

## СВОЙСТВА ВРЕМЕНИ

А.М.Анисов

**Abstract.** *After having read the majority of publications on the problem of time, which are numerous, we acquire a grievous feeling that it is being mistreated. The issues discussed are often other than time itself but quite different phenomena although related to it in certain ways. Here we intend to focus discussion right on the phenomenon of time as it is without substituting it by other problems no matter how important they are. Eight fundamental properties of time are being considered in this paper.*

### Постановка проблемы

По прочтении подавляющего большинства из многочисленных статей и книг, посвященных проблеме времени, возникает неприятное ощущение, что нас ввели в заблуждение. Речь зачастую ведется не о времени как таковом, а о явлениях иного рода, хотя и имеющих какое-то отношение к феномену темпоральности. Пишут «время», а в действительности говорят о периодических процессах, часах, возрасте, математических структурах (которые без должных оснований объявляют моделями времени), высказываниях о времени, процедурах измерения времени и т.д.<sup>1</sup> Мы намерены здесь обсуждать именно проблему времени саму по себе, не подменяя ее вопросами хотя и важными, но другими.

Рамки работы заставляют принять следующее утверждение без дальнейшего обсуждения. Время и пространство будем считать феноменами *объективными*. Иными словами, время и пространство полагаются существующими и в отсутствие познающего субъекта. Тем самым за скобками остается Кант, экзистенциализм, вопросы психологии времени и многое что еще. Проблема пространства не ставится. Достаточно условиться, что мы способны отличать вещи, находящиеся в объективном пространстве, от объектов вне пространственных, таких, например, как числа. Можно получить ответ на вопрос о том, в каком месте находится человек или где проходит грозовой фронт, но не на вопрос, где находится число четыре.

---

<sup>1</sup> Подробнее см.: Анисов А.М. Время и компьютер. Негеометрический образ времени. М., 1991.

## Первое свойство

Теперь по существу. **Первое и простейшее свойство времени – это его способность упорядочивать.** Мир без времени – это первозданный хаос, в котором нет ни «раньше», ни «позже». Но как только оказывается, что некоторый  $x$  случился раньше (или позже), чем некоторый  $y$ , появляется время. В дальнейшем, не теряя общности, будем использовать только отношение «раньше, чем», поскольку для любых  $x$  и  $y$   $x$  раньше  $y$  тогда и только тогда, когда  $y$  позже, чем  $x$ . Что означает термин «упорядочивать»? В логико-математической литературе *строгим частичным порядком* называют антирефлексивное и транзитивное отношение.

Если необходимо учитывать, что  $x$  может происходить одновременно с  $y$ , то в качестве основного темпорального отношения можно взять отношение « $x$  раньше, чем  $y$  или одновременно с  $y$ ». В этом случае отношение становится рефлексивным, транзитивным и антисимметричным – тоже частичный порядок, но *нестрогий*. Какое отношение порядка (строгое или не строгое) взять за основу, – дело вкуса. Я предпочитаю строгое отношение порядка, дополненное отдельным отношением одновременности, которое удовлетворяет свойствам рефлексивности, транзитивности и симметричности, т.е. является отношением эквивалентности.

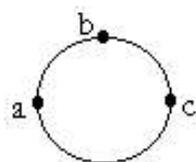
Но при любом подходе частичный порядок это все же именно порядок, в отличие от многих структурированных образований, порядка не образующих. А время упорядочивает – вот что важно. Поэтому если какую-то структуру призывают считать моделирующей темпоральное отношение «раньше, чем», то она обязана быть структурой по крайней мере частичного порядка. Возможно, кому-то уже стало скучно: зачем так подробно о таких простых вещах? Затем, что, к сожалению, люди склонны не замечать даже очевидных следствий из принятых положений. Весьма широкое распространение получила концепция так называемого мифологического времени, характеристическим свойством которого объявлена цикличность<sup>2</sup>. Мифологические события не просто следуют одно за другим, а повторяются вновь и вновь. В некоторых мифах творение мира происходит неоднократно. При этом буквально воспроизводится последовательность мировых событий, вплоть до очередной гибели мира. М.Элиаде различает в этой связи бесконечное циклическое время (ряд событий повторяется бесконечное число раз) и ограниченное циклическое время (число повторов конечно; например, золотой век может возвратиться, но лишь одна-

---

<sup>2</sup> См., напр.: *Элиаде М.* Космос и история. М., 1987.

жды)<sup>3</sup>. Парадоксальным образом, циклическое время, помимо мифов, встречается в современных физических теориях. Так, в 1949 г. К.Гёдель получил космологическую модель, в которой некоторые временноподобные линии оказались замкнутыми<sup>4</sup>.

Все это очень увлекательно, однако цена принятия концепции циклического времени – отказ от отношения «раньше, чем» как порядкового отношения. Примирить идеи цикла и порядка логически невозможно. Либо время как цикл, либо время как порядок, но не



то и другое вместе. Если время изобразить при помощи замкнутой линии, как на рисунке, то сказать, какое из событий *a*, *b*, *c* произошло раньше, нельзя в принципе. Если о событиях известно лишь то, что одно произошло в 3 часа, другое в 9, а третье в 12 часов, но неизвестно, произошли ли они в один и тот же день, ничего о

временной последовательности этих событий сказать невозможно. Проблема в том, можно ли вообще использовать по сути пространственную структуру – линию – для моделирования времени. На наш взгляд, это можно делать только тогда, когда точки линии упорядочены (допустим, как на отрезке или интервале прямой). Но точки окружности уже не упорядочены, т.к. для них не выполняются приведенные аксиомы частичного порядка. Упомянутый результат К.Гёделя приходится оценивать как математический артефакт, открытый в геометрической теории, без должных оснований отождествляющей линию и время.

Тут мы сталкиваемся с достаточно распространенной ситуацией. Сначала предлагается плохо пригнанная к реальности математическая теория, использующая однако устоявшиеся термины в несвойственном им значении, затем моря чернил проливаются по поводу мнимой глубины этой теории, которая, дескать заставляя нас постичь всю парадоксальность привычных феноменов. Все это немедленно исчезает, как только осознаешь, что разгадка заключается именно в нетрадиционном приписывании значений терминам.

Сказанное касается не только математических теорий, но и концепций, ограничивающихся использованием естественного языка. Если имеются претензии на научность, пользоваться им надо с особой осторожностью. Даже если исследуешь мифы, не нужно наследовать мифологический стиль. Иначе, как в рассматриваемом случае, претендующая на научность концепция мифоло-

<sup>3</sup> Там же. С. 107.

<sup>4</sup> Gödel K. An Example of a New Type of Cosmological Solutions of Einstein's Equations of Gravitation. "Reviews of Modern Physics", Vol. XXI, 1949.

гического циклического времени сама превращается в миф. Если изобразить бесконечное циклическое «время» и его ограниченный аналог рядами  $\dots, a, b, c, a, b, c, \dots$  и  $a, b, c, a, b, c$  соответственно, то наглядно видно, что эти циклические цепочки событий не являются упорядоченными и потому не могут быть моделями времени (между прочим, ряд  $a, b, c$  уже упорядочен!).

Итак, *время либо упорядочивает, либо вообще не существует*. Мы без колебаний выбираем первую альтернативу, хорошо согласующуюся не только с нашими интуитивными представлениями о времени, но и с анализом времени в многовековой философской традиции, поколебать которую модные физические теории не в состоянии по той простой причине, что повествуют они вовсе не о времени, как уже было сказано в самом начале.

### Второе свойство

Но что упорядочивает время? Напрашивается ответ – события. А что такое событие? Будет ли событием, например, вспышка света? В физике это и будет примером события. Обозначим его буквой  $a$ . Однако вспышки света происходят многократно, так что появляется запрещенный ряд вида  $\dots, a, a, a, a, \dots$ . Чтобы спасти ситуацию, в математизированных науках упорядочивают не события как таковые, а сами моменты времени. В качестве моментов обычно берется множество действительных чисел, а естественный порядок «меньше, чем» на числах отождествляется с отношением «раньше, чем». Таким образом, если вспышка света  $a$  произошла в момент  $t = 2$  и вспышка  $a$  в момент  $t' = 4$ , то первая в перечне вспышка произошла раньше, чем вторая, поскольку  $2 < 4$ . Такой подход допустим, но он накладывает незримые границы на возможности адекватного постижения времени.

Другой подход основан на упорядочении самих событий. Реализовать его гораздо сложнее. Что раньше, рождение или смерть? – Рождение, напрашивается ответ. Однако смерть Льва Толстого произошла раньше, чем рождение читающего сейчас эти строки. Сами по себе акты рождения и смерти ничем в смысле возможности их упорядочить не отличаются от вспышек света и падений тел. Но вот если придать событиям уникальные, индивидуализированные черты... Тогда временной порядок вроде бы возникает сам собой: рождение Ю.Цезаря, произошло раньше, чем рождение Льва Толстого, а рождение Льва Толстого раньше, чем его смерть, – подобные цепочки можно строить в неограниченном количестве. С этой точки зрения и физические события тоже уникальны: вспышка света при взрыве первой атомной бомбы произошла

раньше, чем вспышка от взрыва первой водородной бомбы и т.п. Все же приходится признать, что легкость выстраивания во времени уникальных событий лишь кажущаяся. Мы имеем в виду не те трудности, с которыми сталкиваются историки, пытающиеся датировать события. Перед нами встает более фундаментальный логический вопрос: Какие события следует называть уникальными, индивидуализированными? На самом деле перед нами одна из формулировок старой проблемы принципов индивидуации, в поисках которых немало было сломано копий еще схоластами<sup>5</sup>.

Ответ снова как бы лежит на поверхности. Явление уникально, если оно отличается от всех других явлений, за исключением себя самого. Просто и ясно (если предположить, что нам известно, что такое равенство). Проблема в том, что данному определению удовлетворяют и абстрактные объекты, те же числа. Число 4 уникально, неповторимо и индивидуально в ряду прочих чисел, ибо оно от всех них отличается. Что же тогда, правомерно высказывания типа «-4 раньше, чем 4»? Нежелательность подобных предложений очевидна. Числовая индивидуальность, по преобладающим современным представлениям, носит вневременной характер<sup>6</sup>. Но если мы порекомендуем в качестве событий брать только такие, которые вступают между собой в темпоральные отношения, то налицо порочный круг: чтобы образовывать темпоральные цепочки, мы требуем уникальности их звеньев, а чтобы выбрать нужные звенья, предполагаем наличие этих самых цепочек. Разорвать порочный круг позволит обращение к реальному пространству, обращаться с которым, по выше введенному допущению, мы умеем. Исправим первоначальное определение. Назовем явление *уникальным* или *индивидуализированным* (обладающим индивидуальностью), если оно во-первых, отличается от всех других явлений, за исключением себя самого, и, во-вторых, располагается в объективном пространстве. Последнее означает, в частности, что такие явления в принципе могут быть наблюдаемы (в отличие от любых абстракций, которые мы отныне лишаем уникальности и неповторимости в нашем смысле).

Однако не каждое уникальное явление следует называть событием. *Событие* – это такое пространственно локализованное явление, в котором нет «раньше» и «позже», иными словами, которое не имеет протяженности во времени. Поэтому необходимо различать события и последовательности событий – *процессы*. Гибкость естественного языка позволяет принимать предложения типа «Со-

<sup>5</sup> Подробности и современный взгляд на проблему см. в кн.: Рассел Б. Человеческое познание. Киев, 1997.

<sup>6</sup> Не все с этим согласны. Интуиционисты, например.

бытие *a* началось тогда-то и закончилось тогда-то». Но лучше сказать «Процесс *a* начался тогда-то и закончился тогда-то». Ведь если в явлении мы различаем его начало во времени и его конец, то речь идет как минимум о двух событиях – событиях начала и конца этого явления. Такое явление будет не событием, а процессом. Другой вопрос, что не надо абсолютизировать понятие события. То, что в одном отношении выступает как событие, в другом отношении может оказаться процессом. Все зависит от принятого масштаба рассмотрения. Выстрел «Авроры» можно считать событием, а можно и процессом (воспламенение пороха, расширение пороховых газов, возникновение звуковой волны и т.д.). С логической точки зрения все же какие-то события должны оказаться далее не делимыми в темпоральном отношении сущностями, но что конкретно берется в качестве таких сущностей – диктуется не логикой, а особенностями изучаемой предметной области действительности. Физические процессы могут занимать мельчайшие доли секунды, в гражданской истории процессы потребуют, как минимум, минут, в геологических процессах счет идет на годы... Отсюда и событиями в каждом случае окажутся явления различного типа.

Теперь все готово для указания на **второе фундаментальное свойство времени: в отношении «раньше, чем» вступают уникальные индивидуализированные события**. Последовательности таких событий также уникальны и индивидуализированы и образуют *историю* соответствующей области реальности.

Здесь мы сталкиваемся с первым важным следствием второго свойства времени – время и история неразрывно связаны. Если есть время, значит существуют и индивидуализированные события и последовательности таких событий, т.е. история. И наоборот, история разворачивается в последовательности уникальных событий, а последние упорядочены отношением «раньше, чем» – появляется время. Каждый понимает, что невозможна история, протекающая вне времени, но далеко не все осознают, что употребление термина «время» в контекстах, исключающих исторический взгляд на действительность, ведет к подмене: традиционное, устоявшееся значение этого термина заменяется другим. Не лучше ли взять другое слово? Скажут в ответ – а что это за устоявшееся значение, в чем оно состоит? Быть может, напротив, никакого устойчивого понятия времени не существовало и не существует (разве идущая уже многие века полемика по проблеме времени не тому свидетельство?), и потому каждый волен вкладывать в это понятие какое угодно содержание. – Разумеется, дело не в словах, и любой термин можно использовать как заблагорассудится. Термин может

быть один, а понятия разные. Так вот, коль скоро речь идет не о слове, а о понятии, то у понятия времени все же есть, по крайней мере, три устойчивых аспекта (в этой работе они появляются под номерами 1, 3 и 4 свойств времени), с которыми были согласны не только практически все мыслители прошлого<sup>7</sup>, но и не обремененные научными проблемами люди, в том числе наши современники. Об одном из этих аспектов уже шла речь: события происходят или раньше, или позже, или одновременно с другими событиями.

### Третье свойство

Следующий неизменный аспект понятия времени связан с разделением событий на *прошлые, настоящие и будущие*. Подчеркнем, что ни в одной физической теории, претендующей на статус теории времени, нет ни прошлого, ни настоящего, ни будущего. Сказанное требует пояснений. Традиционно всегда считалось и считается, что существуют только события настоящего. События прошлого по-настоящему уже не существуют, а события будущего еще не существуют. Формулировали эту мысль по-разному, но суть была одна. Как писал Т.Гоббс, «...только настоящее имеет бытие в природе, прошедшее имеет бытие лишь в памяти, а будущее не имеет никакого бытия»<sup>8</sup>. Все же налицо факт достоверных рассказов о прошлом и высказываний, правильно предсказывающих будущее, которые не были бы таковыми, если бы не основывались на реальной почве. На эту сторону проблемы указывает Блаженный Августин: «И в самом деле, как могли, например, пророки, которые предсказывали будущее, видеть это будущее, если бы оно не существовало? Ведь того, что не существует, и видеть нельзя. И опять, те, которые рассказывают нам о прошедшем, не могли бы рассказать о нем, как о действительно существовавшем, если бы оно в душе их не представлялось таковым; как же оно могло бы предназначаться им, если бы вовсе не существовало? Итак, надобно полагать, что и прошедшее, и будущее время также существуют, хотя непостижимым для нас образом<sup>9</sup>».

Получается, что на вопрос, существуют ли прошлое и будущее в объективной реальности, мы готовы дать как отрицательный, так и утвердительный ответ, что противоречиво. Выход из противоречия заключается в разделении бытия на области, существующие в разных смыслах. Прошедшее и будущее объективно

<sup>7</sup> Исключения были. Элеаты, например. Но это именно исключения, поражавшие своей парадоксальностью.

<sup>8</sup> Гоббс Т. Левиафан, или материя, форма и власть государства церковного и гражданского. //Избр. произведения: В 2 т. М., 1964. Т. 2. С. 62.

<sup>9</sup> Исповедь Блаженного Августина. М., 1914. С. 320-321.

существуют, наличествуют в бытии, но не так, как настоящее. Однако эти смыслы оставались непостижимыми, что приводило исследователей к субъективизации времени. Гоббс, говоря о прошлом, ссылается на память, не найдя для будущего даже субъективного условия существования, Августин увидит основание будущего в чаяниях и надеждах<sup>10</sup>, но за две с половиной тысячи лет обсуждений никто не смог найти решения проблемы. В такой ситуации нередко пытаются элиминировать сам неудобный вопрос. Так и произошло в рассматриваемом случае. Было объявлено, что все события существуют в одном и том же смысле. Разделение событий на прошлые, настоящие и будущие всецело субъективно. Существовать в 1000 году, в 2000 или в 3000 тысячном – это одно и то же и никакой разницы в бытии этих событий нет. Я пишу эти строки в 2000 году и мне лишь мнится, что я нахожусь в настоящем. Кто-то, возможно, прочтет их в N-ом году (причем  $2000 < N$ ), который будет настоящим для него, тогда как 2000 год окажется в прошлом. Все зависит от субъективного выбора точки отсчета, а в качестве таковой можно брать произвольный момент времени. Относительно событий этого момента, взятого за «настоящий», более ранние события будут «прошлыми», более поздние – «будущими». Но как только мы возьмем другой момент, картина изменится и относительно него выстроятся свои «прошлое» и «будущее». В подкрепление этой картины ссылаются на современную физику и справедливо ссылаются, между прочим. В составе физических теорий времени действительно нет понятий прошлого, настоящего и будущего. Это просто факт и тут ничего не поделаешь. С любым физическим событием можно связать лишь момент времени, когда оно произошло, или указать, какие события произошли раньше или произойдут позже данного события. Вопрос, какие события происходят в момент теперь или сейчас, какие в абсолютном прошлом, а какие в абсолютном будущем, либо бессмысленный, либо субъективный.

А если не соглашаться с тем, что все события мирового универсума (физические в том числе) существуют в одинаковом смысле? Можно ли найти объективное основание для такой позиции? Мы предлагаем следующий ответ на поставленные вопросы. Каждое событие происходит, случается с какими-то объектами. Оставим в стороне события психического ряда и сосредоточимся на объектах, располагающихся в реальном пространстве. Любой такой объект обладает некоторыми свойствами и вступает в некоторые отношения с другими объектами. На языке современной логики свойства и отношения объектов называют предикатами. Введем

<sup>10</sup> Там же. С. 334-335.

следующую абстракцию. С каждым объектом  $x$  в каждый момент времени  $t$  будем связывать совокупность всех его предикатов. В честь Г.Лейбница назовем такую совокупность *лейбницианом*  $x$  в момент  $t$ . Например, применительно к конкретному человеку в данное мгновение в его лейбнициан попадут его рост, вес, уровень образованности, состояние здоровья по всем параметрам, его отношения с другими людьми и с принятыми законами и т.д. и т.д. Уже из этого примера видно, что понятие лейбнициана крайне не конструктивно. У нас нет способа исчерпывающего перечисления предикатов реальных объектов. Более того, нет даже общего способа определения, вносить или нет некоторый конкретный предикат в лейбнициан. Скажем, будет ли предикатом свойство « $x$  находится в 4-х световых годах от звезды Альфа Центавра»? А отношение « $x$  любит  $y$ »? Не будем забывать, что введена именно абстракция, притом очень высокого уровня. Такие абстракции вообще свойственны науке. Даже в математике (точнейшей из наук!) мы находим подобного рода неконструктивные понятия. Например, в теории множеств с аксиомой выбора доказывается, что континуум действительных чисел можно вполне упорядочить. Но до сих пор никто не нашел (и вряд ли найдет) конкретный пример упорядочения, существование которого утверждается. Получается, что оно существует лишь в абстракции абстракций (поскольку и понятие действительного числа, и понятие порядка это тоже абстракции).

Уточнить понятие лейбнициана можно следующим образом. Поскольку это понятие предполагает оперирование некими абстрактными совокупностями, резонно для его уточнения воспользоваться аппаратом теории множеств, как раз приспособленным для описания такого рода объектов. Но здесь есть одно формальное затруднение. Собственно теоретико-множественные совокупности во времени не меняются, поэтому применение идеи лейбнициана к объектам теории множеств лишено смысла. Например, что может дать применение оборота «лейбнициан пустого множества»? Значит, необходим нестандартный подход.

В стандартной теории множеств принимается принцип *экстенциональности*, согласно которому два множества или класса считаются равными, если они состоят из одних и тех же элементов. В данной работе будет построена теория множеств, в которой мы получим возможность различать совокупности, состоящие (в некотором неклассическом смысле слова «состоять») из одинаковых элементов. В стандартном случае множества, представляющие свойства и отношения, подчиняются принципу экстенциональности, так что такие свойства и отношения будем называть *экстенциональными*. В противоположность этому, назовем свой-

ство или отношение  $P$  *интенциональным*, если в рамках соответствующей теории множеств допускается существование<sup>11</sup> такого  $Q$ , что из утверждения « $P$  и  $Q$  состоят из одних и тех же элементов» не следует утверждение « $P = Q$ ».

Еще в 20-30-ые годы Френкель и Мостовский ввели в рассмотрение теории множеств, в которых принцип экстенциональности не выполнялся в полном объеме. Речь идет о так называемых теориях множеств с *атомами* или *праэлементами*. Атомы не содержат никаких элементов, однако отличаются друг от друга и от пустого множества. Поэтому, если  $a$  – атом, то верно утверждение  $\forall x(x \in a \leftrightarrow x \in \emptyset)$ . Однако также верно, что  $a \neq \emptyset$ , вопреки принципу экстенциональности. Теории множеств с атомами первоначально предназначались для построения моделей, в которых не выполняется аксиома выбора<sup>12</sup>. Впоследствии для достижения этой цели научились обходиться без атомов, однако, на наш взгляд, теории множеств с праэлементами представляют не только чисто технический интерес, но и важны для философии.

Рассмотрим аксиоматическую теорию множеств с атомами ZFA, которая стоит на базе теории множеств Цермело – Френкеля ZF.

Добавим к языку первопорядкового исчисления предикатов с равенством символ бинарного отношения  $\in$  и две индивидуальных константы  $\emptyset$  и  $A$ . Условимся вместо формул вида  $\neg(x \in y)$  писать  $x \notin y$ . Аксиомами ZFA будут следующие утверждения.

1. *Аксиома пустого множества*:

$$\forall x(x \notin \emptyset).$$

2. *Аксиома множества атомов*:

$$\forall x(x \in A \leftrightarrow x \neq \emptyset \ \& \ \forall y(y \notin x)).$$

Будем называть элементы из  $A$  *атомами*, а *множествами* – объекты, не являющиеся атомами, то есть  $x$  – атом, если и только если  $x \in A$ , и  $x$  – множество, если и только если  $x \notin A$ .

3. *Аксиома экстенциональности для множеств*:

$$(\forall x \notin A)(\forall y \notin A)(x = y \leftrightarrow \forall z(z \in x \leftrightarrow z \in y)).$$

4. *Аксиома пары*:

$$\forall x \forall y \exists z \forall u(u \in z \leftrightarrow u = x \vee u = y).$$

5. *Аксиома суммы или объединения*:

$$\forall x(\exists y \notin A) \forall z(z \in y \leftrightarrow \exists u(u \in x \ \& \ z \in u)).$$

6. *Аксиома степени*:

$$\forall x \exists y \forall z(z \in y \leftrightarrow z \subseteq x),$$

<sup>11</sup> То есть предположение о существовании объекта с требуемыми свойствами не приводит к противоречию.

<sup>12</sup> Подробнее см.: Йех Т. Теория множеств и метод форсинга. М., 1973; Йех Т. Об аксиоме выбора // Справочная книга по математической логике. Ч. II. Теория множеств. М., 1982.

7. Аксиома бесконечности:

$$\exists x(\emptyset \in x \ \& \ \forall y(y \in x \rightarrow y \cup \{y\} \in x)),$$

8. Схема аксиом подстановки:

$$\forall x(\forall u(u \in x \rightarrow \exists! zF(u, z)) \rightarrow \\ (\exists y \notin A)\forall z(z \in y \leftrightarrow \exists u(u \in x \ \& \ F(u, z))),$$

где  $F(u, z)$  – любая формула, не содержащая переменную  $y$  свободно.

9. Схема аксиом выделения подмножества:

$$\forall x(\exists y \notin A)\forall z(z \in y \leftrightarrow z \in x \ \& \ F(z)),$$

где  $F(z)$  – произвольная формула, в которую  $y$  не входит свободно.

10. Аксиома регулярности:

$$\forall x(\exists z(z \in x) \rightarrow \exists y(y \in x \ \& \ y \cap x = \emptyset)),$$

На этом список аксиом теории ZFA завершён<sup>13</sup>. Отметим, что ни в одной из аксиом не требовалась непустота множества атомов  $A$ . Поэтому, добавив к ZFA формулу  $A = \emptyset$ , мы получим обычную теорию ZF, что вовсе не входит в наши планы. Но не приведет ли к противоречию непустота множества  $A$ ? Оказывается, нет. Более того, было показано, что система аксиом (ZFA + « $A$  – бесконечное множество») непротиворечива относительно ZF и останется непротиворечивой после добавления аксиомы выбора<sup>14</sup>. Нам не понадобится аксиома выбора. Более того, как мы увидим из дальнейшего, она будет нам мешать.

Расширим язык теории ZFA, добавив к нему индивидуальные константы  $\Pi$  и  $O$ , а также одноместный функциональный символ  $f$ . Построим в этом языке теорию ZFAI, аксиомами которой являются выше сформулированные аксиомы 1–10 и следующие аксиомы 11–14, которые, в отличие от предыдущих, не будут иметь специальных названий (в результате теория ZFA будет подтеорией теории ZFAI).

$$11. \ \Pi \cup O = A.$$

$$12. \ \Pi \cap O = \emptyset.$$

$$13. \ \exists x \exists y(x \in \Pi \ \& \ y \in O).$$

Через  $\omega^+$  обозначим множество  $\omega \setminus \{\emptyset\}$  (т.е.  $\omega^+$  – это множество положительных целых чисел). Положим  $D_0 =_{\text{Df}} \{O^n \mid n \in \omega^+\}$ .

$$14. \ (\forall x \notin \Pi)(f(x) = \emptyset) \ \& \ (\forall x \in \Pi)(\exists n \in \omega^+)(f(x) \subseteq O^n).$$

**Факт.** Теория ZFAI непротиворечива относительно ZF<sup>15</sup>.

<sup>13</sup> Он несколько отличается от списка, приведенного в книге Т.Йеха 1973 г., однако эти отличия не существенны.

<sup>14</sup> Йех Т. Теория множеств и метод форсинга. М., 1973. С.125.

<sup>15</sup> Доказательство несложно. См.: Анисов А.М. Представление интенциональных отношений в теории множеств с атомами // Труды научно-исследовательского

Теперь все готово для введения важного определения *интенциональной принадлежности*  $\varepsilon$ .

$$x \varepsilon y \leftrightarrow_{\text{Df}} x \in f(y).$$

Содержательно запись вида  $a \varepsilon r$  означает, что для некоторого  $n \geq 1$  последовательность индивидов  $a = (a_1, \dots, a_n) \in O^n$  находится в интенциональном отношении  $r \in \Pi$ , так что можно использовать привычную запись  $r(a_1, \dots, a_n)$ . Далее нас будет интересовать связь между отношением  $r$  и объектом  $a_i \in a$  (для всех  $a \varepsilon r$  и всех  $i$  в интервале от 1 до  $n$ ).

Для каждого  $\alpha \in O$  определим *лейбнициан*  $L(\alpha)$ :

$$L(\alpha) =_{\text{Df}} \{r \in \Pi \mid \exists a (\exists i \in \omega^+) (a \varepsilon r \ \& \ \alpha_i \in a)\}.$$

Иными словами,  $L(\alpha)$  есть множество всех отношений, в которых участвует индивид  $\alpha$ . Рассмотрим множество всех лейбницианов  $L =_{\text{Df}} \{x \mid (\exists \alpha \in O)(x = L(\alpha))\}$  и множество  $LC =_{\text{Df}} \{x \mid x \text{ — кардинал} \ \& \ (\exists y \in L) |y| = x\}$ . Каждый элемент  $L(\alpha) \in L$  будем считать тем набором предикатов, который определяет место объекта  $\alpha$  на шкале времени. От чего зависит это место? — От *мощности* соответствующего лейбнициана. Объект  $\alpha$  находится в моменте «теперь», если эта мощность максимальна, т.е. если  $(\forall \beta \in O)(|L(\beta)| \leq |L(\alpha)|)$ . Но как отличить прошлое от будущего? Резонный ответ заключается в том, что события даже ближайшего будущего ведут более призрачное существование, чем оставившие следы события отдаленного прошлого. Реализовать эту мысль можно по-разному. Например, простейшее решение состоит в принятии постулата о конечности лейбницианов будущих индивидов и бесконечности лейбницианов прошлых вещей. Более радикальное решение состоит в постулировании на  $LC$  такого отношения между кардиналами лейбницианов, которое удовлетворяет каким-либо аксиомам временного порядка.

Таким образом, бытие событий прошлого и будущего отличается от бытия событий настоящего постольку, поскольку количество предикатов локализованных в реальном пространстве объектов прошлого и будущего меньше, чем количество предикатов объектов настоящего. ***Количественное различие одновременных лейбницианов, обуславливающее разделение событий на прошлые, настоящие и будущие, будет третьим фундаментальным свойством времени.*** В той или иной форме данное свойство времени знакомо как историкам, так и исследователям, разрабатывающим сценарии будущего. Представители точного естествознания

---

семинара Логического центра Института философии РАН 1997. М., 1998. С. 27-34.

с этим свойством не сталкиваются, поэтому их теории времени не адекватны.

### Четвертое свойство

Оставшийся традиционный аспект понятия времени можно выразить двумя словами: *время течёт*. Говорят еще, что *время идет*. Или (в несколько ином смысле, но по сути том же значении) *идет время*. Течение, ход времени состоит в том, что события будущего *становятся* событиями настоящего, события настоящего событиями прошлого, а события прошлого событиями еще более далекого прошлого. **Течение времени – четвертое его неотъемлемое, фундаментальное свойство.** Используя слова «течение времени» и «становление» как синонимы, отметим тот факт, что существование течения времени или становления – неоспоримое свидетельство индивидуального опыта каждого из нас. Поскольку философы и ученые тоже люди, они также имеют этот опыт постижения времени. Но они хотят все выразить на языке теорий. Дальше начинается поистине детективная история. Как только появлялась очередная теория времени (или пространства и времени, или пространства-времени) обнаруживалось, что в теоретической конструкции время не течет, никуда не идет, оно стабильно, неизменно и неподвижно. В чем же состоит преступление, коль скоро речь идет о детективе? В том, что в угоду теории жертвуют свидетельствами опыта и при этом причисляют себя к лагерю поборников эмпирического метода. Не все виновны в этом преступлении. Древний грек Парменид, по-видимому, первый мыслитель, отвергший течение времени, честно заявил, что жертвует чувственным опытом в пользу теоретических рассуждений. Еще один честный человек, французский философ Анри Бергсон, поступил наоборот и провозгласил бессилие науки в ее попытках постичь феномен текущего времени. Блаженный Августин видел проблему яснее всех, но решения не нашел и также честно в этом признался.

Само собой, имеется в виду логическое преступление и интеллектуальная честность. Но от этого не легче. Ведь люди все еще верят науке. А наука говорит, что время не течет и не идет. Но мы-то знаем, что идет. И живем и действуем в соответствии с этим знанием. А когда нам напоминают, что по науке это не так, смущенно соглашаемся: да, да, конечно... Не торопитесь соглашаться. А то получится так, как получилось с гелиоцентрической системой. Все видели, как солнце всходит и заходит и верили глазам своим. Затем теория объяснила, что верить не следует. Не верить даже стало одно время модным. Теперь, без лишнего шума правда, дан задний

ход: все дело в системе отсчета; находясь на солнце, увидим, как земля вращается вокруг светила, находясь на земле видим, как солнце крутится вокруг нас. Вопрос о том, что вокруг чего вращается, теряет остроту, и теория Птолемея в принципе ничуть не хуже, а быть может, в каких-то аспектах (ведь мы-то на земле, а не на солнце!) лучше, чем теория Коперника. Короче говоря, мы предлагаем принцип «верь глазам своим». Если теория не согласуется с чувственным опытом, то тем хуже для теории. Тем многим, кто, прикрываясь авторитетом точного естествознания, лишает время одной из его неотъемлемых фундаментальных черт, пора честно сознаться в том, что их теории – вовсе не теории времени. Быть может, это очень хорошие и полезные теории. Но они *не про это*.

Я был бы не прав, если бы одни имели опыт восприятия течения времени, а другие столь же многочисленные человеческие существа его не имели. Но чего нет, того нет. И если теория превращает этот опыт в массовую галлюцинацию, якобы не имеющую отношения к реальному времени, то серьезные сомнения должны возникнуть именно в отношении такой теории. Сделаем одно уточнение. Индивидуальный чувственный опыт структурирован. Мы обладаем способностью различать, какие его части относятся к внешнему миру, а какие к внутреннему. Так, универсально знакомое чувство боли мы относим именно к себе, а не к окружающей реальности. Испытывая чувство боли, мы никогда не скажем, что болит та вещь, которая была причиной боли. Со временем сложнее. Мы нередко используем фразы типа «время идет так медленно», «время помчалось вскачь» и т.п., апеллируя именно к самим себе, к своему восприятию времени в тот или иной период. Но при этом отдаем отчет в том, что за этими субъективными явлениями скрывается объективное становление: как бы различно не воспринималось время в зависимости от состояния субъекта, неизменным остается факт восприятия течения времени как феномена внешней реальности. Мы можем субъективно ускорить или замедлить ход времени, и безошибочно относим это к себе. Но столь же безошибочно наш опыт фиксирует безостановочность течения объективного времени, внешнего по отношению к миру наших переживаний. Если и возникает чувство, что время остановилось, то лишь на мгновение.

### **Пятое свойство**

Таким образом, индивидуальный опыт каждого из нас с несомненностью свидетельствует о том, что течение времени – фено-

мен объективный, тогда как ускорение или замедление течения времени – сфера субъективных переживаний. Но мы вовсе не собираемся вводить ускорение или замедление времени в перечень его объективных свойств. Такое решение продиктовано соображениями не только опытного, но и логического порядка. Как определить, замедлилось время или нет? Очевидно, необходим эталон для сравнения. Замедлилось или ускорилось по отношению к чему? Не скажешь ведь, что по отношению к самому себе – это было бы абсурдно. Остается одна возможность: время изменило свой ход по отношению к какому-то другому времени. В этом случае время оказывается не универсальным. Вместо универсального, единого для всей Вселенной времени приходится говорить об отдельных, локальных временах.

Здесь мы покидаем сферу устойчивых представлений о времени и вступаем в область гипотез и предположений, принимаемых одними и отвергаемых другими исследователями. Суть, конечно, не в этих различиях как таковых, а в том, какие аргументы приводятся в защиту избранной позиции. Универсально время или нет? Для мыслителей прошлого самого этого вопроса не существовало. Подразумевалось как само собой разумеющееся, что время универсально. Сегодня положение иное. Получила широкое распространение концепция локальных времён, согласно которой есть время физическое, химическое, космологическое, геологическое, биологическое, социальное (я не претендую на полный перечень, ведь легко изобрести еще какие угодно разновидности времён), и все эти времена объективны. Основной аргумент – должны же темпоральные процессы иметь особенности протекания применительно к различным видам и условиям движения материи. Быть может, так. Но в чем заключаются эти особенности, какие фундаментальные свойства времени ими затрагиваются? Вразумительных ответов нет, за исключением одного: пишут о том, что время по-разному длится в зависимости от вида реальности или условий движения.

Откуда взялась эта концепция? Приоритет тут принадлежит современной физике. Именно физики ввели в оборот идею локальных времён. Самое яркое и известное ее проявление – так называемых «парадокс близнецов» в теории относительности. Если один из близнецов отправляется в путешествие с около световой скоростью, а другой остается на Земле, то встретившись, они обнаружат, что путешествовавший близнец окажется моложе своего брата-домоседа. Вывод: время путешественника текло иначе, чем время оставшегося на Земле. Вот вам и два локальных времени. Только остается вопрос: зачем использовать термин «время»? Не

лучше ли просто сказать, что процессы на корабле путешественника шли медленнее, чем аналогичные процессы на Земле? Но тогда не тот пропагандистский эффект. Кого удивишь тем, что одни и те же по типу процессы могут занимать разное время, могут ускоряться или замедляться. Если понизить температуру тела, то процессы жизнедеятельности замедлят свой ход и наоборот, с повышением температуры все аналогичные процессы ускорятся. Строить можно быстро, а можно и не торопясь. Но температура и долгострой – явления не менее объективные, чем физическое явление замедления хода часов на движущемся с ускорением корабле. Стало быть, наряду с физическим локальным временем есть время биологическое и социальное. Процесс распада универсального времени, что называется, пошел.

Предвижу вопрос: Вы отказываетесь связывать ход времени с темпами протекания материальных процессов – в чем же тогда заключается течение времени? *Течение времени* – это переход событий дальнего будущего в события более близкого будущего, событий ближайшего будущего в события настоящего, событий настоящего в события близкого прошлого, событий прошлого в еще более далекое прошлое. Только с этим переходом и можно связывать становление во времени, а вовсе не с измерением продолжительности тех или иных локальных процессов. Основное, что тут нужно понять – упомянутый переход не занимает времени в том смысле, что его длительность принципиально невозможно измерить по каким-либо часам. *Течение времени протекает не во времени. Все процессы протекают во времени, за исключением самого времени.* Вот в чем суть. Тело человека состоит из атомов, но это тело – не атом. Так и со временем. Из атомарных временны́х переходов складывается время, но длительность измеряемого времени не есть сумма длительностей актов атомарных переходов. Подобно тому, как линия складывается из точек, но длина линии не есть сумма длин составляющих ее безразмерных точек.

В итоге не видно достаточных оснований для введения локальных времён. Не нужно умножать сущности без необходимости. Есть одно, единое и общее время мира. **Универсальность – пятое фундаментальное свойство времени.**

### Шестое свойство

В чем состоит атомарный временной переход? Либо в потере, либо в приобретении предикатов находящейся в потоке времени вещи. Если объект во времени приближается к настоящему или становится настоящим, его насыщенность предикатами возрастает.

В момент настоящего – до наибольшего значения. В дальнейшем, по мере ухода в прошлое, происходит только безвозвратная утрата ранее имевшихся предикатов. Переходящий в прошлое объект оставляет следы в настоящем, но след – это не сам объект, его оставивший. По следам событий историки воссоздают картину прошлого, но эта картина заведомо неполна, т.к. по следу объективно возможно восстановить только часть предикатов исчезнувших вещей и событий. И чем дальше в прошлом находится событие, тем скуднее эта часть. Отсюда, кстати говоря, вытекает, что распространенное представление о неизменности прошлого несостоятельно. *Прошлое меняется*, поскольку следы однажды бывшего постепенно, с каждым тактом времени, теряются, исчезают. Если же следы исчезли полностью, то полностью растворилось во времени и событие. А события будущего даже следов не имеют, и описывать их, как правило, бывает труднее, чем события ушедшего прошлого<sup>16</sup>.

Теперь мы готовы указать на **шестое фундаментальное свойство времени – его необратимость**. Невозможно вернуться в прошлое, и однажды бывшее никогда не повторится. Оснований для этого вывода два: во-первых, как уже говорилось, временной порядок налагает запрет на петли во времени; во-вторых, нельзя попасть в мир событий, которых уже нет, которые по-настоящему не существуют в том смысле, что они утратили часть своих предикатов. Возместить эту утрату нельзя никоим образом. В противном случае никакой утраты просто не было. Действительно, если бы имелась объективная возможность восполнить лейбницианы объектов прошлого до лейбнициана настоящего, то это означало бы, что никакой потери предикатов по сути не произошло.

Представим себе, что никаких объективных следов, указывающих на родителей Каспар Гаузера, не осталось. Значит, никакими мыслимыми способами нельзя попасть в тот момент времени, где такие следы есть. В момент рождения К.Гаузера, безусловно, присутствовала его мать. Но не правильно и наивно представлять себе эту сцену таким образом, будто мы свидетели данного события и способны идентифицировать роженицу. Данное событие в абсолютном прошлом и некорректно даже мысленно воспроизводить его в качестве происходящего в настоящем, если мы претендуем на объективность описания. Можно при помощи воображения воссоздать картину прошлого, но это будет всего лишь субъективный плод нашей фантазии. Это будет что-то новое, а не изобра-

<sup>16</sup> Есть исключения. Например, если имеются только данные о текущих параметрах орбиты запущенного спутника, то легче предсказать будущую траекторию его полета, чем сказать, откуда и когда он был запущен.

жение того, что когда-то было. Добавляя к событию прошлого недостающие предикаты взамен исчезнувших без следа, мы действуем не как историки, описывающие реально бывшее, а как художники, творцы нового. Нам может лишь казаться, что мы все правильно помним. В фантастическом романе Р.Шекли главный герой возвращается из Искаженного Мира на Землю. Его гложут сомнения, в тот ли мир он вернулся, он тщетно ищет детали, которые позволили бы отличить прошлую Землю от нынешней. Но все было знакомо и привычно: дубы-гиганты по-прежнему переключивали каждый год на юг, солнце плыло по небу в сопровождении темного спутника, отец пас крысиные стада... И герой постепенно успокаивается<sup>17</sup>. Иллюзия возвращения полная. Но логические сомнения неустранимы...<sup>18</sup>

### Седьмое свойство

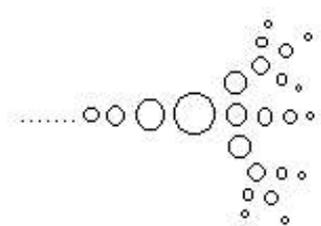
Перейдем к следующему существенному свойству времени. Наличие этого свойства постепенно находит признание даже в далекой от подлинных проблем темпоральности сфере точного естествознания. Речь идет о том, что имеется неустраняемая неопределенность в отношении событий, которые могут случиться в моменты, последующие за некоторым исходным моментом времени. Лаплас полагал, что если для произвольного момента времени известны все положения и скорости частиц, то все прошлые и будущие времена откроются для всестороннего описания, и лишь ограниченность человеческих познавательных способностей этому препятствует. Ныне считают, что малейшие объективно обусловленные неточности в описании положений и скоростей частиц материи в момент времени  $t$  приводят к возрастающей потере информации о том, что случится в последующие моменты. В антропном измерении та же самая проблема возникает в многовековой полемике фаталистов и сторонников идеи человеческой свободы. И хотя все признают сокрытость будущего, многие полагают, что эта сокрытость есть лишь результат нашего незнания, тогда как в действительности будущее предопределено.

Другие придерживаются прямо противоположной позиции, которую на нашем языке можно выразить так: **седьмым фундаментальным свойством времени является нефиксированность будущего**. Возможны альтернативные сценарии развития событий

<sup>17</sup> Шекли Р. Рассказы, повести. М., 1968. С.325-326.

<sup>18</sup> Подробно феномен необратимости рассмотрен нами в работе: Анисов А.М. Направленность и обратимость времени // Логические исследования. Вып.6. – М.: РОССПЭН, 1999. С.195-217.

будущего. При этом из множества таких сценариев реализуется только какой-то один. Если в прошлом случилось то, что случилось, то в будущем еще ничего не случилось и лишь одному из возможных вариантов еще предстоит произойти. Вариативность будущего (но не настоящего и прошлого!), графически представим следующим образом.



Как видно из рисунка, время ветвится в будущее от момента настоящего, изображенного кругом наибольшей площади. Моменты прошлого вместе с моментом настоящего образуют прямую линию. Более того, если от любого момента двигаться к более ранним, то каждый раз будем получать линию без ветвлений: время линейно в направлении прошлого. Прошлое не имеет альтернатив, что закреплено в известном выстраданном историками тезисе: история не знает сослагательного наклонения. Лишь в отношении

будущего уместно обсуждение возможных альтернативных сценариев. Переход в прошлое означает потерю предикатов. Переход из будущего – не только приобретение предикатов, но и выбор одной из доступных на данном шаге становления альтернатив.

С формальной точки зрения структура временного порядка теперь определяется следующими аксиомами.

1.  $\forall x \neg(xRx)$ .
  2.  $\forall x \forall y \forall z (xRy \ \& \ yRz \rightarrow xRz)$ .
- Положим  $x|y \Leftrightarrow_{\text{df}} xRy \vee yRx \vee x = y$ .
3.  $\forall x(x|h)$  (Все моменты связаны с настоящим  $h$ ).
  4.  $\forall x \forall y \forall z (yRx \ \& \ zRx \rightarrow y|z)$  (Линейность в прошлое).
  5.  $\forall x(hRx \rightarrow \exists y \neg(x|y))$  (Будущее ветвится).

Остается добавить, что аксиомам 1-5 должно подчиняться множество кардиналов лейбницианов  $LC$ , т.е.  $h \in LC$  и отношение  $R$  также задано на  $LC$ . Можно вводить дополнительные аксиомы временного порядка. Скажем, аксиому об отсутствии начала времени. Цена за это – отказ от аксиомы выбора  $AC$ . Ведь при наличии  $AC$  кардиналы линейно упорядочены (и тогда прощай ветвление будущего) и нет бесконечно убывающих последовательностей кардиналов (что ставит крест на времени, не имеющем начала). Однако без  $AC$ , согласно результату Т.Йеха, «для любого частично упорядоченного множества существует модель теории мно-

жеств, в которой есть множество кардиналов, изоморфное данному частично упорядоченному множеству»<sup>19</sup>, что нам и требовалось.

### Восьмое свойство

Приведенный рисунок и аксиомы временного порядка демонстрируют еще один характерный признак времени, о котором скажем коротко<sup>20</sup>. Настоящему, пока оно существует (сколь бы мимолетным не было это существование), соответствует *свое* прошлое и *свое* будущее. Когда настоящее уйдет в прошлое, один из моментов возможного будущего станет настоящим. Время изменится как в отношении составляющих его событий и их предикатных характеристик, так и, возможно, в отношении деталей своей структуры (например, может уменьшиться или увеличиться количество будущих альтернатив). Вся структура, вместе с текущим настоящим и соответствующими ему линейным прошлым и ветвящимся будущим, мы называли *метанастоящим* или *метамomentом*. С этой стороны *течение времени* состоит в переходе от одного метамомента к другому метамоменту, причем на каждом шаге становления существует только один метамомент, единственное метанастоящее, «внутри» которого есть линейно упорядоченные моменты прошлого, выделенный уникальный момент настоящего и ветвящиеся моменты будущего. Таким образом, **восьмой фундаментальной особенностью времени является его метамоментная структура**.

Все сооружение напоминает метлу, древко которой составляет прошлое, веник – будущее, а настоящее связывает то и другое. Метафорическое сравнение времени со стрелой, ставшее привычным, отныне устарело. В этой связи метафору о стреле времени следует заменить метафорой о метле времени.

### Заключение

Восемь перечисленных свойств времени однозначно выделяют феномен темпоральности среди всех других явлений. Все эти свойства необходимы для характеристики времени, но, весьма возможно, недостаточны, и у времени есть еще какие-то фундаментальные признаки.

В заключение поставим вопрос: *почему вообще существует феномен времени?* Ведь многочисленные теории универсума вполне обходятся без подлинного времени, довольствуясь его суррога-

<sup>19</sup> Справочная книга по математической логике: В 4-х частях. – Ч. II. Теория множеств. – М.: Наука, 1982. С. 59.

<sup>20</sup> Подробности см. в кн. «Время и компьютер».

тами, и легко представить себе мир, в котором времени нет. Но в реальности наш мир всецело темпорален, и все без исключения находящиеся в пространстве вещи захвачены потоком становления. По-видимому, *наличие времени обусловлено универсальной нехваткой ресурсов существования*. Один из универсальных ресурсов – объективное пространство, вместителище вещей. Однако места всем не хватает. Объектов в мире гораздо больше, чем способно вместить в себя пространство. Если на место планеты Земли будет претендовать космическое тело соизмеримой или бóльшей массы, при лобовом столкновении Земля перестанет актуально существовать как планета, но будет существовать в прошлом. Динозаврам нет места в настоящем – все места их возможного обитания заняты более преуспевающими видами. Как это ни печально, прежние поколения людей вынуждены были уйти в прошлое, чтобы освободить место новым поколениям. И так во всем.