временные сущности должны интуитивно приемлемо сочетаться не только с физическими высказываниями, но и с высказываниями естественного языка. Даже если восприятие времени человеческим языком или мышлением неверно или неточно, все равно нам следует к нему обращаться.

Эти установки мы используем при создании временно-логической онтологии, ориентированной на философское решение ПРМ. Перед тем как указать способы конструирования мгновений и интервалов, обратимся к типологии глагольных предикатов, предложенной М. Моэнсом и М. Сидманом¹¹. Именно к глагольным предикатам относятся указатели времени, и поэтому выявление надъязыковой инвариантной типологии глагольных предикатов — это лучшая дорога к логико-временной онтологии.

Все глагольные предикаты М. Моэнс и М. Сидман делят на состояния («понимать», «любить») и события. Последние делятся, с одной стороны, на атомарные и длительные и, с другой стороны, на результативные и нерезультативные. Примеры событий приведены в табл. 1.

Атомарные события истинны на мгновениях, а длительные — на интервалах. Результативные события изменяют положение дел в мире, а изменение положения дел можно зафиксировать, лишь сравнив положение дел в начале и в конце события. Поэтому утверждения о результативных событиях могут быть истинными лишь на закрытых интервалах или мгновениях.

¹¹ Moens M., Steedman M. Temporal Ontology and Temporal Reference // Computational Linguistics. 1988. Vol. 14. N 2. P. 15–28.

Теперь используем данную типологию глагольных предикатов как основу для наброска логико-временной онтологии, проясняющей идею мгновения. Выше мы уже указали, что непротяженной точке не соответствует никакая физическая временная сущность. Поэтому все временные сущности будут иметь исключительно интервальный характер. В качестве основы мы берем непустое множество временных точек с заданным на нем отношением строгого порядка. На множестве точек мы определяем четыре типа временных сущностей в соответствии с табл. 2.

Таблица 1

<i>События</i>	<i>Атомарные</i>	<i>Длительные</i>
<i>Результативные</i>	«Узнать», «Победить в гонке»	«Построить дом», «Съесть яблоко»
<i>Нерезультативные</i>	«Икнуть», «моргнуть»	«Бегать», «плавать»

Таблица 2

<i>Тип предиката</i>	<i>Временная сущность</i>	<i>Точечная структура</i>	<i>Атомарность</i>	<i>Результативность</i>
1. Кульминация	Мгновение	[]	+	+
2. Процесс кульминацией	(ИП), стыкующийся с мгновением	[() []]	-	+
3. Точечное событие	Интервал без свойства подинтервальности (ИБП)	()	+	-
4. Процесс	Интервал со свойством подинтервальности (ИП)	(() ())	-	-

Единственным временным примитивом является интервал; в этом отношении наш подход представляет собой возврат к интервальной семантике Дж. Ф. Аллена. Для каждого интервала можно указать пару его конечных точек. Последние, однако, не должны становиться временными сущностями, а должны использоваться лишь во временной метрике. Точки не могут проникнуть в нашу временную онтологию в виде «вырожденных случаев»: поскольку отношение порядка на множестве точек иррефлексивно, интервал не может иметь своим частным случаем точку в смысле Ма и Хэйса (см. выше). Интервал называется открытым, если он не включает в себя свои конечные точки, или закрытым, если он их в себя включает. Кроме того, интервалы могут обладать свойством подинтервальности (ИП), а могут не обладать им (ИБП). Свойство подинтервальности задается аксиоматически. Комбинация двух признаков интервалов порождает четыре типа временных интервалов — четыре временных сущности временной онтологии. Каждой сущности соответствует своя точечная структура.

Четыре типа временных сущностей соответствуют четырем типам глагольных предикатов. Для того, чтобы отразить свойство результативности предиката, точечная структура соответствующего интервала должна быть закрытой. Наоборот, нерезультативные предикаты имеют истинностное значение на открытых интервалах. Например, если известно, что нерезультативный процесс ограничен какими-то событиями, то это значит, что эти события будут внешними по отношению к этому процессу. Два типа глагольных предикатов в нашей схеме атомарные, а два — длительные. Атомарные глагольные предикаты получают истинностное значение на ИБП, а длительные — на ИП. Понятно, что своеобразной философской «платой» за подобное разграничение должно стать признание предела делимости ИП.

Из всех четырех глагольных предикатов в рамках решения ПРМ для нас важно, конечно, мгновение. Мгновение — это закрытый ИБП. На нем может быть истинной кульминация — атомарное результативное событие. Поскольку точечная структура мгновения является закрытой, в него входят его левая и правая границы-точки, на которых истинны различные положения дел. Кульминация обозначает переход от одного положения дел к другому, возможно, от одной противоположности — к другой. Например, мгновение затухания огня из примера И. ван Бенгема может быть рассмотрено как кульминация горения, а предикат «прогорел» — как процесс с кульминацией. В таком случае точечное отображение горения-затухания выглядит так: $() [] ()$, где первому открытому ИП соответствует горение, второму закрытому ИБП (т. е. мгновению) — прекращение горения, а третьему открытому ИП — уже отсутствие горения.

Таким образом, на вопрос, прозвучавший в начале статьи, необходимо дать следующий ответ. Горение — это *длительный* процесс, и соответствующий глагольный предикат «гореть» может быть истинным только на длительном интервале. Поэтому высказывание о горении не может быть ни истинным, ни ложным в некотором мгновении, т. е. на *атомарном* интервале. ЗИТ здесь не нарушается, так как для каждого типа интервалов он формулируется относительно высказываний только с соответствующими глагольными предикатами. Например, для любого мгновения истинно следующее высказывание: «Либо огонь перестал гореть, либо неверно, что огонь перестал гореть», но не имеет смысла высказывание: «Либо дом сгорел дотла, либо неверно, что дом сгорел дотла». Последнее истинно на любом ИП, стыкующегося с мгновением.

Кульминация как тип глагольного предиката, таким образом, может служить моделью «разделяющего мгновения», которое в нашей трактовке оказывается также и разделенным.