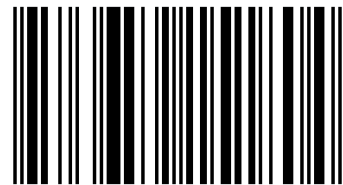




В монографии с использованием логических методов исследуется феномен течения времени или становления во времени. Учитывается не только отношение «раньше, чем», но и такие темпоральные атрибуты, как прошлое, настоящее и будущее. Демонстрируются преимущества компьютерных моделей темпоральности над преобладающими в современном точном естествознании геометрическими моделями времени. Показано, что компьютерные модели позволяют адекватно описать динамику темпоральных переходов между прошлым, настоящим и будущим, избавиться от ряда парадоксов времени и выявить рациональный смысл в учениях о времени Аристотеля, Августина, Мак-Таггарта и Бергсона. Анализируются апории Зенона, онтологические типы существования, темпоральные и инвариантные характеристики знания. Строится нетрадиционная теория вычислимости на абстрактных компьютерах, позволяющих реализовывать трансфинитные дискретные процессы, в том числе не имеющие первого шага выполнения. Рассматривается ориентированная на темпоральную проблематику неклассическая логика неопределённости. Монография адресована философам, логикам и всем интересующимся научной философией.

Александр Анисов

Анисов Александр Михайлович, доктор философских наук, профессор. Закончил философский факультет МГУ. Область научных интересов – онтология, логика и философия науки. Ведущий научный сотрудник Института философии РАН, г. Москва.



978-3-659-15180-4

Александр Анисов

Феномен течения времени

Логико-философский анализ

Александр Анисов

Феномен течения времени

Александр Анисов

Феномен течения времени

Логико-философский анализ

LAP LAMBERT Academic Publishing

Impressum/Imprint (nur für Deutschland/only for Germany)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle in diesem Buch genannten Marken und Produktnamen unterliegen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz bzw. sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Die Wiedergabe von Marken, Produktnamen, Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen u.s.w. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Coverbild: www.ingimage.com

Verlag: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG
Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland
Telefon +49 681 3720-310, Telefax +49 681 3720-3109
Email: info@lap-publishing.com

Herstellung in Deutschland:
Schaltungsdienst Lange o.H.G., Berlin
Books on Demand GmbH, Norderstedt
Reha GmbH, Saarbrücken
Amazon Distribution GmbH, Leipzig
ISBN: 978-3-659-15180-4

Только для России и стран СНГ

Библиографическая информация, изданная Немецкой Национальной Библиотекой. Немецкая Национальная Библиотека включает данную публикацию в Немецкий Книжный Каталог; с подробными библиографическими данными можно ознакомиться в Интернете по адресу <http://dnb.d-nb.de>.

Любые названия марок и брендов, упомянутые в этой книге, принадлежат торговой марке, бренду или запатентованы и являются брендами соответствующих правообладателей. Использование названий брендов, названий товаров, торговых марок, описаний товаров, общих имён, и т.д. даже без точного упоминания в этой работе не является основанием того, что данные названия можно считать незарегистрированными под каким-либо брендом и не защищены законом о брендах и их можно использовать всем без ограничений.

Изображение на обложке предоставлено: www.ingimage.com

Издатель: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG
Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germany
Телефон +49 681 3720-310, Факс +49 681 3720-3109
Email: info@lap-publishing.com

Напечатано в России
ISBN: 978-3-659-15180-4

АВТОРСКОЕ ПРАВО ©2012 принадлежат автору и LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG и лицензиарам
Все права защищены. Saarbrücken 2012

Содержание

Введение. О методологии исследования времени	3
Часть I. Философия в поисках утраченного времени.....	7
Глава 1. Является ли физика наукой о времени?	8
§1. Время и времена	8
§2. Конфликт интуиции и строгости	11
§3. Часы вместо времени	16
§4. Время и физика: сомнения физиков	22
Глава 2. Мифы и тупики темпоральности	26
§1. Наука против здравого смысла	26
§2. В тисках экспериментального метода	31
§3. Необходимость междисциплинарного подхода к изучению времени	34
Часть II. Парменидовская наука	38
Глава 3. Учение о неизменности бытия	39
§1. Философия и научная философия	39
§2. Время и бытие	49
§3. Чувственное и умопостигаемое	56
Глава 4. Апории Зенона с современной точки зрения	59
§1. Методология анализа парадоксов	59
§2. Аргументы против движения	62
§3. Аргумент против множественности	75
Глава 5. Функциональное описание реальности	79
§1. О злоупотреблениях функциональным языком	79
§2. Статическое время	87
Часть III. Становление и существование	96
Глава 6. Три типа существования	97
§1. Типы существования и миры	97
§2. Существование объектов и существование предикатов	102
§3. Существование в теориях и в текстах	108
Глава 7. Поворот к истории	117
#§1. Шкалы и часы	117
§2. Шкалы исторического времени	121
§3. Концепции времени и теории времени	128
Глава 8. Проблема истины в динамических универсумах	133
§1. Онтологизация истины	133
§2. Историческая реальность и типы предикации	139
Часть IV. Динамическая концепция времени	146
Глава 9. Динамическая концепция времени: ретроспективный взгляд	147
§1. Проблема «теперь» (Аристотель)	147
§2. А-ряды, В-ряды ... (Мак-Таггарт)	149
§3. На пути к метамоментам (Августин)	152
Глава 10. Уточнение положений динамической концепции времени	156
§1. Необходимость понятийного каркаса	156
§2. Трудности логического характера	162
§3. Идея метамомента	166
§4. Как течёт время	169
Глава 11. Универсумы с ограниченными ресурсами	175
§1. Геометризация времени	175
§2. Сложности с понятием объекта	178
§3. Универсумы с ограниченными ресурсами (уоры)	181

Глава 12. Разделение пространства и времени.....	185
§1. Ограниченность ресурсов: неизбежность становления.....	185
§2. Необходимость действия.....	191
§3. Время без будущего А.Бергсона.....	195
§4. Темпоральность компьютера.....	199
Часть V. Моделирование становления.....	204
Глава 13. Модель становления: пример машинной реализации.....	205
§1. Процедуры Creation, Oblivion и Past.....	205
#§2. Программа BECOMING.....	211
#§3. Временные понятия в компьютерной среде.....	218
#§4. Проблема гарантированности будущего.....	222
#Глава 14. Абстрактная вычислимость и язык программирования АВТ.....	233
§1. Эффективная вычислимость. Границы применимости.....	233
§2. Неэффективная вычислимость. События и процессы.....	237
§3. Неэффективная вычислимость. Синтаксис и семантика языка АВТ.....	241
§4. Канонические АВТ-программы.....	249
#Глава 15. АВТ-моделирование движения, становления и творения.....	259
§1. Может ли пространство быть непрерывным, а время – дискретным?	259
§2. Дискретное движение и интуиция.....	273
§3. АВТ-модель течения времени.....	280
§4. АВТ-интерпретация философии времени мутазилитов.....	288
§5. АВТС-вычислимость и творение нового из ничего.....	295
Часть VI. Становление и познание.....	299
Глава 16. Двойственность знания.....	300
§1. Проблема временной неопределённости.....	300
§2. Типология отношений высказываний ко времени.....	307
§3. Существует ли идеальное знание?.....	316
Глава 17. Проблема познания прошлого.....	326
§1. Актуальное и ретроспективное знание.....	326
§2. Время и предикация.....	329
§3. Познание прошлого: переоценка и индетерминизм.....	341
#Глава 18. Логика неопределённости.....	348
§1. Семантика неопределённости.....	348
§2. Аксиоматизация семантики неопределённости.....	361
Заключение. Реальность течения времени.....	373
Список литературы.....	378

Введение. О методологии исследования времени

Обычно в работах, посвященных тем или иным научным проблемам, начинают либо с исторического экскурса, либо непосредственно приступают сразу к ним, не останавливаясь специально на принятых способах исследования. Во многих случаях такой подход вполне себя оправдывает, поскольку исследовательская методология сама себя обнаруживает по ходу дела. Тем не менее иногда изложение во многом выигрывает в отношении ясности, если предварительно сформулированы принципиальные методологические установки. Так бывает тогда, когда проблема изучалась при помощи настолько различного методологического инструментария, что возникали законные сомнения: о той же самой ли проблеме идёт речь?

Сказанное целиком относится к проблеме времени. Ведь это одна из тех проблем, простое указание на которые как на главный предмет научного анализа оставляет открытым вопрос о том, кем по профессиональной принадлежности является исследователь: физиком, психологом или философом. А если оказывается, что он философ, то все равно мало что можно сказать наперёд о методах его работы ввиду необычайного многообразия философских направлений и школ. Между тем неправильный выбор методов гарантирует неудачу всего предприятия.

Какие же предпосылки лежат в основе настоящего исследования?

Во-первых, мы исходим из *приоритета традиции*. Применительно к проблеме времени особенно уместно говорить о традиции – ведь этой проблеме более двух тысяч лет. Спор приверженцев различных концепций времени, начало которому было положено древнегреческими мыслителями, не прекращался на протяжении всей истории философии и продолжается в наши дни вопреки осознанным или неосознанным попыткам предать эту проблему забвению, заменив её на вопросы с тем же названием и по видимости сходные, но другие. При этом не предпринималось никакого серьёзного обоснования подмены проблематики, т.е. отсутствовала критика традиции. К сожалению, упомянутые попытки оказались результативными: благодаря им традиционная постановка проблемы времени оказалась оттеснённой на периферию философских исследований.

Вывод, который отсюда следует, заключается в том, что необходимо вернуться к проблеме времени в традиционной её постановке. Сегодня это та же самая философская проблема, что и две тысячи лет тому назад (хотя мощь средств научного анализа с тех пор неизмеримо возросла). Не позволительно заменять одно понятие времени другим до тех пор, пока не подвергнуты критике традиционные философские представления о темпоральности. Разумеется, речь не идет о произвольном употреблении слов в соответствии с формальной дефиницией. При таком подходе термин «время» может означать что угодно. Добавим, что для традиционных исследований времени характерно именно единство проблематики, а не единство предлагаемых решений, хотя эти решения, будучи ответами на одни и те же вопросы, неизбежно при всех различиях несут в себе нечто общее.

Во-вторых, это стремление к обеспечению максимально возможной *интерсубъективности* изложения, в связи с чем нас не будут интересовать гуманитарные аспекты проблемы времени. Гуманитарный подход принципиально открыт для все новых и новых интерпретаций одного и того же текста, среди этих интерпретаций нет выделенной. Многообразие интерпретаций предполагается сжать в идеале до одной, обеспечив тем самым интерсубъективность понимания излагаемого материала. Разумеется, после того как текст понят, можно не согласиться с содержащимися в нём утверждениями. Но понимание хотя бы сути предлагаемых решений должно быть однозначным.

Такую однозначность невозможно обеспечить посредством языковой игры со словами и предложениями естественного языка. Чем сложнее проблема, тем меньше шансов сказать о ней что-либо существенное в стихах или в прозе. Специальные и потому непонятные «с ходу» языки науки – это не результат намеренной эзотеричности, а мера вынужденная, обусловленная поистине «не человеческой» сложностью изучаемых в науке вопросов. Философия, если она желает быть научной, вынуждена создавать специальный язык, которому грош цена, если то, что желают сказать на нём, можно сказать и без него. Или если то, что сказано, можно понимать и так, и этак (если понимание вообще возможно). Попробуйте понять, что такое время, читая Гегеля, Гуссерля, Хайдеггера и им подобных писателей, языки которых великолепно приспособлены для сокрытия мыслей.

В-третьих, из сказанного вытекает, что интерсубъективность не может быть достигнута без обращения к использованию в определенных пределах *математического аппарата*. Другого способа обеспечить однозначность понимания абстрактных идей мы не знаем. Применяемая математическая техника заимствуется с неизбежными и порой значительными модификациями из арсенала математической логики, которая (не вдаваясь в объяснения, почему это так) в отличие от математического анализа или геометрии способна служить подходящим средством анализа некоторых центральных философских проблем, в том числе проблемы времени.

Поскольку формальный аспект не является здесь самоцелью, введению точных понятий, фиксирующих те или иные аспекты темпоральности, в любом случае предшествует возможно более подробное интуитивно-содержательное (т.е. как раз не интерсубъективное) рассмотрение вопроса. В результате читатель может при желании опустить все формальные блоки, если он готов остаться на уровне предпонимания. Параграфы, содержащие такие блоки в большом количестве, отмечены значком #. Если значком # помечена глава, то это распространяется на все содержащиеся в ней параграфы и потому они не помечаются. Таким образом, в целом текст имеет двухуровневую структуру, позволяющую воспринимать его либо последовательно, предложение за предложением, либо переходя от одной его части к другой в процессе пропуска формальных блоков. Первый путь наилучший, ибо только он способен обеспечить глубокое понимание предмета и тем самым возможность полновесной критики позиции автора. Второй путь предназначен для читателей, интересующихся проблемой времени, но не имеющих представления о математической логике или вообще испытывающих неприятное чувство при виде математических формул.

В-четвертых, мы принимаем принцип *консервативного расширения*, который коротко (и не совсем точно) можно выразить в требовании не вводить в рассмотрение таких понятийных конструкций, которые разрушают уже созданные и оправданные традицией концептуальные каркасы.

Могут подумать, что принцип консервативного расширения совпадает с так называемым принципом соответствия, используемым в некоторых моделях развития науки. Однако это так лишь наполовину. В отличие от довольно неопределённого (но, в сущности, верного) вывода о том, что соответствие между предыдущими и последующими этапами развития науки заключается в принятии на

новой стадии достижений прежней в качестве предельного случая, принятие принципа консервативного расширения позволяет, опираясь на логико-математические методы, точно устанавливать, когда одна теория является, а когда не является консервативным расширением другой. Тем самым очерчиваются границы кумулятивности в развитии научного знания и кладется предел невежественным заявлениям о несоизмеримости научных теорий.

В-пятых, исповедуется принцип *«верь глазам своим»*. Ведь много раз время или фундаментальные свойства времени объявлялись иллюзорными. Основания к тому были, но разве следует пренебрегать данными восприятия, являющегося каналом связи субъекта и внешнего мира, по той причине, что существуют логические трудности в объяснении времени? Уж если рассуждения логики не соответствуют фактам восприятия, то тем хуже для логики.

Восстановление гармонии воспринимаемого и мыслимого – цель, к которой мы стремимся, вполне отдавая себе отчёт в сложности поставленной задачи. Действительно, уже со времен Парменида и Зенона разрыв чувственного и умопостигаемого превратился в зияющий провал, засыпать который нелегко. Шаг в этом направлении – предпринятая в книге попытка показать, что интуитивное восприятие времени и его теоретическое описание не только не противоречат, но и дополняют друг друга.

Таковы, в самых общих чертах, принимаемые в этой работе принципиальные методологические установки исследования проблемы времени. Последующее изложение призвано наполнить их конкретным содержанием, что в итоге приведёт, как мы надеемся, к лучшему пониманию того, что такое время и какова его природа.

Часть I. *Философия в поисках утраченного времени*

За термином *время* скрывается не одна проблема, а целый проблемный комплекс. В этой книге нас будет интересовать только вопрос об освоении идеи объективного (т.е. существующего независимо от наличия субъектов) времени. Именно в философском познании *объективного времени* произошёл разрыв философской традиции, развивавшейся более двух тысяч лет, и новейших философских представлений о времени, индуцированных, в первую очередь, современными физическими теориями. Разрыв был обусловлен радикальным несоответствием новейших и традиционных представлений о том, что такое время и какова его природа. В результате оказалось утраченным не единое представление о времени (его в философии никогда не было), а единство темпоральной проблематики: старые темпоральные вопросы, признаваемые в качестве проблем почти всеми мыслителями (при всех различиях в предлагаемых решениях), были отброшены и заменены новыми вопросами, которые у критически мыслящих философов и физиков порождали и порождают сомнения в том, имеют ли они хоть какое-нибудь отношение к феномену времени как таковому.

В чём конкретно заключался упомянутый разрыв? Был ли он обусловлен действительными достижениями в познании темпоральности? Или суть дела здесь в чём-то другом? Ответам на эти и им подобные вопросы посвящена данная часть книги. Вывод, к которому мы пришли, заключается в том, что утрата проблемы времени в традиционной её постановке произошла в результате некритического принятия ряда наукообразных мифов, возникших в ходе философского осмысления результатов современной точного естествознания, особенно физики.

Глава 1. Является ли физика наукой о времени?

§1. *Время и времена*

Современная философия, подобно герою цикла романов Марселя Пруста, находится в поисках утраченного времени. Такого рода оценка прямо противоположна точке зрения, согласно которой лишь с появлением новейших физических теорий философские изыскания в области проблем времени обрели почву под ногами. «Философия пространства и времени является сегодня философией теории относительности...» – писал Г.Рейхенбах¹. Насколько авторитетны подобные заявления, можно судить хотя бы по тому факту, что их повторяют в учебниках по философии. Впрочем, мы далеки от того, чтобы упрекать авторов этих учебников в поспешности вывода. Учебник должен отражать сложившиеся в научном сообществе представления, а упомянутый выше тезис в той или иной его форме прочно и основательно утвердился в нашей философской литературе. Считается, что именно физика описывает свойства времени как такового, существующего объективно, вне и независимо от сознания. Другие дисциплины способны в лучшем случае описывать субъективно воспринимаемое время, а не время само по себе.

Между тем, представления физики о времени настолько специфичны, что само употребление термина «время» в физических рассуждениях выглядит в высшей степени сомнительным, если учесть, что за этим термином скрыто исторически сложившееся содержание (иными словами, он уже «занят»). Ведь мы обладаем развитой интуицией времени и способностью соотнесения любой абстрактной конструкции, претендующей быть экспликатом понятия времени, с его интуитивным образом на предмет их соответствия друг другу. Не требуется даже слишком много усилий, чтобы уловить отсутствие сходства формальных определений времени и теми его свойствами, которые приписывает ему наше чувство темпоральности. Между тем без этих свойств время для большинства из нас перестает быть временем, превращаясь в то, чем занимаются физики и другие представители абстрактной науки, – в любом случае в нечто далёкое от того, что первоначально имелось в виду. Время перестало быть

¹ Рейхенбах Г. Философия пространства и времени. М., 1985. С. 15.

узнаваемым, без лишних подробностей свойства воспринимаемого времени и чувство времени были объявлены иллюзорными.

Специфичность физических представлений о времени в философской рефлексии естественным образом трансформировалась в тезис о наличии особого *физического времени*, не только не похожего на традиционное время, но прямо ему противопоставляемого. Одни философы (как Г.Рейхенбах) увидели в этом очередную победу науки над мифами и метафизическими заблуждениями, другие (например, А.Бергсон) стали настаивать на принципиальной неспособности науки (или даже вообще интеллекта) постичь истинную сущность темпоральности. Независимо от разнородных оценок, само наличие концепта «физическое время» сомнению не подвергалось, поскольку это очевидный факт. Но раз есть особое физическое время, почему бы не быть ещё каким-то особым временам? Такой ход мысли просто напрашивается. Так появляется ещё один тезис, прочно и основательно утвердившийся в нашей философской литературе и также вошедший в учебники: тезис *о существовании множества различных несводимых друг к другу времён*.

Только на первый взгляд эти тезисы не имеют ничего общего. На самом деле происходят они из одного корня и тесно взаимосвязаны. Уже при поверхностном рассмотрении становится заметной своеобразная близость позиций: с одной стороны, сторонники идеи множественности времён отнюдь не исключают «физическое время» из числа прочих. Напротив, в любом перечне времен, претендующем на полноту, физическому времени обязательно находится место. То, что физика изучает время, сомнений у сторонников данной точки зрения не вызывает. Возражения следуют лишь в ответ на заявления, что только и исключительно физика дает нам научное объяснение феномена объективного времени, что проблемы философии времени – это философские проблемы физики.

С другой стороны, как это ни парадоксально, идея о времени физики – физическом времени, единственно имеющем объективное значение, – является крайней формой выражения предыдущей точки зрения. Это тоже идея множественности времён, так сказать, в единственном числе. В редкой голове, узнавшей о существовании «физического времени», не возникнет мысль о возможности существования также биологического, химического, социального и т.п. времён. Когда не было «физического времени», подобные ассоциации были затруднительны.

Более того, в рамках самой физики время явно имеет тенденцию распадаться на отдельные времена, обладающие способностью по-разному проявляться в зависимости от тех или иных условий. В специальной теории относительности, например, темпоральные понятия «раньше», «позже» и «одновременно» потеряли универсальный смысл и были релятивизированы к системам отсчёта, которых в теории бесконечно много. Теперь уже нельзя утверждать в безотносительном смысле, что *событие s раньше события s'* . Вполне может случиться так, что это верно в системе отсчёта k_1 , но не верно в системе отсчёта k_2 . С логической точки зрения это означало переход от *бинарных* (вида $R(x, y)$ или $x R y$) темпоральных понятий к *тернарным* ($R(x, y, z)$). Вместо привычного оборота *s раньше s'* следует говорить *s раньше s' в системе отсчёта k* . При этом существование выделенной абсолютной системы отсчёта (вроде эфира) отвергается, так что тернарность, а вместе с ней и локальность времени, делается неустранимой. Точнее, её можно устранить ценой отказа от постулата постоянства скорости света: если вместо этого допустить анизотропию скорости света (разное её значение в разных направлениях), то абсолютное время может быть восстановлено в своих правах². Но мало кто на это обращает внимание и время в физике остаётся относительным.

Стало быть, авторитет физики послужил как бы индульгенцией для дальнейших редукций времени к чему-то иному, что вызвало к жизни целую лавину локальных, специфических времён. Один раз допустив подобную редукцию, очень трудно аргументировано возражать против наблюдающегося умножения числа локальных времён и таких их свойств, которые копируют свойства соответствующих физических, химических, биологических, социальных и других процессов. Например, возникло понятие биологического времени: если физическое время замедляется потому, что все часы космического корабля отстают по сравнению с земными, то аналогичным образом биологическое время замедляется, потому что все биологические процессы в определенной пространственной области замедляются в результате понижения температуры.

Так, повторим, обстоят дела при поверхностном взгляде на взаимоотношения рассматриваемых точек зрения. На таком уровне обсуждения легко отвести обвинение в близости позиций указанием на то, что физика описывает свойства не «физического времени», но времени как такового, существующего объективно, вне и независимо

² Чудинов Э.М. Природа научной истины. М., 1977. С. 239–240 и 244–245.

от сознания, а из того, что делает это специальная наука – физика, ещё не следует, что тоже самое могут делать другие естественные или общественные науки. То, что познанием времени занимается физика, ещё не означает наличия особого «физического времени». В действительности, однако, именно в современной физике впервые было утрачено представление о времени как универсальной характеристике бытия, именно здесь возникли специфические «времена», от которых до идеи существования нефизических форм времени было рукой подать. Чтобы убедиться в сказанном, попытаемся проникнуть в глубинные истоки тех представлений о времени, которые были вызваны к жизни современной физикой.

§2. Конфликт интуиции и строгости

В чем заключается суть взгляда современной физики на время? Коротко говоря, в том, что *абстракция времени была заменена абстракцией часов*. Разумеется, суть дела этим не исчерпывается. Но в рассматриваемом контексте картина обретает требуемую законченность, позволяющую поставить вопрос шире без утраты ясности изложения: разве замена интуитивных или полу интуитивных представлений (к коим, вне всякого сомнения, относилось представление о времени) понятиями, сформировавшимися в результате экспериментальной деятельности и теоретических обобщений, не находится в русле естественного процесса развития научного познания?

Даже в столь общей постановке данный вопрос, как нам кажется, допускает если не категорически однозначный, то, по крайней мере, достаточно определённый ответ. Есть понятия, служебная или подчиненная роль которых в системе научного знания не вызывала сомнений уже в момент их возникновения. Такие образования с самого начала были ориентированы на последующее уточнение в строгих терминах (если по какой-либо причине этого не удалось сделать сразу), причем без особых ссылок на интуицию. Другая группа мыслительных форм образована понятиями, являющимися фундаментальными либо в рамках данной науки, либо для целой совокупности наук и даже не только наук. В последнем случае интуитивная, нечёткая структура, испытывающая, скажем, воздействие образов и ассоциаций в своем «мысленном» существовании, не может быть просто сброшена со счетов как

явление обыденного сознания, претензия здравого смысла или относящееся к сфере эмоций и чувств образование.

Возьмем в качестве примера математику – науку, в которой, казалось бы, интуиция неизбежно обязана уступить свое место строгим определениям, даже если последние ей противоречат, и ни в коем случае не может случиться обратного – отбрасывания точных определений, если они не соответствуют математическому опыту и интуиции. В действительности результат столкновения строгости и интуиции зависит, вообще говоря, от степени фундаментальности тех интуитивных математических представлений, правомерность которых поставлена под сомнение попыткой достижения максимальной точности в той области математического опыта, где они применялись.

Так, хорошо известно, что действительных чисел несчётно много (т.е. нельзя образовать пересчет множества действительных чисел при помощи натурального ряда $0, 1, 2, \dots, n, \dots$). Свойства действительных чисел можно описать с помощью соответствующих аксиом, образовав аксиоматическую теорию действительных чисел. Система абстрактных математических объектов, удовлетворяющих некоторой математической теории, называется *моделью* этой теории. Моделью аксиоматической теории действительных чисел будет, конечно, множество действительных чисел, но не будет, например, множество натуральных или рациональных чисел. Задачи развития аксиоматического метода потребовали уточнения таких понятий, как аксиоматическая теория и её модель. Возникла новая математическая дисциплина, названная теорией моделей, которая позволяла точно определять, когда система абстрактных математических объектов соответствует аксиоматической теории (т.е. является её моделью), а когда не соответствует.

Оказалось, однако, что интуитивные представления о соответствии аксиоматических теорий и моделей не согласуются с предложенными теорией моделей уточнениями. Например, аксиоматическая теория действительных чисел согласно теории моделей имеет счётные модели. В таких моделях количество действительных чисел оказывается счётным, и, таким образом, можно организовать пересчёт «модельных» действительных чисел средствами натурального ряда, тогда как «настоящие» действительные числа такому пересчёту, как отмечалось выше, не поддаются. Конфликт интуиции и строгости был решен в пользу последней. При этом, насколько нам известно, самоотверженных попыток спасти интуицию путем модификации понятийного аппарата

не было. Надо полагать, не слишком значительное место занимало понятие модели в интуиции математиков до того, как в первой половине двадцатого столетия появилась теория моделей.

Этого не скажешь о понятии алгоритма, относящегося к числу самых важных и ключевых образований в структуре математического знания. Одно из впечатляющих достижений математики XX века состояло в формально строгом уточнении понятия алгоритма. Образовалась новая отрасль математической науки – теория алгоритмов, роль которой в эпоху повсеместного распространения компьютеров трудно переоценить. Для нас, однако, важнее сейчас другое – все предложенные формально точные определения алгоритма проходили испытание посредством сравнения с интуитивными представлениями (основывающимися на многовековой математической практике) о том, что может, а что не может считаться алгоритмическим предписанием. И лишь тогда, когда убедились в эквивалентности всех соответствующих интуиции формальных определений эффективной вычислимости, был сделан вывод о том, что уточнение понятия алгоритма было вполне удачным. Более того, А.Черч выдвинул тезис (носящий его имя), из которого следует, что и все последующие уточнения понятия алгоритма будут эквивалентными уже полученным, при условии, что они согласуются с интуитивной идеей алгоритма. Если, скажем, какое-то определение понятия алгоритма не эквивалентно имеющимся, то это означает, в соответствии с тезисом Черча, что существуют основывающиеся на интуиции и опыте доводы против того, чтобы считать предложенную конструкцию дефиницией алгоритма. В настоящее время большинство специалистов принимает тезис Черча³.

Могут возразить, что, по-видимому, интуитивное понятие алгоритма с самого начала было достаточно ясным и точным, благодаря чему и был обеспечен последующий успех в достижении максимальной строгости, тогда как интуитивное понятие времени ясным отнюдь не является. Почему же? Разве мы не обладаем развитой интуицией времени? Разве мы лишены способности соотнесения любой абстрактной конструкции, претендующей быть экспликатом понятия времени, с его интуитивным образом на предмет их соответствия друг другу? Как раз напротив. Не требуется даже слишком много усилий, чтобы уловить отсутствие сходства формальных определений времени и теми его свойствами, которые

³ Подробное обсуждение рассматриваемых примеров можно найти в литературе по математической логике.

приписывает ему наше чувство темпоральности. Между тем без этих свойств время для большинства из нас перестаёт быть временем, превращаясь в то, чем занимаются физики и другие представители абстрактной науки, – в любом случае в нечто далёкое от того, что первоначально имелось в виду.

Основное утверждение, которое здесь отстаивается, состоит в требовании преемственности содержания и смысла, вложенного в фундаментальные категории человеческого разума на всех этапах их эволюции от мифа к науке и от науки прошлого к науке будущего. Даже если и возникает настоятельная потребность отказа от первоначальных фундаментальных представлений, – а такое, безусловно, бывает, и не так уж редко в исторических масштабах, – потребность эта должна быть обоснована. В первую очередь в плане ясного понимания того, от чего именно мы отказываемся.

Так, аристотелевское понимание проблемы темпоральности, изложенное в его «Физике», радикально отличается от геометрических теорий времени классической и релятивистской физики в концептуальном плане. «Время или совсем не существует, или едва существует», – писал Аристотель. – «Одна часть его была и уже не существует, другая в будущем, и её ещё нет; из этих частей складывается и бесконечное время и каждый раз выделяемый промежуток времени. А то, что складывается из несуществующего, не может, как кажется, быть причастным существованию».⁴

Что значит существовать – вот проблема, решение которой, как ясно видно из слов Стагирита, есть ключ к проблеме времени. А что, сегодня физики считают Аристотеля неправым? Связана проблема времени с проблемой создания концепции существования или нет? Напрасно задавать эти вопросы, адресуясь к физике (ньютоновской или релятивистской – всё равно). Смена темпоральных парадигм произошла в данном пункте на редкость безболезненно: в физических теориях эти проблемы просто не упоминаются вовсе. Правда, потом, задним числом, интерпретаторы физики (среди которых были не только философы, но и сами физики, в том числе её творцы) сказали, что с проблемой существования во времени всё в порядке, поскольку физические теории говорят нам, что все события во времени существуют в одинаковом смысле.

Действительно, данное утверждение следует из упомянутых теорий. В соответствии с ними, например, события 2012 г. до н.э., уже наступившего 2012 г. и, скажем, будущего 20012 г. по способу

⁴ Аристотель. Физика. М., 1937. 218а.

существования ничем не отличаются друг от друга! Откуда это известно, в каких экспериментах или наблюдениях было установлено, что прошлые, настоящие и будущие события существуют в одном и том же смысле? А если некоторые события прошлого начисто исчезли из универсума, а некоторые будущие события ещё в нём не появились? Пока непонятно как, но проблема статуса существования временных событий и самих моментов времени была решена, даже не обсуждаясь вовсе! С чем мы здесь сталкиваемся – со свидетельством мощи физических теорий, избавляющих нас от излишних размышлений по поводу загадок, поставленных античным философом, которые теперь разрешаются фактически автоматическим образом, – или мы имеем дело с артефактом, появление которого не было обусловлено результатами физических экспериментов, а было привнесено откуда-то извне?

Как бы там ни было, вряд ли оправданно решать такую важную проблему между делом, без всестороннего её обсуждения. Не из уважения к авторитету Стагирита, а потому, что, во-первых, не ясно, за счет какого волшебного трюка в физике был получен упоминавшийся только что ответ, а во-вторых, потому, что смысл аристотелевских слов нам и сегодня столь же понятен и близок, как и давно ушедшим поколениям людей. Проблема времени явно обнаруживает инвариантное содержание, мало зависящее от приводящих исторических обстоятельств. Уже по одной этой причине, любая наука, претендующая на роль науки о времени, не может просто отмахнуться от загадок существования во времени. Быть может, в результате кропотливого анализа, с привлечением соответствующего арсенала научных средств, действительно будет показано, что все неясности обусловлены неправильной постановкой вопросов. Но не очевидно ли, что такой анализ выводит нас за границы физики как науки?

Чему тут, впрочем, удивляться? Время испокон веков считалось в первую очередь философской проблемой – проблемой, касающейся основополагающих сторон бытия, деятельности и мышления. Возможно ли при таких обстоятельствах существование особой специальной науки о времени? Но куда деть и к чему отнести, например, утверждения о том, что теория относительности произвела переворот во взглядах на пространство и время, что она является основой не только естественнонаучных, но и философских представлений о времени? Подобными утверждениями, как уже говорилось, буквально пестрит литература, посвященная проблеме

объективного времени. При этом время перестало быть узнаваемым, без лишних подробностей свойства воспринимаемого времени и чувство времени были объявлены иллюзорными.

Откуда, однако, пошло, что физика – это наука о времени (или в том числе о времени)? Не произошло ли с термином «время» истории, подобной той, которая произошла с термином «материя», когда физическое понятие и философская категория смешивались без достаточных к тому оснований, что приводило к различного рода философским ошибкам и путало как ученых, так и философов?

Итак, являются ли теории физического пространства-времени естественнонаучной основой философской концепции времени? Нет, не являются, подобно тому как адекватное философское учение о материи не может и не должно строиться на выводах и результатах только одной специальной науки, даже такой фундаментальной, как физика. В анализе категории времени важны результаты всего корпуса наук, и не только наук. Обыденные представления, интуицию, литературу и искусство также ни в коем случае нельзя сбрасывать со счетов. Время не является монополией одной специальной науки. Общенаучное и общекультурное значение категории времени дает основание утверждать это, тем более, что различные науки, – точнее, группы наук – обнаруживают явную несогласованность при описании свойств времени. И это происходит уже в рамках физики!

§3. Часы вместо времени

В какой связи появляется время в физической науке? Прежде всего в связи с проблемой *измерения* времени. Ни проблема соотношения объективного и субъективного времени, ни проблема существования прошлого, настоящего и будущего, ни проблема становления во времени, ни проблема «теперь», ни проблема человеческого бытия во времени (вопрос о свободе воли и т.п.) – ни одна из этих проблем не находится даже на периферии физического анализа. Так и должно быть, поскольку эти проблемы не имеют отношения к измерению времени. Так и должно быть, поскольку эти проблемы не имеют отношения к измерению времени. Неправ был Августин, провозгласивший: «В душе измеряем мы времена»⁵. Сегодня мы уже так не скажем, если будем иметь в виду объективное время

⁵ Исповедь Блаженного Августина. М., 1914. С. 334.

окружающего нас мира. Никто лучше физиков не умеет измерять времена.

Теория относительности является не естественнонаучной подпоркой философского учения о времени, а теоретической и концептуальной основой измерения времени. Поразительные и во многом парадоксальные результаты описания поведения часов составляют неотъемлемое достижение человеческой мысли. Впечатления от этих побед разума и эксперимента оказались настолько ошеломляющими, что произведённая редукция времени к часам оказалась вне критики. Любая, даже косвенная критика теории относительности воспринималась и воспринимается как проявление консерватизма или неумения понять суть дела. Мы продемонстрируем неумение понять вопросом: почему поведение часов (инструментов для измерения времени) следует отождествить со свойствами самого времени? Вывод теории относительности о замедлении хода движущихся часов способен изумить и лишить покоя любого человека, впервые столкнувшегося с этим феноменом. Ещё бы, мы привыкли к тому, что часы могут отставать, замедлять свой ход, но относили данное обстоятельство к дефектности самих часов или неумелого с ними обращения. Но чтобы замедляли ход правильные часы – такое и помыслить трудно. Более того, после приземления космического корабля, вернувшегося на Землю из путешествия с около световой скоростью, обнаружится, что все процессы в нем также испытали замедление по сравнению с аналогичными земными.

Вывод: само время замедлило свой неумолимый бег. Вот как выглядит соответствующее рассуждение физика Р.Фейнмана, ценное тем, что в нём известный учёный с присущим ему мастерством обнажил обычно неявно принимаемые предпосылки: «Что же выходит? Если все движущиеся часы замедляют свой ход, если любой способ измерения времени приводит к замедленному темпу течения времени, нам остается только сказать, что само время, в определенном смысле, кажется на движущемся корабле замедленным»⁶.

Казалось бы, все правильно и недвусмысленно. Признавая неразрывную связь времени и материальных процессов, как мы можем говорить, что материальные процессы испытали замедление, а время – нет? Однако здесь имеется один нюанс, который при всей его очевидности легко просмотреть, будучи либо замороженным необычностью и парадоксальностью ситуации, либо её привычностью

⁶ Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М., 1976. Т.2. С. 273-275.

и «прозрачностью» для специалиста. Нюанс состоит вот в чем: почему, согласившись с тем, что время неразрывно связано с материальными процессами, мы должны соглашаться с тем, что оно связано не со всеми материальными процессами? Нет ли тут ошибки – ведь выше речь шла о замедлении всех процессов в космическом корабле? Вот именно, в космическом корабле. Процессы в корабле отнюдь не исчерпывают множества всех материальных процессов во Вселенной. Совершенно очевидно, что процессы на корабле составляют лишь часть всей совокупности процессов. Слово «все» в словосочетании «все процессы на корабле» не должно вводить в заблуждение. Современной науке хорошо известен подлинный смысл такого употребления слова «все»: на языке логики мы имеем дело с так называемым ограниченным квантором всеобщности. Такой квантор действует не на всей рассматриваемой области явлений (в нашем случае – совокупности материальных процессов), а на её, как принято говорить, собственной части. По отношению же ко всей области выражение с ограниченным квантором общности сообщает нечто лишь о некоторых (строго говоря, не всех) явлениях из рассматриваемого универсума явлений.

Наряду с ограниченным имеется и неограниченный квантор общности. Заменим в утверждении «все процессы на корабле замедлились» ограниченный квантор на неограниченный и получим «все процессы во Вселенной замедлились». Разумеется, как и в отношении корабля, это будет, так сказать, синхронное замедление. Ведь именно такая интерпретация действует в примере с космическим кораблем. Что получится при переходе от ограниченного квантора к неограниченному с сохранением этой интерпретации? Поскольку замедление хода часов на корабле в одинаковой степени касается корабельных часов всех типов и видов, их замедление можно непосредственно обнаружить лишь при сравнении с часами, оставшимися на Земле после возвращения корабля. Но с чем сравнивать показания часов, если замедление было одинаковым для действительно всех материальных процессов во Вселенной? Разумеется, никакой эксперимент по проверке синхронного замедления всех часов во Вселенной невозможен. Допустим, утверждение о замедлении всех часов Вселенной вообще не имеет физического смысла. Мы уверены, однако, что говорить о всех часах Вселенной бессмысленно с физической точки зрения. Хотя бы потому, что высказываться о состоянии дел во всей Вселенной физикой не возбраняется.

Что же получается? Если говорить об одинаковом замедлении (или ускорении – в данном случае все равно) хода всех часов во Вселенной – значит либо покинуть сферу утверждений, доступных экспериментальной проверке, либо вообще лишиться утверждение физического смысла, то не свидетельствует ли это об ущербности этого утверждения? Возможно. Но если утверждение о замедлении времени следует из аналогичного утверждения, касающегося часов, а утверждение о замедлении всех часов (а, значит, и времени) Вселенной весьма сомнительно с экспериментальной или смысловой точки зрения, то почему бы не согласиться с этим и не признать, что разговоры о «замедлении времени» Вселенной столь же сомнительны?

А какие ещё бывают времена, кроме времени Вселенной? Почему вообще время непременно должно обладать способностью замедляться при тех или иных обстоятельствах? Не происходит ли в рассматриваемом случае незаметная подмена понятия универсального времени, времени всей Вселенной, абстракцией часов (которые, в отличие от времени, действительно могут, оставаясь, как утверждает физика, вполне правильными, замедлять или ускорять свой ход в сравнении с другими часами)? По нашему мнению, неприметная на первый взгляд логическая операция – замена неограниченного квантора ограниченным в рассуждениях о времени – явилась тем самым камнем, который вызвал к жизни целую лавину локальных, специфических времён. Дело в том, что в отличие от неограниченного квантора общности, однозначно определяемого в зависимости от универсума рассуждений, различных неограниченных кванторов на одной и той же предметной области может быть, вообще говоря, сколько угодно. Если время замедляется потому, что все часы корабля отстают, почему время не замедляется, если все биологические процессы в определенной пространственной области замедляются в результате понижения температуры? Вывод прямо-таки напрашивается, и он действительно был сделан⁷. В самом деле, и тут, и там кванторы ограничены, благодаря чему появляются эффекты, связанные с «замедлением времени», причем утверждается, что оно «эмпирически обосновано». Но какое обоснование имеется для оправдания применения локальных (ограниченных) кванторов? Ведь ограничить квантор можно многими способами. Как узнать, какой из них приемлем, а какой нет, если они возникают из сходных предпосылок? Если они ведут к сходным следствиям, например, к

⁷ Уиттроу Дж. Естественная философия времени. М., 1964. С.278-279.

идее «замедления» времени со ссылкой на эмпирические аргументы в поддержку «замедления»? Так что вопрос не в том, какой ограниченный квантор больше подходит для описания категории времени, а в том, какие есть основания для использования ограниченных кванторов в логических построениях, претендующих на объяснение феномена времени, ибо упомянутая логическая операция приводит к появлению «локальных времён».

Насколько, однако, правомерно утверждать, что «умножение времён» имеет под собой экспериментальную основу? Ответ почти очевиден. Сначала надо было осуществить логическую операцию (далеко не всегда явно упоминаемую, как у Р.Фейнмана) ограничения квантификации, чтобы затем получить различные локальные времена, которые можно сравнивать между собой, поскольку их поведение отождествлено с поведением соответствующей части часов. Замедление хода одной совокупности часов в сравнении с другой (сам по себе это, как уже отмечалось, поразительный факт) приводит, таким образом, к «замедлению» соответствующего локального «времени» по сравнению с другим локальным «временем». Один раз допустив подобную процедуру, очень трудно аргументировано возражать против наблюдающегося умножения числа локальных времён и таких их свойств, которые копируют свойства соответствующих физических, химических, биологических, социальных и других процессов.

Можно привести ряд дальнейших аргументов, демонстрирующих редукцию времени в физике к абстракции часов. Так, расстояние между двумя положениями стрелок часов на циферблате не обязательно пересчитывать на специфические (как думали раньше) единицы времени. Можно измерять путь, пройденный стрелками, в метрах. Ничего удивительного, что и в физических теориях измерение времени в метрах вполне допустимо и данному способу оценки временных интервалов в ряде случаев отдается предпочтение⁸. Вообще, шкала часов – образование пространственное. От того, что это пространство в физике вытянуто в линейный континуум (неважно, без концевых точек, как в специальной теории относительности, или с начальным моментом $t = 0$, как в ряде современных космологических моделей), по существу ничего не меняется. Объединение процедуры измерения пространственных и временных интервалов лишило данную обобщенную временную шкалу последних призрачных остатков самостоятельности, превратив её в чисто геометрическое

⁸ См., напр.: *Тейлор Э., Уилер Дж.* Физика пространства-времени. М., 1971. С. 13.

образование, являющееся одним из измерений единого «пространства-времени».

Справедливости ради следует сказать, что всё-таки временное измерение имеет некоторую специфику. Вот что пишут по этому поводу Э.Тейлор и Дж.Уилер: «Совершенно справедливо, что время и пространство неразделимые части единого целого. Однако неверно, что время качественно то же самое, что пространство. Почему же это неверно? Разве время не измеряется в метрах, точно так же как расстояние?» Оказывается, в соответствующую геометрическую формулу пространственные параметры входят со знаком "+", а временной со знаком "-". «В этой формуле есть знак "минус", и его не изгнать оттуда никакими уловками. Знак "минус" отражает разную природу пространства и времени»⁹. Следовало бы добавить: разную в рамках единого геометрического подхода, единого «пространства-времени». Что ж, если приведённые высказывания отнести к процедуре измерения времени, то вряд ли уместны какие-либо возражения против подобных объяснений. Однако применительно к объяснению специфики временных отношений по сравнению с пространственными они совершенно не удовлетворительны. С интуитивной точки зрения свойства пространства и свойства времени имеют между собой мало общего. Правомерность редукции понятий, связанных с измерением времени, к геометрическим конструктам не вызывает сомнений. Но попытка редуцировать категорию времени к категории пространства не только сомнительна, но и просто вводит в заблуждение.

Разумеется, никому нельзя запретить употреблять термин «время» в каком угодно смысле. Но когда мы спрашиваем, сколько прошло времени, – это совсем не вопрос о том, что такое время и какова его природа. Можно (и весь опыт развития философии и науки тому свидетельство) научиться безошибочно измерять мельчайшие и громадные промежутки времени, достигать поразительных успехов в сравнительном описании поведения часов, исключительно тонком анализе понятия одновременности и т.п. – и при этом, по существу, заметно не приблизиться к ответу на концептуальный вопрос о природе времени. Вспомним высказывания Аристотеля, устанавливающие связь проблемы времени и проблемы существования. Можно получить ответы на многие вопросы о том, что реально существует, а что не существует. Существуют ли атомы и электроны? – Да. Существуют круглые квадраты и русалки? – Нет...

⁹ Там же. С. 52.

Цепочка вопросов и ответов быстро уводит в бесконечность. Но это не дорога к ответу на вопрос о том, а что собственно значит «реально существовать»? Какие типы существований бывают, существуют ли реально физически не существующие объекты, каков статус существования идеальных объектов, отличается ли бытие прошлых и будущих событий от бытия событий настоящего? На эти и многие другие подобные вопросы специальные науки ответов не дают. Между тем проблема времени скорее сконцентрирована в них, чем в понятии периодического процесса или часов. В последнем случае слишком многое остается за скобками. Возражать следует не против дальнейшего совершенствования методов удостоверения существования и измерения всевозможных параметров, в том числе и временных, а против позиции, согласно которой ничего больше делать не нужно.

§4. *Время и физика: сомнения физиков*

Создаётся впечатление, что количество сомневающихся в правомерности выдвижения понятия времени в первые ряды понятий физики среди самих физиков с некоторых пор возрастает. Интересно, но некоторые физики, следуя иными, чем здесь, путями, приходят в тех или иных отношениях к сходным выводам. «...Основное внимание в СТО (специальной теории относительности – А.А.), – утверждает У.Берке, – уделяется не времени, а часам...»¹⁰. Примечательное признание, если учесть, что книга процитированного автора далека от философской проблематики.

Особенно там, где давление профессионального прессинга ощущается в меньшей степени, например, в работах, обращенных не к специалистам, физики порой склонны делиться некоторыми сомнениями на счёт того, все ли так уж ясно и безоблачно в той картине времени, которую рисует нам геометрический аппарат современных физических теорий. «Есть у времени такие свойства, которые ставят в тупик и теорию относительности и квантовую теорию. Эти теории многое сказали нам о времени, но они не способны ответить на первый и самый простой из всех вопросов: почему время идёт?»¹¹. Впрочем, иногда и в трудах для профессионалов можно найти «еретические» мысли, с осторожностью

¹⁰ Берке У. Пространство-время, геометрия, космология. М., 1985. С. 68.

¹¹ Чернин А.Д. Физика времени. М., 1987. С. 215.

облекаемые в форму рассуждений о «психологическом времени» и сопровождаемые всяческими извинениями, дабы не вызвать подозрений в намерении подрыва основ. Совершенно замечательными в этой связи являются, на наш взгляд, мысли всемирно известного физика и математика Р.Пенроуза. Ограничимся лишь несколькими замечаниями Р.Пенроуза, которые говорят сами за себя.

«Таким образом, кажется, что теория относительности ведет к картине, в которой утверждение «потенциальное превращается в актуальное» либо крайне субъективно, либо бессмысленно. Тем не менее в нас крепко держится ощущение, что между прошлым и будущим имеется самое фундаментальное различие, а именно, прошлое реально, и его нельзя изменить, тогда как на будущее можно влиять, и оно в некотором смысле не фиксировано. В представлении о мире, соответствующем обычной трактовке теории относительности, эта картина, естественно, отвергается, вместо нее вводится четырехмерное жестко детерминированное описание, и, таким образом, оказывается, что наши инстинктивные представления относительно возможности изменить будущее иллюзорны»¹².

Указав, что неплохо было бы не отказываться совсем от наших интуитивных представлений о времени и предложив для этого некоторые нетрадиционные теоретические конструкции, затрагивающие такие вопросы, «которые вообще едва ли осознаются с точки зрения физики...», автор, словно бы испугавшись собственных слов, тут же от них отказывается, прибегая к шутливому спасительному заклинанию: «...Я должен твердо укрепиться в вере, троекратно повторив про себя: “Пространство-время есть хаусдорфово дифференцируемое многообразие, пространство-время есть хаусдорфово...!”»¹³.

Конечно, можно скрыться от вопросов, возникающих за границами физических трактовок времени с помощью заклинаний «чур меня, чур...», но от этого сами вопросы не исчезнут подобно призракам в свете дня. Так же как не исчезнет необходимость в принципиальной оценке тех представлений о времени, которые полностью базируются на известных теориях физики. Такие оценки уже даны. Например, в работе лауреата Нобелевской премии И.Пригожина констатируется:

«Классическая физика, даже если включить в нее квантовую механику и теорию относительности, дает сравнительно бедные модели эволюции во времени. Детерминистские законы физики, некогда бывшие единственно

¹² Пенроуз Р. Сингулярности и асимметрия по времени // Общая теория относительности. М., 1983. С. 244–245.

¹³ Там же. С. 246, 247. И всё же в итоге Р.Пенроуз склоняется к мысли, что течение времени есть иллюзия сознания. См., напр.: Пенроуз Р. Тени разума: в поисках науки о сознании. Москва-Ижевск, 2005. С.585-586.

приемлемыми законами, ныне предстают перед нами как чрезмерные упрощения, почти карикатура на эволюцию»¹⁴.

К сожалению, те альтернативы (строящиеся на базе статистической физики и термодинамики), которые предлагает школа И.Пригожина, не в состоянии внести ясность. В двух словах рецепт школы сводится к требованию время-часы заменить на время-возраст¹⁵. Одна редукция сменяет другую, но насколько вторая более удачна? Ведь здесь времён получается столько, сколько существует «стареющих» объектов, поскольку возраст – их внутреннее свойство, не имеющее, вообще говоря, прямого отношения к проблеме времени, за исключением, быть может, отдельных её аспектов.

Сомнения мучают физиков и в том случае, когда возникает потребность уточнить используемые темпоральные понятия, в первую очередь, понятие времени. Речь не идёт о том, чтобы выставить требование дать явные определения этим понятиям (хотя это в ряде случаев необходимо). Но наличие неявных определений или хотя бы вразумительных пояснений смысла используемых темпоральных терминов необходимо, особенно если есть претензии на ведение философской дискуссии.

Мы сплошь и рядом используем понятия, о точном смысле которых не имеем ни малейшего представления. И данное обстоятельство обычно не мешает нам понимать друг друга! Однако, как только нас попросят уточнить, что имеется в виду, мы оказываемся в тупике. Между тем, если не ясно, о чём идёт речь и что имеют в виду, никакая наука об этом невозможна. Одно дело обыденные рассуждения, другое – научные теории. В первом случае особая скрупулезность просто не нужна. Но во втором случае без неё не обойтись. Сказанное целиком относится к понятию времени и связанным с ним концептам. Ещё Блаженный Августин подметил:

«О чём ... упоминаем мы в разговоре как о совсем привычном и знакомом, как не о времени? И когда мы говорим о нём, мы, конечно, понимаем, что это такое, и, когда о нём говорит кто-то другой, мы тоже понимаем его слова. Что же такое время? Если никто меня об этом не спрашивает, я знаю, что такое время: если бы я захотел объяснить спрашивающему – нет, не знаю»¹⁶.

Парадоксальным образом, в нынешних физических теориях, создатели которых претендуют на то, что это теории в том числе и времени, и которые действительно существенным образом используют понятие времени, никаких вразумительных объяснений

¹⁴ Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. М., 1985. С. 15.

¹⁵ Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. М., 1986. С. 341 и др.

¹⁶ Августин А. Исповедь. М., 1991. Кн. 11, XIV, 17.

по поводу того, что такое время и каковы его свойства, как правило, не даётся. Это Ньютон мог предложить своё определение времени. Нынешние физики предпочитают не рисковать. В 2004 г. в Санкт-Петербурге известный физик делал доклад «Стрела времени в современной космологии». На законный вопрос, что такое «стрела времени», ответа не последовало. Со времени Эддингтона слова «стрела времени» остаются метафорой, поэтическим образом. Недаром в этой связи встречаются прямые ссылки на поэтов. «Стрела времени, – пишут И.Пригожин и И.Стенгерс, – является проявлением того факта, что будущее не задано, т.е. того, что, по словам французского поэта Поля Валери, «время есть конструкция»»¹⁷. В основательной книге С.Д.Хайтуна¹⁸, специально посвящённой проблеме необратимости времени, ни понятие времени, ни понятие необратимости никак не определяются. То же самое относится и к часто используемому понятию направленности времени. Количество подобных примеров можно многократно увеличить. Поэтому лучше обратиться к редким исключениям из правила.

А.Н.Матвеев определяет время так:

«Под временем понимается свойство материальных процессов иметь определённую длительность, следовать друг за другом в определённой последовательности и развиваться по этапам и стадиям»¹⁹.

Излишне говорить, что подобные определения неизвестное (время) определяют через неизвестное (длительность, развитие, этапы и т.д.). Кроме того, здесь допущена логическая ошибка «круг в определении», поскольку определение понятий «длительность» и «развитие» немыслимо без использования понятия времени.

И.Пригожин в одной из своих книг²⁰ даёт определения времени (представляя его как особого рода оператор) и необратимости (определяя понятие внутренне необратимых систем). Однако при этом понятие времени подменяется, как уже отмечалось, понятием возраста системы. Конечно, возраст, как и развитие, тесно связаны со временем, но это разные понятия. Время как таковое не является ни возрастом, ни развитием. Что касается необратимости, то она вводится со ссылкой на опыт, тогда как в используемой Пригожиным математике «обратимое» время устранить не удалось.

¹⁷ Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. С. 59.

¹⁸ Хайтун С.Д. Механика и необратимость. М., 1996.

¹⁹ Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. Учеб. пособие для вузов. М., 1976. С. 50.

²⁰ Пригожин И. От существующего к возникающему.

Глава 2. Мифы и тупики темпоральности

§1. Наука против здравого смысла

Сказанное выше позволяет прийти к однозначному выводу: методологически ошибочная ориентация философии на физику как естественнонаучную основу представлений о темпоральности завело философию времени в тупик. Крупный методологический промах открыл ставшие незащищенными мировоззренческие «тылы», по которым незамедлительно был нанесен ощутимый удар. Какие образования замещают ослабленные в силу тех или иных причин структуры сознания, опирающиеся на науку? В тех случаях, когда мировоззренческие установки преимущественно направлены в сторону или прочь от науки, этими образованиями оказываются *мифы*. В высшей степени примечательное своеобразие описываемой здесь ситуации с философией времени заключается в том, что целое философское направление, сознательно опирающееся на авторитет естествознания, незаметно для самого себя оказалось во власти мифических представлений и догм, причем сами мифы приняли тут наукообразную форму. Сказанное требует обоснования, к чему мы сейчас и переходим. Прежде, однако, оговоримся: «миф» не равнозначен «мистике», поэтому обвинение в мифологизации философии времени – не то же самое, что обвинение её в мистицизме.

Не в наших целях давать подробные объяснения по поводу того, что такое интуиция, здравый смысл, жизненный опыт, с одной стороны, и наука – с другой. Всеми этими словами мы пользуемся в общепринятом смысле. Проблема в другом: насколько правомерно противопоставлять первую группу понятий понятию «наука». Точнее, бывают ли ситуации, когда наука начисто опровергает свидетельства органов чувств, жизненного опыта, интуиции и т.д.? Позволительно ли принижать знание, полученное вне и до науки в сравнении с его научной формой?

Первый миф, который был порожден не философией времени (хотя и был взят ею на вооружение), а ростом значения и могущества науки, сводится к утверждению о том, что *лишь наука в состоянии сказать нам, происходит ли на самом деле то, что происходит у нас на глазах и в реальности чего мы не сомневаемся*. Вспомним знаменитый пример с веслом, кажущимся сломанным в воде. В том,

что весло на самом деле не сломано в смысле наличия объективной возможности успешно грести, легко убедиться без помощи науки. Казалось бы, обман одних органов чувств корректируется при содействии других (или тех же самых сенсорных анализаторов) в процессе практических действий. Но, строго говоря, в примере со «сломанным» веслом никакого обмана чувств нет. Обман чувств имел бы место, если прямое на воздухе весло казалось бы прямым и в воде. Многовековой опыт человечества является достаточной гарантией того, что соответствующая реальности картина весла в воде – это картина сломанного весла. И неважно, известны или нет наблюдателям законы преломления световых лучей при переходах из одной среды в другую.

Ссылаясь на точку зрения Дж.Остина, П.Фейерабенд справедливо указывает, что «...изгиб весла в воде не заставит нас усомниться в том, что в воздухе оно является совершенно прямым, в сущности, мы могли бы усомниться в том, что оно прямое, только если бы в воде оно не выглядело изогнутым»²¹. «"Сломано в воде", – пишет далее П.Фейерабенд, – точно так же принадлежит веслу, как принадлежат ему "прямое в руке", они "равно реальны"». Правда, П.Фейерабенд относит подобный взгляд на проблему соотношения чувственного восприятия и реальности к "архаической космологии", в то время как для "новой космологии"²² «..."сломано в воде" является лишь "видимостью", которая противоречит тому, что внушается "видимостью" прямизны и, следовательно, обнаруживает фундаментальную ненадежность всякой видимости»²³. По мнению П.Фейерабенда, при переходе от "архаической" к "новой" космологии изменилось понятие объекта: «...Место понятия совокупности равнозначных воспринимаемых частей заняло понятие не воспринимаемой сущности, лежащей в основе множества обманчивых феноменов. (Можно предположить, что аналогичным образом изменилось и восприятие объекта, что теперь объекты выглядят менее "плоскими", чем прежде.)»²⁴.

Что касается идеи изменения восприятия объектов в ходе развития человеческого познания, то Фейерабенд наиболее убедительные примеры нашел лишь в области восприятия художественных произведений (преимущественно относящихся к живописи), т.е. лишь

²¹ Фейерабенд П. Избр. тр. по методологии науки. М., 1986. С 403.

²² Об этих космологиях см.: Фейерабенд П. Указ. соч. С. 419 – 431.

²³ Там же. С. 422.

²⁴ Там же. С. 422 – 423.

в достаточно специфической сфере. А вот весла и другие реальные предметы (в противоположность их изображениям на плоских поверхностях), увы, не дают весомого повода говорить об изменении механизмов их восприятия. Во всяком случае, если вести речь о восприятии, не прибегаящем к услугам создателей многообразных приборов. Идея изменения понятия объекта выглядит куда более предпочтительной, особенно в той её части, где фиксируется падение роли восприятия в описании мира, выдвижение на первый план тезиса о не воспринимаемой сущности объектов, искажаемой свидетельствами органов чувств.

На наш взгляд, возражать здесь следует только против отнесения позиций, включающих в себя признание высокой надежности данных восприятия в смысле их соответствия реальности, к "архаическим". Они – такая же неотъемлемая часть "новой космологии", как и позиции противоположного толка. При этом, разумеется, в различного рода пограничных случаях, непривычных обстоятельствах наблюдения, в условиях, когда требуются результаты повышенной точности и т.п. – восприятие действительно может давать «сбои», в том числе и систематические. Кому-то может показаться, что «прямое в руке» весло, опущенное в воду, выглядит прямым. Но многовековой опыт человечества является достаточной гарантией того, что соответствующая реальности картина весла в воде – это картина сломанного весла. При этом, повторим, неважно, известны или нет наблюдателям законы преломления световых лучей при переходах из одной среды в другую. Действительные «сбои» или иллюзии восприятия составляют излюбленный предмет изучения психологии. Но существование иллюзий восприятия само по себе столь же мало способно подорвать тезис о соответствии данных восприятия объективной реальности, как наличие ошибок в некоторых математических доказательствах – отнять статус точной науки у математики. Да, несомненно, существуют ошибочные математические доказательства. Но не менее верно и то, что имеются такие теоремы, в правильности доказательств которых в рамках соответствующей математической системы не усомнится ни один здравомыслящий человек, даже если он не принимает данную математическую систему по соображениям, допустим, философского порядка. Аналогичным образом, случающиеся ошибки в восприятии не отменяют надёжность его механизмов в нормальных ситуациях.

Возьмём другой пример. Наш жизненный опыт неопровержимо свидетельствует, что Солнце движется по небосводу, поднимаясь над

горизонтом и вновь спускаясь за горизонт. Затем было «научно» установлено, что это – иллюзия, поскольку «на самом деле» (следует быть очень внимательным, когда используется пресловутое «на самом деле», да еще в сомнительных ситуациях) движется не Солнце, а мы вместе с Землёй вокруг Солнца. Глаза обманывают нас; в действительности движется не то, что кажется движущимся, и т.п. Теперь, правда, некоторые специалисты уверяют, что Коперник не был абсолютно прав, а Птолемей не столь уж и ошибался, когда первый говорил о вращении Земли вокруг Солнца, а второй утверждал обратное. Более того, создатель теории относительности А.Эйнштейн и выступивший его соавтором физик Л.Инфельд пришли к выводу о бессмысленности противопоставления этих утверждений.

В общей теории относительности «Мы будем в состоянии применять законы природы в любой системе координат. Борьба между воззрениями Птолемея и Коперника, столь жестокая в ранние дни науки, стала бы тогда совершенно бессмысленной. Любая система координат могла бы применяться с одинаковым основанием. Два предложения — «Солнце покоится, а Земля движется» и «Солнце движется, а Земля покоится» — означали бы просто два различных соглашения о двух различных системах координат»²⁵.

Свидетельства органов чувств тем самым были восстановлены в данном случае в своих правах. А если бы не были? Нуждаются или нет подобные свидетельства в вердикте науки на предмет их соответствия действительному положению дел? Если речь идёт о регулярно наблюдаемых природных (исключающих возможность искусственной подделки) явлениях, к тому же допускающих фиксацию при помощи приборов (например, движение Солнца по небу можно снять на видеокамеру), то сомнений в их реальности не может быть никаких. Независимо от того, что скажут по этому поводу специалисты от науки. Никакой самый признанный авторитет здесь не должен выступать в роли судьи. Можно тем или иным способом объяснять эту реальность, но никак нельзя объявлять её объективно не существующей и иллюзорной. Ведь иллюзии и галлюцинации невозможно зафиксировать приборами.

Представим себе путника в пустыне, увидевшего впереди себя оазис с цветущими пальмами и потоками воды. Должен ли он считать возникшую перед ним картину достоверной, соответствующей реальности? Как и в случаях со «сломанным» веслом и движением Солнца по небосводу, ответом должно быть твердое «да» (разумеется, подразумевается, что путник здоров и находится в здравом уме и твёрдой памяти). Путник может настаивать на том, что он действительно видит оазис как реальность внешнего мира и с целью

²⁵ Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики. М., 1965. С. 176.

доказательства справедливости своих слов может, например, сфотографировать картину, которую видит впереди себя. Что он и его оппоненты увидят на фотографии? То же самое, что он видел своими глазами – пальмы, воду и т.д. Как и в примере с веслом, иллюзией было бы не увидеть оазис впереди себя, даже если это – мираж, многократно скрадывающий расстояние. Зеркальные эффекты в атмосфере (миражи), явления преломления света на границах различных сред («сломанное» весло) и другие подобные феномены не менее реальны, чем сами оазисы, вёсла и прочие объекты. Сколь бы далеко не ушла наука вперед, она не в состоянии поколебать того, скажем, обстоятельства, что жители Земли будут видеть движение Солнца по небосводу и при желании фиксировать это движение с помощью бесстрастных приборов (тех же фотоаппаратов, например) до тех пор, пока существуют они сами, планета и светило. То, что Солнце движется по небосводу – это объективный факт. Можно предлагать (как уже отмечалось) различные объяснения этого факта, но не впадая при этом в иллюзию, будто объяснение факта и есть сам факт.

Между тем вновь и вновь повторяются попытки объявить реальности нашего жизненного опыта иллюзорными. Разумеется, нельзя утверждать, что жизненный опыт, интуиция и здравый смысл любого из нас свободны от ошибок и заблуждений. Но и тот, кто зачисляет восприятие движения Солнца по небосклону в разряд иллюзий, и тот, кто проводит аналогичную операцию с ощущением течения времени, действуют, основываясь на глубоком неверии в возможности вненаучных способов познания (которые отнюдь не обязательно претендуют на замену науки чем-то иным), на превратном представлении о роли и месте научных понятий в системе человеческих знаний. Следует подчеркнуть, что *мы не знаем ни одного примера, когда бы органы чувств подавляющего большинства людей с неизбежностью свидетельствовали в пользу существования внешнего по отношению к человеку и его телу объекта или процесса, а затем это существование было бы опровергнуто наукой.* Знание законов не в состоянии отменить реальность наблюдаемого факта, подтвержденного независимыми свидетельствами в условиях, когда возможна его воспроизводимость. Наука опровергает не то, что дано каждому из нас как непосредственная окружающая реальность, а выводы и обобщения, которые люди порой склонны делать, опираясь лишь на здравый смысл. Более того, поспешные выводы характерны для рассуждений человека, который уверен, что не понесёт ущерба в

результате неправильного заключения. Напротив, реальный здравый смысл весьма осторожен, если ошибка может обернуться неприятными последствиями. Он не склонен в этом случае к обобщениям и далеко идущим выводам.

Если описанный миф срабатывает вопреки очевидности даже там, где возможна простейшая приборная фиксация подлинного положения дел (предъявление фотографий не оставляет сомнений, что миражи, преломления света и движения небесных тел не галлюцинации и не продукты стихийной активности сознания, а реальности), то надо признать, что в случае отсутствия такой фиксации рушится последний барьер на пути распространения мифа. Между тем, справедливо указывают, что эксперимент по удостоверению наличия течения времени или становления не только никогда не ставился, но и вряд ли вообще может быть поставлен. А то, существование чего не было подтверждено экспериментально, автоматически подпадает под подозрение: мало ли что способны изобрести человеческий разум и восприятие.

§2. В тисках экспериментального метода

В данном пункте произошла встреча со вторым наукообразным мифом (мифом, возникшим на собственно научной почве) – верой в то, что научно обоснованное утверждение о реальном существовании возможно только тогда, когда был поставлен соответствующий эксперимент, итоги которого позволяют принять утверждение о существовании. Если физика (или другая экспериментальная наука) не в состоянии осуществить эксперимент по проверке объективного существования течения времени – тем хуже для течения времени. Ясно, что мы имеем дело с ненаучным положением, даже опровергать которое серьёзная наука не обязана! Интересно было бы, однако, попросить воображаемых оппонентов составить реестр объектов и явлений, реальность существования которых была подтверждена экспериментальным путём. Много ли найдется таких объектов, не окажется ли список слишком коротким? Действительно, никто не собирается отрицать, что некоторые вопросы о существовании решаются или должны решаться исключительно в эксперименте. Но по меньшей мере наивно было бы думать, что это касается всех объектов и феноменов, являющихся предметом интереса науки. Нам неизвестны эксперименты, в которых, скажем, удостоверялось бы

существование государств. Однако отсюда не следует, да и вряд ли разумно настаивать на том, что государства – это фикции или объекты лишь ненаучных интересов. Почему же течение времени, которое воспринимается как непосредственная реальность всеми людьми, – фикция?

Вполне возможно услышать в ответ обвинение в том, что автор критикует заведомо абсурдную точку зрения, у которой нет и не может быть сторонников в научной среде, что требование обязательности экспериментальной проверки касается лишь тех явлений, которые изучают экспериментальные науки, такие, как физика. Если свойства объективного времени изучает физика и течение времени – свойство самого времени, а не воспринимающего его субъекта, то течение времени должно изучаться в эксперименте, а не как-нибудь ещё.

Можно согласиться с тем, что критикуемая точка зрения абсурдна, но не с тем, что у неё нет сторонников. Гипертрофия экспериментального метода как единственно истинно научного в сознании некоторых ученых (среди них есть и выдающиеся) – неоспоримый факт. Там, где экспериментальный метод не применяется, там нет науки – вот их позиция, доведенная до логического конца. Даже математика в этом случае не наука. Ведь её истины не подтверждены экспериментально! Тем более не являются науками отрасли знания, изучающие личности, государства, цивилизации и тому подобные сомнительные с точки зрения «истинной» науки объекты. Дело даже не в том, относят сторонники такого подхода, допустим, гражданскую историю к науке или нет, а в том, что истины, добытые не экспериментальным путем, оцениваются рангом ниже полученных в эксперименте. Это если и наука, как бы говорят нам, то второго сорта, не столь надежная и обоснованная, как экспериментальная.

Много ли можно добиться, опираясь лишь на эксперимент, даже в такой цитадели экспериментального знания, как физика? Вот в чём проблема. Обескураживающий факт (выявленный еще А.Пуанкаре²⁶): на вопрос о том, чему равна скорость света на пути от A к B и от B к A , по отдельности нет и не может быть ответа! Можно измерить лишь скорость, с которой свет преодолел суммарное расстояние от A к B и обратно, но не скорость в каком-либо одном направлении. Утверждение о том, что скорость света есть константа – не более чем

²⁶ Пуанкаре А. О науке. М., 1983. С. 178.

гипотеза, которую к тому же невозможно проверить экспериментально.

Мы сталкиваемся здесь не с обстоятельством частного значения. Раз уж такие чётко сформулированные, причем на языке приборно измеряемых характеристик, вопросы остаются без экспериментального ответа, возникают серьезные сомнения в полноте возможностей экспериментального метода в деле всестороннего описания объективной реальности. Сказанное тем более верно, что на практике экспериментальные теории явно или неявно принимают целый сонм экспериментально неподтверждённых положений, что порой приводит к различного рода концептуальным трудностям в их обосновании, например, к так называемому «парадоксу альтернативных онтологий»²⁷. Таким образом, не следует слишком уповать на эксперимент в деле изучения течения времени. При всей важности экспериментального метода – это лишь один из способов научного познания действительности.

Другое возможное возражение состоит в указании на ряд явно субъективных феноменов и переживаний, таких, как боль, например. От того, что чувство боли известно всем и каждому, оно не стало принадлежностью объективного мира, существующего независимо от способных испытывать это чувство живых существ. Как чувство, боль – реальность, но только как чувство, не более того. Что, если становление или течение времени – некая разновидность подобного субъективного чувства, сопровождающего наше восприятие окружающей действительности? В самом деле, реальность течения времени как своеобразного ощущения или умонастроения не подвержена сомнениям (с этим согласны и сторонники тезиса об иллюзорности становления). Какие, однако, есть основания настаивать на существовании объективного коррелята, изоморфного или, по крайней мере, структурно схожего с этим чувством?

Мы не считаем этот вопрос чрезвычайно трудным. Конечно, если бы мы могли видеть, слышать или осязать течение времени – все решалось бы достаточно просто (как в случае с миражами и другими разобранными выше примерами). Имелась бы возможность и экспериментального подтверждения существования становления (коль скоро существуют «видящие» и «слышащие» приборы). Но чего нет, того нет. Однако, отсутствие особых органов восприятия течения времени компенсируется тем, что в ходе эволюции живые существа дифференцировали свои ощущения таким образом, чтобы отличать

²⁷ Чудинов Э.М. Природа научной истины. М., 1977.

ощущения и восприятия собственных состояний от вызванных внешними объектами и ситуациями. Не является ли восприятие времени исключением? Нет, не является. В действительности мы способны различать субъективное восприятие времени и объективную длительность событий и процессов. Или отличать желание попасть в прошлое или будущее от объективного факта своего нахождения в настоящем. И т.д.

Кроме того, в вопросе обоснования объективности течения времени не следует полагаться только на изучение механизмов индивидуального восприятия темпоральности. Если наше чувство времени и традиционные философские представления о времени имеют объективный коррелят, то не попробовать ли поискать ответ на вопрос о его природе за пределами жизни индивида, на уровне поколений людей и даже за пределами существования человечества? Ведь если будут найдены надёжные указания на существование течения времени до появления человека, всякие сомнения в объективности становления отпадут.

§3. *Необходимость междисциплинарного подхода к изучению времени*

Понятие времени является одной из самых фундаментальных категорий науки и философии. Первоначально, начиная с античности, проблема времени разрабатывалась в философии, и лишь с возникновением в XVII в. экспериментального естествознания становится достоянием науки. Научный подход к проблеме времени был осуществлён самой передовой дисциплиной того времени – физикой. Авторитет физики был настолько велик, что возобладали точка зрения, согласно которой всякое претендующее на научность исследование времени должно либо проводиться методами физики, либо основываться на имеющихся физических теориях времени. Успехи теории относительности в XX в. только закрепили сложившееся положение дел. Отныне иные, не физические, подходы к проблеме времени стали достоянием гуманитарного познания, неизбежно субъективного в своих основаниях, и потому воспринимаемого как ненаучное или, в лучшем случае, полу научное занятие.

Исключением из этого правила являлась лишь психология восприятия времени, занимающая промежуточное положение между

естественными и гуманитарными науками. Но психология, с её установкой на изучение психической деятельности людей, по самой своей природе также отдаёт приоритет субъективности. Поэтому проводилось и проводится разграничение между исследованием объективных свойств времени (физика), и свойств восприятия времени (психология), между которыми отнюдь не должно было быть полного согласия. Наоборот, всякая нестыковка между психологическими данными и физическими теориями времени однозначно истолковывалась как имеющая субъективную природу. Например, нашему переживанию времени неизменно сопутствует представление о его течении. Между тем, анализ физических теорий показывает, что в них нет ничего, что напоминало бы о течении времени. Отсюда вывод: течение времени (или становление) имеет субъективное происхождение и не присуще объективному времени как таковому.

На самом деле, на наш взгляд, имеется ещё одна достаточно широкая область исследований времени, в которой получают результаты, несовместимые с некоторыми выводами физики. Речь идёт о науках, изучающих прошлое: геологии, гражданской истории, палеонтологии и т.д. Проблема, однако, в том, что упомянутая несовместимость не замечается или ей не придаётся значения. Так, топология шкалы геологического времени отлична от топологии принимаемых в физике темпоральных шкал. Но несомненная продуктивность физических методов установления времени возникновения пород, ведущая к абсолютным значениям (пусть и в некотором интервале) их возраста, выгодно отличается от результатов описательной геологии, способной лишь к качественным выводам о том, какой слой образовался раньше. В итоге стихийно складывается представление о достаточности и даже о превосходстве физической концепции времени над её геологическим аналогом. Это представление не состоятельно. В реальной науке действительно имеются фундаментальные результаты изучения времени, не укладывающиеся в рамки воззрений, сложившихся в физике. Эти результаты нуждаются не только в фиксации, но и в объяснении, что и планируется сделать в данной работе.

Таким образом, мы можем констатировать возникновение новой проблемной ситуации, связанной с попытками переосмыслить феномен времени в науке. Полагаем, успех подобных попыток может быть достигнут на основе широкого междисциплинарного синтеза. Мы исходим из гипотезы о том, что разные науки дают лишь

частичный образ объективного времени. Поэтому полноценные концепции времени должны формироваться не в рамках какой-либо отдельной научной дисциплины (кстати говоря, нет и вряд ли будет специальная наука о времени как таковом), а в многомерном междисциплинарном контексте. В этой связи основное внимание предполагается уделять не столько особенностям различных предметных областей, сколько методам изучения темпоральности в той или иной сфере научного знания.

Актуальность предлагаемого подхода обусловлена не сиюминутными причинами, а долговременными тенденциями, складывающимися в науке. Современное научное сознание уже не удовлетворяется частичными представлениями о времени. Назрела необходимость предпринять попытку междисциплинарного синтеза, которая будет шагом вперёд в деле создания целостной концепции времени. Новым здесь является сам подход к пониманию сути феномена времени. Проблема темпоральности рассматривается не как подлежащая изучению средствами одной науки (пусть даже такой авторитетной, как физика), а как междисциплинарная область исследований. Поэтому в действительности перед нами не отдельная проблема, а междисциплинарный проблемный комплекс, требующий применения различных научных методов и разработки разноплановых концептуальных аппаратов.

Необходимо выявить и проанализировать основные свойства, присущие объективному времени. Поиск этих свойств должен опираться на результаты, полученные в разных науках, напрямую сталкивающихся с феноменом темпоральности. Речь идёт, в первую очередь, о физике, геологии, биологии, гражданской истории и логике. Поскольку методы и понятийные каркасы перечисленных дисциплин совершенно различны, возникает проблема разработки общего языка и концептуального аппарата, позволяющих вести сравнительное обсуждение проблемы времени, сопоставлять выводы, полученные в этих науках. Разумеется, таким языком мог бы быть естественный язык, позволяющий обсуждать любые темы. Однако естественному языку свойственны серьёзные недостатки, связанные с его неоднозначностью, двусмысленностью и т.п., что делает данный язык мало пригодным для решения научных задач. Применение специального языка математики также не решит проблему, поскольку некоторые из упомянутых наук (гражданская история, например) фактически вообще не используют математику в сколько-нибудь развитой форме. Наилучшим кандидатом на роль искомого языка

является язык логики. Логический язык обладает строгостью языка математики, а в отношении универсальности в описании инвариантных структур из неподдающихся математизации предметных областей мало в чём уступает естественному языку. Поэтому мы планируем использовать соответствующим образом модифицированный язык логики, в рамках которого будем создавать необходимые концептуальные средства, позволяющие представлять ход исследования и полученные выводы в общезначимой и доступной для критике форме.

Часть II. Парменидовская наука

Проблемы, которые обсуждаются в этой книге, восходят к вопросам, поставленным еще в античной философии. Является ли бытие изменчивым и делимым, или оно неподвижно и не содержит частей? И чем является знание – знанием о вещах текущих или же знанием о том, что не подвержено становлению? Как известно, давались различные и даже прямо противоположные ответы на эти и им подобные вопросы. Некоторые из ответов носили парадоксальный характер, поскольку находились в вопиющем противоречии с показаниями органов чувств. В первую очередь сказанное относится к философии Парменида и знаменитым апориям Зенона Элейского. Самое удивительное в том, что до сих пор предложенные элейцами решения вызывают споры и потому мы не можем считать, что располагаем окончательными ответами. Нерешенной остается и проблема изменчивости знаний...

Сама суть этих вопросов понимается существенно различным и, что того хуже, нередко маловразумительным образом. Не прекращаются попытки решить возникшие проблемы при помощи рассуждений в естественном языке, без использования специальных искусственных языков науки. Однако естественный язык оставляет нас в плену здравого смысла или аморфно-образных представлений. В любом случае эти средства не только недостаточны, но и прямо вводят в заблуждения, поскольку ситуация требует тонкого анализа, невозможного без формального понятийного аппарата. Но даже и тогда, когда используются точные формальные методы (математические и логические), возникает ощущение их неадекватности по отношению к заданной проблемной ситуации. Мы получаем точные ответы, но, по всей видимости, совсем не на те вопросы.

Здесь и в следующих разделах мы попытаемся исправить сложившееся положение дел, предложив адекватные логические средства анализа очерченного круга проблем, без претензий на окончательность как самих методов исследования, так и тех вопросов и ответов, к которым мы придем в итоге. Подчеркнем, что итогом будут не только ответы, но и вопросы. Ведь спрашивающий неизбежно нечто утверждает, поэтому верно говорят, что правильно поставленный вопрос есть уже наполовину ответ.

Глава 3. Учение о неизменности бытия

§1. Философия и научная философия

Разноплановые до пестроты человеческие познавательные возможности можно упорядочить по величине дистанции, отделяющей субъекта от представляющих интерес предметов исследования. Познание бывает *ближнее* и *дальнее* в зависимости от того, попадает в поле нашего внимания непосредственно окружающие нас вещи и ситуации, доступные органам чувств, или же мы сосредотачиваемся на изучении объектов невидимых, не ощущаемых (возможно, используя для этого результаты познания первого рода). Говоря коротко, ближнее познание исследует *чувственные* аспекты мира, а дальнее – *сверхчувственные*.

Рискну утверждать, что сверхчувственные объекты появляются только в *науке*. Никакая другая форма человеческого познания на такое не способна. Постигающее природу и человека искусство, размышляющее о боге религиозное сознание, познавательная деятельность в сфере повседневных забот – все эти разновидности познания не выходят за границы вызванных внешними факторами или придуманных нами самими чувственных восприятий и представлений. Очевидно, что художник не в состоянии выставить невидимые картины, музыкант играть беззвучную музыку, а рабочий – исправить неосознаваемый механизм. Сомнения, однако, могут возникнуть по поводу религиозного познания. Разве идея бога не сверхчувственна? Идея – да, возможно. Но нет ничего более противоположного религиозному мышлению, чем чисто рассудочное, умозрительное представление о божественном. На самом деле бог (или боги, демоны и т.д.) всегда должны напрямую проявить себя как чувственные феномены, дабы обнаружить свою реальность. Не всем религиозным людям дано видеть или слышать бога, но любой подлинно религиозный человек так или иначе *ощущает* в себе присутствие божественного начала²⁸.

Даже в науке далеко не все объекты являются сверхчувственными. Главное, что они там есть. Исторически первое появление сверхчувственного объекта в едва возникшей науке (мы имеем ввиду

²⁸ За аргументацией отсылаю к обстоятельной книге: Джеймс У. Многообразие религиозного опыта. М., 1993.

открытие, говоря современным языком, иррациональности числа $\sqrt{2}$) привело к драматическим последствиям, справиться с которыми смогли лишь по прошествии двух с половиной тысячелетий, по сути, уже в наше время. Но сейчас речь не об этом. В данный момент важно учесть следующее. Наука распадается на отдельные дисциплины, образующие иерархию по степеням близости к фундаментальным, базисным наукам. В любом перечне к фундаментальным дисциплинам относят физику, обычно (но не всегда) добавляя к ней химию, биологию и (реже) некоторые другие науки. Между тем, едва ли всеми осознан тот факт, что глубина фундаментальных научных теорий в существенной мере обусловлена прогрессом науки особого рода – математики. Построение здания современной физики было бы невозможно, если бы отсутствовал развитый математический аппарат, позволяющий выразить всю сложность стоящих перед физикой проблем. Знание физики предполагает знание соответствующих разделов математики, но не наоборот. Математическую сторону дела можно изучать независимо от физических соображений. Таким образом, оказывается, что математика по степени фундаментальности превосходит физику. Но углубление в, казалось бы, строгие и однозначные математические основания физики, вместо обретения твёрдой почвы под ногами, приводит к ощущению зыбкости и неустойчивости.

В начале нынешнего века выяснилось, что математика не едина, что могут быть построены разные математики (например, в зависимости от понимания того, что такое доказательство). Какую из них выбрать, что взять за основание такого выбора? Каков бы он ни был, выбор определяется философской позицией интересующегося основаниями математика. Получается, что философия еще более фундаментальна, чем математика. Легко предвидеть несогласие со сделанным выводом. Рассуждая в аналогичной манере и принимая во внимание наличие различных до несовместимости философских концепций, правомерно поставить вопрос: а что определяет выбор философии – ещё какие-то факторы? А как выбираются они? Не впадаем ли мы здесь в дурную бесконечность?

В действительности уже математике за большую фундаментальность приходится платить дорогую цену утраты связи с экспериментальными методами науки. Математика нужна экспериментатору, но математик не нуждается в эксперименте, по крайней мере, в принципе. Разговоры о превращении математики в экспериментальную науку в связи с применением компьютеров в

доказательствах математических теорем так и остались разговорами: компьютеры привнесли много нового в математическую проблематику, но природа математического знания осталась прежней, далекой от эксперимента²⁹. На этом основании математику в странах, говорящих на английском языке, не считают наукой. Известный физик Р.Фейнман писал по этому поводу.

«Математика, с нашей точки зрения, не наука – в том смысле, что она не относится к естественным наукам. Ведь мерило её справедливости отнюдь не опыт. Кстати, не все то, что не наука, уж обязательно плохо. Любовь, например, тоже не наука. Словом, когда какую-то вещь называют не наукой, это не значит, что с нею что-то неладно: просто не наука она, и все»³⁰.

Если математику отлучают от науки, то что тут можно сказать о философии... Философия не обладает присущим математике достоинством доказательности, не говоря уже об экспериментальной подтверждаемости. Такова плата за фундаментальность философии: её научный статус еще более сомнителен, чем статус математики. Получается, что чем дальше мы уходим к первоосновам науки, тем менее определённой становится познавательная ситуация. Но бесконечное падение удастся предотвратить: философия является последним основанием знания, поскольку выбор философии осуществляется по философским же соображениям. Круг замыкается и акты выбора на этом прекращаются. Наука возникает из философии, а философия, в свою очередь, тоже из философии. Эмпиристское объяснение философии (из бессознательного, социального, культурного, телесного и проч.) не противоречит сказанному, так как эмпиризм – это разновидность философии. Дело в том, что философия образует *линию горизонта* всякого возможного человеческого познания: *философия – это знание на пределе видимого разумом*³¹. Линию горизонта можно сдвинуть или расширить, заняв другое место или поднявшись повыше, но перейти её нельзя. Аналогичным образом, философствовать можно по-разному, но попытка выйти за пределы философии в надежде найти какое-то более фундаментальное знание обречена на неудачу. В лучшем случае удастся расширить поле философского видения, и прогресс в философии состоит именно в таком расширении границ доступного познанию.

Итак, философское знание находится на линии горизонта, т.е. на исторически определённом пределе познавательных возможностей

²⁹ Подробнее см.: Анисов А.М. Понимание математических доказательств и ЭВМ. // «Вопросы философии», 1987, №3. С.29-40.

³⁰ Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т.1 - 2. М., 1976. С.56.

³¹ Даже иррационалист, поскольку он философ, пользуется разумом для ниспровержения разума.

человека, за которым прекращается всякий рациональный дискурс. Однако подобно тому, какдвигающийся путник раздвигает горизонты, каждое новое слово в философии обеспечивает продвижение за прежние пределы. Предварительным условием сдвига исследовательского горизонта выступает осознание природы той границы, до которой доходил взгляд философов не только прошлого, но и настоящего. А раз настоящего – значит, обращенного к нам, ныне живущим. Тем самым мы выставляем требование определить, где проходит линия горизонта нашего собственного исследования, что ограничивает дальнейшее продвижение вперед. Хотя не всегда можно обеспечить выполнимость сформулированного требования, надлежит к этому стремиться. Порок очень многих философских построений (особенно прошлого) заключается в том, что предел собственных возможностей постижения принимался за окончательный на все времена.

Так в философию проникала идея *Абсолюта*, остававшаяся в ней какое-то время даже тогда, когда стало понятным, что выводы науки с неизбежностью корректируются или даже пересматриваются последующими поколениями учёных – в отличие от учёного, находящегося внутри сферы познания и имеющего пространство для движения, философ работает на её границе, идти ему дальше некуда и потому, дескать, его приговор окончательный и обжалованию не подлежит. Вынужденные под напором фактов признать не абсолютность также и философских концепций, некоторые мыслители пришли к заключению о конце философии вообще. На наш взгляд, проблема решается просто: философия должна научиться скромности и не принимать наличный горизонт за окончательный. В этом отношении её положение не лучше, чем у других наук. Никаких привилегий, дающих право на изречение абсолютных истин, философия не имеет. Но специфика философии, как исследования на пределе рационально возможного на данный момент, остается.

Где проходят границы данного исследования? В нашем случае линия горизонта задается следующими двумя постулатами:

1. *Существуют объекты;*
2. *Объекты имеют свойства и вступают между собой в отношения.*

В современной логике свойства трактуются как одноместные отношения, а отношения называются *предикатами*. Отсюда принимаемая *онтология* (т.е. философская теория существования) может быть обозначена как *объектно-предикатная* онтология. Можно

ли выйти за её границы? Ответ на этот вопрос находится за горизонтом и потому для нас недостижим. Поставим вопрос иначе: насколько эта онтология пригодна для целей познания? Во-первых, объектно-предикатная онтология *универсальна*, так как в её рамки укладываются практически все человеческие знания и весь известный мир без остатка. Во-вторых, данный тип онтологии наиболее разработан в *теоретическом* плане, что отражено в литературе по символической логике (поэтому знакомство хотя бы с основами этой науки более чем желательно). В-третьих, ей пока просто нечего противопоставить в качестве приемлемой *альтернативы*, пригодной для философского анализа бытия и познания. Стало быть, наш выбор вынужденный.

Очень важно понять, что объектно-предикатная онтология не предрешает ответа на вопрос: *В каком смысле существуют объекты и предикаты?* Так, объектами могут быть числа, геометрические фигуры, бесконечно удаленные точки и другие абстракции, домовые, лешие, единороги и прочие создания народной фантазии, предметы повседневного быта, философские категории, правовые и моральные нормы, телесные ощущения, состояния сознания, – короче, объекты могут быть всем, чем угодно. Поэтому, приняв объектно-предикатную онтологию, мы ни на шаг не приблизились к разрешению старого философского спора о существовании вещей вне нас. Далее, в каком смысле существуют предикаты объектов, такие как “деревянный”, “электромагнитный”, “храбрый”, “белый”, “больше, чем”, “позади от” и т.д.? Вновь сама по себе объектно-предикатная онтология не дает решения вопроса, известного со времен средневековья как проблема универсалий. Стало быть, общий всем философским концепциям логический скелет объектно-предикатной онтологии ещё должен быть облечен в плоть и кровь онтологической конкретики.

Какие же конкретные онтологические проблемы предполагается обсудить? Основной будет проблема *становления*., тесно связанная с более общей философской проблемой времени. Вопрос о становлении, как он здесь ставится, это вопрос о том, *течёт ли время?* Является ли наш универсум статичным, завершённым образованием, или он находится в процессе становления во времени и потому является темпоральным универсумом? Существует только бытие или есть также темпоральное небытие, представленное уже несуществующими или ещё не возникшими объектами? Течение времени или становление, как процесс временного перехода от небытия к бытию или от бытия к небытию, от несуществующего к

существующему и обратно, предполагает наличие небытия. Но исследование небытия порождает логические трудности: можно ли описать то, чего по самой сути нет? Какое решение поставленных проблем (неважно, явное или неявное, осознанное или неосознанное) дает реальная наука?

Острота проблемы становления связана, в первую очередь, с коллизией, возникшей между кажущимся несомненным свидетельством в пользу наличия феномена течения времени со стороны здравого смысла и чувственного опыта, и столь же уверенным выводом об отсутствии течения времени, сделанном со ссылкой на авторитет физической науки. Мы присоединяемся к мнению К.Смита, следующим образом оценившего сложившуюся ситуацию: «Один из центральных спорных вопросов философии времени XX столетия – является ли временное становление независимой от мышления особенностью, присущей событиям, или кажимостью, присущей свойству человеческого понимания?»³².

Возникает вопрос, какими методами будут решаться эти и им подобные проблемы? В самой общей форме можно ответить: методами науки там, где это возможно, полагаясь в остальных случаях на просвещенный здравый смысл. Приоритет будет отдан *логическим* методам, уже продемонстрировавшим свою плодотворность в философских исследованиях XX века. Характер обсуждаемых проблем таков, что естественный язык, со свойственной ему двусмысленностью и неопределенностью значений, зачастую не способен выразить тонкие оттенки смысла предлагаемых интерпретаций. Многие философские проблемы просто не могут быть адекватно поставлены на естественном языке, не говоря уже об их решении. Отсюда вытекает вывод о необходимости использования логико-математического аппарата в философии, что придает ей статус научной дисциплины³³.

При этом мы не утверждаем, что использование математики обязательно для науки. В ней имеется обширное поле не математизированного знания. Такова, например, большая часть исторического знания, которое также нуждается в философском осмыслении, как и точное естествознание. Если философ ограничит себя лишь теми выводами, которые основываются на анализе данных

³² Smith Q. The Mind-Independent of Temporal Becoming. //Philosophical Studies, Dordrecht, 1985, vol. 47, N 1, p.109.

³³ Подробнее см.: Анисов А.М. Концепция научной философии В.А.Смирнова // Философия науки. Вып.2: Гносеологические и логико-методологические проблемы. М., 1996.

научных исследований, и будет избегать спекулятивных рассуждений, то у него есть шанс остаться в лоне науки. Конечно, полученные *так* работающим философом выводы не могут претендовать на абсолютность. Неверие в возможности метафизики во многом обусловлено догматизмом традиционной философии, её стремлением во что бы то ни стало достичь абсолютной, верной всегда и везде, истины. Поколебать это неверие можно лишь одним способом: основываться по преимуществу на тех знаниях, которые получены наукой к настоящему моменту.

Философия в таком случае становится рефлексией над наукой: научные теории рассматриваются как своего рода квазиэмпирический материал, подлежащий обобщению и анализу логическими средствами. Последние, в свою очередь, должны быть *адекватными* используемому материалу, что может потребовать их модификации или даже создания нового логического инструментария, что также является задачей философии. Через логику в философию входят сверхчувственные объекты, с которыми возможна работа со всей доступной на сегодняшний день научной строгостью. Этим современная научная философия отличается от традиционной и сохраняющейся поныне спекулятивной философии, способной вызвать к себе интерес, но не способной предложить конструктивные решения философских проблем.

Конечно, не все согласятся с предлагаемой методологией философского исследования. Основания для сомнений действительно есть. Принимая некоторый логический аппарат, не порождаем ли мы тем самым вопросы, по сути носящие не философский, а всего лишь *технический* характер? Не окажутся ли введённые таким образом объекты эпифеноменами, вызванными к жизни особенностями логической теории? На практике нередко так и бывает. Сначала строится логическая теория, и только затем подыскиваются её приложения. Для логика-математика это естественный стиль работы (он вправе даже вообще игнорировать вопрос о приложениях). Однако, если речь идет о попытке решения конкретных философских проблем, такой подход ведёт в тупик. Вместо настоящих решений мы рискуем получить артефакты, не имеющие отношения к делу. Выход состоит в обращении указанных этапов исследования: *сначала* следует, используя возможности естественного языка, проанализировать проблему с *содержательной* точки зрения, и лишь *затем* пробовать решать её при помощи *формальных* логико-математических методов.

Ведь, как уже говорилось выше, философская проблематика возникает на дологическом уровне. Поэтому неизбежен вопрос о выборе той или иной логики, а этот выбор осуществляется по философским основаниям. Не в том смысле, что нужно исходить из заранее принятой догматической философской позиции, а в том смысле, что вначале необходимо содержательно исследовать возникшую проблему, по возможности избегая предвзятости. Например, сколько истинностных значений может иметь правильно построенное высказывание? Аппарат многозначных логик позволяет вводить какое угодно количество истинностных значений. Но какое это имеет отношение к реальным высказываниям о мире? Если интересоваться именно такими высказываниями, то спектр выбора существенно сузится. Здесь творческая активность субъекта будет ограничена независимой от него действительной ситуацией, которая может потребовать не только выбора конкретного логического аппарата, но и существенной модификации имеющихся логических средств.

Применение логических методов в философии делает философское знание фальсифицируемым и, тем самым, научным. Неудачи в логических построениях могут быть зафиксированы интерсубъективным образом, что придает критическим замечаниям принудительный характер. Опять-таки в наиболее важных случаях суть не в технических деталях. Технический провал, как минимум, бросает тень на лежащую в основе логических манипуляций содержательную идею. Скажем, до сих пор, несмотря на многочисленные попытки, не построена удовлетворительная теория индукции, которую можно было бы поставить в один ряд с теорией дедуктивных рассуждений. Интуитивные представления о значимости индуктивных умозаключений в научном познании так и не воплотились в адекватном с теоретической и практической точек зрения формальном аппарате. На наш взгляд, данный факт напрямую связан с крахом индуктивистской программы обоснования научного знания. Постоянные неудачи показывают, что успешная теория индукции не создана не потому, что остались непреодоленными технические трудности, а из-за ошибочности исходной философской позиции.

Напротив, построение корректной формальной теории, способной давать адекватные ответы на заданные вопросы, служит подтверждением правдоподобия первоначальных философских интуиций. Так, упоминавшаяся выше многозначная логика

исторически возникла как вариант решения старой философской проблемы детерминизма и индетерминизма. При этом понятие индетерминизма вводилось без всякой мистики и было определено с достаточной степенью строгости³⁴, что только способствовало конструктивной критике первоначальных построений и дальнейшему продвижению в понимании проблемы³⁵.

Сделаем ещё одно замечание, имеющее принципиальное значение. То, что одной из важнейших задач философии является исследование научных теорий логическими средствами, утверждалось еще неопозитивистами. Но, согласно неопозитивизму, результатом такой философской деятельности будет анализ *языка* науки, ничего нового не способный сказать о мире по сравнению с тем, что было сказано самой позитивной наукой. Видимо, этот вывод объясняется тем обстоятельством, что неопозитивисты, по преимуществу, занимались анализом только одной позитивной дисциплины – физики, считая остальные описывающие мир науки либо сводимыми к физике, либо вообще недоразвитыми образованиями. Ну, а что можно добавить к описанию физической реальности, если изучать только физические теории и их язык? Очевидно, что ничего существенного. В противном случае пришлось бы принять какую-то версию полностью дискредитировавшей себя натурфилософии.

А если усомниться в тезисе, что лишь одна наука – физика – способна дать подлинное описание реальности? На чём, собственно, основывается этот тезис? Никакой развернутой аргументации в его пользу физикалисты привести не в состоянии, так что на деле он является ничем не подкреплённой догмой. Действительное развитие науки показывает не только то, что многие дисциплины не удаётся свести к физике (это было бы полбеды, поскольку оставалась бы надежда сделать это в будущем), но и то, что картины мира, рисуемые физикой, с одной стороны, и историческими науками, с другой, оказываются *существенно различными*. Чем объяснить различия картин мира? Недостаточными познавательными усилиями специалистов в исторических науках? Наивное объяснение. Перейди выдающийся физик в эволюционную биологию или гражданскую историю, он вряд ли сумеет немедленно достичь каких-либо стоящих результатов, хотя он и вооружен, как уверяют физикалисты, самым передовым знанием.

³⁴ Лукасевич Я. О детерминизме. // Логические исследования. Вып.2. М., 1993.

³⁵ Подробнее см.: Гл. 17.

Может быть, проблема не в мнимой недоразвитости упомянутых дисциплин, а в том, что они изучают такой аспект реальности, который не укладывается в прокрустово ложе физических теорий? Что если физика описывает лишь одну из сторон реальности, совершенно не замечая других, а исторические дисциплины столь же слепы в отношении физической реальности? Историк и физик «не видят» друг друга – слишком велика дистанция между ними. А если допустить, что они находятся в разных мирах, что надо говорить не об универсуме, а об универсумах, что мир не образует никакого единства, и лишь целостность человеческого сознания заставляет искать аналог этой целостности во внешней реальности? Мы исследовали такую возможность и пришли к негативным выводам в отношении существования одной реальности и, тем более, единой реальности³⁶. Никакого практического единства в духе «физика становится историей, а история становится физикой» в обозримом будущем, а, может быть, и вообще, достичь невозможно. В этом смысле названные дисциплины действительно занимаются разными объективными реальностями. Однако это не означает, что их нельзя объединить на некоем *метауровне*, на котором физика и история представлены в «свёрнутом» виде, т.е. в абстрактной форме, которая не связана с конкретными физическими и историческими знаниями. Возможность построения такого метауровня реализована в данной книге в виде единства законоподобных *инвариантов* вычислительных циклов («физика») и недетерминировано порождаемых в ходе их выполнения *уникальных событий* («история»).

Подобные синтетические задачи по построению метауровней для совершенно различных дисциплин не только не могут быть решены, но даже не могут быть поставлены ни в одной из позитивных наук, и таким образом, целиком остаются в ведении философии. Теперь от философии можно ожидать *онтологических результатов*, но полученных не вне и помимо науки, как в натурфилософии, а исключительно в рамках науки. Только философия смотрит на мир не глазами отдельной научной дисциплины, а использует в качестве своеобразного квазиприбора сразу несколько позитивных наук.

Итак, если смотреть на мир через призму одной лишь физики, ничего помимо зафиксированного в физических теориях увидеть нельзя. И тогда правы неопозитивисты, наложившие запрет на существование философской онтологии. Справедливости ради

³⁶ Анисов А.М. Понятие реальности и логика // Логические исследования. Вып. 12. М., 2005. С. 14-31.

следует отметить, что некоторые философы культуры, напротив, склонны принижать значение естествознания вообще и физики в частности. Но тогда философия впадает в противоположную крайность с тем же результатом, так как метауровни на одном культурологическом материале построить невозможно. Очки культуролога оказываются столь же несовершенными, как и очки физикалиста, коль скоро речь идет об онтологии реального универсума. Напротив, философия, исходящая из тезиса, что наиболее глубокое знание реальности даёт наука, и сама пользующаяся методами науки, способна, на наш взгляд, предъявить такие вполне научно обоснованные онтологические построения, создание которых не под силу отдельным научным дисциплинам, даже фундаментальным. Следовательно, философская онтология возможна как наука в рамках научной философии. Аргументом в пользу последнего утверждения является эта книга. Впрочем, не нам судить, насколько обоснованы с точки зрения науки сделанные в ней онтологические выводы. Добавим лишь, что содержание книги не исчерпывается обсуждением онтологических проблем. Принятие определенной онтологии влияет на выбор гносеологической позиции. Как будет показано, имеется два типа существования, позволяющие дать ответ на вопрос “Что значит знать?”. И вновь оценку правдоподобия предлагаемой в заключительных главах теории познания мы оставляем за читателями.

§2. Время и бытие

Образ времени изначально служил выражением идеи изменчивости и текучести всего сущего. Находящиеся вне времени объекты если и допускались, то только в качестве имеющих божественные или полубожественные черты. Естественное существование, в отличие от сверхъестественного, обязательно протекает во времени; вещи рождаются, старятся и, в конечном счете, неизбежно погибают, уступая место новым поколениям вещей. *Восприятие* окружающего удостоверяет их реальное существование. Предмет может исчезнуть из области воспринимаемого, оказавшись закрытым или очутившись в пространственном отдалении от воспринимающего. Но есть и другой способ исчезновения предмета, не связанный ни с сокрытием, ни с расстоянием. Разбив вазу, человек видит перед собой груды черепков, вазой не являющихся. Куда при

этом делась сама ваза, о которой мы помним? Наша *память* хранит картины вещей и событий, в реальности которых мы не сомневаемся, хотя не способны их воспринимать. Значит, *есть реальность воспринимаемого и реальность вспоминаемого*, причем реальность первого рода вызывает впечатления такой силы, что возникает уверенность в том, что это – настоящая реальность. Это *настоящее*, полнокровное бытие, в отличие от неверных, зыбких свидетельств памяти. Но настоящее не удержать. С фатальной неизбежностью оно оказывается в памяти, в которой оно не может больше называться настоящим. Там оно *прошлое* – то, что было настоящим, было когда-то вазой или чем-либо еще, а теперь, в новом настоящем, является всего лишь бледной тенью минувшего. Появление новых настоящих порождает представление о будущем. В отличие от прошлого, *будущее* ещё более фрагментарно и туманно представляется человеку. Не ясно даже, с какой способностью души можно его связать. Если настоящее дано в восприятии, а прошлое в памяти, то как постигается будущее?

Как бы там ни было, сформировавшийся образ времени позволял осмысливать происходящее в мире и в самом человеке, не вызывая особых трудностей до тех пор, пока явившийся на смену образному постижению реальности понятийный анализ не поставил познающего субъекта перед пропастью, разделившей чувственное и умозрительное. Разделение времени на прошлое, настоящее и будущее основывается на представлении о том, что *есть* только настоящее, прошлого *уже нет*, будущего *ещё нет*. Но когда мы рассуждаем о прошлом и будущем, то мы говорим о чем-то или ни о чем? Очевидно, что все-таки о чем-то. Получается, прошлое и будущее тоже есть. А раз все три атрибута времени есть, не являются ли они едиными в том смысле, что существуют на равных основаниях? Ведь противоположностью “есть” или “существует” является “нет” или “не существует”. Но приписывать прошлому и будущему “есть” и “нет” противоречиво. Необходимо выбрать что-либо одно. Если выбрать “не существует”, то проблема исчезает сама собой, ибо о не существующем ничего и высказать нельзя. В этом случае остается одно только настоящее. Если же прошлое и будущее *по-настоящему* существуют, то чем тогда они отличаются по сути от так же существующего *настоящего*? Ничем. Вновь получается, что существует лишь настоящее. Отсюда фразы типа “не было, а потом возникло”, “существовало, а затем погибло” и т.п. с понятийной точки зрения не осмысленны.

Примерно так и рассуждает Парменид в поэме “О природе” о времени и бытии.

«Один только путь остается,
“Есть” гласящий; на нем – примет очень много различных,
Что нерожденным должно оно быть и негибнущим также,
Целым, однородным, бездрожным и совершенным.
И не “было” оно, и не “будет”, раз ныне все сразу
“Есть”, одно, сплошное. Не сыщешь ему ты рожденья.
Как, откуда взросло? Из не-сущего? Так не позволю
Я ни сказать, ни помыслить: немислимо, невыразимо
Есть, что не есть. Да и что за нужда бы его побудила
Позже скорее, чем раньше, начав ни с чего, появляться?
Так что иль быть всегда, иль не быть никогда ему должно»³⁷.

К аналогичным выводам, также принимая постулат “из ничего не может возникнуть ничего” приходит Мелисс: «Всегда было то, что было, и всегда будет. Ибо, если оно возникло, необходимо, чтобы до того, как возникнуть, оно было ничем. Если же не было ничего, никогда бы не возникло ничего из ничего»³⁸. В результате образным динамическим представлениям о текущем времени с тремя неизменными атрибутами прошлого, настоящего и будущего противопоставляется статическая концепция, с позиции которой становление во времени представляет собой иллюзию чувственного познания. Отличающимся от настоящего прошлomu и будущему в этой концепции отказано в объективном существовании. Имеется одно настоящее, которое объемлет в себе всё бытие. Но время, из которого изъяты процессы перехода от настоящего к прошлomu и будущему, оказывается лишенным своих фундаментальных характеристик и превращается теорией в явление либо вовсе не существующее, либо, по крайней мере, малозначительное и несущественное. Б.Рассел с присущей ему ясностью зафиксировал отмеченное обстоятельство.

«Нереальность времени – одно из главных положений многих метафизических систем. Зачастую оно номинально основано, как учение Парменида, на логических аргументах, но в действительности извлечено, по крайней мере основателями этих систем, из достоверности, порожденной моментом мистического инсайда».

«Вера в то, что подлинно реальное должно быть недвижимым, очень распространена...

Трудно разобраться, где истина и где ложь в этом воззрении. Аргументы в пользу того, что время нереально и мир чувств иллюзорен, следует, я думаю, считать ошибочными. Тем не менее, есть какой-то смысл, – который легче почувствовать, чем выразить, – в том, что время является незначительной и поверхностной характеристикой реальности. Прошлое и будущее должны быть признаны столь же реальными, как настоящее, и какое-то освобождение от

³⁷ Парменид. О природе // Фрагменты ранних греческих философов. М., 1989. С. 296. Фр. 8.

³⁸ Там же. С. 327.

рабства времени существенно важно для философского мышления. Значимость времени носит скорее практический, чем теоретический характер, относится в большей степени к нашим желаниям, чем к истине... И в мышлении, и в чувстве осознать незначительность времени, даже если бы оно было реальным, означает войти во врата мудрости»³⁹.

Взгляд Рассела можно считать современным выражением статической концепции времени. В нашей стране сходных воззрений, причём в крайней форме, придерживается известный философ А.Н.Павленко. В его статическом подходе ко времени начисто отрицается свобода выбора (при этом свобода превращается в форму жесткой необходимости) и возможность появления в универсуме чего бы то ни было нового⁴⁰.

Но в целом, в отличие от классической метафизической позиции (впервые сформулированной Парменидом и основанной на тезисе об иллюзорности временного потока), сегодняшний статический подход, нехотя и с оговорками признающий реальность времени, не столь последователен. Будучи, как правило, эмпиристами позитивистского толка, философы-статики не могут начисто отрицать существование временных рядов, поскольку их наличие подтверждается многочисленными данными как обыденного опыта, так и науки. Но от самосознания современной науки ускользает тот факт, что применяемый в ней арсенал понятий по самой своей сути не способен уловить идею становления или течения времени. Поэтому выход видят (Б.Рассел, А.Грюнбаум и многие другие) в том, чтобы реальной признать лишь ту часть времени, которую можно представить в пространственной, геометрической форме, данной, подобно пространству, сразу и целиком. Часть эта действительно незначительная и поверхностная, так что Рассел здесь прав. А что касается непространственного, сугубо специфического проявления времени, выраженного в неустранимой изменчивости разделения типов существования объектов на прошлые, настоящие и будущие, то именно оно и объявляется иллюзорным.

Я не знаю, пришел ли Парменид к своим идеям в результате мистического постижения или инсайда, как утверждает Рассел, но уверен, что элеатами (в особенности Зеноном) были предложены действительно логические аргументы в пользу тезиса об иллюзорности времени и движения. Та опространственная часть времени, реальность которой готовы признать современные статики, для элеатов просто не была бы временем. В этом они правы. *Время* –

³⁹ Рассел Б. Мистицизм и логика // Рассел Б. Почему я не христианин. М., 1987. С. 51-52.

⁴⁰ См.: Павленко А.Н. Бытие у своего порога. М., 1997. Павленко А.Н. Возможность техники. СПб., 2010.

это либо процесс, либо оно ничто. В качестве разновидности пространства оно ничто и, следовательно, не существует. Вряд ли элеаты (будь они наши современники) стали бы спорить с тем, что в геометрической картине движения есть точка, в которой траектория Ахилла пересекает траекторию черепахи. Но как, в результате какого *процесса* могло бы произойти упомянутой пересечение? Да, действительно, взяв время в его опространственном и завершенном виде нетрудно показать, что движение есть. Но как готовый результат, а не как процесс. Элеаты же отстаивали *немыслимость* времени и движения именно как процесса. Рассел и другие приверженцы статической концепции времени также не верят в реальность процессов. Для них это химера мистического ума. Разница между ними и элеатами, таким образом, в том, что последние приводили логические аргументы, демонстрирующие немыслимость процессов, а первые голословно объявляют идею процесса мистической (благо всякого рода мистиков действительно хватает) или, по крайней мере, иллюзорной, поскольку идея эта входит в противоречие с их любимыми догмами. Например, с догмой о том, что если становление до сих пор не открыла физика, то его вообще нет. А.Грюнбаум высказался предельно четко по этому поводу.

«...Ни в одной из существующих физических теорий не содержится никаких отличительных знаков (в смысле, связанном со становлением), которые говорили бы нам о том, что событие произошло именно «теперь». Если бы принадлежность к «теперь» была фундаментальным свойством самих физических событий, тогда было бы, конечно, довольно странно, что это свойство до сих пор оставалось вне поля зрения всех существующих в настоящее время физических теорий и это не *наносит никакого ущерба их успехам в объяснении явлений природы*»⁴¹.

Что верно, то верно – физика действительно успешно объясняет изучаемые ею явления без использования представлений о течении времени или становлении. Но что означают слова «физические события»? События, исследуемые наукой физикой? Тогда они заведомо не охватывают область всего существующего. Например, событие появления жизни на Земле, событие вымирания динозавров, событие взятия Рима готами, событие распада СССР, событие высадки человека на Луну – все эти и им подобные события находятся вне сферы проблематики физической науки. Однако они столь же несомненно существуют, как и события радиоактивных распадов, вспышек света, столкновений тел и т.д. Что, если становление присуще только событиям первого рода, в то время как события второго класса его не испытывают? Поскольку философия занимается

⁴¹ Грюнбаум А. Философские проблемы пространства и времени. М., 1969. С.402-403.

не отдельными видами существования, а стремится охватить их все, она не может ограничить себя лишь анализом физических событий. В чём же отличие первого и второго рядов событий? В интересующем нас аспекте в том, что события первого ряда происходят редко или вообще единичны, тогда как события второго ряда случаются сплошь и рядом и могут происходить в любое время.

Различие явственно обнаруживает себя в языке. По отношению к событиям первого рода уместен вопрос «Когда?», в смысле «В какое время?». Когда вымерли динозавры? – Около 65 миллионов лет назад. Когда готы взяли Рим? – В 410 году н.э. Но вопросы «Когда (в какое время) происходит вспышка света?», «Когда (в какое время) сталкиваются тела?» и т.п. кажутся неправильно поставленными, ибо на них нельзя дать вразумительный ответ. Конечно, если речь идет о конкретной вспышке или конкретном столкновении тел, ответы могут быть получены, однако в этом случае физические события переводятся в ряд редких или даже единичных и только однажды случившихся. В такой ситуации утверждения физика приобретают характер отчёта о реально происходивших в данном месте и в данное время событиях, и на практике он без труда различает, какие из этих событий происходят «теперь», а какие уже в прошлом, так что можно составить протокол случившегося (например, протокол событий в лаборатории). При этом протокольные события представляют интерес для физики лишь тогда, когда несущественно, что они произошли в данном месте и в данное время. Важны как раз те события, которые могут происходить когда угодно и где угодно. Случившееся лишь однажды физикой зафиксировано не будет. Есть исключения из этого правила. Такие науки, как космология и астрономия изучают, в числе прочих, и единичные события. Например, событие возникновения Вселенной. Если наша гипотеза верна, эти события также должны были пройти через процесс становления. Так что дело не в том, идёт ли речь о физике или нет, а именно в *типе* событий.

Еще одним вопросом, позволяющим, правда, менее эффективно, разделить два обсуждаемых типа событий, будет вопрос «Сколько раз происходило событие s ?», задаваемый без указания места и времени совершения события. Если в качестве ответа получаем «лишь однажды» или « n раз», то событие относится к первому типу. Если же точное число указать невозможно, то событие попадет во второй тип. Меньшая эффективность обусловлена семантическими причинами. Если на вопрос «Сколько раз рождается человек?» последует ответ «Лишь однажды, единственный раз», то это вовсе не означает, что

событие «рождение человека» единично. Напротив, это хороший пример массива событий, точное число которых никто указать не в состоянии, как и точное количество вспышек света или столкновений тел. Следовательно, это события второго типа. Но если мы спросим, сколько родилось детей, в последующем ставших лауреатами Нобелевской премии, то можно надеяться на получение точного ответа. Значит, событие «рождение лауреата Нобелевской премии», хотя и не является единичным, должно быть отнесено к первому типу.

Суть в том, что по установившейся традиции лишь события второго типа считаются достойными научного изучения, тогда как события первого типа либо вовсе исключаются из сферы научных интересов, либо их исследование оказывается на периферии научного поиска. Чтобы лучше понять сказанное, попробуем соотнести эти типы событий с некоторыми важными в философском отношении парными характеристиками, как показано в следующей таблице. Заполнение таблицы можно было бы продолжить, но уже сейчас ясно, что в системе господствующих в современной науке взглядов предпочтение будет отдано второму ряду. Именно он выражает достигнутую степень познания бытия, наиболее существенные его стороны. Характеристики, представляющие первый ряд, безусловно, в целом проигрывают по значимости характеристикам второго ряда.

Первый ряд – время	Второй ряд – бытие
Редко	Часто
Иногда	Всегда
Временность	Вечность
Явление	Сущность
Поверхность	Глубина
Поверхностность	Фундаментальность
Случайность	Необходимость
Случайность	Закономерность
Динамичность	Статичность
Изменчивость	Стабильность
Факт	Закон
Описание	Объяснение
Констатация	Предвидение
Чувственное	Умопостигаемое
Мнение	Истина
История	Физика

отличие от событий второго ряда, которые не могут не быть. Получается вроде бы, что время – действительно поверхностная характеристика универсума, не входящая в фундаментальные основания бытия. Но этот вывод зависит от наших субъективных, хотя

К тому же ощущается своего рода нехватка терминов в первой колонке в отличие от избыточной второй (необходимость и закономерность не удастся различить при помощи понятий первой колонки). Но именно события первого ряда наиболее тесно связаны со временем, зависят от его протекания. Они могут быть порождены временным потоком, но могут и не появиться в универсуме, в

и культурно-исторически обусловленных, оценок. При иной культурной ориентации исторический факт может представлять большую значимость, чем физический закон. Тем более, что не все соотнесения в приводимой таблице следует безоговорочно принимать. Так, описание фактов также может быть истинным, а вовсе не выражать чьё-то мнение.

§3. Чувственное и умопостигаемое

Учение о неподвижном и неизменном бытии является блестящим достижением философской мысли. Однако оно сталкивается с очевидной трудностью. Весь чувственный опыт и не искушенный в философии здравый смысл свидетельствуют о том, что это учение не верно. Впрочем, и здесь не обходится без сложностей. Каким образом отчитаться о результатах чувственного опыта? Способ только один – использовать язык для генерирования соответствующих сообщений. Но языки могут быть существенно различными. Чаще всего в этой ситуации используется естественный язык, с присущей ему неопределённостью и многозначностью. А если это точный язык математики? Оказывается, что в последнем случае четко прослеживается зависимость результатов по временному восприятию от принимаемой математической модели времени. Если модель статическая, то и восприятие лишается в такой конструкции динамических черт, становясь восприятием неизменного бытия⁴².

Остаётся, по крайней мере, до создания математически строгих моделей становления, уповать на гибкость естественного языка. К его услугам вынуждена прибегать и наука, изучающая восприятие времени. При этом мы узнаём много нового о чувственных механизмах постижения темпоральных отношений. Оказывается, в частности, что ведущим сенсорным анализатором времени выступает слух – «необычайно точный инструмент для выявления различий между промежутками времени». «Иными словами, мы слышим *время*»⁴³. Слуховое настоящее занимает около трех секунд. Это и есть воспринимаемый «текущий момент». За его пределами располагается

⁴² См., напр., работу: Nowakowska M. Perception of Time – A New Theory. //Kodikas / Code, Tübingen, 1982, vol. 4/5, N 3/4, p.207-219. В статье с использованием аппарата нечётких множеств строится статическая модель времени (p.211-212); в результате описание восприятия течения времени в таком языке становится невозможным.

⁴³ Тернер Ф., Пёппель Э. Поэзия, мозг и время. // Красота и мозг. Биологические аспекты эстетики. М., 1995. С. 82.

область памяти – прошлое, и область планирования – будущее. Вместе они образуют *длительность*⁴⁴. Как видим, используется ссылка на текущий момент или момент «теперь», который, если верить приверженцам Учения, оказывается фиктивным в отношении физических событий. Тем не менее, при обсуждении проблем восприятия времени на естественном языке учет момента «теперь» является не только желательным, но и необходимым. Кстати говоря, нашлась и психическая функция, связанная с будущим временем – функция планирования.

Проблема, стало быть, в том, чтобы объяснить, почему наше восприятие времени с неизбежным его течением вводит нас в систематическое заблуждение. Каким образом в статическом универсуме, в котором время не течёт, упорно возникает иллюзия состояния «теперь» и представление о фундаментальном различии между прошлым, настоящим и будущим? Продолжим цитировать одного из самых выдающихся сторонников Учения – Б.Рассела.

«...Почему наши чувства по отношению к прошлому так отличаются от чувств по отношению к будущему? Основание для этого совершенно практическое: наши желания могут воздействовать на будущее, но не на прошлое; будущее в какой-то степени нам подвластно, в то время как прошлое не поддается изменению. Но всякое будущее станет когда-нибудь прошлым; если мы правильно видим прошлое сейчас, оно должно было, когда еще было будущим, быть точно таким, каким мы его увидим, когда оно станет прошлым. Качественное различие между прошлым и будущим, следовательно, есть не внутреннее различие, но лишь различие по отношению к нам: для беспристрастного созерцания оно не существует. А беспристрастность созерцания в интеллектуальной сфере является той самой добродетелью незаинтересованности, которая в сфере действия проявляется как справедливость и бескорыстие. Тот, кто желает увидеть мир в истинном свете и подняться в мысли над тиранией практических желаний, должен научиться преодолевать различное отношение к прошлому и будущему и обозревать течение времени единым, всеохватывающим взглядом»⁴⁵.

Перед нами удивительный пример талантливого псевдо объяснения. Из него, между прочим, вытекает как то, что будущее, в отличие от прошлого, поддается изменению, так и то, что не поддается, ибо оно, в сущности, ничем не отличается от прошлого. Противоречие легко устранить, проявив чуть больше последовательности. Коль скоро внутренней разницы между прошлым и будущим нет (а это главная идея процитированного утверждения), всякая надежда изменить будущее иллюзорна. То, что кажется нам будущим, в точности в таком же виде когда-нибудь окажется в нашем кажущемся прошлом, так что будущее, как и прошлое, уже есть. Отсюда всякие усилия изменить будущее тщетны. Время существует

⁴⁴ Там же. С.84-85.

⁴⁵ Рассел Б. Цит. Соч. С. 52-53.

всё сразу, целиком, что и делает возможным обозрение его единым взглядом беспристрастного наблюдателя. Такой ход рассуждений прямо ведет к фатализму, но не наивному мифологическому фатализму древних, а к фатализму логическому: если сейчас истинно, что Цезарь был убит в 44 г. до н.э., то это всегда было, есть и будет истиной. Так что зря старались предупредить его об опасности. Что будет, то и было, а что было, то будет – ведь будущее неотлично от прошлого.

При этом как бы за кадром остается основной вопрос: а почему тирания практических желаний ведёт к иллюзорным представлениям о времени? Практические желания на то и практические, чтобы пытаться реализовывать их на самом деле. Чтобы надеяться на успех, необходимо учитывать закономерности того мира, в котором мы живём. Не обязательно такой учёт происходит сознательно. Люди, и философы в том числе, – продукт длительной эволюции, и многое мы делаем (дышим, ходим, спим, смотрим, слушаем и т.д.) совершенно не задумываясь, как у нас это получается. Вот и ощущение течения времени возникло вовсе не из-за несбыточных желаний, а само собой. Оно нам, так сказать, *навязано* природой. Или культурой? – Ответом будет твердое «нет». Это культура способна отринуть данное нам по природе, поэтому тот, кто сомневается в реальности течения времени, заведомо является человеком культурным. А вот тот, кто не сомневается, может и не быть таковым. Любопытно было бы узнать мнение на сей счёт обладающих психикой животных. К сожалению, они не умеют отвечать на такие вопросы.

А.Грюнбаум, обосновывая тезис о зависимости становления от сознания⁴⁶, справедливо указывает, что несомненность наличия течения времени для нашего сознания не означает автоматически, что физические события объективно испытывают становление. Действительно, мы воспринимаем цвета или, скажем, чувствуем боль, но отсюда не вытекает, что цвета и боль присущи физическим объектам самим по себе. Совершенно прав он и в том отношении, что ни одна из физических теорий не обнаруживает наличия прохождения событий во времени через момент «теперь». Но отсюда уже делается вывод о том, что нет такой объективной характеристики времени, как его течение. Более того, согласно А.Грюнбауму, принятие утверждения об объективном существовании становления «приводит к серьезным трудностям», и «защитники этого тезиса не в состоянии даже намекнуть на то, как они надеются разрешить эти трудности без

⁴⁶ Грюнбаум А. Философские проблемы пространства и времени. М., 1969. С.382-422.

того, чтобы сформулировать этот тезис в нетривиальном виде»⁴⁷. Тем не менее, в этой работе мы попытаемся разрешить задачу, поставленную цитируемым автором.

Глава 4. Апории Зенона с современной точки зрения

§1. Методология анализа парадоксов

Учение Парменида бросало вызов здравому смыслу и задевало интересы представителей других философских школ. В те ушедшие времена сказанное в первую очередь относилось к Гераклиту и его последователям. Поэтому с самого начала философия Парменида оказалась под огнем критики. Блестящая защита этой философии была осуществлена другим представителем элейской школы – Зеноном. Зенон, систематически применяя метод доказательства от противного, выступил в поддержку тезисов Парменида о немыслимости движения и множества. Аргументы Зенона получили название апорий, (т.е. затруднений) и до сих пор привлекают внимание ученых и философов. Апории представляют из себя парадоксы, т.е. рассуждения, которые исходят из, на первый взгляд, несомненных посылок, но в итоге ведут к противоречиям.

Наиболее обстоятельное исследование апорий Зенона в литературе на русском языке проведено в книге В.Я.Комаровой⁴⁸, однако нельзя согласиться с принятой в этой книге методологией работы с парадоксами. Автор ограничивается анализом возникающих противоречий средствами естественного языка. Между тем, вот уже сто лет прошло с тех пор, как было осознанно, что парадоксы – слишком тонкая материя, чтобы обойтись при их изучении словами и фразами естественного языка, с его общепризнанной неопределённостью и двусмысленностью. Мы не можем надеяться с помощью столь грубого инструмента уточнить, в чем именно заключаются противоречия (если таковые имеются) и каковы пути их устранения, подобно тому, как мы не можем исправить сломавшийся компьютер, используя молоток и зубило. Обсуждение

⁴⁷ Там же. С.403.

⁴⁸ Комарова В.Я. Учение Зенона Элейского. Л., 1988.

парадоксальных ситуаций требует введения искусственных языков, обладающих по сравнению с естественным достоинством ясности и строгости. Именно стремление поставить математику на твёрдую почву послужило причиной возникновения математической логики, которой удалось в начале века не только избавить математику от известных парадоксов, но и прояснить положения, лежащие в её основах. Математическая логика помогла и в анализе семантических парадоксов, которые уже не принадлежали собственно математике. Аналогичным образом, точные логические методы способны сослужить службу и в исследовании апорий Зенона⁴⁹. Не все с этим согласны. Более того, иногда нежелание или неумение использовать точные методы прикрывают рассуждениями о ненужности или даже вредности этих методов вообще.

Нередко поступают более осторожно, провозглашая своей задачей лишь «реконструкцию» парадоксов в их исторической конкретности, обещая при этом оставить в стороне вопрос об их разрешении⁵⁰. В конце концов, ведь Зенон Элейский не пользовался математической логикой! Но при таком подходе приходится отказывать зеноновским апориям в логической значимости. В самом деле, если брать в расчёт только исторические источники, то как быть с тем фактом, что зачастую авторитетные авторы относили эти апории к паралогизмам и софизмам (достаточно вспомнить в этой связи Аристотеля)? Зачем в таком случае реконструировать рассуждения Зенона, коль скоро они логически ошибочны? Чтобы указать на их ошибочность? Однако нахождение ошибки в рассуждениях делает парадокс мнимым и, тем самым, разрешает его. Или апории всё-таки затрагивают нечто существенное в проблемах движения и множественности? Но тогда откуда это известно? Очевидно, что увидеть значимость апорий в таком контексте можно лишь при условии обоснования поставленных вопросов с точки зрения достижений современной науки и философии.

Сказанное относится и к книге В.Я.Комаровой. Автору, признающему существенное значение апорий Зенона, не удаётся избежать упоминания современных логико-математических концепций и явной или не явной полемики с изложенными в них позициями. К сожалению, полемика протекает на естественно языковом уровне, что неминуемо снижает возможности адекватного

⁴⁹ См., напр.: *Войшилло Е.К.* Еще раз о парадоксе движения, о диалектических и формально-логических противоречиях // “Философские науки”, 1964, №4.

⁵⁰ Напр., так поступает В.Я.Комарова. Цит. соч. С. 11.

понимания сказанного. В рассматриваемой книге чётко прослеживается двойственность теоретических рассуждений и историко-философских констатаций. Первые туманны и неоднозначны, вторые – предельно точны. Первые касаются *идей*, вторые – *текстов*. С одной стороны, выраженные в тексте идеи можно трактовать и так, и этак. По прочтении работы остаётся неясным, в каком смысле автор употребляет ключевые термины, как понимать те или иные утверждения, есть ли дедуктивная связь между принимаемыми посылками и выведенными из них заключениями и т.д. В результате аргументацию убедительной не назовёшь. С другой стороны, приводятся фрагменты текстов разных исторических лиц, не оставляющие сомнений в том, что было написано именно это. Возникает задача подобрать, перевести и сопоставить нужные для обсуждения поставленных проблем тексты, что успешно проделано автором. В итоге в чисто исторической части работы достигается требуемая точность и строгость.

Остаётся только сожалеть, что текстуальная точность в рассматриваемых примерах не сопровождается аналогичной строгостью в сфере идей. Особенно уместно требование строгости применительно к анализу парадоксов, поскольку даже небольшие неясности в рассуждениях делают сомнительными утверждения о том, что получены противоречия или, напротив, что противоречия удалось устранить. Впрочем, в одной работе трудно совместить теоретическую строгость и историческую конкретность. Поэтому мы ограничимся анализом *идейной* стороны апорий, не пытаясь входить в хорошо разработанную область истории их создания и осмысления. Нашей целью будет не реконструкция зеноновских аргументов, а стремление понять с точки зрения современной науки, на какие реальные трудности в анализе движения и множественности указал Зенон Элейский. Именно указал, поскольку о попытке приписать непосредственно Зенону современную постановку проблем движения не может быть и речи. Кстати говоря, эта постановка в логико-философской литературе не отличается единством. Например, в упомянутой в вышеприведённой сноске работе Е.К.Войшвилло ответственность за парадоксы движения возлагается на неточность и размытость используемых понятий. Уточним понятия – парадоксы исчезнут. Мы с этим не согласны. Апории Зенона касаются самих основ человеческого миропонимания. Они требуют не просто уточнения понятий, а выбора философской платформы объяснения реальности. Поскольку дело построения таких платформ не может

быть завершено, пока существует мыслящий разум, на выборе одной из них лежит печать неизбежной исторической ограниченности. Сказанное, разумеется, в полной мере относится и к построениям в данной книге. Но сегодня, несомненно, мы понимаем и знаем больше, чем два с половиной тысячелетия назад, а завтра, возможно, удастся продвинуться вперёд еще дальше.

§2. Аргументы против движения

Начнем рассмотрение зеноновских затруднений с апорий о движении. *Ахилл и черепаха*. Ахилл – герой и, как бы мы сейчас сказали, выдающийся спортсмен. Черепаха, как известно, одно из самых медлительных животных. Тем не менее, Зенон утверждал, что Ахилл проиграет черепахе состязание в беге. Примем следующие условия. Пусть Ахилла отделяет от финиша расстояние 1, а черепаху - расстояние $1/2$. Двигаться Ахилл и черепаха начинают одновременно. Пусть для определенности Ахилл бежит в 2 раза быстрее черепахи. Тогда, пробежав расстояние $1/2$, Ахилл обнаружит, что черепаха успела за то же время преодолеть отрезок $1/4$ и по-прежнему находится впереди героя. Далее картина повторяется: пробежав четвертую часть пути, Ахилл увидит черепаху на одной восьмой части пути впереди себя и т.д. Следовательно, всякий раз, когда Ахилл преодолевает отделяющее его от черепахи расстояние, последняя успевает уползти от него и по-прежнему остается впереди. Таким образом, Ахилл никогда не догонит черепаху. Начав движение, Ахилл никогда не сможет его завершить.

Знающие математический анализ обычно указывают, что ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} 1/2^n$$

сходится к 1. Поэтому, дескать, Ахилл преодолеет весь путь за конечный промежуток времени и, безусловно, обгонит черепаху. Но вот что пишут по данному поводу Д.Гильберт и П.Бернайс.

«Обычно этот парадокс пытаются обойти рассуждением о том, что сумма бесконечного числа этих временных интервалов все-таки сходится и, таким образом, дает конечный промежуток времени. Однако это рассуждение абсолютно не затрагивает один существенно парадоксальный момент, а именно парадокс, заключающийся в том, что некая бесконечная последовательность следующих друг за другом событий, последовательность, завершаемость которой мы не можем себе даже представить (не только фактически, но хотя бы в принципе), на самом деле все-таки должна завершиться»⁵¹.

⁵¹ Гильберт Д., Бернайс П. Основания математики. Логические исчисления и формализация арифметики. М., 1979. С. 40.

Принципиальная незавершаемость данной последовательности заключается в том, что в ней *отсутствует последний элемент*. Всякий раз, указав очередной член последовательности, мы можем указать и следующий за ним. Интересное замечание, также указывающее на парадоксальность ситуации, встречаем у Г.Вейля.

«Представим себе вычислительную машину, которая выполняла бы первую операцию за 1/2 минуты, вторую - за 1/4 минуты, третью - за 1/8 минуты и т.д. Такая машина могла бы к концу первой минуты “пересчитать” весь натуральный ряд (написать, например, счетное число единиц). Ясно, что работа над конструкцией такой машины обречена на неудачу. Так почему же тогда тело, вышедшее из точки А, достигает конца отрезка В, “отсчитав” счетное множество точек $A_1, A_2, \dots, A_n, \dots$?»⁵².

Древние греки тем более не могли себе представить завершенную бесконечную совокупность. Поэтому вывод Зенона о том, что движение из-за необходимости “пересчитать” бесконечное число точек не может закончиться, ещё тогда произвёл большое впечатление. На схожих аргументах основывается апория о невозможности начать движение.

Дихотомия. Рассуждение очень простое. Для того, чтобы пройти весь путь, движущееся тело сначала должно пройти половину пути, но чтобы преодолеть эту половину, надо пройти половину половины и т.д., до бесконечности. Иными словами, при тех же условиях, что и в предыдущем случае, мы будем иметь дело с перевернутым рядом точек $\dots(1/2)^n, \dots, (1/2)^3, (1/2)^2, (1/2)^1$. Если в случае апории Ахилл и черепаха соответствующий ряд не имел последней точки, то в Дихотомии этот ряд не имеет *первой* точки. Следовательно, заключает Зенон, движение не может начаться. А поскольку движение не только не может закончиться, но и не может начаться, движения нет. Существует легенда, о которой вспоминает А.С.Пушкин в стихотворении “Движеньё”.

Движенья нет, сказал мудрец брадатый.
Другой смолчал и стал пред ним ходить.
Сильнее бы не мог он возразить;
Хвалили все ответ замысловатый.
Но, господа, забавный случай сей
Другой пример на память мне приводит:
Ведь каждый день пред нами солнце ходит,
Однако ж прав упрямый Галилей.

Действительно, согласно легенде один из философов так и “возразил” Зенону. Зенон велел бить его палками: ведь он не собирався отрицать чувственное восприятие движения. Он говорил о его *немыслимости*, о том, что строгое размышление о движении

⁵² Цит. по: Даан-Дальмедико А., Пейффер Ж. Пути и лабиринты. Очерки по истории математики. М., 1986. С.237.

приводит к неразрешимым противоречиям. Поэтому, если мы хотим избавиться от апорий в надежде, что это вообще возможно (а Зенон как раз считал, что невозможно), то мы должны прибегать к теоретическим аргументам, а не ссылаться на чувственную очевидность. Рассмотрим одно любопытное теоретическое возражение, которое было выдвинуто против апории Ахилл и черепаха.

«Представим себе, что по дороге в одном направлении движутся быstroногий Ахилл и две черепахи, из которых Черепаха-1 несколько ближе к Ахиллу, чем Черепаха-2. Чтобы показать, что Ахилл не сможет перегнать Черепаху-1, рассуждаем следующим образом. За то время, как Ахилл пробежит разделяющее их вначале расстояние, Черепаха-1 успеет уползти несколько вперед; пока Ахилл будет пробегать этот новый отрезок, она опять-таки продвинется дальше, и такое положение будет бесконечно повторяться. Ахилл будет все ближе и ближе приближаться к Черепахе-1, но никогда не сможет её перегнать. Такой вывод, конечно же, противоречит нашему опыту, но логического противоречия у нас пока нет.

Пусть, однако, Ахилл примется догонять более дальнюю Черепаху-2, не обращая никакого внимания на ближнюю. Тот же способ рассуждения позволяет утверждать, что Ахилл сумеет вплотную приблизиться к Черепахе-2, но это означает, что он перегонит Черепаху-1. Теперь мы приходим уже к логическому противоречию»⁵³.

Здесь трудно что-либо возразить, если оставаться в плену образных представлений. Необходимо выявить формальную суть дела, что позволит перевести дискуссию в русло строгих рассуждений. Как нам кажется, первая апория сводится к следующим трем утверждениям:

1. Каков бы ни был отрезок $[A, B]$, движущееся от A к B тело должно побывать во всех точках отрезка $[A, B]$;

2. Любой отрезок $[A, B]$ можно представить в виде бесконечной последовательности убывающих по длине отрезков $[A, a_1]$, $[a_1, a_2]$, $[a_2, a_3]$, ..., $[a_n, a_{n+1}]$, ...

3. Поскольку бесконечная последовательность a_i ($1 \leq i < \omega$) не имеет последней точки, невозможно завершить движение, побывав в каждой из точек этой последовательности.

Проиллюстрировать полученный вывод можно по-разному. Наиболее известная иллюстрация – «самое быстрое никогда не сможет догнать самое медленное» – была рассмотрена выше. Но можно предложить более радикальную картину, в которой обливающийся потом Ахилл (вышедший из пункта A) безуспешно пытается настичь черепаху, преспокойно греющуюся на Солнце (в

⁵³ Сидоренко Е.А. Логические выводы, доказательства и теория дедукции. // Логика научного познания. М., 1987. С.92. Затем автор вновь подтвердил свою позицию. См.: Сидоренко Е.А. О парадоксах и о том, как Ахиллу догнать черепаху. // «Философские исследования». № 3. М., 1999.

пункте В) и даже не думающую убежать. Суть апории от этого не меняется. Иллюстрацией тогда станет куда более острое высказывание – «самое быстрое никогда не сможет догнать неподвижное». Если первая иллюстрация парадоксальна, то вторая – тем паче.

При этом нигде не утверждается, что убывающие последовательности отрезков a_i для $[A,B]$ и a'_i для $[A',B']$ должны быть одинаковы. Напротив, если отрезки $[A,B]$ и $[A',B']$ неравны по длине между собой, их разбиения на бесконечные последовательности убывающих отрезков окажутся различными. В приведенном рассуждении Ахилла отделяют от черепах 1 и 2 разные расстояния. Поэтому мы имеем два различных отрезка $[A,B_1]$ и $[A,B_2]$ с общей начальной точкой А. Неравные отрезки $[A,B_1]$ и $[A,B_2]$ порождают различные бесконечные последовательности точек и недопустимо использовать одну из них вместо другой. Между тем, именно эта незаконная операция применяется в аргументе о двух черепахах⁵⁴. В любом случае аргумент Е.А.Сидоренко показывает, что традиционная наглядная формулировка апории “Ахилл и черепаха” не выражает её сути. Иначе она так до анекдотичности просто не решалась бы.

Если не смешивать иллюстрации и существо апорий, то можно утверждать, на наш взгляд, что апории “Ахилл” и “Дихотомия” симметричны по отношению друг к другу. В самом деле, “Дихотомия” также сводится к следующим трем утверждениям:

1. Каков бы ни был отрезок $[A,B]$, движущееся от А к В тело должно побывать во всех точках отрезка $[A,B]$;

2. Любой отрезок $[A,B]$ можно представить в виде бесконечной последовательности убывающих по длине отрезков ... $[b_{n+1}, b_n]$, ..., $[b_3, b_2]$, $[b_2, b_1]$, ..., $[b_1, B]$.

3. Поскольку бесконечная последовательность b_i не имеет первой точки, невозможно начать движение, и, стало быть, невозможно побывать в каждой из точек этой последовательности.

Таким образом, апория “Ахилл” основывается на тезисе о невозможности завершить движение из-за необходимости посетить последовательно каждую из точек бесконечного ряда, упорядоченного по типу ω (т.е. по типу порядка на натуральных числах), который не имеет последнего элемента. В свою очередь, “Дихотомия” утверждает невозможность начала движения из-за наличия бесконечного ряда

⁵⁴ Как остроумно заметила по этому поводу Л.П.Евтушенко, пусть каждый гонится за своей черепахой. Ведь если можно вводить Черепаху-1 и Черепаху-2, то почему нельзя ввести Ахилла-1 и Ахилла-2?

точек, упорядоченных по типу ω^* (так упорядочены целые отрицательные числа), который не имеет первого элемента⁵⁵.

Проанализировав более тщательно две приведенные апории, мы обнаружим, что обе они опираются на допущение о *непрерывности* пространства и времени в смысле их *бесконечной делимости*. Как будет показано в главе 4, такое понимание непрерывности отличается от современного, но имело место в древности. Без допущения тезиса о том, что любой пространственный или временной интервал можно разделить на меньшие по длине интервалы, обе апории рушатся. Зенон прекрасно это понимал. Поэтому он приводит аргумент, исходящий из принятия допущения о *дискретности* пространства и времени, т.е. допущения о существовании элементарных, далее неделимых, длин и времен.

Стадий. Итак, допустим существование неделимых отрезков пространства и интервалов времени. Рассмотрим следующую схему, на которой каждая клетка таблицы представляет неделимый блок пространства. Имеется три ряда объектов А, В и С, занимающих по три блока пространства, причем первый ряд остается неподвижным, а ряды В и С начинают *одновременное* движение в направлении, указанном стрелками.

	A1	A2	A3	
B3	B2	B1		$\Rightarrow$
$\Leftarrow$		C1	C2	C3

(0) Начальное положение

	A1	A2	A3	
	B3	B2	B1	
	C1	C2	C3	

(1) Конечное положение

Ряд С, утверждает Зенон, за неделимый момент времени прошел одно неделимое место неподвижного ряда А (место А1). Однако за то же самое время ряд С прошел два места ряда В (блоки В2 и В3). Согласно Зенону, это противоречиво, т.к. должен был встретиться момент прохождения блока В2, изображенный на следующей схеме.

	B3	B2	B1		$\Rightarrow$
$\Leftarrow$		C1	C2	C3	

(0/1) Промежуточное положение

Но где в это промежуточное положение находился ряд А? Для него просто не остается соответствующего места. Остается либо

⁵⁵ Подробнее о порядковых типах см.: Куратовский К., Мостовский А. Теория множеств. М., 1970.

признать, что движения нет, либо согласиться с тем, что ряд А делим не на три, а на большее количество мест. Но в последнем случае мы вновь возвращаемся к допущению о бесконечной делимости пространства и времени, снова попадая в тупик апорий Дихотомия и Ахилл. При любом исходе движение оказывается невозможным. Известный английский физик-космолог и философ Дж. Уитроу следующим образом прокомментировал сложившуюся ситуацию.

Апория Стадий, «несмотря на все её остроумие, решается довольно просто, т.к., если пространство и время состоят из дискретных единиц, в этом случае относительные движения должны быть таковы, что (переходы типа $0 \Rightarrow 1 - A.A.$) ... могут случаться в последующие моменты. Отрицание Зеноном этой возможности основывается не на логическом законе, а просто на ошибочной апелляции к “здравому смыслу”..., т.к. в действительности он молчаливо предполагает постулат непрерывности, который несовместим с гипотезой, принятой в начале рассуждения. Как это ни странно, но если мы примем такие гипотезы, то движение будет представлять собой прерывную последовательность различных конфигураций, как в кинофильме, и ни в какой момент времени не будут существовать промежуточные конфигурации. Переход электрона с одной орбиты на другую рассматривается в элементарной теории атома Бора именно как переход такого типа»⁵⁶.

Мы считаем, что сказанное Уитроу верно. Промежуточное положение (0/1) с логической точки зрения вовсе не обязано наличествовать в какой-то момент времени, поскольку предположение о его отсутствии непротиворечиво. Другой вопрос, что наши привычные представления о движении, опирающиеся на интуицию непрерывности, оказываются неадекватными в дискретном случае. В этом отличие дискретной ситуации от ситуации с бесконечной делимостью пространственных и временных интервалов. Утверждение, что ряд $1/2^1, 1/2^2, 1/2^3, \dots, 1/2^n, \dots$ завершится, логически противоречиво, если n не ограничено. Аналогичным образом, необычная вычислительная машина Германа Вейля никогда не сможет завершить вычисления в какой-то момент времени из-за неограниченного числа шагов процесса пересчета множества натуральных чисел. Можно, используя понятие предела, просуммировать упомянутый ряд и получить единицу, или, вводя трансфинитные числа, допустить выполнение в ходе вычислений количества шагов, равного первому бесконечному числу ω . Такие построения уже будут непротиворечивыми. Но они обладают существенным, на наш взгляд, изъяном.

Осмысливая принципы, лежащие в основе теории множеств (которая может, как известно, рассматриваться в качестве фундамента современной математики), Дж. Р. Шенфилд указывает на “следующий

⁵⁶ Уитроу Дж. Естественная философия времени. М., 1964. С. 177.

фундаментальный вопрос: если дана совокупность S шагов, то существует ли шаг, следующий за каждым шагом из S ?⁵⁷ Рассматривая случаи, когда S состоит из единственного шага или из бесконечной последовательности шагов $S_0, S_1, \dots$, он отвечает на поставленный вопрос утвердительно: “В первых двух случаях мы отчетливо можем представить себе ситуацию, когда все шаги из S уже осуществлены”⁵⁸. Применим эти рассуждения к апории “Ахилл”. Ряд $1/2^1, 1/2^2, 1/2^3, \dots, 1/2^n, \dots$ не может быть завершен, т.к. у него отсутствует последний элемент. Но представим себе, что Ахилл уже побывал в *каждой* из точек этого ряда. Тогда на следующем шаге он окажется в точке, которая следует за всеми точками бесконечного ряда и является концом пути. Движение, таким образом, завершено. Проблема, однако, в том и заключается, каким образом получилось так, что Ахилл побывал во всех точках не имеющего конца ряда $1/2^1, 1/2^2, 1/2^3, \dots, 1/2^n, \dots$. Если это уже “дано”, то и говорить не о чем – апория разрешается, фактически, путем постулирования наличия решения.

Логически все это непротиворечиво (вопреки мнению самого Зенона). Но здесь процесс движения, содержащий, по условию задачи, *бесконечное* число шагов, сводится, по сути, к *трем* шагам: на шаге 1 вводится ряд точек $1/2^1, 1/2^2, 1/2^3, \dots, 1/2^n, \dots$, на шаге 2 *постулируется*, что Ахилл побывал в каждой из этих точек, а на шаге 3 делается вывод о завершении движения в конечной точке, *не принадлежащей* рассматриваемому ряду. В результате как бы “пересчитан” ряд, упорядоченный по типу $\omega+1$. *По видимости речь идет о бесконечном по числу шагов процессе, тогда как на деле процесс при таком подходе завершается за три шага.* Сказанное приобретет большую наглядность, если обратиться к симметричной ситуации с апорией “Дихотомия”. Здесь вначале движущееся тело поместим в точке старта. Затем добавим к имеющейся точке старта совокупность точек, упорядоченных по типу ω^* , получив тем самым линейный порядок типа $1+\omega^*$, и, на последнем шаге, *постулируем*, что тело побывало в *каждой* из точек ряда ω^* . Значит, движение успешно началось, хотя между точкой старта и любой из последующих точек лежит бесконечное множество промежуточных точек. Снова перед нами процесс *из трех шагов*, и снова вопрос о принципиальной возможности пересчета бесконечного порядкового типа $1+\omega^*$

⁵⁷ Шенфилд Дж.Р. Аксиомы теории множеств // Справочная книга по математической логике. Теория множеств. М., 1982. С. 11.

⁵⁸ Там же. С. 12.

обходится путем *постулирования преодоления бесконечности за один шаг*.

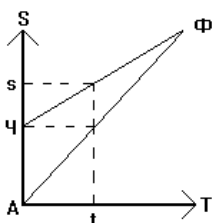
Легко представить себе совокупности, упорядоченные по типам $\omega+1$ и $1+\omega^*$, в качестве данностей. Но вообразить *процесс пошагового получения этих совокупностей элемент за элементом, в соответствии с порядком на них, логически невозможно*. Неизбежно на каком-то шаге либо а). будет нарушен порядок прохождения элементов (наряду с движениями от предыдущих точек к последующим придется вводить скачки от последующих точек к предыдущим), либо б) потребуется постулировать переход не от элемента к элементу, а от *совокупности* элементов к элементу или наоборот. Первая альтернатива ускользнула от внимания исследователей и потому требует особого разбора, который будет проведён в дальнейшем.

Что касается второй альтернативы, то именно она реализуется в рассмотренных псевдорешениях парадоксов движения. Между тем, в апориях Зенона *движение понимается как переход от точки к точке, но ни в коем случае не как переход от совокупности точек к точке или обратно*. Проблема в том, можно ли, двигаясь от одной точки пути к другой, завершить движение, и в том, можно ли, попав в какую-то точку, найти другую точку, куда нужно попасть на следующем шаге, что необходимо для начала процесса движения. Если же вместо переходов от точки к точке в процессе движения нам рекомендуют переходить от множеств точек к отдельным точкам или от отдельных точек к множествам точек, то поставленная проблема подменяется другими. Кроме того, если в процессе движения мы должны посетить бесконечное количество точек, то и сам этот процесс неизбежно окажется содержащим *бесконечное* число шагов. Как было показано, переходы от совокупностей точек к точкам и обратно могут совершаться за *конечную* последовательности шагов. Просто на одном из этих шагов обязательно будет использована бесконечная совокупность точек, введенная как актуальная данность, но не как полученная в процессе поэлементного конструирования структура. В этом и заключается изъян предлагаемого разрешения апорий.

Получается в итоге, что трудности, связанные с апориями “Ахилл” и “Дихотомия”, остались непреодоленными. Другое дело апория “Стадий”, которая оставляет надежду на положительное разрешение проблемы движения в дискретном случае. Однако у Зенона есть апория против движения, которая вообще не связана ни с трудностями

оперирования с бесконечностью, ни с вопросом о непрерывности или дискретности пространства и времени. Это апория *Летающая стрела*. Формулируется она очень просто. В каждый момент полёта стрела занимает определенное место и покоится в нем. В противном случае придется допустить, что за мгновение стрела способна изменить свое местоположение, что нелепо. Следовательно, движение стрелы есть сумма состояний покоя, т.е. стрела не движется.

Суть затруднения в том, что, согласно Зенону, движение тела означает изменение его местоположения. За мгновение времени



никаких изменений в местоположении тел произойти не может. Но поскольку время складывается из мгновений, в каждое из которых все тела покоятся, движения нет. Отметим, что это рассуждение нельзя опровергнуть ссылкой на то, что движущееся тело обладает отличной от нуля мгновенной скоростью, как это иногда думают⁵⁹. Действительно, рассмотрим следующий рисунок.

Видно, что более высокая скорость бега Ахилла по сравнению с черепахой отражена меньшим углом наклона графика его бега к оси S. Угол наклона графика связан, как известно, с мгновенной скоростью, значение которой определяется тангенсом угла касательной к графику функции. Однако все это не отменяет того факта, что в любой момент времени t Ахилл и черепаха находятся в строго определенных *точках* пути. В этих точках они вполне неподвижны. Вся картина их взаимного расположения во времени и пространстве дана сразу, целиком. И ничто в этой картине не движется, вся она складывается из состояний покоя в каждой точке графиков.

Рассмотренное представление движения имеет статический характер. Оно полностью подобно изображению движения при помощи кинематографии. Как известно, изображение движения на киноленте складывается из отдельных кадров, на которых все неподвижно. Но если прокрутить эту ленту со скоростью 24 кадров в секунду, возникает *иллюзия* движения. Теперь представим себе, что количество кадров ленты несчетно, и что все они упорядочены так же, как и действительные числа, в результате чего каждому моменту времени соответствует один кадр. В итоге мы получим как раз ту картину движения, которая сводит его к сумме состояний покоя (отдельных кадров), расположенных непрерывным образом (в отличие от реальных кинолент). Но именно так и описывается движение в

⁵⁹ Даан-Дальмедико А., Пейффер Ж. Цит. соч. С. 238.

современной физике. Выдающиеся ученые чувствовали это. Например, такой тонкий аналитик, как Б.Рассел, фактически прямо признал то, что Зенон отрицал в качестве парадокса: "...мы живем в неизменном мире и ... стрела в каждый момент своего полёта фактически покоится"⁶⁰, однако, согласно Расселу, данное обстоятельство не мешает признавать наличие движений и изменений в том смысле, что в *разные* моменты времени мир находится в *разных* состояниях.

А.Грюнбаум в ответ на это возразил, что кадры киноленты существуют *одновременно*, и потому те, кто обвиняет современную физику в уподоблении мира киноленте, приписывают ей абсурдное положение о том, что все события одновременны⁶¹. Хотя некоторые авторы давали повод для таких упреков, в целом выставленное возражение ошибочно. Мы имеем дело с тропом, который можно назвать *кинематографической метафорой*, так что о буквальном отождествлении мира и реальных кинолент речь, конечно, не идет. В рамках кинематографической метафоры отдельный кадр соответствует состоянию мира в определённый момент времени, так что разные кадры представляют разные мгновения времени, в полном согласии с физикой. И когда оппоненты А.Грюнбаума говорят о *сосуществовании* последовательных моментов времени в статической картине мира, то термин «сосуществовать» можно использовать в *безвременном* смысле. Разные смыслы утверждений о существовании обсуждаются в последующем, а здесь мы коснёмся лишь одного аспекта проблемы. Рассмотрим словосочетания «совокупность событий 2012 года» и «совокупность событий 9012 года». С точки зрения статики обе упомянутые совокупности *не меняются*. Они *существуют в неизменном виде* независимо от всяких ссылок на момент «теперь» или «сейчас» или на какие-либо другие временные интервалы, что и позволяет говорить о них как сосуществующих в безвременном смысле, подобном тому, в каком мы говорим о совокупностях предметов, изображенных на кадрах с номерами 2012 и 9012. Только, в отличие от реальных кинолент, нельзя утверждать, что «кадры» «совокупность событий 2012 года» и «совокупность событий 9012 года» существуют одновременно. Однако это не означает, что фраза «Существуют события 2012 года и существуют события 9012 года» лишилась смысла. Напротив, в статической концепции времени она вполне осмысленна. Но это всё, что требуется для утверждения

⁶⁰ Цит. по: Уитроу Дж. Там же. С. 179.

⁶¹ Грюнбаум А. Цит. соч. С.405.

совместного сосуществования разновременных совокупностей событий.

Разумеется, раздавались голоса против такого статического подхода к описанию времени и движения в современной науке. Одним из критиков был философ-интуитивист А.Бергсон. Он настаивал на том, что необходимо различать описание *результатов* движения и описание движения как особого *процесса* или *акта*. По мнению Бергсона, наука в принципе не способна постичь движение как процесс или акт.

«...Если во времени механика постигает лишь одновременность⁶², то в движении – только неподвижность.

Можно было бы предвидеть этот результат, если вспомнить, что механика по необходимости оперирует с уравнениями, а алгебраическое уравнение всегда выражает совершившийся факт. Между тем сама суть длительности и движения, какими они предстают нашему сознанию, заключается в процессе непрерывного становления: алгебра же может выражать в своих формулах результаты, полученные в определенный момент длительности, и положение, занимаемое в пространстве движущимся телом, но она не в состоянии выразить саму длительность и само движение»⁶³.

В случае движения мы “имеем дело не с *вещью*, но с *процессом*”, поэтому “в движении следует различать два элемента: пройденное пространство и действие, посредством которого тело проходит его”. Обращаться с этими элементами нужно по-разному. Например, “делить можно вещь, но не акт”⁶⁴. Зенон же, по мнению Бергсона, смешивает процесс движения, каждый акт которого неделим, с бесконечно делимым пространством.

«Почему Ахилл обгоняет черепаху? Потому, что каждый шаг Ахилла и каждый шаг черепахи в качестве движений неделимы, а в качестве пространства – суть различные величины; а значит, пространство, пройденное Ахиллом, будет больше, чем сумма расстояния, пройденного черепахой, и того, на которое она вначале его опередила. Зенон совершенно не принимает в расчет, что только пространства можно произвольно разлагать и вновь составлять, поэтому он, воссоздавая движения Ахилла по тому же закону, что и движения черепахи, смешивает пространство с движением»⁶⁵.

Здесь А.Бергсон не прав. Похоже, для Зенона было несомненным, что движение есть именно процесс. Ведь он говорит не о трудностях введения завершенных в своей данности отрезков пространства, а о

⁶² Вот пример того, как неаккуратное использование слов способствует возникновению обоснованных подозрений в непонимании элементарных вещей. Утверждать, что «механика постигает лишь одновременность» – значит входить в вопиющее противоречие с действительным положением дел в этой науке. Еще раз повторим: критика статических, парменидовских представлений о времени и движении современной науки не должна приписывать ей нелепое утверждение об одновременности разновременных событий.

⁶³ Бергсон А. Опыт о непосредственных данных сознания // Бергсон А. Соч., т.1. М., 1992. С. 101.

⁶⁴ Там же. С.98.

⁶⁵ Там же. С. 99.

немыслимости процесса их прохождения. Либо движение будет описано как процесс, как ряд последовательных операций или действий по осуществлению движения, либо придется признать, что любая попытка такого описания неминуемо ведёт к противоречиям, что будет означать логическую невозможность движения. Согласно Пармениду и Зенону, неизбежна вторая альтернатива. Движения как процесса нет и быть не может. Со своей стороны, объявляя апории против движения софизмами, Бергсон не в состоянии предложить приемлемого их решения. Нельзя же считать таким решением наивную апелляцию к интуиции. Вместе с тем, в рассуждениях французского философа о коренном отличии статического представления о движении от процессуального заключено рациональное зерно.

Современная наука, особенно математика и физика, блестяще подтвердила философию элеатов, приняв статические представления о движении. Та картина движения, которую она дает, надо полагать, вполне бы удовлетворила как Парменида, так и Зенона с точки зрения отсутствия в ней *процесса* движения. Обгоняя черепаху, Ахилл не движется в том смысле, что не переходит из одного места в другое. Просто в один момент времени он находится в одном месте, в другой – в другом, подобно тому, как мчащийся по шоссе автомобиль на киноленте просто размещается в разных кадрах этой ленты. Произошла всего лишь смена терминологии при неизменном подходе, выдвинутом еще элеатами. Они вряд ли согласились бы считать уравнения и графики функций, показывающие, где находится движущееся тело в каждый момент времени, описаниями движения. Такого рода аппарат способен зафиксировать наличный результат движения, но не объяснить, как тело *переходит* от одного места к другому. А раз нет актов перехода, нет и движения. Но можно отмахнуться от проблемы процессуальности движения, подменив её статическим геометрическим представлением: вместо актов перехода взять графики соответствующих функций и назвать их описаниями движения тел.

Можно вообразить, что если бы элеатам предъявили современный взгляд на движение, сводящийся к тому, что в одни моменты времени тела находятся тут, а в другие там, то они вряд ли стали бы спорить с такой позицией. В сущности, именно это и утверждает Зенон в апории “Летающая стрела”. Стрела в разные мгновения полёта находится в разных местах. Данное положение он и не думает оспаривать. Только если современная наука ставит здесь точку, считая, что тем самым

философские проблемы описания движения исчерпаны и осталось лишь преодолеть технические трудности, элеаты идут дальше, требуя, если угодно, предъявления своего рода *алгоритмов* движения, а не геометрических линий или уравнений. Их вывод о невозможности движения основывается исключительно на неудачах попыток построения таких алгоритмов. Оставалось вернуться к статической картине мира, в которой в разные моменты времени тела могут находиться в разных местах, но покоятся в каждом из них. Словно бы вняв призыву элеатов, современная наука послушно следует в русле заданной ими парадигмы. Единственное отличие состоит в том, что наука не согласилась считать движение чем-то большим, чем нахождением в разные моменты времени в разных местах. Но поистине это бунт на коленях. Фактически, современная наука приняла *выводы* элеатов, забыв о том, откуда и как они были получены, изменив при этом терминологию и назвав движением то, что элеаты не могли позволить считать таковым.

Сходство прослеживается вплоть до забавных мелочей. Спросите у современного космолога, как выглядит наша Вселенная с точки зрения внешнего наблюдателя? Распространенный ответ – Вселенная с этой точки зрения является четырехмерной гиперсферой конечных размеров. Подобно тому, как существо,двигающееся по сфере в одном направлении, возвращается в ту же точку, путешественник по нашей Вселенной, если он никуда не сворачивал, вернется снова на Землю, хотя он все время удалялся от неё. Правда, промежуток времени будет очень большой. Так что не только центральный тезис элеатов об отсутствии движения находит поддержку в современном естествознании, но даже такая малозначительная деталь философии Парменида, как конечность⁶⁶ и сферичность бытия, тоже встречает в современной космологии благожелательный прием.

Другое дело, что принятие основных выводов философии элеатов (терминологические расхождения не в счёт) происходит в науке неосознанно. Далеко не все физики и математики даже слышали о Пармениде, хотя, быть может, имя Зенона им более известно. Современная наука взяла на вооружение главный тезис элеатов, состоящий в противопоставлении чувственного знания и знания умопостигаемого. Желая описать при помощи математики какое-либо явление природы, учёные меньше всего склонны при этом обращать внимание на соответствие принятых теоретических допущений

⁶⁶ Третий крупный представитель элейской школы – Мелисс – считал бытие бесконечным.

данным восприятия и даже эксперимента. Например, допущение в современной математике и физике бесконечных структур, весьма проблематичных с точки зрения их эмпирического оправдания, приобрело поистине повальный характер. Так, время сплошь и рядом отождествляют с множеством действительных чисел, количество которых не только бесконечно, но и несчётно. Явно дискретная структура нашего опыта никак не сказывается на масштабах применения в физике непрерывных образований (вроде только что упоминавшейся действительной прямой) и т.д. – количество примеров легко умножить. Правда, в современной науке возникали и возникают теперь мощные движения, пытающиеся сблизить чувственный и умопостигаемый миры, ликвидировать пропасть между ними, вырытую ещё элентами. В математике таким движением был и остается интуиционизм и конструктивизм, в физике все большее значение, – во многом благодаря компьютеризации науки, – получают дискретные структуры. Однако сближение воспринимаемого и умопостигаемого наталкивается на колоссальные трудности. Здесь возникают проблемы, которые плохо поняты даже в наши дни. Одной из таких проблем является поставленный ещё Парменидом и поддержанный Зеноном вопрос об иллюзорности явления множественности.

§3. Аргумент против множественности

Здесь будет разобран только один аргумент Зенона против мыслимости множества. Апория *Пшеничное зерно*. Вновь чувства обманывают нас. Действительно, создает ли одно зерно шум при падении? – спрашивает Зенон софиста Протагора. Нет, отвечает Протагор. Ну, а медимн (мешок в 52,5 литра) зерна создает при падении шум? – Конечно, был ответ. Но если медимн зерна издает шум, то и каждая его часть издает шум. Поэтому и одно зерно производит шум. Таков был ответ Зенона Протагору.

Отметим, что эту апорию Зенона часто недооценивают, удивляясь, “как такой острый мыслитель... не принял во внимание несовершенство органов чувств”⁶⁷. Конечно, проблема не в несовершенстве органов чувств. Разумеется, Зенон не мог сомневаться, что падение медимна пшеницы мы слышим, а падение одного зерна нет. Проблема заключается в следующем. Каким

⁶⁷ Это высказывание приводит Уитроу в цит. кн. на стр. 183.

образом, если верить чувствам, из бесшумного возникает шум? Ведь если одно зерно в действительности не издает шума, то откуда он возьмется при падении тысяч бесшумных зерен? Из ничего ничего не возникает! В свое время в математике была аналогичная проблема: как из непротяженных точек построить обладающие протяженностью объекты – линии, поверхности и т.д. Была создана теория меры, средствами которой для определенного типа бесконечных множеств её удалось решить. Но вот что делать в аналогичном случае с конечными множествами, не совсем понятно до сих пор.

Разберем следующее рассуждение. Одно зерно не производит шума. Согласимся с этим. Допустим, что n зерен не производят шума. Но тогда и $n+1$ зерно не произведет шума! Следовательно, в соответствии с принципом математической индукции, сколько бы зерен мы не уронили, шума не будет.

Напрасно думать, что здесь какая-то тривиальная ошибка или редкое исключение, не способное причинить неприятностей. Примеры аналогичных трудностей известны издавна (например, парадоксы кучи и лысого). Вот более свежий пример из современной математической монографии.

«Профессор Чарльз Дарвин⁶⁸ учит нас, что существует множество D объектов и линейное упорядочение этого множества, такие, что первый элемент в этом множестве есть некая обезьянка Чарли, каждый не первый элемент есть потомок непосредственно предшествующего элемента и последний элемент есть сам Дарвин. Совокупность A всех обезьян из множества D не является множеством; в противном случае A содержало бы последний элемент. Но, как знает всякий, потомки обезьян суть обезьяны. Таким образом, оказалось бы, что все члены D , включая и Дарвина, были бы обезьянами»⁶⁹.

Снова имеем в соответствии с методом математической индукции, что коль скоро Чарли – обезьяна и если n -ый член ряда обезьяна, то его потомок тоже обезьяна, – получаем, что все члены ряда обезьяны. В литературе мне встречался и такой пример: В 1-ю секунду своей жизни Лев Толстой был ребёнком. Допустим, что в n -ю секунду он ребёнок. Тогда в $n+1$ секунду он вновь ребёнок и должен остаться им на всю жизнь.

Могут подумать, что здесь дело в несовершенстве органов чувств (о такой позиции уже упоминалось выше). Но совсем не обязательно брать наглядные примеры с зёрнами, обезьянами и писателями. Допустим, я определяю понятие “малое число” следующим образом: 1 является малым числом, и прибавление 1 к малому числу снова даёт малое число. Из такого определения (в соответствии с принципом

⁶⁸ Ч.Дарвин не был профессором.

⁶⁹ *Вопенка П.* Математика в альтернативной теории множеств. М., 1983. С. 35-36.

математической индукции) немедленно следует, что все положительные целые числа являются малыми, что вовсе не хотелось бы утверждать.

С подобными проблемами на практике сталкиваются разработчики экспертных систем и других средств искусственного интеллекта. Казалось бы, решить эти проблемы несложно: давайте условимся, что начиная с 1000-го зерна появляется шум при их падении, что число 999999 – малое, а 1 миллион – уже нет, что Лев Толстой перестал быть ребёнком в ту секунду, когда ему исполнилось 14 лет и т.д. Но этот способ решения ничего в действительности не решает. Его беспомощность видна, что называется, невооруженным глазом. Была придумана “теория нечётких множеств”, где объект не просто обладает или не обладает некоторым свойством, а обладает им в некоторой степени, которая обычно обозначается действительным числом из отрезка $[0, 1]$. Если степень обладания свойством равна 0, то это означает, что объект данным свойством не обладает вовсе. Если эта степень 1, то налицо наиполнейшее обладание свойством. Все остальные случаи промежуточные. Можно, например, “быть обезьяной” со степенью $1/2$ или даже с иррациональной степенью $\pi-3$. Решает ли такой подход проблему? Вопрос риторический

Куда более изощренным является подход П.Вопенки, который рассматривает некоторые большие, но конечные, совокупности как образования, ведущие себя подобно бесконечным в классическом смысле множествам. Такие совокупности в теории Вопенки называются собственными полумножествами.

«Проиллюстрируем это на примере. Предположим, что в популярной брошюре автор пытается рассказать о свойствах счетных множеств. Он приглашает читателя в отель, имеющий бесконечно много комнат, занумерованных натуральными числами; все комнаты заняты. Тем не менее можно принять нового гостя, предоставив ему комнату номер один и в то же время переместив каждого гостя из комнаты с номером n в комнату с номером $n + 1$. Теперь представим себе, что в отеле только тысяча комнат и все они заняты. Прделаем то же самое. Новый гость помещается в комнату номер один, гость из комнаты номер один перемещается в комнату номер два и т. д. Так как гости передвигаются последовательно, процесс не закончится за один день, и, так же как и выше, каждый гость будет устроен в течение почти всего дня. В этом случае множество из тысячи комнат содержит подсемейство (подсемейство всех комнат, в которые гости потенциально передвигаются), которое ведет себя в некотором смысле как счетное множество в канторовской теории множеств»⁷⁰.

Альтернативная теория множеств предлагает достаточно интересный путь решения апорий. Тем не менее, к ней можно предъявить серьезные претензии содержательного плана. Если какое-то конкретное конечное множество объявить содержащим

⁷⁰ Там же. С. 16.

собственные полумножества, которые в этой теории являются бесконечными образованиями, то альтернативная теория становится противоречивой в классическом смысле⁷¹. Конечно, если речь идет о количествах, превышающих число атомов в Метагалактике, противоречие может достигаться за практически нереализуемое астрономическое число шагов. Так что доказательства противоречия при этих условиях действительно можно считать бесконечными, как и предлагает теория Вopenки, поскольку “настоящее” доказательство должно содержать конечное число шагов⁷². Но если, как в приведенных примерах с мешком зерна, линией предков и тысячеконатным отелем, рассматриваются сравнительно небольшие и вполне обозримые совокупности, противоречия станут практически достижимыми со всеми катастрофическими для теории последствиями. Сказанное приводит к возникновению сомнений в способности альтернативной теории множеств вполне удовлетворительно справиться с апорией «Пшеничное зерно».

Как бы там ни было, Зенон сделал из описанных трудностей тот вывод, который и должен был сделать как последователь Парменида – он отказал нам в праве мыслить универсум как состоящее из множества частей образование. Бытие осталось у него единым, неделимым и неподвижным.

На наш взгляд, неопределённости в предсцировании свойств объектам вообще не обязательно связаны с большими совокупностями. Неопределённость может возникать и возникает в отношении малых множеств и даже единичных объектов. Суть в том, что такие свойства, как «куча», «хороший человек», «мужественный», «молодой», «красивый» и т.д., не являются подмножествами универсума рассмотрения. Поэтому даже для вполне упорядоченных конечных множеств нельзя утверждать, что такой одноместный предикат имеет наименьший элемент, определенно обладающий (или не обладающий) искомым свойством. В одних структурах этот элемент один, в других – другой (например, при одном представлении куча начинается с 10 зерен, при других – с 2, 8, 11, 67 и т.п.). В результате возникает неопределённость, понятию о которой можно придать логически точный смысл. Подробно теория неопределённости изложена в заключительной главе.

⁷¹ В альтернативной теории множеств используется классическая логика, в которой из противоречия выводится любое, самое нелепое, высказывание.

⁷² Там же. С. 40-41.

Глава 5. Функциональное описание реальности

§1. О злоупотреблениях функциональным языком

Стремящееся к точности человеческое мышление исходит из, вообще говоря, немногих подлинно базисных идей. Одной из таких идей является функциональный подход к описанию реальности. Понятие функции – одно из центральных в математике и математизированном естествознании. Простота понятия функции позволяет определять его на полу интуитивном уровне, как часто и делается в литературе, если только не преследуется цель исследовать основания функционального подхода.

Математическое понятие функции – одно из наиболее общих и простых понятий науки, определяемое с практически предельной степенью строгости. Со времен Кантора в качестве основания всей математики используется теория множеств. В рамках теории множеств понятие функции не является самым фундаментальным, а представляет собой частный случай понятия отношения. Не теряя достаточной для наших целей общности, ограничимся двухместными отношениями. Пусть дано декартово произведение $A \times B$ множеств A и B . Тогда отношением на $A \times B$ называется произвольное подмножество $R \subset A \times B$ (т.е. R является отношением на $A \times B$, если каждый элемент R является упорядоченной парой вида $\langle a, b \rangle$, где $a \in A$ и $b \in B$). Функция – это отношение F на $A \times B$, удовлетворяющее дополнительному условию:

$$(*) \forall x \forall y \forall z (\langle x, y \rangle \in F \ \& \ \langle x, z \rangle \in F \rightarrow y = z).$$

Множество $D = \{x: x \in A \ \& \ \exists y (\langle x, y \rangle \in F)\}$ называется областью определения функции F , а множество $G = \{y: y \in B \ \& \ \exists x (\langle x, y \rangle \in F)\}$ – областью значений функции F . Ясно, что $D \subset A$ и $G \subset B$. Обычно пишут $F(a) = b$, если пара $\langle a, b \rangle \in F$. Элемент a в этом случае называется аргументом функции F , а элемент b – значением функции F на данном аргументе. Характеристический признак функции $(*)$ тогда означает, что переход от аргумента к значению осуществляется *однозначным* образом: если $F(x) = y$ и $F(x) = z$, то $y = z$.

Казалось бы, всё предельно ясно. Особенно если учесть, что теория множеств ныне не возбуждает тех сомнений, которые имели место в период кризиса в основаниях математики на рубеже XIX и XX

веков. Тем не менее, как это не парадоксально, понятием функции злоупотребляют сплошь и рядом, пытаясь выразить на языке функций то, что в действительности находится уже за рамками функционального подхода. Злоупотребления бывают двух видов: наивные (неосознанные) и философские (вполне сознательные). При наивном применении функционального подхода человек просто действует, как его учили. А учили его тому, что всякое явление можно описать на языке функций. Явные несоответствия описаний и реального положения дел либо объясняются тем, что применялись недостаточно сложные функции, либо просто игнорируются как несущественные.

Философские злоупотребления функциональным языком, в свою очередь, распадаются на несколько видов.

а). *Неконструктивная критика теоретико-множественного определения функции.* Приведем пример. Р.Голдблатт утверждает, что теоретико-множественное определение функции «сохраняет прежнее представление о функции как о множестве некоторого рода – фиксированном, статическом объекте», не отражает «преобразовательный аспект данного понятия»⁷³.

«Действительно, геометрические преобразования (вращения, отражения, растяжения и т.д.) являются функциями, которые практически буквально описывают движение, а в прикладной математике силы фактически моделируются функциями. Описанные здесь динамические качества представляют собой существенную часть значения слова “функция”, как оно употребляется в математике. Определение функции через упорядоченные пары не отражает этого»⁷⁴.

Место теории множеств, полагает Голдблатт, должна занять теория категорий, в которой якобы присущая понятию функции динамика проявляется в полную силу⁷⁵.

Согласимся с критикой теоретико-множественного подхода к понятию функции. В самом деле, теоретико-множественное понятие функции целиком и полностью статично. Это образец статичности, неизменной как в пространстве, так и во времени в полном соответствии с парменидовской философией и платоновской теорией вечных эйдосов. Однако принять теорию категорий в качестве “динамической” альтернативы нельзя. Достаточно взглянуть на определение категории (основывающееся, кстати сказать, на понятиях множества и класса), чтобы понять, что категории – такие же статичные объекты математики, как и множества. Они не вращаются,

⁷³ Голдблатт Р. Топосы. Категорный анализ логики. М., 1983. С. 32.

⁷⁴ Там же. С. 32.

⁷⁵ Там же. С. 78.

не растягиваются, вообще не изменяются и не способны к изменениям. Категорию, как и множество, нельзя представлять себе как движущуюся сущность или сущность, меняющуюся во времени. Определение категории начинается с фиксации классов объектов и морфизмов категории, способных изменяться не в большей степени, чем любой другой класс или множество. Таким образом, замена статике на динамику происходит в рассматриваемом случае только на словах. Математического содержания философские замечания Голдблатта не имеют.

б). *Некритическое приписывание.* На чем, собственно, основывается утверждение о якобы подлинном динамическом смысле слова “функция” в математике? Математика – наука точная, а не аморфно-образная. Если утверждается, что значение математического понятия функции включает в себя динамические качества, то где же эти качества? Если они есть, то должны определяться математически строго. Есть только в сфере образного мышления? Но тогда данные качества не относятся к математике и не могут включаться в математическое понятие функции. Между тем, сплошь и рядом статичным по самой своей сути функциональным методам приписываются образные, интуитивно понятые динамические характеристики, за которыми нет ни только никакого математического смысла, но и вообще научного содержания.

Примером является трактовка специальной теории относительности (СТО) Д.Бомом. Отмечая удивительное отличие диаграмм СТО (с их статичным представлением не только прошлого, но и будущего как неких данностей) от действительного положения дел, Бом по отдельности анализирует реальность и диаграммы. В реальности оказывается, что прошлое – это реконструкция, что будущее не дано и его невозможно предсказать и т.п. И все это вопреки диаграммам, мировым линиям и прочим объектам, в которых ничего подобного нет. Напротив, мировая линия каждого индивида содержит его местоположение в любой момент прошлого или будущего времени (ведь эти местоположения являются функцией от времени), вместе с точками его рождения и смерти. Как совместить эти разнородные описания? Диаграммы СТО, отвечает Бом, это своего рода карты реальности. Мы ведь не требуем от карты, чтобы она буквально соответствовала изображаемому ландшафту⁷⁶. Но аналогия с картой не проходит, так как на карте СТО нет указаний на необходимость реконструкции прошлого, неполноту наших знаний,

⁷⁶ Бом Д. Специальная теория относительности. М., 1967. С. 208-217.

невозможность предвидеть будущее и т.д. Для этой карты все перечисленные проблемы либо вовсе не существуют, либо несущественны. Изображая уже не существующее прошлое и ещё не существующее будущее как реальности, неотличимые от реальности настоящего, СТО уподобляется географической карте, на которую нанесены вымышленные земли. Пытаясь задним числом поправить данное обстоятельство, Бом не достигает цели. Его приписывания и добавления – всего лишь довесок, не имеющих физического значения в рамках СТО. Нельзя подправить теорию её комментированием, к тому же на чуждом этой теории языке. Раз в СТО нет проблемы реконструкции прошлого и т.п. – стало быть, карта неверна, если считать эти проблемы важными.

К этому же виду злоупотреблений относится широко рекламируемый подход школы И.Пригожина, который в интересующем нас аспекте сводится к идее введения в физику времени как оператора. Мы далеки от того, чтобы критиковать физическую сторону дела и плодотворность понятия времени-оператора для физики. Основания для сомнений появляются тогда, когда новому понятию приписываются динамические черты. Риторика школы Пригожина хорошо известна, так что можно не повторять её здесь. Ограничимся указанием на частое употребление словосочетания “от существующего к возникающему”, которое даже явилось названием одной из книг И.Пригожина⁷⁷. “Возникновение”, очевидно, относится к числу слов, призванных нести в себе динамическое содержание. Однако какая динамика возможна, если оператор – это функция! Пусть это случай сложной функции, области определения и значений которой структурированы и т.д. Но всё равно, понятие оператора – это частный случай общего понятия функции, как оно было определено выше. Какой бы сложной ни была функция, она остается статичным множеством упорядоченных объектов (или столь же статичной категорией) и никакие ухищрения технического характера (введение функционалов, операторов и т.п.) не в состоянии этого обстоятельства изменить. Недопустимо приписывать статическому образованию динамические черты, если есть претензия на точное научное знание. Если отделить риторику от реально используемой классической функциональной математики, то останется только существующее, а от возникающего не останется ничего.

⁷⁷ Пригожин И. От существующего к возникающему. М., 1985.

в) *Принципиальное приписывание* наиболее четко (из известных мне авторов) выражено М.Бунге.

«Математические формулы сами по себе ничего не говорят о материальной реальности, и именно поэтому они могут быть использованы (в сочетании с семантическими “правилами”) для выражения столь многого о внешнем мире. Возможное объективное содержание, которое может быть вложено в математические формы, целиком находится в фактуальном (физическом, биологическом...) значении, приданном *ad hoc* символам, входящим в них, т.е. в семантических “правилах”. Следовательно, причинная проблема, подобно проблеме о механической природе предметов, к которой соотносится данная теория, не может возникнуть ни в формулировках, ни в представлениях данной научной теории, а только в её истолкованиях»⁷⁸.

Иными словами, М.Бунге сознательно призывает дополнять пустую, с его точки зрения, математику *ad hoc* истолкованиями, которые уже не должны формулироваться на математическом языке. На практике это приведет к ничем неограниченному произволу в интерпретациях математического аппарата науки. Некритическое приписывание основывается, по-видимому, просто на желании преодолеть границы, налагаемые наличной математикой, и одновременно в какой-то мере сдерживается естественным стремлением соблюсти при этом меру, тогда как принципиальное приписывание придает этому желанию видимость законности и, тем самым, ликвидирует все барьеры на пути математизированных фантазий. Можно, например, взять произвольное линейно упорядоченное множество, назвать его временем и ввести какие-то события как функцию от такого “времени”. Но при этом не следует надеяться на решение сложнейшей проблемы времени, для которой функциональные методы совершенно непригодны. Здесь необходим поиск адекватного теоретического аппарата, улавливающего специфические особенности темпоральности.

г) *Принципиальное неприписывание* неопозитивистов также основывается на утверждении, что математика ничего не говорит нам о мире. Расхождение с предыдущей позицией заключается в том, что какие бы то ни было интуитивные и образные интерпретации математических структур объявляются метафизическими и вредными для науки. Так, не следует приносить в научное знание представлений о порождающем характере причинных связей, поскольку акт порождения причиной действия не фиксируется используемой в физике математикой. Тем самым фактически накладывается запрет на поиск упоминавшегося выше адекватного аппарата для описания аспектов реальности, не улавливаемых

⁷⁸ Бунге М. Причинность. Место принципа причинности в современной науке. М., 1962. С. 98.

методами физики. Это тоже разновидность злоупотреблений, поскольку (если принять во внимание, что преступлением может быть не только действие, но и бездействие) из такой концепции вытекает, что за рамками физики ничего делать не надо.

Наличие злоупотреблений в использовании и оценках функционального подхода и в попытках выйти за его пределы не означает, что всякое научное описание, использующее математику, обречено оставаться в рамках статике. Успешный (по крайней мере, частично) выход за границы статике осуществлен математическим интуиционизмом.

«...Мы ставим в зависимость математическую теорию от возможностей субъекта-исследователя, которые к тому же зависят от времени. То, что сегодня не истинно, не обязательно является ложным – оно может быть неустановленным и может стать истинным завтра. Ситуация действительно много сложнее, чем в классической математике, но возможности построения приемлемых интуиционистских математических теорий все же имеются»⁷⁹.

Действительно, процитированное заявление является не приписыванием (в любом из выше описанных смыслов), а реальной исследовательской программой, успешно реализуемой в математической практике. Такая связанная с течением времени математика на самом деле порывает со статикой, однако достигается это слишком дорогой ценой непомерного усложнения математических концепций и техники. Возможно, отмеченное обстоятельство служит одной из причин того, что интуиционизм не нашел применения в физике (даже в той её части, которая была громко названа физикой становления и где хотя бы упоминание о нём было бы наиболее уместным). Кроме этого, интуиционизм с самого начала ориентировался на проблемы обоснования собственно математического знания, а не на решение прикладных задач (в отличие от классической математики).

Критикуя приписывание математическому аппарату науки смыслов, которые он в действительности не имеет, мы ограничились аргументами негативного плана. Перейти теперь к позитивным доводам. Вопреки неопозитивистам и примыкающим к ним в вопросе о статусе математического знания философам, математика несет в себе определенную информацию о мире. В противном случае эффективность языка математики в деле познания природы будет действительно непостижимой. Согласно В.А.Смирнову, следует различать два вопроса о соотношении языка и онтологии: «1. Какого рода объекты вынуждает принять язык? 2. Какие онтологические

⁷⁹ Драгагин А.Г. Математический интуиционизм. Введение в теорию доказательств. М., 1979. С. 18.

допущения обязывает делать данный язык?»⁸⁰. Ответ на первый вопрос состоит в указании области квантификации (критерий У.Куайна: «Быть – это значит быть значением квантифицируемой переменной»); ответ на второй вопрос требует определения класса аналитически истинных предложений (критерий А.Черча: «Язык обязывает делать именно те онтологические допущения, которые формулируются в аналитически истинных предложениях данного языка»). Известное разделение Р.Карнапом вопросов о существовании на внешние и внутренние имеет смысл, если учесть, что внутренний вопрос касается не только вопросов о существовании объектов внутри языкового каркаса, но и о существовании объектов вне его, а внешний вопрос не является бессмысленным, но требует решения о принятии онтологических допущений в целом⁸¹.

Означает ли сказанное, что имеет место отождествление привносимых языком онтологических допущений и положением дел в объективной реальности? В.А.Смирнов следующим образом отвечает на поставленный вопрос.

«Отождествлять системы объектов, имманентные языку, с реальностью мы не всегда можем. Если мы принимаем язык теории множеств, то вынуждены принять систему множеств. Но это еще не означает, что мы принимаем множества в качестве реально, объективно существующих сущностей. ... Нужны дополнительные способы и критерии отождествления моделей реальности, объектов мысли с самой реальностью»⁸².

Разумеется, использующая аппарат теории множеств наука не обязана принимать все множества в качестве реально существующих. Мы считаем, что в числе дополнительных способов установления соответствия с реальностью имеются *принципы отбора*, которые отбрасывают некоторые конструкции теории множеств как не имеющие эмпирического содержания или вообще не связанные с реальностью (даже в качестве теоретических сущностей). Но не могут же эти принципы отбора отбросить всё. Кое что они должны оставить в качестве реального, ибо в противном случае позволительно спросить: а зачем вообще принимать язык теории множеств, если ничто в реальности ему не соответствует? Если известно, что на самом деле есть, а чего нет, то следует выбрать язык, который это учитывает.

Конечно, та же теория множеств может интересовать нас лишь в качестве математической теории. Тогда, естественно, не обязательно

⁸⁰ Смирнов В.А. Логические методы анализа научного знания. М., 1987. С. 131.

⁸¹ Там же. См. также: Анисов А.М. О бессубъектности научного знания. // Онтологическая проблема и современное методологическое сознание. М., 1990.

⁸² Там же. С. 132.

принимать её онтологические допущения как реальные. Но ведь науки, основывающиеся на эмпирическом опыте (в отличие от математики) интересуются как раз реально существующим, и математические теории нужны им лишь постольку, поскольку способны описывать реальное существование. Если естествоиспытатель исходит из номиналистической установки, согласно которой таких объектов, как множества, в реальности нет, но при этом удобства ради пользуется теоретико-множественным языком, он просто вводит в заблуждение и самого себя, и своих читателей. То, что язык предполагает ту или иную онтологию – установленный логикой факт. Поэтому использование данного языка уже означает, что используется его онтология. Другое дело, нравится ли вам эта онтология или нет, принимаете ли вы ее, так сказать, душой. Но это – ваши личные проблемы, не имеющие отношения к науке.

Повторим ещё раз: использование теории множеств в естествознании (а не в рамках только математики) с неизбежностью предполагает, что какие-то множества принимаются в качестве реальных, соответствующих действительной структуре мира. Отсюда не следует, что все объекты теории множеств должны считаться реальными, так как за счёт принятия принципов отбора естественнонаучная теория оставляет лишь те множества, которые несут информацию о действительном мире.

Всё, что было сказано выше о теории множеств, касается любой другой математической теории. *Принятие определённой математической основы вместе с принципами отбора означает принятие вполне определённой онтологии, соотносимой с объективной реальностью.* Добавим к этому, что для установления принятых естественнонаучной теорией онтологических допущений о реальности, достаточно посмотреть, какие объекты рассматриваются в данной теории. Все такие объекты нужны или даже необходимы (с позиций теории) для описания реальности независимо от того, приписывается им эмпирическое существование или структурное соответствие действительности. Если этот объект – молекула, то в физике она существует в качестве эмпирического объекта, если функция – то она отражает реально существующие связи. При этом под “молекулой” надлежит понимать то, что предписывается соответствующей теорией; аналогичным образом, не следует примешивать к применяемому в теории понятию “функция” какой-

либо приводящий смысл, не вытекающий ни из применяемой математики, ни из принципов отбора.

§2. Статическое время

Пожалуй, с наибольшей силой функциональный подход к описанию реальности воплотился в восторжествовавших в современной науке представлениях о времени. Как правило, в рамках точно сформулированной статической концепции принимается, что время является отношением линейного порядка R (отождествляемого с отношением «раньше, чем» или с «позже, чем») на *заранее данном* непустом множестве моментов времени M , т.е., с теоретико-множественной точки зрения, время – это пара $T = \langle M, R \rangle$. Отступления от этого правила бывают тройкого рода.

Во-первых, изредка вместо бинарного отношения R пытаются вводить временные отношения с большим количеством мест. Например, в теории относительности принимается, что в одной системе отсчёта k событие s_1 может наступить раньше, чем событие s_2 , а в системе отсчёта k' временной порядок этих событий окажется другим (так бывает, если два события, в силу принимаемого в этой теории постулата о существовании предельной скорости взаимодействий, не могут находиться в причинной связи между собой). Но если зафиксировать систему отсчёта или рассматривать только пары событий, могущие находиться в причинной связи, то время вновь окажется привычным линейно упорядоченным множеством с бинарным отношением «раньше, чем», так что изменения, вводимые теорией относительности в наши представления о времени, на самом деле не столь уж значительны, как зачастую думают.

Во-вторых, иногда требование линейности ослабляется до условия частичной упорядоченности множества моментов времени. Так, в логике рассматриваются различные модели ветвящегося времени, с помощью которых, в частности, надеются избежать фаталистических выводов о будущем. Это более интересное нововведение по сравнению с предыдущим, однако, оно всё ещё воспринимается как слишком радикальное для того, чтобы использовать его в естествознании.

В-третьих, геометрический образ времени позволяет обсуждать возможность существования замкнутых временных линий. При этом

не всегда осознают, что в таком случае отношение «раньше, чем» перестает быть отношением порядка на множестве моментов времени, и теперь бессмысленно спрашивать, наступило ли событие s_1 раньше или позже, чем событие s_2 .

Вообще, замкнутые временные линии призваны проиллюстрировать возможность течения времени вспять. Однако для демонстрации этой возможности вовсе не обязательно отказываться от трактовки отношения «раньше, чем» как отношения порядка. Достаточно сопоставить временному отношению порядка R его обратное отношение R^* (которое получается из R следующим образом: $R^* =_{\text{Df}} \{ \langle a, b \rangle \mid \langle b, a \rangle \in R \}$), оставив прежнее прочтение «раньше, чем». Полученное отношение R^* также будет отношением порядка на множестве моментов времени M . Действительно, пусть R есть отношение *частичного порядка*, для определённости, *антирефлексивное* и *транзитивное* отношение, т.е. R удовлетворяет двум следующим требованиям:

1. $\forall x \neg(x R x)$;
2. $\forall x \forall y \forall z (x R y \ \& \ y R z \rightarrow x R z)$.

Тогда R^* очевидным образом удовлетворяет первому требованию, а при $x R y$, $y R z$, $x R z$ в силу определения R^* окажется, что $y R^* x$, $z R^* y$, $z R^* x$, откуда, навешивая кванторы всеобщности, получаем $\forall z \forall y \forall x (z R^* y \ \& \ y R^* x \rightarrow z R^* x)$. После переименования кванторов приходим ко второму требованию $\forall x \forall y \forall z (x R^* y \ \& \ y R^* z \rightarrow x R^* z)$. Теперь, если событие s_1 раньше, чем событие s_2 в системе $\langle M, R \rangle$, то событие s_2 будет раньше, чем событие s_1 в системе $\langle M, R^* \rangle$.

Учитывая только что сказанное, в целях формальной экспликации статической концепции под *временем* $T = \langle M, R \rangle$ будем понимать произвольное непустое множество моментов M вместе с частичным порядком на нем R , трактуемом как отношение «раньше, чем».

Как уже упоминалось выше, чаще всего в науке отношение частичного порядка ограничивают требованием линейности, т.е. принимается дополнительная аксиома

3. $\forall x \forall y (x R y \vee y R x \vee x = y)$.

Обычно в качестве времени берется не любое, а конкретное линейно упорядоченное — множество действительных чисел $\mathbb{R}$. При этом действительные числа отождествляются с моментами времени, а стандартное отношение порядка $<$ на этом множестве рассматривается как временное отношение «раньше, чем» (либо «позже, чем» в случае отношения $>$). Геометрическим образом так представленного времени является бесконечная в обе стороны прямая.

Но это ещё не всё. Чтобы наполнить рассматриваемую абстрактную математическую структуру реальным содержанием, каждому моменту t из $\mathbb{R}$, чаще не оговаривая этого явно, сопоставляют множество событий m , происходящих в указанный момент времени. Так появляется *функция* T из $\mathbb{R}$ на некоторое множество множеств $\mathbb{W}$, элементами которого являются множества событий. Теперь легко придать смысл утверждению вида «В момент t произошло событие s »: это означает, что

$$T(t) = m \text{ \& } s \in m.$$

Почему нельзя напрямую моментам времени сопоставить события? Ответ очевиден. Поскольку в каждый момент времени t происходит много событий, такое прямое сопоставление не будет функцией. Быть может, следует поступить наоборот, сопоставив события моментам времени? Однако некоторые события (например, вспышки света или распады атомных ядер) происходят много раз и в *разные* моменты времени, так что и это сопоставление не будет функцией.

С математической точки зрения все эти построения тривиальны. Значимость они могут обрести лишь в том случае, если их можно связать с реальностью, с реально происходящими событиями. А реально мы говорим о событиях определенного дня, недели, месяца, года, минуты, секунды и т.п. А это не мгновения, а *интервалы* времени. Даже когда речь идет о мгновении применительно к действительно происходящему, подумав, мы должны согласиться, что на самом деле имеется в виду некоторый интервал (или отрезок) времени. Для наших целей достаточно ограничиться интервалами длиной в год (другие интервалы будут получаться аналогичным образом). Итак, как можно в рамках рассматриваемой структуры придать смысл высказыванию вида «Событие s произошло в n -ом году»?

Поступим следующим образом. Поскольку целые числа содержатся среди действительных чисел, при $n < 0$ $|n|$ -тым годом до нашей эры объявим полуинтервал $[n, n+1)$ ⁸³. Например, при $n = -1$ получим $|n| = 1$, т.е. первый год до нашей эры. При $n \geq 0$ также возьмем полуинтервал $[n, n+1)$, но теперь будем говорить о $n+1$ годе нашей эры. Например, при $n = 0$ получим 1 год нашей эры. Очевидно, так определенные полуинтервалы покроют всю ось времени и при этом они нигде не пересекутся между собой. Для любого n положим $f(n) = |n|$, если $n < 0$, и $f(n) = n + 1$, если $n \geq 0$. Какие события $S_{f(n)}$,

⁸³ Подразумевается, что $a \in [a, b)$, но $b \notin [a, b)$.

произошли за год $D_{f(n)}$, соответствующий полуинтервалу $[n, n+1)$ ⁸⁴? Очевидно, необходимо взять объединение множеств событий, происшедших за все моменты времени из этого полуинтервала:

$$S_{f(n)} = \{s \mid s \in \bigcup_{t \in [n, n+1)} T(t)\}.$$

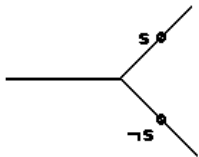
Рассмотрим полуинтервал $[1998, 1999)$. Ему соответствует 1999 год и множество событий этого года S_{1999} . Для любого читающего эти строки 1999 год уже в прошлом, так что мысль о том, что все события этого года уже произошли и потому о них можно осмысленно говорить, не покажется из ряда вон выходящей. Возьмем теперь полуинтервал $[1998, 1999)$. Чему в *реальности* соответствует образование S_{9999} ? Событиям 9999 года н.э.? Но где, кто и когда доказал, что эти события существуют в таком же смысле, что и события 1999 года? Ведь для всех ныне живущих они в будущем и, более того, навсегда останутся в будущем, учитывая наши шансы дожить до 9999 года. Между тем, статическая концепция времени без лишних разговоров объявляет существующими события любого года на темпоральной шкале. И если эта концепция действительно является картой реальности, то соответствующие множества $S_{f(n)}$ существуют при каждом целом n . А если для будущих n этих событий нет, если они не существуют? Ведь будущее – еще не факт. В конце концов, откуда эта беззаботная уверенность в том, что мир будет существовать всегда? *А если очередной год не наступит?* В таком случае статическая карта изображает несуществующие земли и потому является плодом нашей фантазии. Человека, вздумавшего объявить о существовании еще одного материка Земли, с позором бы изгнали из заседания географического общества. Но что непозволительно географу, дозволено физику и философу-статику. Необходимо, наконец, перестать быть излишне доверчивыми и потребовать доказательств существования событий любого, сколь угодно отдаленного будущего.

Если же нам скажут, что не собираются настаивать на существовании событий будущих лет, что использование функционального подхода лишь приближенно описывает реальность, которая в действительности гораздо сложнее, и т.п., то возникает вопрос: зачем же тогда использовать понятийный аппарат, коль скоро известно, что он не является адекватным? Зачем наносить на карту реальности несуществующие острова, эти атлантиды воображения?

⁸⁴ Ясно, что $d_n = |n|$ при $n < 0$ и $d_n = n+1$ при $n \geq 0$.

Не лучше ли ограничиться имеющимися в действительности землями, территориями, на которые можно ступить!

Впрочем, в рамках статики имеется одна возможность для того, чтобы избежать нанесения на карту реальности *определенного*



будущего. Для этой цели используют идею ветвления времени в будущее. Мы можем считать, что события делятся на необходимые (обязательно наступающие в будущем) и случайные, которые в будущем могут быть, а могут и не быть. Например, если кто-то, возможно, женится в следующем году

(событие s), то также возможно, что он этого не сделает (событие $\neg s$). Альтернативные сценарии изображены на рисунке. В рассматриваемой ситуации уже нельзя образовать множество событий будущего года. В самом деле, такое множество d должно было бы как содержать событие s ($s \in d$), так и не содержать s ($s \notin d$), что противоречиво. Однако, исходя из содержательных соображений, требуется наложить запрет на ветвление времени в прошлое. Так что прошлое у каждого объекта одно единственное, тогда как будущее альтернативно. Иными словами, время ветвится в будущее, но линейно в прошлое, как и показано на рисунке. С формальной точки зрения это можно выразить при помощи следующих условий. Положим $x\check{R}y \Leftrightarrow_{\text{Df}} x \neq y \ \& \ \neg(xRy) \ \& \ \neg(yRx)$ и назовем такие x и y *несравнимыми* по отношению R . Очевидно, что введенное отношение $\check{R}$ является антирефлексивным и симметричным, т.е. $x\check{R}y \rightarrow y\check{R}x$, но не транзитивным.

$$3'. \forall x(\exists u(xRu) \rightarrow \exists y\exists z(xRy \ \& \ xRz \ \& \ y\check{R}z)).$$

$$4. \forall x\forall y\forall z(yRx \ \& \ zRx \rightarrow y = z \vee yRz \vee zRy).$$

Здесь аксиома $3'$ вводится вместо аксиомы 3 , поскольку они несовместимы, если отношение R не пусто. Условие $3'$ обеспечивает ветвление времени в будущее, а условие 4 гарантирует линейность времени в прошлое. Аксиому $3'$ можно усилить так, чтобы время ветвилось в каждом моменте, если только у этого момента есть будущее.

$$3''. \forall x(\exists u(xRu) \rightarrow \exists y\exists z(xRy \ \& \ xRz \ \& \ y\check{R}z \ \& \ \neg\exists u(xRu \ \& \ uRy \ \& \ uRz))).$$

Конечно, изобразить наглядно ветвление в каждой точке отрезков невозможно, так что постулат $3''$ на рисунке не отображен. Вместо этого показано ветвление лишь в одном моменте. Зато линейность в прошлое получила на рисунке адекватное воплощение: двигаясь из

любой точки справа налево, мы получим линию с топологией отрезка прямой.

Завершим аксиоматику статического времени, удовлетворив естественное требование *связности* моментов в смысле отсутствия во временной структуре изолированных моментов или интервалов времени.

$$5. \forall x \forall y \exists z (zRx \ \& \ zRy) \vee \exists z \forall x (x \neq z \rightarrow zRx).$$

Левый дизъюнкт утверждает, что у любых двух моментов, как бы далеко они не разошлись в ходе ветвления, есть общее прошлое и время, таким образом, не имеет начала, а правый дизъюнкт учитывает ситуацию, когда имеется общий для всех моментов начальный момент времени, у которого нет прошлого. Каждая из этих двух несовместимых альтернатив исключает существование самостоятельных кусков времени, так что аксиому 5 можно назвать аксиомой связности. Это своего рода связность в отношении прошлого, но не будущего, поскольку из-за ветвления времени мы не можем потребовать, чтобы у любых двух моментов было общее будущее.

Насколько структура с ветвлением в одну сторону и линейностью в другую способна передать подвижные, динамические аспекты времени? На наш взгляд, хотя такая структура обладает более богатыми возможностями для представления темпоральных отношений по сравнению с линейно упорядоченным множеством, в целом она остается полностью статичным образованием, в котором вместо однозначного фиксирования будущих событий столь же однозначно фиксируются будущие альтернативы вместе с соответствующими каждой альтернативе событиями. *Главным признаком статичности модели времени является невозможность указать в ней момент «теперь» или «сейчас».* Что происходит с нашим персонажем в *настоящий* момент времени? Он еще не решил, как быть, или для него уже наступило будущее? А если наступило, то какое? Бесполезно задавать подобного рода вопросы в рамках неподвижных, статических моделей. Течение времени, а вместе с ним разделение моментов и событий на прошлые, настоящие и будущие в них отсутствуют. Но что может быть более фундаментальным для идеи времени, чем категории прошлого, настоящего и будущего, чем представление о его движении и течении? Без этих характеристик время перестает быть временем, превращается в статичное и неизменное во веки веков пространственно подобное образование.

Приведенная система аксиом, очевидным образом, непротиворечива. Поэтому она имеет счетную модель, скажем, составленную из рациональных чисел. По справедливому утверждению С.А.Яновской, данное обстоятельство свидетельствует о том, что феномен движения (течения времени в нашем конкретном случае) уловить не удалось.

«Вместе с тем стоит, вероятно, заметить, что наличие у системы аксиом арифметической интерпретации, отнюдь не связанной непременно с каким-нибудь движением, можно рассматривать как свидетельствующее о том, что этой аксиоматикой заведомо не выявлена еще сущность движения как такового, как движения, а не как некоторых отношений, определенных для рациональных чисел. В этой связи мне представляется естественным предполагать, что теория движения вообще не может быть конечно-аксиоматизируемой теорией и что аксиоматические способы построения теории здесь не по существу»⁸⁵.

Последнее замечание о неадекватности аксиоматического метода применительно к проблеме движения, как нам представляется, касается самой сути дела.

Ещё одной странностью статических моделей времени является свойственная им своеобразная расточительность. Поясним, что имеется в виду. Опыт учит нас, что хороших вещей не бывает слишком много. Их всегда не достаёт, их всегда не хватает. Большинство людей вынуждены довольствоваться одним домом, одним местом проживания, одним кругом общения, у них вечно нет денег и т.д. Простое удвоение благ даётся с огромным трудом, не говоря уже об их многократном умножении. А некоторые феномены существуют исключительно в одном экземпляре и принципиально не поддаются даже удвоению. Такова, например, индивидуальность каждого из нас. Но посмотрите на статические модели. В них в каждый момент времени на протяжении жизни человек существует вместе со всем своим достоянием. Если вы обладатель автомобиля, то каждому мгновению этого обладания соответствует свой автомобиль. Именно так, поскольку существование в одни моменты времени в статике *по типу* ничем не отличается от существования в любые другие моменты времени. Есть в универсуме новенький автомобиль в момент покупки, и также есть по автомобилю в любой момент его последующей эксплуатации. Если возразят, что автомобиль на самом деле *один*, но взят в разные моменты времени, то это возражение не состоятельно. В разные моменты времени существует по автомобилю, причём это, вообще говоря, разные объекты (скажем, новый автомобиль и старый), хотя и очень похожие на небольших

⁸⁵ Яновская С.А. Преодолены ли в современной науке трудности, известные под названием «апории Зенона»? // Проблемы логики. М., 1963. С.136.

интервалах времени. Хуже того, каждый из нас растиражирован в таком количестве экземпляров, сколько моментов насчитывает наша жизнь. В буквальном смысле существует наше детство, наша зрелость и наша старость, и в каждом из этих возрастных периодов есть соответствующий индивид, который существует точно в таком же смысле, как и читающий сейчас эти строки.

Мы не в состоянии поверить, что во Вселенной имеется два Солнца, две Земли, две копии каждого из нас и т.п. Но это в пространственной развёртке. Что касается бытия во времени, то, влекомые непонятно откуда взявшейся убежденностью, мы уверены в возможности темпорального копирования любого объекта. Человечество буквально преследует идея путешествий во времени. Никто не отправляется в путь, чтобы в некоторой точке пространства встретиться со своим прошлым или будущим. Однако верят, что есть такая точка во времени. Туда трудно попасть, но научился же человек летать! Быть может, когда-нибудь он научится путешествовать по мирам времени... И такое наивное онтологизирование находит полную поддержку в лице физической науки, авторитетно и бездоказательно заявляющей, что прошлое и будущее существуют в таком же смысле, как и воспринимаемое настоящее. А если ни прошлого, ни будущего *нет*, если они *не существуют*? Тогда туда и попасть нельзя не только на практике, но и в теории, и тогда каждая индивидуальность наличествует лишь в единственном экземпляре, или же её вовсе нет. Это простое соображение просто не приходит в голову умам, привыкшим время осмысливать в терминах пространственных отношений, понимать его как некую совокупность *мест*, в которых, если они близко расположены, существуют мало различимые копии одних и тех же вещей. Смыкаясь, эти места образуют структуры, подобные отрезкам пути. По ним можно путешествовать, как в обычном пространстве. В результате причудливым образом фантазии о машинах времени смыкаются с выводами сложных и абстрактных теорий, допускающих замкнутые временные линии. Только вот вопрос: получаются такие выводы в результате глубокого проникновения в природу времени, или же они являются артефактами, навеянными геометрическими моделями времени?

Концепция статического ветвящегося времени только усугубляет проблему. Если при линейной развертке временного ряда в статике каждый из нас существует во многих экземплярах (по одному на каждый момент времени), то у всех этих экземпляров, по крайней мере, одна судьба. Например, для каждого конкретного человека в

таком универсуме имеется одно единственное событие его смерти в некоторый момент времени. Но в ветвящемся статическом универсуме для любого живущего в нем индивида имеются альтернативные даты смерти, которые могут соответствовать существенно различным событиям. Ведь на одной ветви времени он может, скажем, погибнуть в результате аварии, тогда как на другой временной ветви он умрёт от старости. Спрашивается, что его ожидает, и чьё это будущее? Остается либо сказать, что у него имеется много судеб, либо признать, что наш персонаж «размножается», порождая каждое мгновение нового очень похожего индивида, но со своей судьбой.

В результате статическая наука и философия наделяют время странной способностью вмещать в себя огромное множество миров, – по одному миру на каждый момент времени, – в любом из которых имеется надлежащее количество вещества и энергии, происходят соответствующие конкретному моменту времени события, наличествует в полном объеме пространство со всеми своими атрибутами и т.д. Излишне говорить, что всё это совершенно бездоказательно. Никаких эмпирических данных, свидетельствующих об этой удивительной способности времени, попросту не существует. Напротив, наш повседневный опыт свидетельствует против темпорального умножения миров, что выражено в принимаемом здравым смыслом утверждении: есть только настоящее, прошлого уже нет, будущего еще нет. Никто и никогда не был в состоянии воспринимать прошлое или будущее так, как воспринимается настоящее. Несмотря на всякого рода домыслы, никаких достоверных данных в пользу обратного нет. Ещё Блаженный Августин справедливо обратил внимание на коренное отличие типов восприятия разных частей времени: память для прошлого, внимание для настоящего и ожидание для будущего. Однако принимаемая математика и логика заставляют ученых и философов не верить собственным ощущениям!

Часть III. Становление и существование

В этой части анализируются различные типы существования, выделенные в зависимости от пространственных и временных характеристик объектов. Устанавливается, что из четырёх возможных типов существования в действительности реализуются три из них: физический, идеальный и темпоральный. На их основе выделяются физический и ментальный миры. Миры образованы объектами определённых типов существования и оба мира развиваются во времени, однако становление не затрагивает идеальных объектов, пребывающих вне времени. Само время понимается в науке в двояком смысле, находящем выражение в типах принимаемых темпоральных шкал. Будучи геометрическими объектами, шкалы дихотомически делятся на имеющие особые точки или интервалы и не имеющие их. Показано, что особые точки или интервалы времени появляются на шкалах лишь в том случае, когда время рассматривается с точки зрения истории заполняющих его уникальных событий. Напротив, если шкала предназначена для измерения длительности стандартных многократно повторяющихся событий, нет оснований для введения выделенных мгновений или интервалов времени на такой шкале.

Особый интерес представляют шкалы, имеющие последний момент времени. Такие шкалы представляют завершённую или доведённую до момента настоящего историю уникальных событий и названы нами шкалами исторического времени. Появление в построенных научных исторических шкалах прямых указаний на момент преходящего настоящего однозначно свидетельствует в пользу реальности процесса становления. При этом, если универсум или его часть описывается шкалой исторического времени, неизбежен пересмотр традиционного понятия истины. Течение времени приводит к появлению на онтологическом уровне не только истины и лжи, но и объективной неопределённости в отношении связи исторических объектов и некоторых их предикатов.

Глава 6. Три типа существования

§1. Типы существования и миры

Что имеется в виду под типами существования? Встречающееся в названии главы число «три» может нанести на мысль, что речь пойдет о попперовской концепции «трёх миров». Действительно, так оно и есть, только миров будет два, а не три. Кроме того, упомянутая концепция последняя в ряду, начинающемся с теории «идей» Платона. Между этими крайними точками отсчета уместилось многое. Например, дискуссия об универсалиях и концепции о существующих независимо друг от друга субстанциях. Дуализм Р.Декарта, признающий наличие вещей мыслящих (*res cogitas*) и вещей протяженных (*res extensa*) – это обоснованное постулирование двух типов существования. Вещи первого рода составляют духовную субстанцию или 'мир' в попперовском смысле, вещи второго рода – материальный 'мир'. Два типа существования – два мира. Это совпадение не дает возможности заметить, что выделение типов существования не обязательно совпадает с делением универсума на миры. Одним из оснований картезианского деления был атрибут пространственности. Когда упоминают о пространстве, обычно тут же вспоминают и о времени. Этих двух фундаментальных атрибутов, по-видимому, достаточно, чтобы отличить существующее от несуществующего. Когда мы утверждаем, что единорогов не существует, это утверждение с иным смыслом, чем утверждение о том, что динозавров не существует. В случае динозавров можно указать время и место их существования, а для единорогов этого сделать нельзя. Правда, единороги существуют в наших мыслях. Можно ли и здесь говорить о месте и времени?

Рассуждая абстрактно, имеется всего четыре возможных различных отношений объектов к атрибутам пространства и времени. Первый – объект обладает как пространственными, так и темпоральными характеристиками. Второй – объект не обладает протяженностью и не изменяется во времени. Третий – объект не обладает протяженностью, но развивается со времени. Четвёртый – объект обладает протяженностью, но не изменяется во времени. Четыре типа отношений объектов к пространству и времени определяют четыре типа существования и, соответственно, четыре класса объектов, существующих в разных смыслах.

Я не думаю, что кто-либо всерьёз будет спорить с тем, что четвёртый класс объектов пуст. Иными словами, не существует объектов, которые занимают место в пространстве, но не развиваются во времени. Правда, в истории философии была попытка утверждать существование объектов такого рода. Имеется в виду концепция античного атомизма, в которой неделимые и неизменные во времени частицы материи – атомы –обладали конечными пространственными размерами и вполне определённой геометрической формой. В настоящее время гипотеза о существовании абсолютно стабильных во времени частиц наукой отвергнута, на основании чего этому типу существования приходится отказать в реальности.

Остальные классы, как мы надеемся показать, не являются пустыми. Поэтому вместо четырех, следует говорить о *трех типах существования и трех классах объектов*. В целях большей краткости и определённости, первый тип существования обозначим как *st-реальность*, второй – как *¬s¬t-реальность* и третий – как *¬st-реальность*. Символы *s* и *t* указывают на наличие соответственно пространственной и темпоральной компоненты у объекта, а символ *¬* – на отсутствие пространственных (*¬s*) или темпоральных (*¬t*) характеристик объекта. *St-реальность* есть не что иное, как *физическая* реальность. Не изменяющуюся в пространстве и времени *¬s¬t-реальность* уместно назвать *идеальной* реальностью. Наконец, лишённую пространственных характеристик, но длящуюся во времени *¬st-реальность* назовем *темпоральной* реальностью. Итак, три типа существования следующие: физический, идеальный и темпоральный. Отныне это не просто слова с достаточно неясным и неоднозначным смыслом, а понятия, определенные в терминах наличия или отсутствия пространственных и временных свойств.

Кажется, меньше всего проблем с *st-реальностью*. Объекты этого типа существования образуют протяженную субстанцию Р.Декарта или мир физических объектов, это *первый* мир. Естественно предположить, что объекты двух других типов существования *самостоятельно* (т.е. именно как объекты, индивиды) присутствуют только в мышлении, хотя уже здесь неясность: где начинаются и где кончаются границы мышления? Мыслит ли, например, компьютер? Или, может быть, более правомерно говорить о феномене психического или даже витального? В связи с последним термином вспоминается критика членами Венского кружка понятия «энтелехия», введённым в оборот биологом и философом Г.Дришем. Г.Дриш счёл необходимым ввести это понятие для объяснения

специфики биологических сил, действующих иначе, чем силы физические. В отличие от физических, эти силы *пространственно не локализованы*⁸⁶. В нашей терминологии, речь идет либо о $\neg$ st-реальности, либо о $\neg$ s $\neg$ t-реальности; но в любом случае это не физическая реальность. Как бы там ни было, будем использовать термин *ментальный* для обозначения *объектов* нефизических (идеального и темпорального) типов существования. Это будет *второй мир*. *Мир физических вещей и мир ментальных объектов – это единственные миры*. Третьего мира не существует. Возникает вопрос, почему трём типам существования нельзя сопоставить три мира по принципу: один тип существования – отдельный мир. Дело в том, типы существования выделяются на основе пространственно-временного критерия, а миры отделены друг от друга скорее эволюционно, чем логически. Вначале существовал только физический мир, затем появился мир ментальный. Ментальные феномены слишком отличались от физических, чтобы считаться частью физического мира, вследствие чего они образовали новый мир.

На первом этапе ментальный мир был по сути темпоральным миром $\neg$ st-объектов, и лишь затем к нему добавилась (примерно в VI в. до н.э.) идеальная компонента в виде $\neg$ s $\neg$ t-объектов. Объекты ментального мира в *самостоятельном виде* в физическом мире нигде не встречаются. Теперь это вывод из предыдущего, а не просто утверждение. Действительно, как может объект, лишенный пространственных характеристик (форм, размеров и т.п.), – мысль, например, – оказаться среди геометрически оформленных и протяженных физических объектов? Другое дело неизменные во времени идеальные и изменяющиеся темпоральные объекты. Их можно непротиворечивым образом совместить. Ведь любой темпоральный объект также остается стабильным на какой-то период времени (если, конечно, не встать на точку зрения Кратила, у которого вещи настолько изменчивы, что и один раз нельзя войти в одну и ту же реку). Эта способность к временной стабильности (абсолютная у идеальных и относительная у темпоральных объектов) делает $\neg$ s $\neg$ t и $\neg$ st-реальности совместимыми, что и позволяет им образовать свой особый мир, отделённый от мира физических вещей.

Однако и после появления идеальной составляющей ментального мира идеальные объекты оставались сравнительно редкими феноменами. Всякий человек мыслит темпоральными категориями, но далеко не каждый способен оперировать с идеальными

⁸⁶ Карнап Р. Философские основания физики. М., 1971. С. 54.

образованиями. Таким образом, идеальные объекты встречаются не во всяком индивидуальном человеческом сознании. Сфера сознания скорее темпоральна, чем идеальна. Другой вопрос, что долгое время идеальным называли всякое сознание и мышление вообще, не замечая наличия в сознании и мышлении объектов двух разных типов существования. Человеческие понятия трактовали как идеальные, тогда как в действительности речь чаще всего шла о темпоральных понятиях. Поэтому когда обнаружили лежащий на поверхности факт развития понятий (изменяющихся и в историческом, и в индивидуально-личностном плане), стали расценивать это тривиальное открытие как выдающееся достижение философской мысли. На самом деле наиболее труден для анализа именно идеальный срез сознания. Как в захваченном времени потоке мыслей, желаний и надежд найти нечто строго очерченное и неизменное? В виду того, что идеальные объекты редки и трудно фиксируемы, выделять их в особый мир – значит пойти наперекор фактам. Кроме того, мало пользы, если понятия 'тип существования' и 'мир' будут дублировать друг друга.

Посмотрим более внимательно на объекты ментального мира, как бы их не называли – универсалии, идеальные объекты, абстракции и т.д. Темпоральные и идеальные объекты не занимают места в пространстве. Откуда это известно? Из *опыта*. Именно опыт встреч с объектами того или иного типа существования позволяет выделять сами типы и анализировать их затем более детально. Конечно, имеется в виду широко понимаемый опыт, включающий в себя не только опыт обращения с физическими вещами, но и опыт оперирования с предметами мысли. В соответствии с данными такого опыта, никто, никогда и нигде не смог усмотреть в идеальных объектах что-либо похожее на размер, величину и т.п. Физические объекты сравнивают по величине, по занимаемому месту в пространстве и прочее; но ничего подобного проделать ни с идеальными, ни с темпоральными объектами нельзя. Нелепо говорить, что понятие Вселенной занимает больше места, чем понятие атома, или что понятие треугольника находится дальше от понятия квадрата, чем понятие квадрата от понятия многоугольника. В мире ментальных объектов расстояний не существует.

Более труден вопрос об отношении универсалий ко времени. Если, как уже отмечалось, ранее предпочитали неоправданно расширять область идеального, то ныне появились целые философские системы, основанные на идее развития всех без исключения понятий, так что

для идеального (в нашем смысле) вообще не остаётся места. Здесь мы сталкиваемся не с недоразумением частного характера. Действительно, человеческие представления, в том числе представления о предметах, имеющих лишь мысленное существование, находятся в процессе постоянных изменений. В некотором смысле изменяются сами предметы мысли. Вчера они были одни, сегодня – другие. Наша позиция, коротко говоря, состоит в том, что развивающиеся во времени понятия и понятия, во времени неизменные, имеют разные типы существования. Не различие этих типов породило множество проблем, но в действительности в разуме мы можем найти как $\neg$ st-понятия, так и $\neg$ s–t-понятия. К сожалению, сплошь и рядом эти понятия обозначаются одним и тем же термином. Например, несомненно, что понятие *число* со времён древних греков подверглось весьма существенным изменениям. В то же время верно и то, что пифагорейское учение о целых числах и современная теория целых чисел опираются на просто различные понятия целого числа. В этом смысле говорить о том, что современное понятие целого числа возникло в результате развития первоначальных представлений о числах, столь же нелепо, как утверждать, что понятие о квадрате возникает в процессе развития понятия о треугольнике. Но если помнить о том, что за словом 'число' может скрываться как $\neg$ st-реальность, так и $\neg$ s–t-реальность, многих противопоставлений и нелепостей можно избежать⁸⁷.

Насколько мне известно, наиболее отчетливо разницу между реальностями описываемых типов уловил К.Поппер в своей теории «трёх миров». Первый мир – это физический мир. Второй и третий миры Поппера – это что-то похожее на $\neg$ st-реальность и $\neg$ s–t-реальность соответственно. Миру изменяющихся человеческих мыслей противопоставляется мир объективного знания. Однако разделение этих миров не проведено К.Поппером с надлежащей тщательностью. Более того, оно противоречиво. «Я полагаю, – пишет К.Поппер, – что, хотя этот третий мир есть человеческий продукт, существует много теорий самих по себе, рассуждений самих по себе и проблемных ситуаций самих по себе, которые никогда не были созданы или поняты и, возможно, никогда не будут созданы или поняты людьми»⁸⁸. Между (А) «есть человеческий продукт» и (В) «никогда не были созданы людьми» (которое в действительности есть $\neg$ А) – противоречие, что не удивительно, т.к. веками утверждалась

⁸⁷ Подробнее об этом говорится в гл. 16 «Двойственность знания».

⁸⁸ *Поппер К.* Логика и рост научного знания. М., 1983. С. 452.

мысль о том, что знания, понятия и теории не существуют вне человеческого разума. В настоящее время, когда привычными стали обороты типа «представление знаний на ЭВМ» или «знания животных», мы уже более осторожны в вопросе о возможных носителях знаний.

§2. Существование объектов и существование предикатов

Возвращаясь к рассмотрению утверждения о неизменности во времени универсалий, мы уже понимаем, что из данного утверждения не следует отрицание идеи развивающихся во времени понятий. Только не нужно думать, что $\neg s \rightarrow t$ -объекты не изменяются во времени потому, что по определению $\neg s \rightarrow t$ -реальность находится вне времени. Суть в том, что $\neg s \rightarrow t$ -объекты *существуют*, причем в качестве самостоятельных образований – исключительно в сфере знаний как важнейшей части ментального мира. Вне знания, вопреки Платону и средневековым реалистам, искать их бесполезно. Что касается мира физических вещей, то $\neg s \rightarrow t$ -объекты существуют в этих вещах, но не наряду с ними, не самостоятельно. Например, идея сферы (как $\neg s \rightarrow t$ -объект) может существовать в уме наряду с другими идеями. Однако такой вещи, как сфера, в st -мире нет. Там имеются сферические объекты, о которых, строго говоря, нельзя сказать, что это сферы. Когда мы наблюдаем сферический физический объект, мы не имеем в виду, что наблюдаем идеальную (математическую) сферу. Мы говорим, что объект обладает сферической формой. В выражениях *Шар – это геометрическая фигура* и *Солнце – это шар* слово «шар» играет логически различные роли. В первом выражении оно стоит на *объектном* месте: *Геометрическая_фигура(шар)*, тогда как во втором выражении – на *предикатном* месте: *Шар(Солнце)*. Идеальный шар как физический объект не существует, но идеальный предикат «быть шаром» может применяться к физическим объектам (например, к Солнцу). При этом сейчас не важно, получается в результате истинное высказывание или ложное – существенна сама возможность применения идеального предиката к физическим объектам. На логическом языке эта мысль может быть кратко выражена так: *то, что в ментальном мире является объектом, в физическом мире является предикатом*. Идеальная сфера, находящаяся в уме, ничему

не предикцируется. Предметы, находящиеся вне разума, могут обладать свойством сферичности.

Материальную вещь или материальный процесс невозможно превратить в предикат. Но предикат физической вещи или процесса можно сделать либо идеальной, либо темпоральной вещью или либо идеальным, либо темпоральным процессом. Предикат, превращенный в идеальную или темпоральную вещь, называется *абстракцией*, а само превращение – *абстрагированием*. Теперь он может быть предметом рассмотрения, объектом изучения и анализа. Некоторые физические тела, например, шарообразны, т.е. обладают свойством (одноместным предикатом) «Быть шаром»: Шар(x). Сделав предикат «Шар» предметом математического изучения, мы превратили его в абстракцию «шар». Нет такой вещи в физическом мире, как электрон. Электрон – это свойство некоторых физических объектов: $\exists x$ Электрон(x). Предикат «Электрон» посредством абстрагирования превращается в идеальный объект – абстракцию «электрон».

Есть надежда, что сказанное выше – не очередная интерпретация, пресловутое «своё видение», и не раздражающее выявление еще одного ни к чему не обязывающего нюанса. Сколько путаницы существует из-за непонимания того, что физические вещи как таковые в познавательной деятельности – всего лишь объекты универсума рассуждений, объекты, по которым *квантифицируют*, но которые не *предикцируют*. Материальная, физическая вещь (процесс, событие и т.п.) в познании – это всегда либо нечто неизвестное, некий x , либо то, что имеет *собственное имя*. В любом случае, говоря о таких вещах, мы должны использовать места, определенные для объектов суждений, а не места для предикатов.

Материальную вещь невозможно превратить в темпоральную или в идеальную, её нельзя поместить в мир наших мыслей. Отсюда извлекают вывод: познание невозможно. Да, познание вещей как таковых, «вещей в себе» *непосредственно* невозможно. Аппарат современной символической логики является хорошей иллюстрацией к последнему утверждению. Что такое $x, y, z, \dots$? – Просто Нечто, что-то неизвестное, неопределённое, может быть, не существующее. Что скрывается за собственными именами, если кроме самих имён иной информации нет? Неясно даже, имена это одушевленных или неодушевленных предметов, существуют их денотаты реально или только в воображении. Но *физические вещи даны нам опосредовано, через свои предикаты*, которые, – о чем следует заявить со всей определённой, – *физическими объектами не являются*. Предикаты

физических вещей – не физические вещи. Более того, *предикаты любых объектов (не обязательно физических) ни при каких обстоятельствах не могут выступать в качестве физических вещей.* Тип существования любого предиката (как физической вещи, так и вообще любого) может быть либо темпоральным, либо идеальным. Третьего не дано. Никто и никогда не спотыкался о лежащий на дороге предикат, не выпаривал предикат из раствора, не разбивал предикат вдребезги... Безусловно, весь наш опыт с однозначностью об этом свидетельствует.

Если все это так, то к какому из двух миров принадлежат предикаты? Тип их существования либо темпорален, либо идеален. Означает ли это, что предикаты с необходимостью оказываются во втором, ментальном, мире? С одной стороны, если ответ утвердительный, по получится странная картина универсума, в котором предикаты физических вещей к миру самих физических вещей, т.е. к первому миру, никакого отношения не имеют! С другой стороны, если ответ отрицательный и предикаты физических вещей окажутся в первом мире, то не возникнет ли противоречия с определением этого мира как пространственно-временной *st*-реальности? Коллизия исчезнет, как только мы вспомним, как выделялись миры. Выше неоднократно подчеркивалось, что миры – это совокупности объектов определенных типов существования. Объектов, а не предикатов. Но когда мы принимаем некоторую систему, совокупность или множество объектов, вместе с ними мы принимаем и их предикаты. Однако было бы глубоко ошибочным думать, что тип существования объекта переносится на тип существования его предикатов. Напротив, пример с физическими объектами показывает, что ни одного случая такого переноса указать нельзя. Теперь остается оставить объекты вместе с их предикатами в том мире, в котором эти объекты располагаются. Таким образом, физические объекты вместе со своими предикатами могут спокойно пребывать в первом мире. Соответственно, предикаты темпоральных и идеальных объектов вместе с ними окажутся во втором мире.

Элементарные познавательные акты – это акты перехода предиката физической вещи в объект ментального мира и обратно. Переход предиката физической вещи в объект ментального мира есть акт *абстрагирования*. Обратный переход от ментального объекта к предикату физической вещи есть акт *предицирования*. Когда в сознании ребёнка появляется такой объект, как кошка вообще, это результат абстрагирования. Когда при виде соседского кота ребёнок

заявляет, что видит кошку – это предикцирование абстракции кошки к конкретному физическому объекту. Из элементарных актов абстрагирования и предикцирования складывается весь познавательный процесс. Такие акты-переходы возможны постольку, поскольку и предикат материальной вещи, и объект ментального мира *одной природы* – оба они или темпоральны, или идеальны.

Материальная вещь может перейти в иное состояние или превратиться в другую материальную вещь. Но физическое не может, начисто испарив свою материальность, стать темпоральным или идеальным, равно как темпоральные и идеальные объекты не могут быть материальными причинами в мире физических вещей. Вера в то, что идеи способны одним своим наличием создавать и двигать тела, была объявлена мистикой теми, кто был убежден в способности материального органа – мозга – продуцировать психическое. Не получилось ли так, что на место мистики идеализма была поставлена столь же догматическая мистика материализма? Ведь в первом случае постулируется существование превращений объектов ментального мира в вещи физического мира, а во втором, наоборот, – превращение физических вещей и процессов в объекты ментального мира.

Проблема становится менее острой, если мы осознаем единую природу предикатов физических вещей и ментальных объектов. Это замечание касается отношения физической и ментальной реальности уже не со стороны различий между ними, а со стороны их сходства. Поскольку предикаты не требуют места для своего существования, поскольку они пространственно *не локализованы*, постольку возможно *совпадение* предиката физической вещи и ментального объекта. Та же самая универсалия, которая находится в ментальном мире в качестве объекта, может (хотя это не обязательно) быть присуща физическому объекту в качестве предиката. Темпоральная сторона физического процесса может (хотя опять-таки не обязательно) оказаться сходной с ментальным процессом. Нелокализованность $\neg st$ - и $\neg s\text{--}t$ -типов существования позволяет им находится *сразу в двух мирах*. Но следует еще раз подчеркнуть, что это 'нахождение' различно в каждом из миров. В st -мире $\neg st$ - и $\neg s\text{--}t$ -существование лишь сторона, предикатный аспект физического мира. Там $\neg s\text{--}t$ -объекты и $\neg st$ -процессы не существуют в самостоятельном виде наряду с физическими вещами и процессами. Напротив, в ментальном мире нет ни одного st -объекта, зато $\neg s\text{--}t$ -объекты и $\neg st$ -процессы существуют в собственном своем качестве и могут мыслиться отдельно как друг от друга, так и отдельно от мира физических вещей и процессов, хотя

подлинный смысл существования ментальных объектов заключается в возможности предципирования их физическим вещам.

Рассмотрим более подробно процесс абстрагирования. Наверное, наиболее распространенный и привычный пример абстрактного объекта – это натуральное число. Согласно нашей точке зрения на природу абстракций, всякий абстрактный объект изначально являлся предикатом (не важно, физических вещей или ранее полученных абстрактных объектов). В случае натуральных чисел кажется, что это не так. Данная разновидность чисел представляется как явившаяся в абстрактной форме с самого начала, идет ли речь об онтогенезе или филогенезе познавательной деятельности. Однако более внимательное рассмотрение позволяет предположить, что гносеологически первичным будет все-таки число-предикат, а не число-объект. Прежде улавливается то общее, что присуще, казалось бы, совершенно различным ситуациям. Два человека и две звезды на небе, два барана и две дороги... Если не считать, что натуральные числа даны субъекту в готовом виде а priori, то предварительным условием образования абстракции двойки следует признать осознание упомянутой общности, которая, безусловно, имеет не физическую (какая может быть материальная связь между перечисленными ситуациями?), а чисто идеальную природу: 2(человека), 2(звезды), 2(барана), 2(дороги). Двойка – это то общее *свойство*, которое присуще каждой из названных, в других отношениях *совершенно различных*, ситуаций. Аналогичным образом возникает идея единицы, тройки, четверки и т.д. Затем устанавливаются связи между такими свойствами, но уже применительно к *однородным* предметам:

(*) Если собрать вместе 2(белых барана) и 2(черных барана), то будет 4(барана).

(Если собрать вместе два белых барана и два черных барана, то будет четыре барана.)

Очень сомнительно, что импликации (*) можно сразу приписать форму закона $2 + 2 = 4$. Правдоподобнее выглядит интерпретация, когда (*) рассматривается также, как, например, следующие утверждения:

(**) Если на небе тучи и гремит гром, то будет дождь;

(***) Если сплавить Медь(кусок) и Олово(кусок), то получится Бронза(кусок).

(Если сплавить кусок меди и кусок олова, то получится кусок бронзы.)

Изначально (*), (**) и (***) и им подобные высказывания были всего лишь эмпирическими утверждениями, фиксирувавшими многократно повторявшийся повседневный опыт, и ничем более. От наличия одних свойств вещей или ситуаций умозаключали к наличию других свойств – только и всего. Надо полагать, что способные к научению животные остаются на этом уровне познания. Если они в состоянии выйти за рамки инстинктов и в рамках индивидуального опыта могут устанавливать связи между наличием одних свойств и появлением других, то сделать это они смогут и в отношении количественных свойств. Но мы впадём в антропоморфизм, если припишем им способность к образованию абстракций и изучению связей между ними. Допустим, животное отличает пару предметов от трёх предметов того же рода. Это не означает, что оно отличает двойку от тройки, число «два» от числа «три». Да и люди отнюдь не всегда прибегают к абстрагированию. Каждый, обладающий сознанием, пользуется предикатом «Человек», однако далеко не каждый хотя бы однажды пытался понять, что значит быть человеком, какие предикаты имеет абстрактный объект «человек». Даже дети соответствующего возраста запросто определяют, что существо x перед ними – животное (Животное(x)). Тем не менее, назвать хотя бы одно характеристическое свойство абстрактного объекта «животное» затруднятся и многие взрослые.

В процессе абстрагирования, т.е. в процессе превращения предикатов каких-либо предметов или ситуаций в объекты рассмотрения, отвлекаются (как говорят, абстрагируются) от прочих предикатов этих предметов или ситуаций. Например, создание абстракции «2» сопровождается отвлечением от всех других характеристик ситуаций, кроме количественной – в данном случае наличия в ситуации пары предметов.

Наряду с объектно-предикатным способом членения универсума в науке широко используются функциональные описания вида (в простейшем случае) $f(x) = y$. Если функциональная зависимость относится к миру физических предметов, то $\neg s$ – t -объекты могут появляться справа от знака равенства. Например, 'температура (данного куса железа) = 500 градусов Цельсия', физический предмет (кусочек железа) приравнивается к $\neg s$ – t -объекту – числу 500. В физическом мире может существовать кусок железа, который обладает сферической формой и равной 500 градусов температурой. Но ни предикат 'быть сферой', ни число '500' в физическом мире не существуют в качестве объектов. Однако в ментальном мире и этот

предикат, и это число могут существовать в качестве объектов мысли вне прочих вещей.

Важно отметить, что в ментальном мире $\neg s-t$ -объекты получают статус самостоятельных в составе теорий, а не сами по себе. Точнее, если нет теории этих объектов, то нет оснований приписывать им данный тип существования. К.Поппер, когда указывал на подчиненную роль понятий (универсалий) в составе теории и призывал ошибочную проблему универсалий заменить проблемой теорий⁸⁹, был совершенно прав. Более того, существование $\neg s-t$ -типа в ментальном мире связано не с любого вида теорией. Идеальные объекты теории должны быть точно определены. В противном случае нельзя исключить изменения этих объектов во времени, т.е. мы рискуем получить не $\neg s-t$ -объекты, а st -объекты. Степень точности теории, вводящей в рассмотрение $\neg s-t$ -объекты, определяется, среди прочего, возможностью доказывать её средствами не существования каких-либо объектов или конструкций. Как только в геометрии было доказано, что не существует конструкции, которая была бы логическим выводом пятого постулата из остальных, геометрия, несомненно, стала наукой о $\neg s-t$ -объектах. В любом случае всем требованиям строгости удовлетворяют формализованные теории.

§3. Существование в теориях и в текстах

Всякая теория может быть рассмотрена двояко: как объект физического мира и как ментальное образование. Первый аспект связан с тем, что теория есть некоторое множество материальных вещей, называемых знаками или символами. Это синтаксический аспект теории. То, что скрывается за знаками и символами, образует семантический аспект теории. Вопрос о том, можно ли редуцировать семантику к синтаксису, один из ключевых в проблеме типов существования. Иногда не видят особых сложностей в ответе на поставленный вопрос применительно к формализованным теориям. Утверждают, что семантика формальной теории может быть задана посредством другой формальной теории, более богатой, чем исходная, по своим выразительным возможностям. При этом не замечают, что тот же самый вопрос возникает в отношении второй теории, формализация её семантики в третьей теории сдвигает проблему на эту третью теорию и т.д., до бесконечности. Но если решение проблемы

⁸⁹ *Поппер К. Цит. Соч. С. 460-461.*

откладывается до бесконечности, то это вообще не решение. Что еще хуже, даже в пределе процесс построения семантики одних теорий синтаксическими средствами других ничего, кроме нагромождения синтаксических конструкций, не порождает.

Преувеличение значения синтаксического момента за счет семантического встречается сплошь и рядом в работах по искусственному интеллекту⁹⁰ и не только там. Автономность третьего мира К.Поппера также в значительной мере базируется на необоснованной вере в однозначную связь значков на бумаге и скрытых за ними смыслов. Впрочем, сказано неудачно: ведь допущение некоего 'скрытого смысла' наводит на мысль, что семантические значения предзаданы синтаксисом, но неявным образом, подобно тому, как законы природы скрыты за эмпирическими явлениями. Остается только найти эти самые скрытые значения. В действительности область возможных семантических интерпретаций синтаксических образований или текстов настолько широка, что текст, вопреки Попперу⁹¹, можно считать не более чем бумагой с чернильными пятнами на ней, если только текст не был понят. Возражения К.Поппера сводятся к следующим пунктам. Во-первых, тексты книг не обязательно должны быть написаны людьми. Книга, содержащая таблицу логарифмов, может быть создана компьютером. Во-вторых, книга может остаться непрочитанной. Но в любом случае, согласно Попперу, книга потенциально может быть прочитана и понята, т.е. дешифрована. При этом неважно, кем и когда. Читатель может и не быть человеком. Способность быть потенциально понимаемой делает книгу автономной и, тем самым, принадлежащей третьему миру объективного знания. Чтобы помочь лучше уяснить свою мысль, К.Поппер приводит такой пример. Представим себе, что человеческий род исчез, а библиотеки остались. Книги из этих библиотек могут быть дешифрованы, скажем, пришельцами из космоса⁹².

Как мне кажется, К.Поппер ошибается, когда думает, что кляксы на бумаге содержат объективное знание, образующее особый автономный мир. Представим себе, что европейцам, не знающим ни слова по китайски, поручили дешифровку книг на китайском языке, которые (для чистоты эксперимента) не содержат знаков и символов,

⁹⁰ См., напр.: Черленд П.М., Черленд Л.С. Может ли машина мыслить? //В мире науки. 1990. N3.

⁹¹ Поппер К. Цит. соч. С. 450.

⁹² Там же. С. 450-451.

понятных каждому образованному человеку (математических формул, графиков, иллюстраций, чертежей и т.п.). Без этих общеизвестных знаков работа по дешифровке обречена на неудачу. Причина, надо полагать, в том, что синтаксические образования находятся в случайном отношении к семантическим значениям. Звучащая и письменная речь – это результат конвенции, частью стихийной, частью сознательной, принятой одной группой людей и неведомой для остальных человеческих существ, не знакомых с её правилами.

Верно, конечно, что написанная книга не обязательно будет прочитана; верно и то, что книги не обязательно должны создаваться людьми. Н.Винер описал следующий мысленный эксперимент. Представим себе собрание обезьян, беспорядочно нажимающих клавиши пишущих машинок. «Можно предположить, – продолжает Н.Винер, – что, работая так в течение многих лет, они переберут почти все возможные комбинации букв алфавита и слов словаря... Рано или поздно, они, может быть, напечатают все драмы Шекспира»⁹³. Однако основоположник кибернетики выбрал не очень удачный пример. Разумеется, вероятность того, что в ходе обезьяньего «творчества» будут напечатаны драмы Шекспира, отлична от нуля. Но в каждый момент времени t отлична от нуля и вероятность того, что эти драмы не будут напечатаны к моменту времени t . Вниманию читателя предлагается другой пример, гарантирующий появление за конечный (хотя и очень большой) промежуток времени не только всех драм Шекспира, но и всех стихотворений А.С.Пушкина, романов Л.Н.Толстого, статей выдающихся физиков и математиков и т.д. Рассмотрим следующую программу на Паскале, которую назовем WRITER.

```

LABEL      1;
CONST      MINCODE = 32;
           MAXCODE = 255;
           MAXLENLIST = 1920;
VAR         FIRSTCODE, LASTCODE,
           LENLIST, POINTER, I : INTEGER;
           LIST : ARRAY[1..MAXLENLIST] OF INTEGER;

PROCEDURE PRINT;
BEGIN
  WRITELN;
  {WRITELN('очередной список');}
  FOR I:=1 TO LENLIST DO
    WRITE(CHR(LIST[I]));
  END;

```

⁹³ Винер Н. Я - математик. М., 1967. С. 347.

```

BEGIN
  WRITELN;
  WRITELN('ПРОГРАММА ПОЛНОГО ПЕРЕБОРА СПИСКОВ СИМВОЛОВ');
  WRITELN;
  REPEAT
    WRITE('Введите код первого символа ');
    READLN(FIRSTCODE);
    WRITE('Введите код последнего символа ');
    READLN(LASTCODE);
    WRITE('Введите длину списка символов ');
    READLN(LENLIST);
  UNTIL
    (MINCODE<=FIRSTCODE) AND (FIRSTCODE<LASTCODE) AND (LASTCODE<=MAXCODE
    )
    AND (1<=LENLIST) AND (LENLIST<=MAXLENLIST);
  FOR I:=1 TO LENLIST DO
    LIST[I]:=FIRSTCODE;
  PRINT;
  POINTER:=1;
  REPEAT
    REPEAT
      LIST[POINTER]:=LIST[POINTER] + 1;
      PRINT;
    UNTIL LIST[POINTER]=LASTCODE;
    WHILE LIST[POINTER]=LASTCODE DO
      BEGIN
        POINTER:=POINTER+1;
        IF POINTER > LENLIST THEN GOTO 1;
      END;
    LIST[POINTER]:=LIST[POINTER] + 1;
  REPEAT
    POINTER:=POINTER-1;
    LIST[POINTER]:=FIRSTCODE;
  UNTIL POINTER=1;
  PRINT;
  UNTIL FALSE;
1:END.

```

WRITER является программой полного перебора всевозможных списков символов или текстов любой длины, не превышающей значение константы maxlenlist. В данном варианте значение этой константы равно 1920 (24 строки × 80 символов в строке), но, само собой понятно, оно может быть увеличено на любое доступное вашей машине число. Коды символов могут быть любые из области от 32 до 255. Контроль за тем, чтобы в процесс перебора не были вовлечены управляющие символы, возлагается на пользователя. В названную область вмещается достаточно много: символы латинского алфавита и кириллицы, знаки препинания, запрограммированные пользователем математические и другие специальные символы. Программа WRITER запросит коды первого и последнего символов алфавита, который вы пожелаете использовать, и попросит определить длину перебираемых текстовых блоков. Например, если будут последовательно указаны

числа 32, 253 и 1920 (примерная длина в символах стандартной страницы машинописного текста), то WRITER последовательно, один за одним, воспроизведет *все возможные* одностраничные тексты, написанные в 222-буквенном алфавите. Кроме стихов Пушкина и сонетов Шекспира на языке оригиналов тут будут и различные переводы этих произведений соответственно с русского на английский и с английского на русский, доказательство (при наличии в алфавите достаточного набора математических символов) теоремы Кантора о несчётности множества действительных чисел и многое, многое другое. К сожалению, подавляющая часть генерируемых текстов будет более бессмысленной, чем бред сумасшедшего. Хотя весь процесс перебора завершается за конечное время, ждать появления шедевров придётся очень долго. Пусть, например, очередная страница текста формируется компьютером за 1 секунду. Тогда потребуется 222^{1920} секунд, чтобы закончить вычисления. Неизвестно, просуществует ли столько Вселенная.

Программа WRITER, по-видимому, идеально удовлетворяет требованиям К.Поппера: она, не будучи человеком, пишет тексты; эти тексты в подавляющем большинстве никто и никогда не будет читать; нет даже необходимости сохранять библиотеки после гибели цивилизации: любая страница любой из книг на русском или английском будет воссоздана ею. Так что же, WRITER создает мир автономного и объективного знания? Ведь тексты, которые будут признаны гениальными через сотни и тысячи лет после нас (если человечество будет существовать), также рано или поздно появятся в результате деятельности этого универсального «писателя». Даже ненаписанные А.С.Пушкиным стихотворения будут все до одного написаны WRITER-ом! Действительно, любое стихотворение на русском языке, уместящееся в 1920 символов, непременно попадет в список стихотворений, сгенерированных программой. Мне представляется, что данная машинная программа порождает синтаксические конструкции, но не семантические значения. Пример с программой WRITER наглядно показывает, что тексты сами по себе – мертвые груды клякс на бумаге. Даже если в результате её функционирования удалось получить в приемлемое время нечто достойное внимания, то это означает лишь то, что нашлась комбинация синтаксических значков, которой можно приписать смысл, т.е., его там *не было*, он был *вешним образом* сопоставлен значкам в тот момент, когда текст был прочитан. Если исчезли знающие конвенцию, в соответствии с которой данному тексту

приписывается смысл, то этот текст – не более, чем бессмыслица. Представим себе, что каждому иероглифу китайского языка сопоставлена последовательность букв русского алфавита таким образом, что разным иероглифам соответствуют разные последовательности, причем не обязательно эти последовательности образуют осмысленные слова, а если и образуют, то их смысл не связан со значением иероглифов. Допустим, что некто знает китайский язык. Но если ему предъявлены цепочки последовательностей, но не даны правила соответствия последовательностей и иероглифов, то текст не будет понят, так же как не будет понят он человеком, который знает правила соответствия, но не знает китайского языка. Между тем, среди текстов WRITER-а будут и такие тексты на псевдорусском, которые, конечно, будут восприниматься как бессмысленные и знатоками китайского, и знающими русский язык. Я хочу сказать, что не обязательно *заранее* придумывать правила перевода с китайского на псевдорусский. Важно как раз то, в массиве текстов, порожденных нашей компьютерной программой, смыслы некоторым изначально бессмысленным текстам можно приписать *задним числом*, превратив ничего не значащий текст в осмысленный. Изначально текст как физический объект лишен семантических характеристик.

Рассмотрим еще один пример. Предположим, нам известны правила синтаксиса языка исчисления предикатов первого порядка. Рассмотрим в этом языке следующую аксиоматическую формальную теорию.

1. $\forall x \neg(x < x)$
2. $\forall x \forall y \forall z (x < y \ \& \ y < z \rightarrow x < z)$
3. $\forall x \forall y (x < y \vee y < x \vee x = y)$
4. $\forall x \exists y (x < y)$

Из перечисленных четырех аксиом по правилам исчисления предикатов можно выводить следствия⁹⁴. Правила эти настолько точны, что выведение следствий можно поручить компьютеру. Но что означают эти аксиомы, какие объекты описываются данной теорией? Попробуйте ответить, если вы не знакомы с математикой и логикой. Вас, как и компьютер, можно обучить процессу выведения следствий из аксиом, но сколько бы вы не выводили, вы никогда не поймете, что за мир вы описываете, если конечно, не будете смотреть в руководства по логике. Итак, есть текст, есть правила порождения новых текстов из исходного, но нет интерпретации полученных

⁹⁴ См., напр.: Анисов А.М. Современная логика. М., 2002.

текстов. На самом деле перед вами три возможности: вообще отказаться от поисков семантики этих текстов, ограничившись чисто синтаксическими преобразованиями; воспользоваться существующими интерпретациями; придумать свою интерпретацию (одну или несколько). В любом случае наивно думать, что синтаксические структуры определяют семантику. Например, в стандартной интерпретации данной теории аксиома 4 утверждает, что число объектов рассмотрения бесконечно. Но никакие конечные комбинации значков не воплощают в себе идею бесконечного. Это чисто семантическая идея. Тому, кто *уже знает*, что это такое, можно с помощью синтаксических значков *развить* понимание данной идеи и сделать его более глубоким. Но если помыслить существование разума, начисто лишенного идеи актуальной бесконечности, то никакими комбинациями значков в него её не привнести.

Может быть, приведенное рассуждение покажется слишком искусственным и потому неубедительным, но вот пример из истории науки, имеющий тот же самый смысл. Имеется в виду так называемый *парадокс Сколема*, состоящий в том, что первопорядковая теория множеств – теория, смело вводящая в рассмотрение несчётные бесконечные совокупности, – оказалась интерпретируемой на счётных областях. Счётность языка этой теории не позволяет выразить идею несчётности, хотя в самой теории доказуема уже упоминавшаяся теорема Кантора о существовании несчётных множеств. Есть некая комбинация значков, которая может быть прочитана как *существует несчётное множество*. В то же время, если существует хотя бы одна интерпретация теории множеств, то существует и интерпретация, в которой все множества счётны⁹⁵. И здесь синтаксис нас ни к чему не обязывает. Пишем *несчётно*, но интерпретируем как *счётно*.

Вывод из сказанного состоит в том, что миров все-таки два, а не три. Знание не объективируется в текстах и других культурных продуктах как таковых. Оно целиком принадлежит ментальному миру и нуждается в текстах лишь для того, чтобы существовать в этом мире. Отношение знаний к текстам примерно такое же, как отношение мозга к мышлению: вы можете, утверждал в «Монадологии» Г.Лейбниц, вообразить увеличенный мозг и войти в него как в мельницу, увидеть происходящее там, но не встретить ничего, что напоминало бы мышление⁹⁶; аналогичным образом, вы можете изучить текст вдоль и поперек, выучить его наизусть и т.п. – и при

⁹⁵ См., напр.: Френкель А.А., Бар-Хиллел И. Основания теории множеств. М., 1966.

⁹⁶ Лейбниц Г. Соч.: В 4-х т. Т.1. М., 1982. С. 415.

этом оставаться в неведении о замысле того, кто этот текст создавал. Как показывает пример с программой WRITER, нет даже гарантии, что текст создан для передачи осмысленного сообщения. Разделяемая многими мысль о том, что в физических значках воплощены ментальные объекты, сродни не менее широко распространенной мысли, что в нейронах, синапсах и прочих структурах мозга скрыта тайна мышления. Эти точки зрения ошибочны. Верно, конечно, что ментальному миру для своего существования требуется нормально функционирующий мозг и объективация в текстах. Но отсюда не следует, что физические характеристики мозга и текстов способны замещать феномен ментальности. Отличие ментальных объектов от физических в том, что первые не занимают места в пространстве, тогда как последние требуют места для размещения. Но, как уже говорилось, есть два рода ментальных объектов – $\neg s\text{--}t$ -типа и $\neg st$ -типа. Если существование $\neg s\text{--}t$ -типа связано с фиксированными ментальными объектами, то $\neg st$ -существование – это процесс постоянных изменений.

Наиболее естественным состоянием человеческого мышления является пребывание в окружении $\neg st$ -объектов. Не зря многие философы говорили о потоке сознания. Это действительно поток не останавливающегося порождения все новых и новых мыслей, каждая из которых скорее является продолжением предыдущих, чем не имеющим предшественников новообразованием. Это тот самый мир 'мнений', который был противопоставлен элеатами идеальному и неподвижному миру $\neg s\text{--}t$ -реальности. Открытие $\neg s\text{--}t$ -объектов привело к возникновению науки, но в течение миллионов лет человек обходился без представлений об идеальном. Для успешных *действий* в повседневной обстановке достаточно наличия $\neg st$ -знания о реальности. Но выразить $\neg st$ -знание в словах – более трудная задача, чем лингвистическое представление $\neg s\text{--}t$ -знания. Оказалось, например, что научить компьютер решать абстрактные задачи легче, чем справляться с элементарными проблемами, ежеминутно возникающими при попытке действовать в реальном мире. Кажется, что надежды на редукцию всего массива человеческих знаний к $\neg s\text{--}t$ -знаниям несбыточны. Когда мы переходим улицу перед быстро приближающимся автомобилем, мы оцениваем ситуацию не в терминах теорий и универсалий, а в темпоральном смысле: сцена взаимных движений в нашей голове развивается быстрее, чем реальная ситуация. Мы непосредственно видим результат и в соответствии с ним решаем, переходить дорогу или переждать. Вряд

ли при этом мы выступаем в роли теоретиков. Скорее следует признать фундаментальную неполноту всякого теоретического описания по отношению к реальности. Теория схватывает реальность только в её неподвижности, в её постоянных чертах. Со своей стороны, развивающиеся модели реальности, которые мы непрерывно строим, не способны вывести нас за рамки наличной ситуации и, таким образом, также неполны. Наилучшие результаты получаются при комбинировании этих двух типов ментальных конструкций.

Несмотря на неполноту представления физической реальности как при помощи $\neg s\text{--}t$ -объектов, так и при посредстве $\neg st$ -объектов, самостоятельность или автономность ментального мира обнаруживается в *избыточности* его объектов, зачастую не имеющих прямого отношения к физическому миру. Очень просто это доказывается для $\neg s\text{--}t$ -объектов. Известно, что в теории множеств (при условии её непротиворечивости) имеются утверждения о существовании, которые не только сами в ней недоказуемы, но недоказуемы также и их отрицания. Пусть A – такое утверждение. В мире физических вещей A и $\neg A$ не могут быть вместе истинными. Следовательно, одно из этих утверждений ложно. Объекты, существование которых утверждается ложным высказыванием, являются объектами, не существующими в физической реальности. Но данное высказывание, присоединенное к теории множеств, не сделает её противоречивой. Значит, в ней появятся в качестве существующих те самые объекты, которые избыточны по отношению к st -реальности и которые тем самым доказывают автономность ментального мира, его не сводимость к физическим вещам и предметам.

Аналогичное доказательство для $\neg st$ -объектов невозможно предъявить. Слишком они изменчивы – их трудно или даже нельзя зафиксировать в словах. Можно лишь высказать соображение общего характера. За всю историю человеческого разума было высказано столько различных утверждений о физическом мире, что, по крайней мере, некоторые из них не имеют к нему отношения. Динамических моделей мира порождается больше, чем требуется, и не все из них удачны. Если согласиться с этим, то автономность ментального мира будет обусловлена также и $\neg st$ -объектами.

В соответствии с принятой в эпистемологии классификацией, рассмотренная концепция может считаться реалистической⁹⁷. Выдвинутую онтологическую позицию следует причислить к

⁹⁷ Хилл Т.И. Современные теории познания. М., 1965.

триализму. В нынешнем своем виде триализм далек от завершения, но как мы надеемся, заложенные в нём потенции смогут помочь по-новому взглянуть на многие старые философские проблемы.

Глава 7. Поворот к истории

#§1. Шкалы и часы

Шкалой обычно называют конечное линейно упорядоченное множество значений измеряемой величины. В данной работе этому термину придаётся более широкое значение. *Шкалой* будем называть четвёрку $\langle U, R, \Gamma, \Delta \rangle$, где U – непустое множество, R – непустое отношение частичного порядка на U , Γ – множество (возможно пустое) имён некоторых элементов из U и Δ – множество (возможно пустое) имён некоторых связанных подмножеств U . Подмножество V множества U *связанно*, если

$$\forall x \forall y \forall z (x \in V \& y \in V \& x R y \& x R z \& z R y) \rightarrow z \in V).$$

(Здесь и далее, если не оговорено противное, кванторы $\forall$ и $\exists$ действуют на множестве U).

Напомним, что R есть отношение частичного порядка, если оно антирефлексивно и транзитивно⁹⁸. Зачастую отношение частичного порядка определяют иначе, сохраняя аксиому транзитивности, но вместо антирефлексивности принимая аксиомы *рефлексивности* и *антисимметричности*:

$$\forall x (x R x) \text{ и } \forall x \forall y ((x R y \& y R x) \rightarrow x = y).$$

По сути, это равноценные определения. Но есть и различия. Так, требование непустоты отношения R на синглетоне (одноэлементном множестве) $U = \{\alpha\}$ в первом случае выполнить невозможно, тогда как во втором случае окажется $R = \{<\alpha, \alpha>\}$, т.е. $R \neq \emptyset$. Мы всё же предпочитаем не называть шкалой одноэлементное множество. Для осуществления акта измерения на шкале должно иметься, как минимум, два значения. Ведь шкала призвана обеспечивать возможность что-то различать. Поэтому первое определение частичного порядка более естественно для наших целей.

Простым примером повседневно применяемой шкалы является шкала медицинского термометра, измеряющего температуру тела человека. Множество U этой шкалы состоит из 81 элемента. Элементы линейно упорядочены отношением R . В качестве Γ берётся набор цифр $\{34, 34.1, 34.2, \dots, 41.9, 42\}$. При измерении в подмышечной

⁹⁸ См.: Гл. 5, §2.

впадине множество $\Delta = \{\text{субнормальная температура (ниже 36,4), нормальная (36,4 – 36,8), субфебрильная (37 – 38), умеренно повышенная (38 – 39), высокая (39 – 40), чрезмерно высокая (выше 40), гиперпиретическая (выше 41)}\}^{99}$. Есть и другие определения Δ .

«Вундерлих установил следующие критерии температуры тела: температура меньше 36,6 - субнормальная, от 36,6 до 37,4 - нормальная, от 37,5 до 38 - субфебрильная, выше 38 - лихорадочная (фебрильная), выше 39,5 - «высокая» лихорадка, выше 42 °С - гиперпирексия. Понятия «субнормальной» и «нормальной» температуры затем стало принятым объединять - норма составляет от 35,8 до 37,4°. Это подразделение сохраняется и по сию пору, хотя в отечественных медицинских учебниках имеется досадная неточность, переходящая из книжки в книжку: обозначение границ субфебрилитета пределами 37 - 38 градусов. Это, как показывает практика, вызывает массу проблем как у лиц, самостоятельно измеряющих температуру тела, так и у их врачей»¹⁰⁰.

Применительно ко времени используются шкалы разных типов. Широкое распространение получила шкала, в которой U есть множество действительных чисел, а R – линейный порядок на этом множестве. Часто к этой шкале добавляют G , содержащее цифры: имена целых и рациональных, а также некоторых, но не всех, иррациональных чисел (π , e и т.д.) из U . В любом случае в такой шкале нечего брать в качестве Δ , которое остаётся поэтому пустым. Но не все приборы, измеряющие время, имеют шкалу. Так циферблат часов шкалой не является, т.к. его элементы расположены по окружности и, тем самым, не образуют отношение порядка (действительно, нельзя дать ответ на вопрос, где раньше побывала стрелка: на цифре «3» или на цифре «9»?).

Тем не менее, весьма широкое распространение получила концепция так называемого мифологического времени, характеристическим свойством которого объявлена цикличность¹⁰¹. 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 однажды)¹⁰². Парадоксальным образом, циклическое время, помимо мифов, встречается в современных физических теориях. Так, в 1949 г.

⁹⁹ Пропедевтика внутренних болезней. М., 1982. С. 60-65.

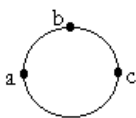
¹⁰⁰ <http://www.doktor.ru/articles/article.html?241>

¹⁰¹ См., напр.: Элиаде М. Космос и история. М., 1987.

¹⁰² Там же. С. 107.

К.Гёдель получил космологическую модель, в которой некоторые временноподобные линии оказались замкнутыми¹⁰³.

Всё 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 и построения соответствующей модели шкалы. 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 заставляет 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 мифологического циклического времени сама превращается в миф. Если изобразить

¹⁰³ Gödel K. An Example of a New Type of Cosmological Solutions of Einstein's Equations of Gravitation. "Reviews of Modern Physics", Vol. XXI, 1949.

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, а о часах, возрасте и прочих подобных вещах. Они имеют отношение ко времени, однако их не надо смешивать с самим временем, его моделированием и измерением.

А разве часы не измеряют время? Вопрос требует уточнения. В основе любых часов лежит некоторый периодический процесс или цикл. Подсчитывая число циклов, прошедших между наступлением событий s_1 и s_2 , мы определяем количество прошедшего между этими событиями времени. В результате получаем некоторое целое число n . Ясно, что n не может быть отрицательным. Случай $n = 0$ соответствует одновременности событий s_1 и s_2 . Остаётся возможность $n > 0$. Теперь зададимся вопросом: какое из событий s_1 и s_2 произошло *раньше*? Небольшое размышление показывает, что использование часов для измерения не даёт ответа на вопрос, что произошло раньше, а что произошло позже. Всё, что мы вправе сказать – это то, что события s_1 и s_2 не одновременны, и что их разделяет n тактов часов. Ситуация оказывается полностью аналогичной измерению расстояний: вместо того, чтобы говорить о времени, мы могли бы сказать, что *расстояние* между объектами s_1 и s_2 равно n (см. рис.). Спрашивать, какой из объектов раньше – бессмысленно, даже если назвать объекты s_1 и s_2 событиями. Ведь расстояние между s_1 и s_2 не изменится, начинать ли измерять его от s_1 к s_2 или от s_2 к s_1 – всё равно получим n .

Таким образом, на основании показаний часов нельзя осуществить выбор между отрезками $[s_1, s_2]$ и $[s_2, s_1]$. Что бы произошло в мире, если бы все страны приняли закон, согласно которому стрелки аналоговых часов должны идти в обратном направлении, а символы цифровых часов производить обратный отсчёт? – Да ничего, кроме неудобств, связанных с отказом от укоренившихся привычек. Все эти рассуждения и примеры показывают, что часы как особые

разновидности периодических процессов¹⁰⁴ действительно не упорядочивают события и, тем самым, не имеют шкал для измерения времени.

Но ведь на практике именно при помощи часов мы измеряем интервалы времени! Как же быть? – На самом деле опять-таки на практике возникшее затруднение легко разрешается. Мы заранее, *до* измерения при помощи часов, знаем, какое из событий s_1 или s_2 случилось раньше. Стало быть, наряду с циферблатом часов, измеряющим неупорядоченные временные расстояния между событиями, мы располагаем ещё и настоящей *шкалой времени*, упорядочивающей события и не имеющей прямого отношения к часам. Пусть, например, в соответствии с этой шкалой s_2 *раньше*, чем s_1 . Что дают показания часов? – Всего лишь *дополнительную информацию*: и временное расстояние между s_2 и s_1 (или между s_1 и s_2 – безразлично) равно n . И ничего более! Далее мы не будем больше рассматривать вопросы, связанные с часами, и сосредоточимся на проблемах реально существующих (в теориях и на практике) *шкал времени*, причинах их появления и возникающих последствиях.

§2. Шкалы исторического времени

Иногда рассуждают так: если бы течение времени имело фундаментальный характер, оно непременно было бы обнаружено и учтено физикой. Поскольку, однако, ничего подобного не происходит, течение времени относится лишь к сфере восприятия времени, и наука, взявшаяся исследовать объективные свойства времени, с ним не столкнется¹⁰⁵. На такого рода рассуждениях явно лежит отпечаток физикализма – тезиса, согласно которому лишь физика дает достоверное описание реальности, как она существует сама по себе. Применительно ко времени это означает, что все аспекты проблемы времени, выпавшие из поля зрения физики, лишены объективного содержания уже в силу самого этого факта. Создается впечатление, что степень проникновения физикалистских установок в реальные познавательные процессы глубже, чем это кажется тогда, когда в расчет берутся только прямые свидетельства в пользу физикализма. Иначе трудно объяснить, каким образом остается незамеченным целое

¹⁰⁴ В принципе, любой периодический процесс может играть роль часов, но не с равным успехом. В чём особенности процессов, лучше подходящих на эту роль, подробно рассмотрено в книге: Карнап Р. Философские основания физики. М., 1971.

¹⁰⁵ Грюнбаум А. Философские проблемы пространства и времени. М., 1969. С. 402.

направление в изучении проявлений объективного времени, представляющее собой несомненную альтернативу подходам к темпоральности, идущим от установок современной физики. Мы имеем в виду тот образ времени, который возникает в сфере *исторического знания*. Во избежание недоразумений подчеркнем, что речь идет не только о гражданской истории, не только об истории человека и человеческого общества. Любой развивающийся объект может (по крайней мере, потенциально) рассматриваться с исторической точки зрения.

Однако насколько реалистичны принимаемые в физике¹⁰⁶ и некоторых других науках временные шкалы без особых точек и интервалов, насколько они соответствуют действительному положению дел в нашем темпоральном универсуме? Чтобы ответить на поставленный вопрос, мы вынуждены прибегнуть к одному из базовых понятий в рассуждениях о времени – понятию *события*. Разные науки, помимо прочего, отличаются тем, классы каких событий они изучают. Для правильной постановки проблемы времени очень важным является деление совокупности всех событий на две части. Есть события, которые *повторяются* во времени, а есть события, которые случаются во времени только *однажды* и не могут повториться, по крайней мере, в границах обозримого времени. Вспышка света, падение тела, столкновение частиц – всё это события первого рода. Возникновение Солнечной системы, вымирание динозавров, переход Юлием Цезарем Рубикона – события второго рода. Ещё неокантианцы Г.Риккерт (H.Rickert) и В.Виндельбанд (W.Windelband) обратили внимание на разделение наук на две группы в зависимости от того, являются главным предметом их интереса закономерно повторяющиеся события или события уникальные и лишь однажды бывшие. Первая группа была названа В.Виндельбандом *номотетическими* науками, вторая – *идиографическими*¹⁰⁷.

Можно было бы подумать, что в описании неповторимых или уникальных событий во времени особую роль играют собственные имена, однако пример с событием вымирания динозавров показывает, что уникальное событие может быть названо и без собственных имён. В свою очередь, повторяющееся событие может требовать

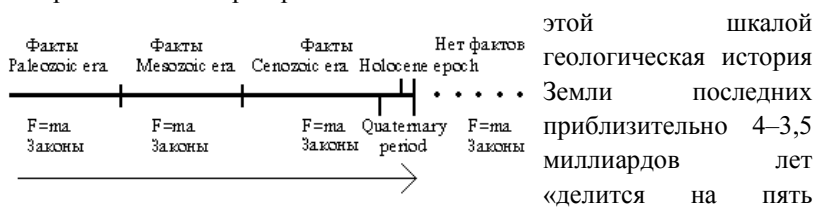
¹⁰⁶ За исключением космологии, если последняя вообще относится к физике как экспериментально подтверждаемой науке. Но космология, как установил А.Н.Павленко, находится в стадии «эмпирической невесомости». См.: Павленко А.Н. Европейская космология: основания эпистемологического поворота. М., 1997. С. 194–196.

¹⁰⁷ Виндельбанд В. Прелюдии. Философские статьи и речи. СПб, 1904.

использования собственного имени, например, событие «Сократ сидит». Последний пример наводит на мысль о том, что среди повторяющихся событий следует различать события, повторяющиеся на некотором интервале времени (Сократ много раз сидел в своей жизни, но не за её границами), и события, которые могут случиться за границами любого наперёд заданного временного интервала (например, событие взрыва). События с возможностью безграничного повторения и порождают принятое в физике геометрическое представление о времени как о бесконечной линии, на которой нет никаких особых точек. Другое дело уникальные события. Они заставляют строить временные шкалы с особыми точками или интервалами. Как только космологи занялись уникальным событием, – возникновением Метагалактики, – так сразу возникла шкала с выделенным *первым* моментом времени.

Ещё более удивительные вещи происходят со шкалами времени в исторических науках, по преимуществу интересующихся именно неповторимыми событиями. Всякий раз, когда такое рассмотрение имеет место, обнаруживается одно необъяснимое с редукционистских позиций обстоятельство: каждое историческое описание оказывается ограниченным во времени в том смысле, что в этих шкалах время имеет *последний* момент или интервал. Время является ограниченным либо по той причине, что история объекта завершена, либо в связи с невозможностью дать описание будущей уникальной истории. Эта вторая причина представляет для нас наибольший интерес.

Ярким и своего рода каноническим примером здесь может служить шкала геологического времени, в основе более поздней части которой лежит история развития жизни на Земле¹⁰⁸. В соответствии с



крупных естественных этапов развития, получивших название эр: архейская, протерозойская, палеозойская, мезозойская и кайнозойская. Три последние эры делятся на периоды, которые, в свою очередь, состоят из эпох...»¹⁰⁹. (Для простоты мы на схеме опустили многие не столь существенные для исследуемого вопроса детали, в

¹⁰⁸ См., напр.: Николов Т. Долгий путь жизни. М., 1986. С. 19 – 21.

¹⁰⁹ Гаврилов В.П. Путешествие в прошлое Земли. М., 1986. С. 47.

частности, на ней не показаны такие начальные разделы шкалы, как архей и протерозой и т.д.) «Кайнозойская эра делится на три периода: палеогеновый, неогеновый и антропогеновый (или четвертичный)»¹¹⁰. Наконец, четвертичный период включает в себя две эпохи – плейстоцен и голоцен. Мы, таким образом, живем в кайнозойскую эру четвертичного периода эпохи голоцена.

Кайнозойская эра, четвертичный период и эпоха голоцена – последние в геохронологической шкале. На них обрывается последовательность эр, периодов и эпох. А что же дальше? Дальше ничего нет. Не то, чтобы совсем ничего: попытки заглянуть в будущее на миллионы и десятки миллионов лет вперед делались и делаются¹¹¹. Но на их основе невозможно продолжить шкалу геологического времени за линию обрыва. Невозможно, разумеется, в смысле несопоставимости степеней достоверности того, что запечатлено на этой шкале, и того, что предлагается в качестве продолжения, а не в смысле невозможности прогнозов. Никто не собирается поэтому включать прогнозы в шкалу геологического времени – для этого они слишком эфемерны.

Не нужно большого воображения, чтобы увидеть в эпохе голоцена *настоящее* шкалы (А.Аллисон и Д.Палмер прямо называют эпоху голоцена эпохой настоящего¹¹²), в предшествующих эрах и периодах – *прошлое* и, наконец, в области отсутствующих уникальных фактов – *будущее*. Наблюдение настолько очевидное, что неудобно на нем настаивать. Однако ничего похожего в шкалах физического «времени», построенных по облику и подобию часов, не встречается. Изображённая на схеме в виде стрелки линия физического времени соответствует закономерно повторяющимся физическим событиям и совершенно не учитывает сам факт существования событий уникальных. Поэтому на ней отсутствуют области прошлого и будущего и момент или интервал настоящего. Тут вообще нельзя однозначно выделить прошлое, настоящее и будущее. Любое событие *s* может быть взято как исходная точка соотнесения со всеми остальными событиями. В этом случае *s*, по терминологии В.Буля, называется осью ориентации¹¹³. Совокупность событий, произошедших до события *s*, образует прошлое (относительно *s*); множество событий, случившихся после *s*, образует будущее (относительно *s*); события,

¹¹⁰ Там же. С. 108.

¹¹¹ Там же. С. 143 – 144.

¹¹² Аллисон А., Палмер Д. Геология. М., 1984. С. 76.

¹¹³ Bull W. Time, tense and the verb. Los Angeles, 1968.

одновременные с s , составляют относительное настоящее. Поскольку любое событие s может служить осью ориентации, бессмысленно спрашивать, находится некоторое событие в прошлом, настоящем или будущем: прежде надо указать, какое событие выбрано в качестве оси ориентации при данных конкретных обстоятельствах. Так как деление на прошлое, настоящее и будущее возникает как следствие акта произвольного выбора оси ориентации, ни о каких онтологических различиях в статусе перечисленных темпоральных характеристик и речи быть не может.

Напротив, шкалы исторического времени (аналогичные рассмотренной выше геохронологической шкале) имеют однозначно выделенную ось ориентации – настоящее шкалы, совпадающее с линией обрыва цепочки событий на границе прошлого и будущего. Отметим (хотя это вновь довольно очевидно), что каждую историческую временную шкалу можно оборвать где угодно. Исследователь-историк вправе завершить свою работу, например, событием взятия Рима варварами в 410 г. Но существует объективная возможность продолжения описания дальнейшего хода событий после этой даты. Продолжения вплоть до ... момента настоящего, за которым такое описание становится невозможным, – ведь событиям будущего еще только предстоит произойти.

Формально шкала геологического времени задаётся четвёркой $\langle U, R, \Gamma, \Delta \rangle$, где U – конечное множество лет (в соответствии с современными оценками, $|U| = 4,5 \times 10^9$, т.е. мощность U равна 4,5 миллиарда лет, прошедших со времени образования Земли), линейно упорядоченное отношением R . Γ есть множество цифр от 0 до $4,5 \times 10^9$, причём счёт моментов ведётся в направлении, обратном порядку R : 0 соответствует текущему году, 1 – год назад, 2 – два года назад и т.д. Наконец, мы вновь (вспомним пример со шкалой медицинского термометра) сталкиваемся с непустым множеством Δ . В рассматриваемом случае Δ содержит имена связанных подмножеств U , представляющих эры, периоды и эпохи: $\Delta = \{\text{Paleozoic era, Mesozoic era, Cenozoic era, Quaternary period, Holocene epoch, ...}\}$ (мы не приводим все элементы данного множества). При этом эпохи включаются в соответствующие периоды, а периоды – в эры. Например, $\text{Holocene epoch} \subset \text{Quaternary period} \subset \text{Cenozoic era}$.

Отмеченные особенности геологической шкалы не являются специфическими, а находят выражение в любой шкале *исторического времени*. Время в истории представлено либо шкалой с последним моментом «теперь» или «сейчас», либо шкалой с последним

интервалом «настоящее». В отношении применимости понятия интервала, относящегося к прошлому, вопросов не возникает: мы привыкли рассматривать прошлое в таком качестве. Но в отношении настоящего обычно имеется в виду мгновение, момент времени, а не его интервал. Здесь же речь идёт именно об интервале «настоящее», поскольку настоящее в истории имеет длительность, выраженную в более мелких единицах времени. Так, настоящее политической истории может укладываться в минуты или даже секунды (например, событие запуска ракет), но вряд ли имеет смысл рассматривать политические события в масштабе долей секунды. Дольше длится настоящее социальных процессов. Ещё большую длительность имеет геологическое настоящее и т.п. Однако, сказанное не отменяет проблемы «теперь» как уже не имеющего длительности момента времени.

Зададим вопрос: какая из двух изображённых шкал с большими основаниями может быть названа шкалой времени? Какая *точнее описывает* характеристики действительного темпорального универсума? Вне сомнений, первая шкала. Ведь именно на ней отражены такие существенные атрибуты времени, как прошлое, настоящее и будущее. Вторая шкала, представляющая из себя бесконечную в обе стороны прямую линию, напоминает нам о пространстве, но не несёт никакой специфически темпоральной информации. Временные понятия привязываются к ней внешним образом. Конечно, первая шкала также пространственна, но это система весьма специфических отрезков, которые никакого самостоятельного значения (в отличие от понятия прямой линии) в геометрии не имеют. Более того, как мы увидим ниже, именно первая шкала указывает на необходимость перехода к негеометрическим представлениям о времени.

Тем не менее, есть немало людей в философии и науке, которые однозначно отдали бы пальму первенства шкалам физического времени. Эти люди могли не знать о существовании шкал исторического времени. Ну что, если они прочтут данную книгу, что они скажут тогда? Увы, вряд ли они будут готовы изменить свою точку зрения. Для многих из них лишь физика даёт наиболее объективное описание реальности. А другие науки, та же геология, например, – разве менее объективны? Скорее, наоборот, – усмотрение сходства между современной физикой и восточной философией, антропный принцип, введение наблюдателя в описание физической реальности и тому подобные в высшей степени сомнительные идеи

делают физику всё более и более субъективной. Повторим со всей ответственностью: описанные шкалы исторического времени являются итоговым результатом *опытных научных исследований*, в них нет ни грана от психологии восприятия времени или от характеристик сознания. Шкалы исторического времени полностью объективны, и у нас нет никаких весомых оснований сомневаться в их истинности: они в целом верно воспроизводят *темпоральные* особенности действительного мира, обусловленные существованием неповторимых уникальных событий.

Вытекает ли из сказанного, что шкалы физического времени реальности не соответствуют и потому должны быть отброшены как фантомные образования? Отнюдь. Надо только понять, что у действительного мира, помимо темпоральных, есть и *бевременные* черты, связанные с классом повторяющихся типизированных событий. Вот физика их и описывает. Даже о времени она говорит в геометрическом, и потому в бевременном по сути смысле. Злоупотребление физикой наступает тогда, когда начинают безапелляционно утверждать, что именно физика, и только она, раскрывает объективные характеристики времени, что время именно таково, каким оно описано в физических теориях. Но если *временем* называть время, а не что-то другое, то что это за время, в котором нет объективно выделенного *настоящего, прошлого и будущего*? Правда, шкалы исторического времени обладают тем недостатком, что в них никак конкретно не представлено будущее. Между тем, будущее в определённом смысле всё же существует, но не так как настоящее и прошлое. И шкалы исторического времени хотя бы *указывают* на область будущего, хотя не говорят о нём ничего определённого.

Построение геохронологической шкалы является величайшим достижением науки в лице геологии и биологии. Она не может быть объяснена ни в терминах индивидуального восприятия времени, ни в терминах общечеловеческой истории. Времена, сопоставимые с временем человеческой жизни на ней вообще не отражены. Да и длительность существования человечества занимает здесь ничтожную часть от представленного объема времени. Поэтому сомневаться в объективности этой шкалы не приходится. А если так, то объективным является и настоящее шкалы, однозначно отделяющее уже не существующее геологическое прошлое от ещё не существующего будущего. Здесь и речи быть не может о произвольном выборе оси ориентации.

Могут сказать, что не обозначенные на шкале будущие периоды и эпохи всё-таки существуют, ибо так учит физика времени. Но что это за периоды и эпохи – описать, находясь в голоцене, невозможно в силу тех или иных причин. Получается так, как если бы бездомному сулили квартиру на том основании, что она уже есть, уже построена, вот только адрес неизвестен и останется неизвестным при его жизни. Если нечего сказать о конкретных характеристиках будущих геологических состояний, то и утверждать их существование на шкале времени нет никаких оснований. В противном случае налицо попытка построенную на опыте науку, – геологию, – подменить умозрительными рассуждениями, пусть даже ссылающимися на абстрактные результаты теоретической физики.

§3. Концепции времени и теории времени

Заметим, что когда в данной работе используются термины «историческое время» и «геологическое время», то речь идет не о различных временах, существующих наряду с «физическим временем», а о двух разных подходах ко времени как таковому в физике и в исторических науках, что находит выражение при построении различных временных шкал. Согласно первому из них, все моменты времени (точки шкалы) существуют вместе и могут рассматриваться как данные (на схеме это соответствует стрелке, которая мыслится как продолжающаяся за голоценом прямая). Ни один из моментов не имеет преимуществ перед другими, существуя в том же смысле, что и они. Разделение событий на прошлые, настоящие и будущие всякий раз условно и зависит от выбора оси ориентации. Совокупность подобного рода утверждений образует так называемую *статическую концепцию времени*.

В соответствии со вторым подходом существует выделенный момент настоящего («теперь» или «сейчас»), однозначно разделяющий прошлое и будущее, причем прошлое уже не существует, а будущего еще нет. Как говорил Томас Гоббс, «...только настоящее имеет бытие в природе, прошедшее имеет бытие лишь в памяти, а будущее не имеет никакого бытия»¹¹⁴. При этом настоящее непрерывно смещается в прошлое, ближайшее будущее становится настоящим и т.д. – время «течёт». Укрупняя масштаб рассмотрения

¹¹⁴ Гоббс Т. Левиафан, или материя, форма и власть государства церковного и гражданского. // Избр. произведения: В 2-х т. М., 1964. Т. 2. С. 62.

событий, можно добиться того, чтобы шкала исторического времени не устарела еще в процессе её построения исследователем. Так, геохронологическая шкала гораздо стабильнее, чем шкалы, фиксирующие события гражданской истории. Но все они обречены: в конце концов становление сделает неверным принятое в них разделение времени на прошлое, настоящее и будущее. Пренебрегая неизбежными в столь сложной проблеме вариациями оценок и мнений, сходные с только что изложенными взгляды относят к *динамической концепции времени*.

Кроме названных, существуют и другие концепции времени. Ю.Б. Молчанов помимо динамической и статической рассматривал субстанциальную и реляционную концепции времени¹¹⁵. О.В.Малюкова анализировала шесть концепций времени, добавив к перечисленным дискретную и континуальную концепции. Шесть концепций были разбиты на пары динамическая-статическая, субстанциальная-реляционная и континуальная-дискретная с прослеживанием взаимосвязей внутри пар и между ними¹¹⁶. Связи действительно имеются. Так, принятие динамической концепции времени заставляет принимать и дискретную концепцию, но не наоборот, т.к. дискретная концепция времени совместима как с динамической, так и со статической концепцией. Мы намерены сосредоточиться на исследовании динамической концепции времени, затрагивая остальные концепции лишь по мере необходимости.

В отличие от статической концепции, динамическая концепция времени развивалась в стороне от науки или даже в конфронтации с ней. В результате философия времени Аристотеля и Августина, Мак-Таггарта и Бергсона, несмотря на впечатляющие достижения в анализе феномена темпоральности, оказалась невостребованной в науке. Что касается неевропейских традиций философского осмысления времени, то они вообще мало известны. Между тем, в средневековой арабской философии, например, была разработана поистине удивительная в своей оригинальности и глубине концепция течения времени¹¹⁷.

Отметим, что это именно концепции, а не теории в строгом смысле этого слова. В отличие от теорий, представляющих из себя дедуктивно замкнутые системы утверждений, концепции не имеют жёсткой структуры, и могут включать в себя, помимо теоретических

¹¹⁵ Молчанов Ю.Б. Четыре концепции времени в философии и физике. М., 1977.

¹¹⁶ Малюкова О.В. Эпистемология времени и физическая картина времени. М., 2010.

¹¹⁷ См.: Гл. 15. §4.

построений, ссылки на интуицию, здравый смысл, мировоззренческие установки и т.п. Такие ссылки исключаются в теориях времени, поставщиком которых выступает, в первую очередь, физика. Основываясь на этих теориях, можно строго выделять и анализировать геометрические свойства времени, темпоральные свойства, представленные в геометрических моделях физики, а также современные физические представления о структуре временной оси.

Имеются, таким образом, не разные времена, а различные концепции и теории времени. Можно было бы выделить еще концепцию множественности времён, но, как мы уже видели, идея множественности времён "не тянет" на концепцию, поскольку возникает как следствие редукции времени к чему-то существенно иному (часам, возрасту и т.п.).

Разумеется, далеко не всегда использование темпоральных понятий означает сознательное принятие той или иной концепции времени. На практике сплошь и рядом встречаются ситуации, требующие использования временных понятий с целью, ничего общего не имеющей с исследованием проблемы времени как таковой. Чрезвычайно распространено, например, отождествление моментов времени с элементами какого-нибудь (обычно числового) множества, на котором задано отношение линейного порядка, интерпретируемого как темпоральное отношение «раньше, чем» (или «позже, чем»). Важно подчеркнуть, что при этом никаких допущений о природе времени в явном виде не делается, само время не исследуется, а временные понятия играют вспомогательную роль. Короче говоря, здесь время является не целью, а средством познания. При таком употреблении, как правило, преобладает тенденция к максимально возможному упрощениям темпоральных конструкций. Достаточно бывает поверхностного сходства с интуитивными представлениями о времени или типичными способами использования языка, содержащего овременённые высказывания. Даже в том случае, когда предметом изучения являются представления о времени и временные контексты языка, фундаментальные проблемы времени зачастую просто не затрагиваются. Сказанное в полной мере относится и к исследованиям по измерению времени.

Вспомогательная роль временных понятий в упомянутых исследованиях делает беспочвенными критические замечания, основывающиеся на требовании учета фундаментальных свойств времени. Если функции темпоральности в данной теории не выходят за пределы служебных, то вполне оправданно принятие чуть ли не

любых определений времени – лишь бы они не создавали неудобств при использовании вкупе с другими понятиями этой теории. Бессмысленно поэтому протестовать против отождествления времени с какой-нибудь математической структурой, даже если свойства времени приобретают в результате чересчур упрощенный или, наоборот, экзотический вид. Например, специалисты по математической теории систем временем называют любое линейно упорядоченное множество¹¹⁸. Здесь, таким образом, теория линейно упорядоченных множеств (в силу определения) становится теорией времени. Но авторы вовсе не имеют в виду, что теория линейного порядка является теорией времени на самом деле. Время в их построениях – чисто техническая структура.

Теории, в которых время выполняет вспомогательные функции и не является предметом изучения, широко распространены. Интересующие нас теории, напротив, так или иначе претендуют на исследование свойств времени или его проявлений в феноменах и процессах окружающей действительности. Нам представляется, что данные две задачи существенно различны. Если цель связана с проявлениями времени в какой-либо области реальности, то фундаментальные свойства времени при этом могут остаться вне сферы познавательных интересов. Так, излагая представления о времени, сложившиеся в геологии, обычно (если предпочитают оставаться в рамках геологии как науки) не фиксируют внимания на проблеме времени самой по себе. Вместо этого говорят о «геологическом времени», подразумевая, по-видимому, действие фактора времени в геологических процессах. Понятие «геологическое время» тем самым лишается таинственности и выступает в качестве специфической основы упорядочения геологических данных (отличной, например, от пространственного расположения геологических объектов). Поскольку в геологии изучаются проявления времени, а не оно само, понятие «время» не входит в число основных, подлежащих определению средствами геологической науки. Не входит не потому, что таков вердикт философии, а в силу фактического положения дел. Мы лишь попытались дать объяснение этой ситуации.

Аналогичные рассуждения сохраняют силу для многих других наук, пользующихся временными категориями, поэтому факт употребления термина «время» в сочетании с указанием предметной

¹¹⁸ Месарович М., Такахага Я. Общая теория систем: математические основы. М., 1978. С. 28.

области соответствующей отрасли научного знания («географическое», «грамматическое», «историческое», «химическое», «психологическое», «социальное» и т.п. времена) еще не свидетельствует в пользу идеи множественности времён. Во многих подобных случаях речь идет о темпоральных характеристиках объектов изучения, а не об атрибутах времени. Таким образом, в ряде ситуаций проблемы времени касаются лишь косвенно, освещая её через специфические черты исследуемой области действительности. Будем называть такие теории *специальными* теориями времени.

Само собой разумеется, наряду со специальными теориями времени имеются теории, сделавшие предметом своего изучения фундаментальные атрибуты времени, вопросы о его природе, смысле и значении для человека. Эти теории назовем *концептуальными* теориями времени. Выбор термина «концептуальный» понятен: речь идет о теориях, сознательно основывающихся на тех или иных концепциях времени, на той или иной системе взглядов на время, которые могут включать в себя наряду с абстрактными философскими положениями привычные темпоральные представления, свидетельства опыта обыденной жизни, ссылки на материал экспериментальных и точных наук, обращения к исторической традиции и т.д.

Какие выводы следуют из сказанного? Во-первых, рушится тезис о том, что теория относительности является основой философии времени. В концептуальном плане теория относительности является лишь одной из многочисленных реализаций идеи опространствления времени в рамках статической концепции времени. Сведение философии времени к философии теории относительности есть завуалированная редукция времени к часам. Ничего принципиально нового в рассматриваемом отношении не дает и редукция времени к возрасту (при этом монополия теории относительности сменяется монополией термодинамики, только и всего).

Во-вторых, положение о существовании множества качественно различных времен и по происхождению, и по существу родственно идее сведения времени к процедурам его измерения (к часам), но сведения, примененного к широкой совокупности специальных теорий времени, а не только к одной из них. Здесь мы сталкиваемся не с однократной, как в предыдущем случае, а с многократной редукцией, возведенной в принцип. Преодоление множественного редукционизма поэтому связано с преодолением его исходной исторической и логической формы – редукции времени к часам.

В-третьих, не только статическая концепция времени имеет опору в специальных (главным образом физических) теориях времени, но и динамическая концепция времени обретает поддержку в лице исторических наук. Хотя особенности исторических временных шкал не обсуждались здесь подробно, их принципиальное значение для философии времени не вызывает сомнений. При этом редукция времени к той или иной специальной исторической временной шкале столь же неправомерна, сколь и редукция времени к любой специальной физической временной шкале. В философии времени внимание должно обращаться в первую очередь на *онтологический тип* временной шкалы, а не на их частные, представляющие только специально научный интерес, особенности. Например, имеет значение то, выделено на шкале настоящее, прошлое и будущее (как в исторических шкалах) или разделение времени определяется актом произвольного выбора (как в теории относительности, теории систем и т.д.), а не количество эр и эпох в геохронологической шкале или тонкости поведения часов.

Основную задачу философии времени в сложившихся обстоятельствах мы видим в том, чтобы восстановить концептуальный уровень рассмотрения проблем темпоральности, вернуться к полемике философских концепций времени, преодолев бесперспективный путь дробления временной проблематики, ведущий к размыванию предметной определенности философских исследований категории времени.

Глава 8. Проблема истины в динамических универсумах

§1. Онтологизация истины

Наиболее понятная и привычная временная категория - это категория настоящего. Фактически в статической концепции времени все остальные временные категории (в том числе понятия прошлого и будущего) рассматриваются по аналогии с настоящим. И прошлые, и будущие времена были таковыми лишь в соотнесённости с моментом, произвольным образом выделенным в качестве момента настоящего. Со статической точки зрения, для готов,рывающихся в Рим в 410

году, день взятия Вечного города остается днём настоящим. Но для нас он в прошлом. Зато для Аристотеля - в будущем.

Во всяком случае, любой год или день может рассматриваться в момент совершения событий, а также до и после их совершения, в результате чего он оказывается либо в прошлом, либо в будущем. При всей кажущейся бесспорности подобных рассуждений в них имеется существенный изъян, связанный с гипертрофированием роли настоящего. Для *статики есть лишь одна реальность - реальность настоящего*. Прошлое и будущее - это всего навсего отстоящие друг от друга в пространстве-времени равноправные совокупности моментов настоящего.

С логической точки зрения для анализа настоящего достаточно средств исчисления предикатов, понимаемых стандартным образом. Настоящее полностью укладывается в рамки бинарной логики, имеющей в своём распоряжении только две истинностные характеристики («истина» и «ложь») и оперирующей всего двумя способами связей объектов и предикатов (принадлежит объект предикату или не принадлежит). В момент настоящего способы связи объектов и предикатов имеют определённый характер и остаются таковыми в рамках статики при переходе к другим моментам времени. Отсутствие становления гарантирует стабильность онтологии: любой фрагмент реальности, привязанный к тому или иному моменту статического времени, остаётся неизменным в этом моменте на все последующие и, как это ни парадоксально, на все предыдущие времена.

Но существование альтернатив в отношении прошлых событий предполагает существование самого прошлого как объективной реальности, представленной в виде совокупности реальных следов, сохранившихся в настоящем. Следы тем и отличаются от оригиналов, что оставляют *неопределёнными* соотношения между некоторыми свойствами, которыми однозначно обладали или не обладали объекты, оставившие следы, и тем, что от этих объектов сохранилось к моменту настоящего времени.

А на чем основана уверенность в объективном существовании будущего? Будущее не дано как актуально существующее «теперь», не оставило следов своего существования, отличаясь в этих аспектах и от настоящего, и от прошлого. Могут сказать, что будущее существует в виде совокупности возможных альтернатив дальнейшего развития или еще что-нибудь подобное. Неясными при этом остаются основания, на которых базируется уверенность в наличии возможных

альтернатив развития как таковых. Мы ведем речь о совокупности будущих альтернатив, а вдруг данная совокупность исчерпала себя и впереди тупик?

Д. Юм в свое время указывал, что вера в завтрашний восход солнца есть результат привычки. Но что есть привычка, как не аккумулированный прошлый опыт? Выходит, что уверенность в завтрашнем дне основывается на памяти о событиях прошлого! Получается, что будущее обретает право на существование лишь при посредстве прошлого и потому зависит от последнего.

Как нам представляется, будущее имеет собственные основания своего существования. Основания эти не исчерпываются сферой возможного. Наличие возможных альтернатив предполагает специфические механизмы их осуществления. Прошлое и будущее не нуждаются в осуществлении, поскольку они уже реализованы. Будущее, напротив, не реализовано. Требуются специальные, по логической сути, вычислительные процедуры перевода возможного будущего в реальное существование, причем актуализироваться может лишь одна из альтернатив.

Специфические особенности вычислительных процессов, протекающих в условиях ограниченности ресурсов (что, в частности, способно вызывать невозвратимую потерю информации), требуют учёта при анализе истинностных характеристик описаний таких процессов. В результате возникает необходимость в модификации стандартных семантических методов.

Интуитивное значение терминов «было» и «будет» весьма расплывчато и неоднозначно. Если, например, в настоящий момент времени истинно утверждение $Q(a)$ и нас интересует истинностное значение утверждения «будет $Q(a)$ », то его можно трактовать как в том смысле, что в ходе предстоящего (в будущем) перехода момента h в прошлое не будет потеряна информация о том, что $Q(a)$, так и в том смысле, что в будущем настоящем h вновь будет верно $Q(a)$. Можно было бы привести и другие примеры подобного рода неоднозначностей. Из сказанного вытекает, что возможны различные понятия прошлого и будущего и тем самым различные формальные экспликации этих понятий. Мы предлагаем остановиться лишь на одной из возможных трактовок прошлого и будущего, рассматривая данные темпоральные характеристики в соотношении с настоящим. Сказанное означает, что «было A » и «будет A » интерпретируется как « A было в настоящем» и « A будет в настоящем».

Прежде чем заняться проблемой истины в динамических универсумах, попробуем разобраться в том, какой смысл следует вкладывать в утверждение

(*) «Объект a обладает свойством Q »?

Согласно традиционному взгляду на утверждения, подобные (*), для (*) возможны только два исхода: либо a обладает свойством Q , либо неверно, что a обладает свойством Q . В первом случае утверждение (*) считается истинным, во втором - ложным.

В классической теории моделей свойства (унарные предикаты) отождествляются с подмножествами некоторого заранее выбранного непустого множества, играющего роль универсума, а объекты (или индивиды) считаются элементами этого универсума. Таким образом, если V - универсум, то должно выполняться $Q \subset V$ и $a \in V$. Более коротко утверждение (*) можно записать в виде формулы $Q(a)$. Поскольку Q и a теоретико-множественные объекты, отношение «обладать свойством» или «не обладать свойством» удобно выражать через теоретико-множественное отношение принадлежности $\in$. Если $a \in Q$, то a обладает свойством Q , если же $a \notin Q$, то a не обладает свойством Q . Перепишем только что сказанное в более компактном символическом виде, обозначая функцию истинностной оценки через $\| \dots \|$:

$$\|Q(a)\| = 1 \leftrightarrow_{\text{Df}} a \in Q, \|Q(a)\| = 0 \leftrightarrow_{\text{Df}} a \notin Q.$$

(Можно было бы использовать записи $\|Q(a)\| = \text{«истина»}$ $\|Q(a)\| = \text{«ложь»}$ вместо $\|Q(a)\| = 1$ и $\|Q(a)\| = 0$, но по сути это ничего не меняет.)

Приведённый пример с унарными предикатами или свойствами показывает, что между предикатами и объектами существует определенная связь, выражающаяся в истинностных характеристиках. Так, если объекты a и b - это *снег* и *уголь* соответственно, а предикат Q - свойство *горючий*, то a не обладает свойством Q , а b обладает свойством Q . И это положение дел совершенно объективно и не зависит от того, есть ли существа, обладающие способностью познавать подобного рода факты. В результате истинностные характеристики также оказываются объективными и укоренёнными в самой сути вещей, в онтологии мира. В случае, если объективная связь между объектом и предикатом имеется, эта связь является **онтологической истиной**; объективное отсутствие данной связи есть **онтологическая ложь**¹¹⁹.

¹¹⁹ С иных позиций к тому же самому выводу об онтологической природе истины пришёл С.А.Павлов. См.: Павлов С.А. Анализ семантики, онтологии и синтаксиса логики

Такой подход к истине и лжи радикально отличается от традиционной трактовки истинностных характеристик как отношения суждений о мире к самому миру. Получая онтологическое обоснование, истина и ложь перестают быть категориями одной лишь гносеологии, становясь средством описания бытия предметом онтологических исследований. Объекты, их свойства и отношения между ними существуют независимо от того, имеются ли в наличии знания об этих объектах, свойствах и отношениях. Тем самым и связи между объектами, одной стороны, и свойствами и отношениями - с другой, существуют независимо от знаний, не предполагают существование субъектов познания. Связи эти, повторим еще раз, являются не чем иным, как истинностными связями, объективно существующими способами предикации свойств и отношений объектам.

До сих пор во внимание принимались лишь два способа предикации: онтологическая истина (наличие связи объекта и предиката) и онтологическая ложь (отсутствие связи между объектом и предикатом). Но, может быть, других способов предикации и не существует ? Ответ на поставленный вопрос может быть получен только в ходе исследований бытия. Такие исследования, разумеется, не в состоянии опереться на экспериментальные методы изучения реальности. Невозможно придумать эксперимент, в котором был бы открыт новый способ предикации или подтверждено существование уже известных типов связей объектов и предикатов.

Но каким образом точные методы способны приводить к правильным выводам о реальности? Ведь они, как многим представляется, носят чисто умозрительный характер и по своей природе не способны вывести за пределы создаваемых разумом понятий, если только не применяются вместе с наблюдением и экспериментом. Не является ли проблема предикации осмысленной лишь в пределах изучения лингвистических образований, достоинство которых заключается хотя бы в том, что они доступны восприятию? Как возможно изучение способов внелингвистической предикации, если эти способы не представлены ни в наблюдении, ни в эксперименте, ни в языке?

На наш взгляд, типы связей объектов и предикатов надлежит открывать, подобно тому как открывают существование островов и морей, лишь затем давая им имена. Только пути, ведущие к открытию,

разные в первом и во втором случаях. Чтобы открыть новый тип связи объектов и предикатов, не нужно снаряжать географическую экспедицию или отправляться на другие планеты. Необходимо подвергнуть *логическому* анализу глубинные понятия, воспользовавшись тем, что понятия сообщают нечто существенное о мире, в отличие от естественных языков, в которых эта информация может отсутствовать или пребывать в искаженном виде (хотя в некоторых случаях язык явно несет на себе онтологическую нагрузку; но в любом варианте онтологическое содержание логически обоснованных понятийных систем оказывается неизмеримо более богатым).

Например, спор между динамической и статической концепцией времени - это спор о том, каков мир сам по себе. А то, что в английском языке грамматических времён больше, чем в русском, не означает, что один из этих языков ближе подошел к описанию реального времени. Сколько существует лингвистических времён - вопрос, ответ на который зависит от принятого языкового каркаса, а он может быть любым. Во всяком случае, всегда имеется выбор из нескольких равноправных альтернатив. Но выбор между динамической и статической онтологией – это выбор между истиной и ложью.

Таким образом понятий логический анализ уже не есть анализ языков и лингвистических каркасов. Теперь это исследование реальности самой по себе. Тем самым логический анализ превращается в онтологический. **Логика становится онтологией.** *Объекты, предикаты, истина, ложь* не являются больше категориями гносеологических или языковых систем, а предстают перед исследователем как онтологические сущности, существующие независимо от наличия субъектов и языков. Их необходимо изучать и, возможно, открывать новые сущности подобного рода, аналогично тому, как физик изучает свойства известных частиц и открывает новые частицы. Только методы (повторим) разные: в первом случае это наблюдение, эксперимент, анализ. В последнем случае только широко понимаемый опыт, аккумулированный в понятийных системах, и логический анализ.

§2. Историческая реальность и типы предикации

Чтобы лучше понять ход дальнейших рассуждений, проанализируем следующий пример. 15 мая 1591 г. в городе Угличе погиб младший сын Ивана IV царевич Дмитрий. Возникли две взаимоисключающие версии происшедшего события. Согласно одной из них, царевич Дмитрий был убит по приказу Бориса Годунова; сторонники другой версии утверждали, что страдавший эпилепсией царевич во время припадка зарезался ножом, которым играл. Историкам не удалось установить истину: вопрос о том, был ли убит царевич Дмитрий или произошел несчастный случай, остался открытым.

Обозначим буквой q (гипотетическое) событие «Убийство царевича Дмитрия», а буквой r - (гипотетическое) событие «Несчастный случай с царевичем Дмитрием». Пусть Q является множеством всех происшествий, случившихся 15 мая 1591 г. Рассматривая Q как одноместный предикат и считая гипотетические события q и r объектами предикации, попытаемся учесть все возможные способы связи объектов q и r с предикатом Q :

$$(1) \quad q \in Q, r \in Q;$$

$$(2) \quad q \in Q, r \notin Q;$$

$$(3) \quad q \notin Q, r \in Q;$$

$$(4) \quad q \notin Q, r \notin Q.$$

Ясно, что случай (1) не может иметь места, так как события q и r исключают друг друга. Ситуации (2) и (3) могли осуществиться. При этом если реализовалась ситуация (2), то ситуация (3) становится невозможной. И наоборот, реализация (3) блокирует осуществление ситуации (2). Казалось бы, ситуация (4) осуществиться не может, поскольку факт смерти в результате удара ножом не ставится под сомнение, что влечёт либо q , либо r , т.е. либо событие насильственной смерти, либо событие несчастного случая. Какой-либо третий вариант исключён, как исключён он в ситуации выбора между свершением события и его отсутствием, что зафиксировано в знаменитом законе исключённого третьего. Действительно, либо $q \in Q$, либо $q \notin Q$ и никакие другие альтернативы для q и Q невозможны. Поэтому

$$\|Q(q) \vee \neg Q(q)\| = 1$$

независимо от того, какой из вариантов связи объекта q и предиката Q реализован. Поскольку в нашем конкретном примере $\neg Q(q)$ эквивалентно $Q(r)$, из предыдущего равенства получаем

$$\|Q(q) \vee Q(r)\| = 1.$$

Меняя в рассуждении q и r местами, получим столь же несомненные соотношения

$$\|Q(r) \vee \neg Q(r)\| = 1$$

и

$$\|Q(r) \vee Q(q)\| = 1.$$

Однако в четырёх только что приведенных соотношениях имеется один изъян: из них нельзя извлечь ответ на волнующий вопрос о том, что же все-таки произошло в Угличе - убийство или несчастный случай? Оставшийся без ответа вопрос показывает, что определенность истинностных характеристик сложных фактов (подобных, например, $Q(q) \vee \neg Q(q)$), не снимает неопределенности в отношении составляющих эти сложные факты элементарных событий (q и r в рассматриваемом примере). Тем не менее в классической логике принимается, что либо $\|D(s)\| = 1$, либо $\|\neg D(s)\| = 1$, каковы бы ни были предикат D и индивид (объект) s . Возвращаясь к анализируемому примеру, получаем либо $\|Q(q)\| = 1$, либо $\|Q(r)\| = 1$. Итак, либо истинно, что царевич Дмитрий был убит, либо истинно, что с ним произошёл несчастный случай.

Но насколько подобные рассуждения соответствуют реальности? Вначале полезно будет уточнить, о какой реальности идет речь. Вне всяких сомнений, в ближайшее время после происшествия в Угличе действительно было либо $\|Q(q)\| = 1$, либо $\|Q(r)\| = 1$, хотя бы в силу того обстоятельства, что каждый живший тогда психически здоровый, потенциально способный (в отличие от нас с вами, живущих в иные времена) совершить преступление 15 мая 1591 г. человек знал о своей причастности или непричастности к событию в Угличе, хранил в своей памяти информацию о тех происшествиях, в которых он действительно принимал участие в злополучный день. Убийца, если он действительно существовал, знал «про себя», что он убийца. Знал, что $\|Q(q)\| = 1$ (если перевести эту запись на понятный ему язык). Его знание удостоверяло реально совершившийся факт, а не было субъективным домыслом. Но если в действительности каждый современник царевича Дмитрия знал, что он не виновен в его гибели, объективно имело место равенство $\|Q(r)\| = 1$. На истинность $Q(r)$ в этом случае не повлияла бы даже такая возможная ситуация, когда никто из современников не знал наверняка подлинных обстоятельств происшедшей трагедии.

Стоит обратить внимание на последние замечания, ибо из них следует, что истина о событиях гражданской истории может зависеть от того, остались ли в живых потенциальные участники или свидетели

происходившего. Ведь после того, как из жизни ушли все потенциальные участники и свидетели событий, историческая реальность стала иной. Теперь ни в чьей памяти не хранятся воспоминания о том, какой была подлинная картина случившегося, какова была степень участия или неучастия современников событий в их осуществлении.

Но ведь память о прошлом может быть зафиксирована способами, не требующими живых механизмов человеческой памяти. События оставляют *следы* не только в памяти людей. Однако следы подобны снегу, лежащему под весенним солнцем: они не остаются неизменными, разрушаются, теряются в потоке времени. Человеческая память - это тоже след, оставленный прошедшими событиями. Один из видов следов. Реальное событие и реальный след этого события - разные реальности, реальности *онтологически различных типов*. В самом деле, в момент трагедии в Угличе либо $\|Q(q)\| = 1$, либо $\|Q(r)\| = 1$, ситуация (4) исключается. Однако в последующем, с течением времени, происшествия 15 мая 1591 г. становятся историей, исчезают, оставляя после себя следы. Следы, в свою очередь, разрушаются, теряются - возможно, вплоть до полного исчезновения. Недаром любой следователь и все читатели детективных романов знают, что преступления следует расследовать по горячим следам, что важно найти улики и свидетелей. В противном случае следы преступления могут безвозвратно раствориться в быстро текущем времени.

Что будет, если вместо предиката Q , являющегося множеством всех происшествий, случившихся 15 мая 1591 г., рассмотреть множество Q^* тех следов, которые к настоящему моменту от этих происшествий остались? Кое-что действительно осталось. Например, осталось такое происшествие, как смерть царевича Дмитрия в указанный день. Не слишком греша против истины, можно с формальной точки зрения считать Q^* подмножеством множества Q (хотя это сильно упрощает взаимоотношения реальностей двух типов: реальности *происходящего* и реальности *происходившего*).

Если принять предлагаемое упрощение, то в таком случае Q^* является собственным подмножеством Q , поскольку многие события из Q не оставили следов. Поэтому, несмотря на то, что либо $q \in Q$, либо $r \in Q$, вполне возможно, что $q \notin Q^*$ и $r \notin Q^*$. Таким образом, если в соотношении (4) предикат Q заменить на предикат Q^* , то противоречия уже не возникает. Более того, насколько нам известно, трагедия в Угличе действительно не оставила следов, так что

историкам просто не на чем основывать выводы «за» или «против» приведенных выше версий происшедшего более 400 лет назад. Если это так, то достоверного заключения о случившемся невозможно сделать ни сейчас, ни в будущем.

Правда, вопрос о том, остались или не остались следы, очень сложный, в каждом запутанном конкретном случае практически неразрешимый. Всегда остается шанс обнаружить неизвестные ранее источники информации о прошлом (скажем, письменные свидетельства, коль скоро речь идёт о событиях гражданской истории не слишком далёкого прошлого) или даже следы совершенно нового типа, о самом существовании которых не подозревала наука предшествующего периода. Так, в начале шестидесятых годов XX века английскими физиками был сделан сенсационный вывод о том, что Наполеон умер в результате отравления мышьяком. Вывод основывался на применении методов ядерной физики¹²⁰, которые позволили обнаружить следы, казалось бы, полностью исчезнувших событий прошлого.

Тем не менее нет оснований преувеличивать степень сохранности следов ушедших событий. Далеко не все детали прошлого могут быть восстановлены по сохранившимся до настоящего времени его фрагментам. Имеется в виду не невозможность воссоздания прошлого при помощи исторической науки, пользующейся всё более и более изощренными методами поиска и анализа материальных свидетельств прошедших времён, а объективная невозможность извлечения оригинала из исторического источника, *невозможность превращения следа в объект, этот след оставивший*. Иначе говоря, описываемая невозможность имеет не гносеологическую, а онтологическую природу.

Реальность прошлого - это реальность его следов в настоящем. «Настоящее прошедшего» Августина и есть то прошлое, которое существует в настоящем в виде совокупности следов прошлых событий. Никакой иной реальности прошлое не имеет. Во всяком случае, наука история не позволяет судить о прошлом как о месте, которое мы когда-то покинули и в которое не можем по непонятной причине вернуться. Прошлое дано историку через совокупность источников, существующих в настоящем времени и одновременно являющихся следами событий прошлого. Следами, которые позволяют нам не только многое узнать о прошлом, но и подтверждают ту истину, что реальность следа невозможно

¹²⁰ Подробнее см.: *Ваганов П.А.* Физики дописывают историю. Л., 1984.

превратить в реальность события, этот след оставившего, а потому изучение следов при прочих равных условиях неизбежно дает более фрагментарное знание о событиях, чем наблюдение самих событий во время их осуществления.

Но одно дело сталкиваться с конкретными примерами актуально происходящих событий и следами прошлых событий и совсем другое дело понять, чем актуальная реальность отличается от реальности, оставившей следы. Исторический опыт лишь наталкивает на мысль о возможном фундаментальном различии реальностей настоящего и прошлого, но не способен однозначно продиктовать выбор той или иной концептуальной схемы. Впрочем, как сейчас стало ясно, даже в научных дисциплинах, основывающихся на экспериментальных методах исследования, далеко не всегда достижима однозначность в истолковании получаемых результатов, так что в принципиальном плане возникает та же самая проблема перехода от данных конкретного опыта к их теоретическому объяснению.

Вернёмся к обсуждаемому примеру. Как ясно из выше сказанного, для современников событий выполняется либо $\|Q(q)\| = 1$, либо $\|Q(r)\| = 1$. Точнее говоря, объективная реальность, в настоящем которой произошла гибель царевича Дмитрия, вынуждала осуществление либо $\|Q(q)\| = 1$, либо $\|Q(r)\| = 1$. Но теперь предположим (в полном соответствии с известными фактами), что следы события q (если произошло действительно q) или следы события r (если произошло действительно событие r) разрушены временем полностью. Можем ли мы в такой ситуации утверждать, что либо $\|Q(q)\| = 1$, либо $\|Q(r)\| = 1$? Весьма сомнительно. Ведь такой вывод предполагает, что Q - это множество актуально происходящих событий, настоящее которых приходится на 15 мая 1591 г. Но события этого дня уже не являются событиями настоящего. В «настоящем» настоящем это события прошлого. Множества Q уже нет, поэтому на статус объективной реальности может претендовать не множество Q , а лишь множество Q^* , образованное следами происшествий, случившихся 15 мая 1591. Множество Q^* - это, по сути дела, след множества Q , след, сохранившийся до настоящего времени. Стало быть, предикат Q в действительности не существует в том виде, в котором он был введён. Напротив, предикат Q^* обладает действительным существованием, существует в качестве объективной реальности.

Теперь в силу вступает предположение о том, что события q и r не оставили следов. Истина, как было установлено ранее, это связь

объекта и предиката, ложь - отсутствие связи. В силу данного установления получаем, что $\|Q(q)\| = 0$ и $\|Q(r)\| = 0$. Иначе говоря, ложно как то, что q обладает свойством Q^* , так и то, что r обладает свойством Q^* . Но полученный вывод нельзя интерпретировать в том смысле, что не было ни q , ни r ! Напротив, не вызывает сомнений то обстоятельство, что одно из этих событий непременно было. Получается странная ситуация: с одной стороны, предикат Q оказался абстракцией, не имеющей опоры в объективной реальности, а с другой стороны, предикат Q^* , обладающий объективным статусом, не способен выполнить роль представителя прошлого в настоящем.

Выход из возникшего затруднения видится нам в отказе от традиционного понятия «предикат». Если Q не соответствует объективной реальности, а Q^* не учитывает всех нюансов описываемого им положения дел, то остается не только бесповоротно отказаться от использования предиката Q , но и подыскать подходящую замену для Q^* . Напрашивается путь расширения предиката Q^* за счет включения в него тех возможностей, которые были упущены. Поскольку предикат Q^* исчерпывает все сохранившиеся актуальные следы происшествий 15 мая 1591 г., прямое его расширение невозможно (если мы хотим оставаться на почве реальности). Но то, что мы не в состоянии, не погрешив против истины, поместить в Q^* ни событие q , ни событие r , не означает, что нельзя учесть факт совершения 15.05.1591 одного (и только одного) из этих событий.

Поступим следующим образом. Рассмотрим двухэлементное множество Q^{**} , элементами которого являются множества $Q^* \cup \{q\}$ и $Q^* \cup \{r\}$. Эти два множества представляют собой *возможные альтернативы осуществления прошлых событий*. Одна (и только одна) из этих альтернатив была реализована в прошлом. Какая именно - онтологически неизвестно, поскольку не существует следов, позволивших бы сделать выбор в пользу одной из альтернатив. Вместе с тем относительно некоторых событий прошлого ситуации неопределенности не возникает. Например, событие s «Смерть царевича Дмитрия 15.05.1591» определённо было.

Новый нетрадиционный одноместный предикат Q^{**} представляет как реальную определённость, так и объективную неопределённость событий одного из фрагментов прошлого. Именно этот предикат является формальным представителем (построенным, правда, не до конца, так как в нем учитываются лишь два альтернативных события, тогда как их в действительности гораздо больше) свойства

«Происшествия 15 мая 1591 года». Если, скажем, событие s является происшествием, случившимся 15.05.1591, то следует принять $\|Q^{**}(s)\| = 1$. Напротив, событие d «Убийство царя Петра III» не относится к числу происшествий рассматриваемого дня, поэтому $\|Q^{**}(d)\| = 0$.

Однако, поскольку события q и r по отдельности принадлежат лишь одной из альтернатив, зафиксированных в предикате Q^{**} , и не принадлежат другой, ни в отношении q , ни в отношении r нельзя сказать ни того, что они обладают свойством Q^{**} , ни того, что они не обладают этим свойством. Здесь мы впервые сталкиваемся с *новым типом предикации*, новым видом связи объектов и предикатов, которую будем обозначать символом $1/0$ («неопределенность»), рассматривая $1/0$ как единый символ. Назовем этот тип предикации неопределённым, в отличие от двух определённых типов предикации, обозначаемых через 1 («истина») и 0 («ложь»). В итоге получаем

$$\|Q^{**}(q)\| = 1/0$$

и

$$\|Q^{**}(r)\| = 1/0.$$

Каким образом теперь следует оценивать истинностные характеристики сложных фактов? Как, например, можно оценить ситуацию $Q^{**}(q) \vee Q^{**}(r)$? В силу того обстоятельства, что данная ситуация имеет место в каждой из двух рассматриваемых альтернатив предиката Q^{**} , логично считать, что

$$\|Q^{**}(q) \vee Q^{**}(r)\| = 1.$$

Почему ситуация $Q^{**}(q) \vee Q^{**}(r)$ реализуется в каждой из альтернатив? По той простой причине, что в альтернативе $Q^* \cup \{q\}$ событие q совершилось. Следовательно, реализован и сложный факт «Произошло событие q или событие r ». (Такое понимание связи «или» является традиционным.) Двойственным образом альтернатива $Q^* \cup \{r\}$ осуществляет событие r , что вновь обуславливает реализацию сложного факта «Произошло событие q или событие r ».

Часть IV. Динамическая концепция времени

Динамическая и статическая концепции времени разошлись между собой в отношении к феномену становления или течения времени. Первая концепция считает этот феномен объективно существующим, вторая – отказывает становлению в данном статусе, причисляя его к иллюзиям человеческого сознания. При этом не очень понятно, что именно спорящие стороны называют становлением или течением времени. Это обстоятельство порождает многочисленные недоразумения, доходящие до парадоксов.

Статическая концепция справляется с темпоральными парадоксами за счёт принижения их онтологического значения. Раз течение времени всего лишь иллюзия, оно не заслуживает скрупулёзного анализа со стороны серьёзной науки, изучающей объективную реальность. Представление о том, что в ходе течения времени настоящее становится прошлым, прошлое – более далёким прошлым, а будущее – более близким к настоящему и в конце концов переходит в настоящее, должно быть отброшено как фикция, не имеющая референтов в объективной действительности.

В предыдущей части было показано, что не только наше чувство времени, но и результаты исторических (в широком смысле) наук приводят к однозначному выводу: разделение событий на прошлые, настоящие и будущие, а также процесс перехода между ними имеют под собой реальные объективные основания. Парадоксальным образом именно статика привнесла в научное сознание иллюзорное представление о темпоральности как лишённой становления разновидности пространства. В этой связи незаслуженно забытые в науке и философии проблемы непротиворечивого описания течения времени и постижения онтологического статуса прошлого, настоящего и будущего должны быть поставлены в центр исследований времени.

Глава 9. Динамическая концепция времени: ретроспективный взгляд

§1. Проблема «теперь» (Аристотель)

Подробное исследование эволюции представлений о времени на протяжении истории с точки зрения альтернатив субстанциальность – реляционность и динамика – статистика предпринято Ю.Б.Молчановым¹²¹. Мы кратко коснемся истории развития только динамической концепции времени, ограничившись лишь упоминанием о статической концепции времени там, где это необходимо. Скажем также несколько слов о той роли, которую каждая из названных концепций играет на современном этапе при описании свойств времени.

По-видимому, впервые в ясно выраженной форме основная идея динамической концепции времени представлена в философии Гераклита (6 в. до н.э.). В числе первых сознательных и последовательных сторонников статической концепции следует назвать Парменида (6 – 5 вв. до н.э.). Парменид подверг учение Гераклита резкой критике, выступив, в частности, против идеи реальности становления. В отличие от Гераклита, Парменид полагает невозможным возникновение и уничтожение; представление об изменчивости мира, порожаемое несовершенством наших органов чувств, иллюзорно.

Всестороннему рассмотрению подвергается категория времени у Аристотеля. Особенно важен для нас анализ Аристотелем понятия "теперь" и последовательно проводимый им динамический взгляд на проблему связи между будущим, настоящим и прошлым. Однако, полученные Аристотелем результаты свидетельствовали скорее в пользу позиции Парменида, а не Гераклита. Дело в том, что эти результаты в сущности парадоксальны. Уже цитировавшаяся ранее аристотелевская оценка времени как не существующего или едва существующего вызвана возникающими в описании темпоральности противоречиями.

Центральным для Аристотеля является понятие "теперь" или понятие момента настоящего. Именно момент настоящего соединяет в единое целое прошедшее и будущее. Но прошлого уже нет, оно не существует. А будущего ещё нет, и оно также не существует. В

¹²¹ Молчанов Ю.Б. Четыре концепции времени в философии и физике.

качестве существующего остаётся "теперь". Само существование времени, по Аристотелю, обязательно предполагает существование момента настоящего и наоборот. «Если времени не будет, не будет и "теперь", и если "теперь" не будет, не будет и времени...». Однако момент настоящего оказывается поистине неуловимым, поскольку не является частью времени. "Теперь" не есть часть времени, «так как часть измеряет целое, и из частей оно должно слагаться, время же, по всей видимости, не слагается из "теперь"». Чуть ниже Аристотель добавляет: «Ведь следует допустить невозможность следования "теперь" друг за другом, как точки за точкой»¹²².

В самом деле, если представить два следующих друг за другом «теперь», то какое из них настоящее? Очевидно, что настоящим может быть только одно из них. Тогда другое должно исчезнуть либо как находящееся в ещё не существующем будущем, либо как находящееся в уже не существующем прошлом, ведь «прежнее всегда должно уничтожаться». Но если настоящее стянуто в одну точку, то в ней нет ни «до», ни «после» и, стало быть, нет времени. Если же «теперь» включает в себе «и предыдущее и последующее, тогда одновременно будет происшедшее десять тысяч лет назад и происшедшее сегодня и ничто не будет раньше или позже другого»¹²³. В любом случае мы сталкиваемся с неприемлемыми в силу их парадоксальности вариантами.

По-видимому, сам Аристотель не считал, что ему удалось исчерпывающим образом ответить на основные вопросы, связанные с категорией времени и понятием «теперь». Недаром он говорит о затруднениях, которые «должны быть разрешены относительно свойств, присущих "теперь"», добавляя тут же: «а что такое время и какова его природа, одинаково неясно как из того, что нам передано от других, так и из того, что нам пришлось разобрать раньше»¹²⁴. Из этих слов вытекает, что статическая альтернатива динамическому взгляду на время так же отвергается Стагиритом. Ведь статика избавляется от темпоральных парадоксов механически, отбрасывая ключевое для Аристотеля понятие «теперь». Получается, что Аристотель предпочитает оставаться в плену парадоксов, но не жертвовать опытом восприятия времени, с несомненностью свидетельствующим о действительном существовании «теперь».

¹²² Аристотель. Физика. М., 1937. 220а.

¹²³ Там же. 218а.

¹²⁴ Там же.

Сформулированные Аристотелем проблемы в связи с феноменом настоящего времени следует признать правильно и глубоко поставленными. Другой вопрос, что они были проигнорированы европейской наукой, твёрдо вставшей на путь статического описания временной реальности. В европейской философской традиции была линия развития динамической концепции времени, однако эта линия не пересекалась с наукой и вела лишь к усугублению трудностей в осмыслении темпоральности. Вместо разрешения старых были предложены новые парадоксы, причём без указания возможных способов избавления от них. Более того, некоторые авторы настаивали на их неустранимости, в результате чего само время было объявлено не существующим.

§2. А-ряды, В-ряды ... (Мак-Таггарт)

В этой книге разбор взглядов на время Мак-Таггарта предшествует анализу концепции Августина. Нарушение хронологии допущено сознательно. Августин из всех европейских мыслителей наиболее глубоко проник в тайны времени, несмотря на то, что следовал по проложенному Аристотелем пути фиксации парадоксов темпоральности без их разрешения. Тем не менее, если парадоксы Аристотеля и Мак-Таггарта достаточно очевидны, то некоторые парадоксы Августина настолько нетривиальны, что в них содержится намёк на возможность указания направления поиска избавления от них. Поэтому случайность последовательности исторического существования этих мыслителей не должна восторжествовать над логической последовательностью установленных ими темпоральных инвариантов, взаимосвязанная совокупность которых составила динамическую концепцию времени¹²⁵.

Один из последних всплесков интереса к динамической и статической концепциям времени относится к началу прошлого века. Непосредственным поводом для обсуждения проблемы соотношения динамической и статической концепций, их достоинств и недостатков, а также отношения к реальности послужили работы Дж.Э.МакТаггарта (1866 – 1925 гг.), опубликовавшего в 1908 г.

¹²⁵ Взгляды А.Бергсона (1859–1941), которому также удалось существенно продвинуться в понимании длительности, обсуждаются в третьем параграфе седьмой главы. Но Бергсон жил в эпоху современной физики и вёл полемику с выдающимися представителями этой науки по проблеме времени, поэтому он как представитель современной философии не был включён в ретроспективный обзор.

статью, в которой был сформулирован известный «парадокс Мак-Таггарта» – аргумент в пользу тезиса об иллюзорности времени. Подробное обоснование упомянутого парадокса приведено Мак-Таггартом в 33 главе работы «Природа существования»¹²⁶. Отличавшиеся новизной доводы Мак-Таггарта привлекли внимание – возникла дискуссия, разделившая приверженцев статической и динамической концепций.

Суть аргументов Мак-Таггарта заключается в следующем. Рассуждая о времени, мы либо говорим, что одни события произошли раньше или позже других, либо указываем, что некоторое событие произошло в прошлом, произойдет в будущем или происходит в настоящий момент. В первом случае, по терминологии Мак-Таггарта, временной порядок между событиями задается посредством "*В*-ряда", во втором случае мы имеем дело с временным порядком "*А*-ряда". По мнению английского философа, *А*-ряд является фундаментальным, без него не существует *В*-ряд (во всяком случае, как временной ряд) и только с его помощью можно выразить сущность времени – идею изменения, поскольку характеристики любых событий остаются неизменными во всех отношениях, кроме одного – их отношения к прошлому, настоящему и будущему. Например, смерть королевы Анны Стюарт – это именно смерть, имеющая определённые причины и следствия, смерть именно Анны Стюарт и т.д. Каждая характеристика такого рода остается неизменной. Лишь в одном отношении происходят изменения: данное событие было в будущем, потом осуществилось, затем стало прошлым¹²⁷.

Однако *А*-ряд оказывается противоречивым объектом. Поскольку противоречивое, считает Мак-Таггарт, существовать не может, *А*-ряд (следовательно, и *В*-ряд как производный от него) не существует; тем самым время оказывается иллюзорным. Мак-Таггарт принимает тезис о том, что прошлое, настоящее и будущее – несовместимые характеристики событий. Между тем каждое событие имеет их все, за счет чего и возникает противоречие.

Возражение, согласно которому событие имеет эти характеристики не одновременно, а последовательно, Мак-Таггарт опровергает при помощи следующего рассуждения.

«Утверждение о (событии) *М* – что оно есть настоящее, будет прошлым и было будущим – означает, что *М* есть настоящее в момент настоящего времени,

¹²⁶ McTaggart J.E. The Nature of Existence. Cambridge, 1927.

¹²⁷ Ibid. P. 9 – 13. В главе 9 мы рассмотрим событие смерти представителя другой царствовавшей династии и увидим, что изменения в событиях не исчерпываются простым указанием на то, что они были, есть или будут.

прошлое в некоторый момент будущего и будущее в некоторый момент прошлого. Но каждый момент, подобно каждому событию, является прошлым, настоящим и будущим. И так возникает сходная трудность. Если *М* есть настоящее, то не существует момента прошлого времени, в который оно является прошлым. Но моменты будущего времени, в которые оно является прошлым, оказываются равным образом моментами прошлого времени, в которые оно не может быть прошлым»¹²⁸.

Таким образом, событие *М* оказывается и событием настоящего, и событием прошлого, что противоречиво. Аналогичные выводы получаются, если начать с допущения, что *М* событие прошлого или будущего. Попытка избежать противоречия за счет последовательного приписывания темпоральных характеристик самим моментам времени проваливается по тем же самым причинам, что и в случае событий. В любом случае характеристики «прошлое», «настоящее» и «будущее» ведут к противоречиям и потому являются иллюзорными. Но от них нельзя избавиться при описании времени. Стало быть, время также является фикцией.

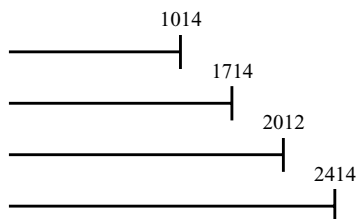
Рассуждения Мак-Таггарта выглядят весьма убедительными с интуитивной точки зрения. Но им не достаёт строгости. Требуется уточнить, что такое *А*-ряд и *В*-ряд. Впрочем, с *В*-рядом всё ясно. Его моделью может служить прямая линия, точки которой отождествляются с моментами времени, а порядок на этих точках с темпоральным отношением «раньше, чем» или «позже, чем». А вот что может выступить в роли хотя бы простейшей модели *А*-ряда? В качестве такой модели можно взять темпоральную шкалу без будущего с выделенным моментом (или периодом – пока это не столь существенно) настоящего. Применительно к историческому примеру Мак-Таггарта геохронологическая шкала не годится. Более подходящим может быть шкала масштабом в год.

Рассмотрим четыре таких шкалы. В первой шкале настоящим является 1014 год. Во второй – 1714. Именно в этом году умерла последняя представительница династии Стюартов английская королева Анна. Обозначим это событие через *М*. Третья шкала завершается 2012 годом, в который пишутся эти строки. Наконец, четвёртая шкала в качестве настоящего имеет 2414 год, в котором, возможно, читается данный текст.

Теперь смоделируем рассуждение Мак-Таггарта. За семьсот лет до события *М* оно было будущим. Затем *М* стало настоящим. Ещё через семьсот лет (последняя шкала) *М* оказалось прошлым. Так какое же оно на самом деле? Или темпоральные характеристики события *М* релятивизированы к соответствующей шкале: в первой оно будущее,

¹²⁸ Ibid. P. 21.

во второй – настоящее, в третьей и четвертой – прошлое, а само по себе *М* никакое?



На первый взгляд может показаться, что третья шкала здесь лишняя и только нарушает семисотлетний ритм появления очередной шкалы. Суть дела в том, что только третья шкала является *настоящей*. Остальные – *не настоящие*. Первых двух уже нет, они уже не существуют и навсегда останутся в прошлом. Четвертой также нет, она ещё не существует. Но ведь в свой срок она станет настоящей и затем вместе с третьей шкалой уйдёт в прошлое? Наверное, так и будет, если только механизм течения времени не даст сбой. Так или иначе, наши мысленные путешествия из настоящего в прошлое или в будущее *не реальны*. Это в пространстве мы можем покинуть некоторое место и затем вернуться в него снова. Обороты типа «было будущим», «было настоящим», «станет прошлым», «станет настоящим» и т.п. не в состоянии перемещать нас во времени от шкалы к шкале в действительности. Время такие операции не допускает. Иллюзорно именно обращение со временем как с разновидностью пространства, а не само время. Всегда имеется *единственная* настоящая шкала времени, относительно которой все другие такого же масштаба находятся либо в абсолютном уже не существующем прошлом, либо в относительном ещё не наступившем и потому также не существующим будущем. Таким образом, в единственной действительной (а не воображаемой) шкале событие *М* в является *прошлым*. И никакими магическими заклинаниями или лингвистическими ухищрениями его нельзя сделать ни настоящим, ни будущим.

§3. На пути к метамomentам (Августин)

Впервые с собой отчетливостью специфические проблемы динамической концепции времени поставлены в одиннадцатой книге "Исповеди" епископа гиппонийского Августина (354 – 430 гг.). В

начале 14 главы 11 книги содержится знаменитое признание Августина: «Что же такое время? Кто не затруднится изъяснить это и притом в немногих и ясных словах? А между тем, что обыкновенно бывает у нас предметом бесед, как не время? Мы, конечно, понимаем, когда говорим о нем или слышим от других. Что же такое, – еще раз повторяю, – что такое время? Пока никто меня об этом не спрашивает, я понимаю и нисколько не затрудняюсь; но как скоро хочу дать ответ об этом, становлюсь совершенно в тупик»¹²⁹.

Однако, гораздо важнее вторая часть фразы, которую обычно не цитируют, хотя именно здесь зафиксированы две центральные проблемы динамической концепции времени – проблема существования прошлого, настоящего и будущего и проблема течения времени, или становления. «Я вполне сознаю, – пишет Августин, – что если бы ничто не проходило, то не было бы прошедшего; если бы ничто не приходило, то не было бы будущего; и если бы ничто не было бы действительно существующим, то не было бы и настоящего времени. В чем же состоит сущность первых двух времен, т.е. прошедшего и будущего, когда прошедшее уже кончилось, а будущее еще не наступило? Что же касается настоящего, то если бы оно всегда оставалось настоящим и никогда не переходило в будущее, а из будущего в прошедшее, тогда оно было бы не временем, а вечностью. Если же настоящее остается действительным временем при том только условии, что через него переходит будущее в прошедшее, то как мы можем приписать ему действительную сущность, основывая ее на том, чего еще нет? Разве в том только отношении, что оно постоянно стремится к небытию, что оно каждое мгновение перестает существовать»¹³⁰.

Следующий вопрос, который обсуждает Августин, связан с измерением промежутков времени, которые могут быть более длинными ("долгими") или более короткими. Каков, однако, смысл выражений вида "прошло сто лет", "пройдет десять дней" и т.п.? Как можно говорить о долговременном или кратковременном прошлом или будущем, если прошлого уже нет, а будущего еще нет? «В самом деле, – спрашивает Августин, – от чего, положим, зависела продолжительность прошедшего времени? Неужели от него самого, уже не существующего? Не скорее ли от его настоящего, существовавшего когда-то? Тогда только оно могло быть продолжительным, когда существовал предмет, его наполнявший.

¹²⁹ Исповедь Блаженного Августина. М., 1914. С. 315.

¹³⁰ Там же. С. 315–316.

Когда же не стало предмета, тогда не стало и самого времени, и прошедшее, как уже несуществующее само по себе, не могло быть ни долгим, ни коротким»¹³¹.

Тем не менее ссылка на настоящее прошедшего (равным образом на настоящее будущего) не помогает, поскольку, как показывает Августин, настоящее само по себе не имеет продолжительности. «Если можно представить самое кратчайшее время, которое не могло бы уже делиться ни на какие малейшие части, то эти неуловимые мгновения можно было бы назвать временем настоящим. Но эти мгновения перелетают из будущего в прошлое с такою быстротою, что мы не имеем ни малейшей возможности уловить в них какое-либо продолжение. Если бы они имели какую-либо продолжительность, то подлежали бы делению на прошедшее и будущее. Таким образом и в настоящем тоже нет никакой продолжительности»¹³².

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. «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»¹³³. Несмотря на "непостижимость" статуса существования прошлого и будущего, Августин признает несомненным следующее обстоятельство, дающее частичный ответ на предыдущий вопрос. «Если будущее и прошедшее действительно существуют, то я желал бы знать, где и как они существуют. Это для меня непостижимо. Я постигаю только то, что где бы они ни существовали, там они уже не составляют будущего и прошедшего, там они – настоящее. Если бы они и там были будущим и прошедшим, то одного из них еще не было бы, а другого уже не было бы. Все существующее не иначе может существовать, как только в настоящем»¹³⁴.

¹³¹ Там же. С. 316–317.

¹³² Там же. С. 318–319.

¹³³ Там же. С. 320–321.

¹³⁴ Там же. С. 321.

Окончательные выводы Августина таковы. «Теперь ясно для меня, что как будущего, так и прошедшего в действительности не существует. Не точно выражаются о трех временах, когда говорят: прошедшее, настоящее и будущее. Нужно бы, кажется, выражаться так: настоящее прошедшего, настоящее будущего. Только в душе нашей есть соответствующие трем временам три формы восприятия, но не вне ее, т.е. не в самой действительности. Для настоящего прошедших предметов есть у нас память или воспоминание. Для настоящего настоящих предметов есть у нас взгляд, воззрение, созерцание. Для настоящего будущих предметов есть у нас чаяние, упование, надежда»¹³⁵. «Итак в тебе, душа моя, измеряю я времена... Да, еще раз повторяю, в тебе измеряю я времена; и когда измеряю их, то измеряю не самые предметы, которые проходили и прошли уже безвозвратно, а те впечатления, которые они произвели на тебя. Сами предметы прошли и не стало их, впечатления же остались в тебе, и их-то я измеряю как присущие мне образы, и это значит, что я измеряю времена»¹³⁶.

Подведем итоги. Нам кажется, суть той части концепции Августина, которая представлена приведенными выдержками из его сочинения, может быть резюмирована в следующих основных положениях.

1. Прошлого в действительности уже нет, будущего в действительности еще нет (т.е. прошлое и будущее не существуют в объективной реальности).

2. Реально вне нас существует одно только настоящее.

3. Настоящее мимолетно, "постоянно стремимся к небытию" (говоря словами Аристотеля, "едва существует").

4. Все, что существует, существует только в настоящем.

5. Настоящее не имеет продолжительности.

6. Прошлое и будущее существуют, но не в реальности, а в душе.

7. Душа имеет три формы восприятия, причем действие любой из трех форм осуществляется в настоящем. Иначе говоря, в настоящем в душе сосуществуют прошлое, настоящее и будущее.

8. Измерение времени – род субъективной деятельности, поскольку измеряются не предметы, а впечатления.

Обычно суть теории Августина видят в том, что он сводит время к проявлению субъективной психической деятельности. Так, М.Д.Ахундов пишет: «...Он (Августин. – А.А.) дал четкий ответ:

¹³⁵ Там же. С. 323–324.

¹³⁶ Там же. С. 334–335.

течение времени представляет собой не физическую, а психологическую реальность»¹³⁷. По-видимому, следует различать: а) проблему течения времени и б) проблему существования вещей во времени. Августин не отрицает объективный характер течения времени (становления), хотя и признается в том, что не может дать ясный ответ по поводу его "действительной сущности". Другое дело, что Августин отказывает в реальном существовании прошлым и будущим вещам и предметам, поскольку для посюстороннего мира ему известно только два способа существования: существование в объективной действительности и существование "в душе", т.е. существование идеальных образов объектов. Отмечая, что «будущее существует только в возможности», Августин из верного утверждения делает ложный вывод: «...Если оно только в возможности, то его нет на самом деле»¹³⁸. Но те или иные возможности (тенденции) развития материальных систем существуют объективно, независимо от существования сознания, т.е. как раз "на самом деле". В своей теории времени Августин поднимал и другие вопросы, которые, однако, представляют для нас меньший интерес как выходящие за рамки задач данной работы.

Последующая эволюция представлений о времени привела к фактически полному господству статической концепции. Ясность этой концепции, ее (относительная) простота выгодно отличаются от довольно-таки туманных рассуждений о "теперь", течении времени и других характерных "динамических" положениях.

Глава 10. Уточнение положений динамической концепции времени

§1. Необходимость понятийного каркаса

Нашей задачей является построение таких моделей динамической концепции времени, в которых удастся избежать апелляции к свойствам и особенностям сознания. Построение таких моделей будет означать, что можно логически непротиворечивым образом описать

¹³⁷ Ахундов М.Д. Концепции пространства и времени: истоки, эволюция, перспективы. М., 1982. С. 133.

¹³⁸ Исповедь Блаженного Августина. С. 323.

становление независимо от того, имеются или нет существа, обладающие способностью познавать окружающий их мир. Отсюда, естественно, не будет следовать утверждение об объективности становления, однако будет следовать, что приписывание течению времени объективного статуса возможно.

Тезис об объективном характере течения времени оценивается как ложный сторонниками физикалистской редукции категории времени. Согласно А.Грюнбауму, «...Физические события, принадлежащие районам пространства-времени, полностью лишенным перцепиентов, обладающих сознанием, никогда не могут быть квалифицированы как происходящие теперь и, следовательно, становления не испытывают»¹³⁹. Но прежде, чем вести спор о том, имеет ли течение времени объективный характер, следовало бы избавиться от неясностей в отношении хотя бы центральных утверждений динамической концепции времени.

Отметим, что динамическая концепция времени ни в коей мере не отказывается от анализа статических временных отношений (типа «раньше, чем»), включая в себя, таким образом, эту часть статической концепции. Но в статической концепции времени, в отличие от динамической, разделение событий на прошлые, настоящие и будущие носит условный характер. Раз там нет однозначного критерия выделения настоящего, то нет и становления, поскольку его описание предполагает наличие единственного (хотя каждое мгновение другого) момента «теперь».

Физика до сих пор не обнаружила становление и не похоже, что обнаружит в ближайшее время. Интересно, могла ли физика обнаружить существование искривленного пространства-времени общей теории относительности, не имея до этого неэвклидовы геометрические теории, т.е. соответствующий математический аппарат, на языке и средствами которого фиксируются свойства современных космологических моделей? Безусловно, при отсутствии таких средств к их созданию мог подтолкнуть реальный опыт, но в любом случае, прежде чем вести разговор на языке науки, необходимо создать соответствующий понятийный каркас. Без такого каркаса ученые перестанут понимать друг друга.

Теперь спросим себя: можно быть уверенным хотя бы в том, что когда кто-то говорит: «становления нет, это иллюзия», а другой утверждает: «нет, напротив, становление есть неоспоримый факт» – они говорят об одном и том же? О чём они говорят? Где те средства,

¹³⁹ Грюнбаум А. Философские проблемы пространства и времени. М., 1969. С. 400.

которые позволяют нам дискутировать о становлении? Жизненный опыт любого из нас настойчиво внушает мысль о фундаментальности становления; в то же время опыт экспериментальной физики остаётся не затронутым какими бы то ни было заметными проявлениями феномена становления. Какие выводы следуют из сложившейся в отношении становления ситуации? Бесполезно задавать этот вопрос, пока не выяснится точно, о чем конкретно идет речь, какие понятийные конструкции принимаются или оспариваются. Необходим концептуальный анализ категории становления. Лишь после этого вопрос о реальности или иллюзорности течения времени может вылиться в форму научной дискуссии, спора о понятиях и об их соответствии реальной действительности. До категориального анализа становления спор об объективности или иллюзорности течения времени обречен на бесплодный обмен «точками зрения», не выходящими за пределы «мнений», будь то мнение человека с улицы или мнение признанного авторитета. (Только авторитета в чём? В проблеме становления? Так ведь в столь расплывчатой сфере трудно прослыть специалистом, а прошлые заслуги в иных областях знания явно не в счёт.)

Нашей целью является моделирование динамической концепции времени с применением современной логической техники. Прежде, чем перейти к обсуждению того, какие положения данной концепции должны быть учтены, рассмотрим кратко вопрос об использовании динамической и статической концепций в приложениях за рамки философии. Здесь налицо абсолютное преобладание статической концепции. Дело в том, что в отличие от задачи построения моделей динамической концепции времени аналогичная задача в отношении статической концепции в логическом плане решается в большинстве случаев без затруднений принципиального характера. Между тем, в приложениях фигурируют именно различные модели времени, а не та или иная концепция как таковая.

Обратимся к примерам моделей статической концепции времени. Значительное распространение получила модель, в которой моменты времени отождествляются с действительными числами, а отношение «раньше, чем» — с естественным порядком на множестве действительных чисел. Образом такой модели является прямая линия. Всё не укладывающееся в эту линейную схему носит предварительный характер и не доведено до статуса заслуживающих внимания физических теорий. Более того, даже в рамках линейной парадигмы не удаётся осуществить серьёзных изменений. Так,

преобладающие шкалы времени в физике оказываются *плотными*: $\forall x \forall y \exists z (x R y \rightarrow (x R z \& z R y))$. Казалось бы, квантовая теория должна вынуждать нас к переходу к пусть линейным, но дискретным временным шкалам, где свойство плотности не выполняется (как, например, в системе целых чисел). Однако реально этого пока не произошло.

В специальной теории относительности роль отношения «раньше, чем» играет трехместное отношение $R \subset S \times S \times K$, где S – множество событий, K – множество инерциальных систем отсчета. Выражение $\langle s_1, s_2, k \rangle \in R$ означает, что событие s_1 произошло раньше события s_2 в системе отсчета k . Однако если зафиксировать систему отсчёта, произойдёт возврат всё к той же линейной и плотной шкале.

В теории автоматов и кибернетике модель времени устроена проще. «Теория конечных автоматов, – пишет М.Минский, – обходится со временем весьма своеобразно. Поведение машины описывается как простая, линейная последовательность событий во времени. Эти события происходят лишь в дискретные моменты, в промежутках между которыми не случается ничего. Можно представить себе, что эти моменты образуют последовательность, регулярную, как тиканье часов, и мы можем сопоставить моментам целые числа, т.е. время принимает лишь целочисленные значения 0,1,2,...»¹⁴⁰.

Гораздо более широкий спектр альтернатив в отношении многообразия порядковых типов временных шкал демонстрируют результаты логико-философских исследований проблемы времени. Могут возразить, что эти результаты не имеют отношения к проблеме времени, поскольку отражают лишь присущие человеку способы рассуждений о времени, закрепившиеся в мышлении и языке, тогда как физика занимается реальным, объективным временем. Мы категорически не согласны с отлучением логики от реальности. Естественный язык и мышление выполняют, помимо прочих задач, познавательную функцию. Поэтому они (вопреки субъективистам всех мастей) нечто сообщают о самой реальности, в том числе и о реальном времени. На любом языке можно сказать «Встретимся завтра», но ни на каком языке нельзя сказать «Встретимся вчера». Сама объективная временная действительность в течение сотен тысяч лет выработала в нас способность формулировать овременённые высказывания одних видов и наложила запрет на появление овременённых высказываний других видов, каковы бы ни были

¹⁴⁰ Минский М. Вычисления и автоматы. М., 1971. С. 27.

различия в языках тех или иных групп людей. Поиском таких инспирированных реальностью инвариантов и занимается логика, которая, в отличие от лингвистики, почти совсем не интересуется особенностями разных естественных языков. Поэтому вопрос о том, сколько и каких грамматических времён имеется в русском или, скажем, в английском языке, относится к компетенции лингвистики. Но вопрос о том, какие инвариантные структуры времени за ними скрываются – проблема логики.

Какие же шкалы времени рассматриваются в логике? Прежде всего, это такие шкалы $\langle U, R, \Gamma, \Delta \rangle$, в которых множества Γ и Δ являются, как правило, пустыми. Отсюда шкалы времени фактически редуцируются к парам вида $\langle U, R \rangle$. Далее, логиков обычно не интересует вопрос о конкретном наполнении множества U – это абстрактное множество произвольных элементов, играющих роль моментов времени, в отношении которого важна лишь его непустота. Характеристики мощности U также обычно не принимаются во внимание. В получивших наибольшее распространение логических шкалах времени множество U оказывается *бесконечным*. Ведь конечная шкала времени выглядит странной. А поскольку средства самой распространённой в исследованиях времени первопорядковой логики не позволяют различать счётное и несчётное, конкретная мощность бесконечного множества U оказывается не существенной. Получается, что центр тяжести проблематики временных шкал в логике смещается на изучение бинарного отношения R . Более того, обычно эти модели в логической литературе не исследуются сами по себе, но представляют интерес как компоненты семантики временных исчислений.

Разумеется, отнюдь не любое порядковое отношение годится в качестве основы для образования временной шкалы. Выбор порядкового типа обусловлен теми или иными *философскими* концепциями времени (именно поэтому мы предпочитаем использовать термин «логико-философские исследования»). Какие же требования предъявляются к допустимым с философских позиций порядковым отношениям временных шкал? Ответить на поставленный вопрос не так-то просто в виду большого разнообразия возможных здесь философских точек зрения. Всё же попытаемся выделить некоторые важные, на наш взгляд, концептуальные идеи.

Первая проблема, которая встаёт в данной связи, – это *линейно* время или нет? Отмечая возможность принятия линейного времени как простейшего решения, в логике пришли к выводу, что более

адекватные модели временного порядка должны быть нелинейными. В линейных моделях будущее предопределено, что автоматически заставляет принять позицию фатализма. Физики предпочитают этого неизбежного следствия их теорий не замечать. Иногда полагают, что присущее динамической концепции представление о нефиксированности будущего получает адекватное выражение в моделях, в которых шкала времени *ветвится в будущее*. Однако в конкретных реализациях данной идеи нельзя найти выделенного настоящего. Поэтому время там никуда не течёт, оставаясь статическим объектом. Вторая проблема возникает в отношении движения по шкале в прошлое. Представляется естественным потребовать, чтобы нелинейное в целом время было *линейным в направлении прошлого*. В результате распространение получили шкалы с ветвящимся будущим и линейным прошлым. Третья проблема связана с выбором *плотной или дискретной* модели времени. Четвёртая проблема касается наличия на шкале *особых выделенных интервалов или точек*. Например, в космологии применяется шкала, изоморфная множеству неотрицательных действительных чисел (от $t = 0$ до бесконечности). Это соответствует идее начала времени, тогда как в стандартных случаях временных шкал время не имеет ни начала, ни конца. Более экзотической выглядит пятая проблема обеспечения *связности* времени: любые ли моменты времени сравнимы между собой по отношению «раньше, чем»? Если нет, время распадается на не связанные куски.

Таким образом, модели статической концепции времени разной степени сложности многочисленны и широко применяются в различных науках. С моделями динамической концепции времени ситуация иная – нам не удалось найти в литературе *ни одного* примера формальной динамической модели временных отношений. (Здесь следует иметь в виду, что термины «динамическая система», «динамическая модель» используются в ряде работ, однако в смысле, совершенно не связанном с динамической концепцией времени. На самом деле в этих работах явно применяются модели статической концепции времени¹⁴¹). Одна из причин такого положения связана с тем, что идея изменения временного статуса вещей и событий в процессе становления представляется неясной и неподдается непосредственным попыткам ее уточнить.

¹⁴¹ См., напр.: Глушков В.М., Иванов В.В., Яненко В.М. Моделирование развивающихся систем. М., 1983. С. 350.

§2. Трудности логического характера

Первая связанная с динамической концепцией времени логическая трудность имеет источником неясность в отношении способов существования прошлого, настоящего и будущего. Напомним, что согласно динамической концепции времени, *реально существует только одно настоящее, прошлого уже нет, будущего еще нет*. Это с одной стороны. С другой стороны, в характерных для динамической концепции рассуждениях фактически получается, что *будущее и прошлое отнюдь не являются фикциями и тоже реально существуют*. Непосредственно совместить оба варианта решения проблемы существования прошлого, настоящего и будущего невозможно, поскольку при этом возникает логическое противоречие. Казалось бы, решение состоит в отказе от одной из альтернатив. Обычно предпочитали жертвовать второй возможностью. Ведь утверждения о том, что всё существующее не может существовать иначе, как в настоящем, что прошлое и будущее реально не существуют, имеют глубокий смысл. Но тогда в каком смысле мы говорим о прошлом и будущем, если их нет, если они не существуют?

Вторая принципиальная логическая трудность связана с идеей *связи частей времени в ходе его течения*. Пусть P – множество событий, существующих в прошлом, H – в настоящем и F – в будущем. Затем по крайней мере часть будущего должна стать настоящим, настоящее, – полностью или частично, – прошлым, а прошлое – увеличить сферу своего действия за счет «бывшего» настоящего. В результате из ряда P, H, F получится новый ряд P^*, H^*, F^* . Таким образом, для определения ряда P^*, H^*, F^* потребуются множества P, H, F и прежний и новый ряды окажутся сосуществующими, поскольку в противном случае, при допущении, что части P, H, F исчезли, непонятно, откуда возьмутся P^*, H^*, F^* . Однако сосуществование двух различных настоящих H и H^* явным образом противоречит динамической концепции времени (но не статической концепции, в которой вообще нет выделенного настоящего: получили бы просто « H раньше, чем H^* »). Иначе говоря, ряд P, H, F должен исчезнуть до того, как появится ряд P^*, H^*, F^* и, вместе с тем, ряд P^*, H^*, F^* должен зависеть от уничтоженного становлением ряда P, H, F . Снова возникает логическое противоречие. Средневековые арабские философы *мутазилиты*¹⁴² обошли это противоречие, постулировав, что Аллах каждые мгновение

¹⁴² См. Гл.15, §4.

уничтожает мир и вновь творит его заново. Но тогда миров столько, сколько прошло мгновений, и никакой логической связи между мирами нет.

Третья логическая трудность возникает в отношении понятия настоящего. Особенно отчетливо видна двусмысленность употребления термина «настоящее» в изложении Августина. Одно дело, когда он говорит о прошлом, настоящем и будущем, другое – когда речь идет о настоящем прошлого, настоящем настоящего и настоящим будущего. Получается, что есть два рода настоящего: так сказать, просто настоящее и двойное настоящее настоящего. Нам кажется, что Августин затрагивает здесь важную проблему, но не доводит ее решение до логического конца.

Наконец, четвёртая логическая трудность состоит в проблеме *сменяемости моментов настоящего*. Нет проблемы в том, чтобы на любой шкале указать некоторый момент и назвать его настоящим. Проблема в том, как *одно настоящее сменяется другим*. Например, на любой исторической шкале имеется не произвольный, а однозначно выделяемый момент настоящего данной шкалы. Но как осуществляется переход к другому настоящему? В рамках любой заданной темпоральной шкалы *никак*. Ведь шкала – образование пространственное, в ней ничего не меняется и ни что никуда не течёт.

Рассмотрим эту последнюю из перечисленных трудностей более подробно, поскольку в отличие от предыдущих она допускает интерпретацию на простых наглядных моделях. Физик Дэвид Дойч приводит в своей книге ряд рисунков, призванных проиллюстрировать бессмысленность идеи течения времени из-за невозможности смены одного настоящего другим¹⁴³. Мы используем более простую графику, чтобы выразить суть возражений Дойча. Будем изображать моменты времени в виде последовательности кружков. Момент настоящего («теперь» или «сейчас») изображен затемнённым кружком. Слева от него находится область прошлого, справа – будущего. Стрелка призвана показать, что в дальнейшем момент настоящего переместится слева направо. Но на самом деле, отмечает Дойч, никакого движения момента «сейчас» не происходит, как не происходит никаких изменений в неподвижных кадрах киноленты. «Сейчас» остаётся стационарным моментом, что противоречит его смыслу.

¹⁴³ Дойч Д. Структура реальности. Москва-Ижевск, 2001. Глава 11.

Выход Дойч видит в том, чтобы отказаться от идеи движущегося момента «сейчас». Все моменты времени равноправны и все могут считаться настоящими. Этот исправленный рисунок, с его точки



зрения, удовлетворительно иллюстрирует время без всяких ссылок на его поток или течение. На этой картинке никакого последовательного прохождения настоящего через моменты не представлено. Стало быть, отсутствует процесс, в соответствии с которым любой стационарный момент начинается в будущем, становится настоящим, а затем переходит в прошлое. В результате многочисленные «настоящие» перестают отличаться друг от друга в этом качестве и само понятие о «сейчас» оказывается излишним. Ничто не может двигаться от одного момента к другому. Существовать в каком-то конкретном моменте значит существовать там вечно. Объективно, настоящего не существует. Время не может течь¹⁴⁴.

Далее Д.Дойч приводит ещё один аргумент против идеи потока времени и смены настоящих. Следствием этой идеи он считает вывод о возникновении внешних времён.

«Идея о потоке времени действительно предполагает существование второго сорта времени, помимо разумного понимания времени как последовательности моментов. Если бы «сейчас» действительно двигалось от одного момента к другому, это происходило бы по отношению к этому *внешнему* времени. Но серьезное отношение к этой идее приводит к бесконечному регрессу, поскольку в этом случае нам пришлось бы представить само внешнее время как последовательность моментов с его собственным «настоящим моментом», движущимся относительно ещё более внешнего времени — и т. д. На каждой ступени поток времени не имел бы смысла, пока мы не отнесли бы его к потоку внешнего времени, *и так до бесконечности*. На каждой ступени у нас была бы концепция, не имеющая смысла; и вся бесконечная иерархия тоже не имела бы смысла»¹⁴⁵.

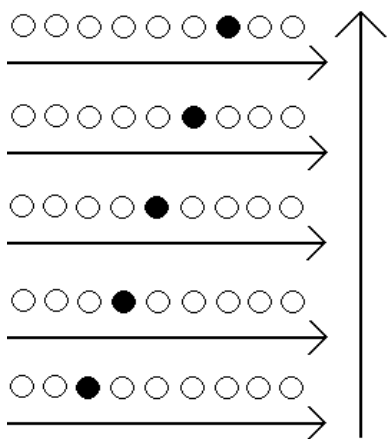
О чём здесь речь, что это за внешние времена? Д.Дойч по этому поводу ограничился процитированным фрагментом, но высказанная им мысль допускает наглядную иллюстрацию. На следующем рисунке изображена вертикальная последовательность темпоральных рядов, каждый из которых имеет своё «внутреннее» настоящее, однозначно разделяющее моменты ряда на прошлые и будущие. Вертикальная стрелка представляет внешнее время, своего рода *метавремя*. Но, в отличие от обычных темпоральных шкал, отношение «раньше, чем» (или «позже, чем») задано здесь не на моментах, а на временных рядах. Согласно Дойчу, это метавремя также должно течь. Значит,

¹⁴⁴ Там же. С. 267–268.

¹⁴⁵ Там же. С. 269.

один из составляющих метавремени темпоральных рядов должен быть объявлен «настоящим». Но это приведёт к тем же трудностям, к каким привела фиксация некоторого момента в качестве настоящего. Чтобы избежать проблем, мы должны будем ввести метаметавремя, в котором темпоральные переходы осуществляются уже не от ряда к ряду, а от набора рядов к другому набору рядов. Однако вновь один из наборов должен быть объявлен настоящим – возникнет очередное внешнее время. И так далее, до бесконечности.

Д.Дойч тут упускает одну очевидную возможность избежать бессмысленного регресса в бесконечность. Достаточно допустить, что метавремени не течёт. Почему, в самом деле, мы должны считать, что время и метавремя обладают одним и тем же набором свойств? Напротив, это заведомо различные типы времени (хотя бы в силу принципиально иного отношения «раньше, чем»). Поэтому время может перетекать от момента к моменту, находясь в процессе становления, и оставаться статической структурой в упорядочении соответствующих темпоральных рядов. Тогда метаметавремя и все последующие времена окажутся излишними и никакого регресса в бесконечность не произойдёт.



Другой вопрос, что предложенный вариант избавления от регресса в бесконечность камня на камне не оставляет от динамической концепции времени. Если допустить статическое метавремя, то никакой разницы между составляющими его темпоральными рядами нет в том смысле, что все они с равным основанием могут считаться «настоящими». А раз так, то отсюда ни одно из выделенных «настоящих» внутри рядов также

не может выступить в роли подлинного настоящего. «Настоящих» моментов окажется столько, сколько существует образующих метавремени временных рядов. Однако такое положение дел недопустимо с позиций динамической концепции времени. Настоящее, – идёт ли речь о настоящем-моменте или о настоящем-ряде, – может быть только одно. В противном случае возникает логическое противоречие с основными постулатами динамической

концепции времени и непримиримый конфликт с нашим чувством темпоральности, допускающим существование лишь единственного настоящего. Не означает ли сказанное, что мы должны выбирать между бессмысленным регрессом в бесконечность и отказом от динамической концепции времени в пользу статического варианта? Нет, поскольку существует выход из сложившейся тупиковой ситуации.

§3. Идея метамомента

Суть дела не в том, что с введением вертикальной стрелки время, превращаясь в метавремя, обретает второе измерение. Геометрические аналогии здесь ни при чём. Конструкцию метавремени можно изобразить в линейной форме в виде последовательности составленных из моментов дискретных темпоральных рядов. Рассмотрим бесконечный в обе стороны статический временной ряд $\dots t_{i-2}, t_{i-1}, t_i, t_{i+1}, t_{i+2}, \dots$, где t_j – момент времени, i – целое число. Пусть t_i – момент времени, играющий роль настоящего. Обозначим его h_i , что даёт ряд $\dots t_{i-2}, t_{i-1}, h_i, t_{i+1}, t_{i+2}, \dots$. Тогда этому ряду на шкале метавремени предшествовал ряд $\dots t_{i-2}, h_{i-1}, t_i, t_{i+1}, t_{i+2}, \dots$, в котором настоящим является момент h_{i-1} , а следующим будет ряд $\dots t_{i-2}, t_{i-1}, t_i, h_{i+1}, t_{i+2}, \dots$ с настоящим h_{i+1} . И т.д. В целом метавремя приобретает вид последовательности

$\dots, \dots t_{i-2}, h_{i-1}, t_i, t_{i+1}, t_{i+2}, \dots, \dots t_{i-2}, t_{i-1}, h_i, t_{i+1}, t_{i+2}, \dots, \dots t_{i-2}, t_{i-1}, t_i, h_{i+1}, t_{i+2}, \dots, \dots$

«Настоящее» каждого ряда имеет вид h_j . Всё, что левее момента h_j , – прошлое, всё, что правее, – будущее. Однако сосуществовать данные ряды не могут (если придерживаться динамической концепции времени). Допустим, существует ряд, у которого «настоящим» является момент h_i . Тогда все ряды, предшествующие данному, уже не существуют, а последующие ряды ещё не существуют. Приведённая схема, таким образом, не адекватна динамической концепции времени, хотя противоречий со статической концепцией не возникает.

Линейная схема метавремени вновь демонстрирует раздвоение отношения «раньше, чем»: с одной стороны, мы говорим, что один момент раньше другого (отношение внутри ряда), с другой – принимаем утверждения типа «ряд $\dots t_{i-2}, h_{i-1}, t_i, t_{i+1}, t_{i+2}, \dots$ раньше, чем ряд $\dots t_{i-2}, t_{i-1}, h_i, t_{i+1}, t_{i+2}, \dots$ » (отношение между рядами). В статической

концепции данное обстоятельство ни к какой новой ситуации не ведет. Иное дело динамическая концепция. Здесь никакого темпорального отношения между содержащими собственные «настоящие» рядами быть не может. Единственный существующий ряд $\dots t_{i-2}, t_{i-1}, \mathbf{h}_i, t_{i+1}, t_{i+2}, \dots$ ведет себя как настоящее, относительно которого правильно будет сказать: *прошлого* (предшествующие ряды) *уже нет, будущего* (последующие ряды) *еще нет*. Причём *абсолютно нет*. В отношении же настоящего внутри существующего ряда $\dots t_{i-2}, t_{i-1}, \mathbf{h}_i, t_{i+1}, t_{i+2}, \dots$ верно другое высказывание: *прошлое и будущее существуют* (хотя следует добавить – в ином смысле, чем настоящее; но сейчас речь не об этом). Прошлое здесь существует в виде части ряда $\dots t_{i-2}, t_{i-1}$, будущее существует в виде части $t_{i+1}, t_{i+2}, \dots$. Таким образом, динамическая концепция требует существования и настоящего-ряда, и настоящего-момента. Назовем настоящее-ряд **метамоментом** (**метанастоящим**), оставив за настоящим-момментом термин **настоящее** (**настоящее метанастоящего**). Подчеркнем, что метамомент или метанастоящее существует в единственном числе (следовательно, настоящее как настоящее метанастоящего тоже). Теперь становится ясным, почему можно сказать «настоящее прошедшего», и «настоящее будущего», но нельзя сказать «прошедшее настоящее» и «будущее настоящее»: первые два выражения указывают на прошедшее и будущее «внутри» метамомента, который существует и единствен, а третье и четвертое требуют отнесения к несуществующим в абсолютном смысле метамоментам.

Отметим, что в свете вышеизложенного терминология Августина получает оправдание. Именно он настаивал на том, что всё существующее во времени не может существовать иначе, чем в настоящем. Стало быть, прошедшее и будущее, коль скоро они существуют, существуют именно в настоящем. Только мы уточнили – в метанастоящем. А прошлые и будущие настоящие не существуют, поскольку не существуют в настоящем. В нашей терминологии – не существуют в метанастоящем.

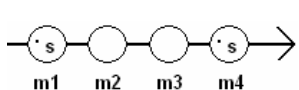
Разумеется, сказанное пока является только идеей, замыслом или проектом. Само по себе введение новых словечек ничего не даёт. Важно то, можно ли реализовать предложенную идею, воплотить замысел в понятийном аппарате или проект в формальной модели.

Для того, чтобы придать дальнейшим рассуждениям большую определенность, требуется ответить на вопрос: какого рода объектами являются моменты времени? Можно либо объявить моменты времени

первичными сущностями (субстанциальная концепция времени), либо считать их производными, зависящими от существования предметов и явлений в окружающей действительности (реляционная концепция времени). В плане решения задачи моделирования динамической концепции времени эти две возможности отнюдь не являются равноценными, хотя формально обе они приемлемы.

Примем реляционную концепцию времени при описании структуры метамомента. Моменты времени будут представлены множествами индивидов, причем в качестве индивидов будут использоваться различные сущности. В частности, в роли индивидов могут фигурировать не только предметы, но и ситуации. Под *ситуацией* будем понимать наличие определенного отношения между предметами в некоторой пространственной области. Такой подход к объяснению того, что такое ситуация, является значительным упрощением определения ситуации, принадлежащего Барвайсу и Перри¹⁴⁶. Необходимо подчеркнуть, что временного аспекта ситуация не имеет по определению. Совокупность ситуаций в ограниченной пространственной области делает истинными или ложными одни высказывания и неопределенными в отношении их истинностного значения другие, не описывающие положение дел в данной области пространства. Например, множество ситуаций, от которых зависит истинность высказывания «Волга впадает в Каспийское море», не определяет истинностного значения высказывания «Альфа Центавра – ближайшая к Солнцу звезда».

Мы будем предполагать, что различные множества ситуаций, являющиеся различными моментами времени, могут содержать одну и ту же ситуацию. Например, всякий раз, когда ситуации детерминируют истинность овременённого высказывания «В Москве идет дождь», соответствующий момент времени содержит ситуацию s, связанную с наличием облачности в московском небе. Если же дождя нет в момент времени t, то данная ситуация может и не принадлежать t. При этом ситуации могут исчезать и повторно появляться. Проиллюстрируем сказанное схемой, в которой точка s представляет ситуацию, а m1, m2, m3, m4 – моменты времени. Приведенная схема становится неверной, если вместо ситуаций рассматривать объекты из произвольного универсума объектов (термин «объект» употребляется в смысле, близком к смыслу повседневно употребляемых терминов «вещь», «предмет» и т.п.;



¹⁴⁶ Barwise J., Perry J. Situations and Attitudes // J. Philos. 1981. Vol. 78, N 11. P. 668 – 691.

объектами будут, например, Луна, звезды, писатель Вальтер Скотт, стулья и т.д.). В отличие от ситуаций, объекты существуют непрерывно на отрезке времени. В противном случае получилось бы, что некоторый конкретный объект существует какое-то время, затем не существует, потом вновь начинает существовать. Но таких объектов в реальном универсуме нет.

§4. Как течёт время

Введём теперь ряд обозначений для некоторых выделенных моментов и множеств моментов. Пусть h – момент настоящего, т.е. множество ситуаций, существующих «сейчас». Обозначим через P множество моментов времени, находящихся в прошлом по отношению к h , через F – множество моментов времени, находящихся в будущем относительно h , через H – одноэлементное множество, содержащее h . Пусть, далее, множество S всех моментов времени частично упорядочено *дискретным* отношением R , являющимся темпоральным отношением «раньше, чем». Так как любой момент времени находится в прошлом, настоящем или будущем, $S = P \cup H \cup F$. Упорядоченную тройку $\langle S, h, R \rangle$ назовем метамomentом M . Поскольку время течёт, M преобразуется в новый метамoment $M^* = \langle S^*, h^*, R^* \rangle$, где $S^* = P^* \cup H^* \cup F^*$, $h^* \in H^*$, R^* – дискретное отношение «раньше, чем» на S^* и P^* , H^* , F^* – новые прошлое, настоящее и будущее.

Мы уже отмечали, что ряды P , H , F и P^* , H^* , F^* не могут существовать вместе. Следовательно, метамоменты M и M^* также не могут сосуществовать. Если временно отвлечься от данного обстоятельства, казалось бы естественным представлять получение ряда P^* , H^* , F^* из ряда P , H , F следующим образом: один из непосредственно следующих за h в смысле отношения R моментов (их может быть более одного в случае нелинейного времени) стал новым настоящим h^* . Момент h при этом оказался в прошлом: $P^* = P \cup H$. Ясно, что $H^* = \{h^*\}$. Наконец, изменение будущего состояло в потере одного из моментов: $F^* = F \setminus H$ (здесь и далее « $\setminus$ » – теоретико-множественное вычитание). Но положение дел все равно остается неудовлетворительным. Действительно, при указанном понимании преобразования рядов разница между P , H , F и P^* , H^* , F^* оказывается чисто условной. Ведь сменились лишь названия, сами моменты и ситуации остались неизменными.

Однако можно ввести нетривиальные различия между M и M^* . Достаточно предположить, что трансформации в ходе становления подвергаются как сами моменты времени, так и множества моментов. Изменения могут быть двух видов: (1) исчезновение (1.а) или появление (1.б) ситуаций внутри момента и (2) исчезновение (2.а) или появление (2.б) моментов. В первом случае меняется момент, во втором изменяется множество моментов в целом.

Приведем несколько доводов и примеров, подтверждающих целесообразность введения изменений (1) и (2). Начнём с (1.а). Что означает исчезновение ситуации s из момента m ? Предположим, s обуславливает истинность высказывания «В Москве идёт дождь». Состоявшийся факт: 12 марта 2012 года дождя в Москве не было. Означает ли это, что ситуация s исчезла из любого момента указанных суток? Безусловно, s там отсутствует. Обозначим отсутствие ситуаций $\neg s$, которая обуславливает отсутствие дождя. Но отсутствие не означает исчезновения. В самом деле, обратимся мысленно к дню 12 марта 1212 года. Имела ли место в этот день ситуация s или, быть может, ситуация $\neg s$? Единственное, что можно сказать с определённой ясностью – это то, что были или s , или $\neg s$, но не то и другое вместе. Символически $((s \vee \neg s) \ \& \ \neg(s \ \& \ \neg s))$. Однако какая из альтернатив имела место, в текущем метанастоящем определить невозможно. Многие ситуации столь далёкого прошлого утрачены безвозвратно, навсегда исчезли в потоке времени. Обозначим подобный случай через ns (s неопределённо). Если ns , то отсюда $n\neg s$, и наоборот. Т.е. имеет место $(ns \rightarrow n\neg s)$ и $(n\neg s \rightarrow ns)$ или, в других обозначениях, эквиваленция $(ns \leftrightarrow n\neg s)$. При этом закон исключённого третьего остаётся вполне определённым: $\neg(n(s \vee \neg s))$.

Аналогичные рассуждения верны и для случая (1.б). Например, пусть m – момент дня 12 марта 2212 года. Если этот момент вообще существует (ведь будущее может и не наступить, как мы увидим в дальнейшем), то относительно него вновь имеем ns и $n\neg s$, только теперь это неопределённость в отношении появления в будущем ситуации s . Но по мере приближения в этому будущему ситуация рано или поздно определится. Во всяком случае, когда момент m станет настоящим, в нём будет наличествовать либо ситуация s , либо ситуация $\neg s$. Тем самым *настоящее оказывается особым моментом времени, в котором ситуации в наибольшей степени определённы*. Все остальные моменты уступают настоящему в этом отношении

При этом неопределённость в направлении удаляющегося прошлого только возрастает, а в направлении неуклонно

приближающегося будущего уменьшается. Синоптики будущего с большой вероятностью смогут предсказать 11 марта 2212 года погоду в Москве на завтра 12 марта. Но вряд ли они смогут сказать что-то определённое относительно погоды Москве 12 марта 1212 года. Асимметричность между прошлым и будущим в отношении ситуаций заключается также в том, что по мере ухода моментов времени в прошлое ситуации могут только исчезать, тогда как по мере приближения моментов будущего ситуации могут как исчезать, так и появляться. Например, молодые люди современного общества могут выбирать свою будущую профессию из многих альтернатив. Однако они же в старости уже не будут обладать в данном отношении свободой выбора. Многие ситуации, которые были вполне реальными в молодости, впоследствии исчезнут, будут для них безвозвратно утрачены.

Графически часть времени, соответствующая настоящему и прошлому, может быть представлена в виде линейной последовательности моментов, в которых по мере ухода в прошлое ситуации скрываются во мраке абсолютной неопределённости. Это настоящая *онтологическая* неопределённость. Никакими заклинаниями магов и формулами физиков исчезнувшее прошлое нельзя превратить в нечто более определённое, не говоря уже о том, чтобы момент прошлого превратить в момент настоящего. Нарастающая в направлении прошлого неопределённость теоретически может приводить к полной неопределённости. Тогда соответствующий момент прошлого попросту исчезает со шкалы времени. Впрочем, столь же допустим теоретический тезис о том, что неопределённость никогда не становится полной. Тем самым получится, что от любого сколь угодно отдалённого прошлого в метамоменте остаются определённые следы.

Попытаемся теперь графически изобразить будущее. Напрашивается вариант, симметричный относительно прошлого.

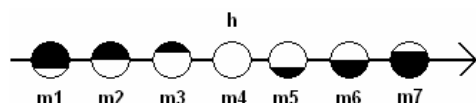
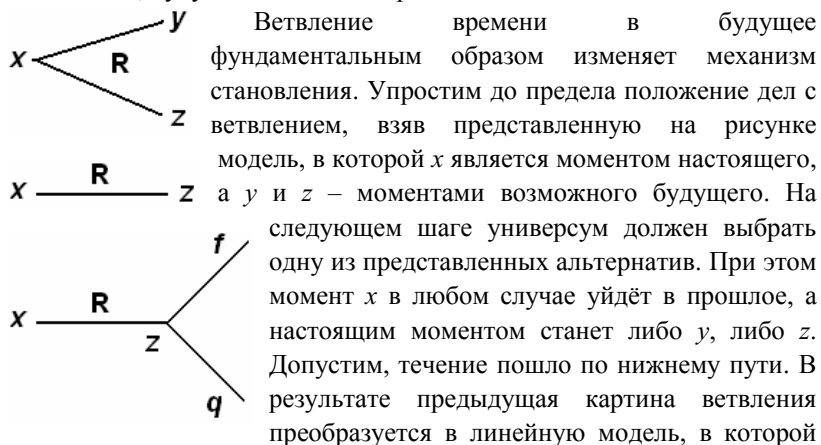


Рисунок верно передаёт увеличение неопределённости по мере отдаления от момента настоящего h (двойственным образом, уменьшение неопределённости по мере приближения к h). Но здесь не нашла выражения неопределённость в отношении выбора возможных будущих ситуаций. Например, если молодой человек решил завтра жениться, его выбор конкретизируется

по мере движения к этой цели, обрастая каждый час и каждую минуту вновь возникающими сопутствующими ситуациями. Однако все эти ситуации согласуются с данным выбором. И ни в одном из моментов будущего не представлена ситуация, когда он решает завтра остаться холостяком, поскольку ситуация «быть женатым» и ситуация «быть холостяком» исключают друг друга и не могут принадлежать одному и тому же моменту. Очевидно, необходимо постулировать наличие в будущем нескольких различных путей, одни из которых ведут к женитьбе, а другие к холостяцкой жизни. Получается, что время

ветвится в будущее, как показано на рисунке (здесь степень неопределённости моделируется в обратной зависимости от величины представляющих моменты кругов). Теперь картина обретает требуемую законченность. Время ветвится в будущее от момента

настоящего, будучи линейным в прошлое.



моментом настоящего является z . За счёт таких отсечений нереализовавшихся альтернатив прошлое и приобретает линейный вид. Относительно нового настоящего z возникают и новые альтернативы, скажем, f и q . В дальнейшем указанные шаги становления повторяются. В следующие мгновения z станет прошлым, x — более далёким прошлым, новым настоящим станет либо f , либо q , нереализовавшаяся возможность исчезнет, относительно нового настоящего время вновь разветвится и т.д. Время как бы раздвигает свои границы, порождая всё новые и новые моменты будущего и отгесняя прошлое в глубину.

Подчеркнём, что ни одна из представленных последних трёх схем не может сосуществовать с двумя остальными. Чтобы появилась следующая схема, предыдущая должна исчезнуть, освободив ей место. Проиллюстрировать данное обстоятельство в книге, – пространственном объекте, – невозможно. Зато это легко продемонстрировать на экране графического редактора. Надо взять за исходную первую схему, затем *на том же месте* экрана получить вторую схему, *стерев* отрезок $[x, y]$ и получив отрезок $[x, z]$, затем расширить место, добавив ветвление. И т.д. В результате ни на каком из шагов эти три схемы, а также их последующие преобразования и расширения, не будут сосуществовать вместе. Весь моделирующий течение времени механизм работает как серия сменяющих друг друга операций стирания и расширения.

Стирание выполняет роль *уничтожения* ситуаций и моментов, расширение – *сотворения* ситуаций и моментов. Становление тем самым оказывается циклическим процессом сменяющих друг друга актов уничтожения и сотворения. Прежде, чем появится новое, часть прежнего должна исчезнуть. Затем появляется новое. Затем всё повторяется вновь и вновь, пока это вообще возможно. Тем самым становление оказывается не пространственным объектом, подвластным геометрическим теориям современной физики, а принципиально иным феноменом, который может быть охарактеризован как особого рода *вычислительный процесс*.

Время ещё потому процесс, что оно не задано целиком. Во всяком случае, в отношении будущего это не вызывает сомнений. Возникновение будущих моментов времени следует связывать с сотворением новых реальных возможностей. Вряд ли возможность существования людей была реальной возможностью в те времена, когда жизни на нашей планете не было. Нет научных оснований полагать, что возможность человека появилась в эпоху динозавров. И т.д. С позиций динамической концепции времени естественнее считать, что эта возможность впервые появились в некоторый гораздо более близкий к настоящему период и отсутствовала в предшествующие периоды. Учитывая данные эволюционной биологии, речь может идти о миллионах лет, но никак не о десятках и, тем более, сотнях миллионах лет назад.

Осуществляется и обратный процесс: по мере того, как некоторый момент все больше удаляется от настоящего в прошлое, ситуации, принадлежавшие данному моменту, могут бесследно исчезать. Наличие специфических трудностей в познании прошедшего следует

тогда считать неизбежностью, вызванной своеобразным постепенным «угасанием» удаляющихся от настоящего моментов времени вместе с содержащимися в них событиями и ситуациями.

Вернемся к вопросу о невозможности сосуществования нескольких настоящих. Каждый метамомент имеет «свое» прошлое, настоящее и будущее, но существовать вместе два метамомента не могут. Метамомент M^* может появиться лишь тогда, когда непосредственно предшествующий ему метамомент M исчез. Процедура, обеспечивающая «своевременное» исчезновение M и преемственность между M и M^* , предполагает наличие некоей *промежуточной структуры*, которая не является полноценным метамоментом, но способна сосуществовать как с M , и с M^* . Назовём эту промежуточную структуру *квазиметамоментом*. Метамомент M сосуществует с квазиметамоментом K , представляющим, по существу, *след M , его устойчивую часть, которая избежит изменения на нескольких шагах становления*. Весь процесс приблизительно описывается следующей последовательностью шагов.

1. Существует только метамомент M .
2. M начинает исчезать (хотя M по-прежнему существует) – появляется его устойчивая часть, квазиметамомент K .
3. M не существует, но квазиметамомент K уцелел.
4. K все еще существует и порождает метамомент M^* .
5. Существует только метамомент M^* .

Далее процесс повторяется (уже в отношении метамомента M^*) и приводит к возникновению метамомента M^{**} и т.д. Осуществление описанного процесса позволит избежать сосуществования двух метамоментов и, следовательно, сосуществования двух рядов P, H, F и P^*, H^*, F^* , соответствующих данным метамоментам. При этом ряд P^*, H^*, F^* возникает на основе устойчивой собственной части ряда P, H, F .

Глава 11. Универсумы с ограниченными ресурсами

§1. Геометризация времени

Кому из нас не приходилось слышать утверждения типа «наш мир – это четырехмерное пространственно-временное многообразие» или «мы живем в четырехмерном пространстве-времени» и т.п.? Неважно, от кого исходят и насколько точны подобные утверждения. Несомненно, что они стали благодаря популярности теории относительности достоянием массового научного и околonaучного сознания. Если вспомнить, что модели теории относительности, а еще раньше модели пространства и времени классической физики с математической точки зрения являются разновидностями геометрических структур, то не будет ошибкой сказать, что с позиции физики мир – это геометрическая конструкция.

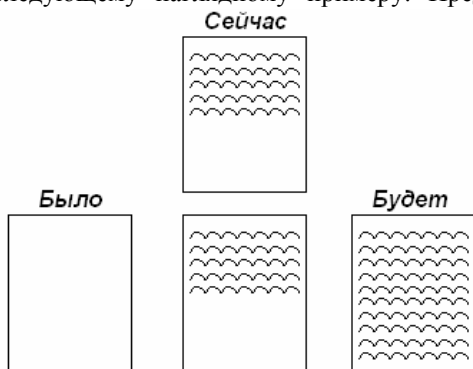
Казалось бы, так и должно быть: ведь геометрия с момента возникновения понималась как наука о пространстве, а пространственные отношения, несомненно, имеют фундаментальное значение в описании реальной действительности. Если все существующее существует в пространстве, то описание универсума не может не иметь геометрических черт. Правда, не менее фундаментальным атрибутом универсума наряду с пространством признавалось время, издавна служившее предметом нелёгких размышлений и источником специфических парадоксов. Однако в период перехода от средневековья к новому времени, как отмечает Ю.Б. Молчанов, наряду с неуклонным падением интереса к концептуальным вопросам, связанным с темпоральностью, формируется отношение к ней «...как к наблюдаемой переменной, или величине, которая подлежит не объяснению, а возможно более точному измерению». «На этой основе, – пишет далее Ю.Б.Молчанов, – сложилось характерное стремление к наглядно-геометрическому пониманию времени, дальнейшее развитие которого привело к современному представлению о длительности как отрезке одной из осей системы координат»¹⁴⁷. Исторические детали протекавшего процесса освещены в процитированной книге, куда мы и отсылаем заинтересованного читателя. Для нас здесь важен результат, к

¹⁴⁷ Молчанов Ю.Б. Четыре концепции времени в философии и физике. М.,1977. С. 37.

которому привело такое развитие событий. Его суть заключается в полной *геометризации времени*.

Поскольку геометрические структуры, нашедшие применение в физике при описании пространства и времени, хорошо обоснованы с математической точки зрения, их использование вызывает лишь трудности технического, но не концептуального характера. Образовавшийся разрыв между математически ясным геометризированным временем и временем философской традиции породил сомнения в возможностях применения к проблеме времени научного метода вообще, привел к рассогласованию научных построений и данных восприятия длительности. Одно из проявлений упомянутого разрыва связано с противоречием между несомненным для человеческого сознания фактом несуществования прошлого и будущего и утверждаемым геометрической моделью равноправием любых частей времени. Вчерашний и завтрашний день существуют в ней в том же смысле, что и день сегодняшний, с чем не соглашается наша привычка относиться к прошедшему, как к тому, чего уже нет, а к будущему, как к тому, чего еще нет.

Чтобы яснее продемонстрировать расхождение, обратимся к следующему наглядному примеру. Представим, что *сейчас* перед



неким человеком находится исписанный им наполовину лист бумаги (см. рисунок). Некоторое время назад этот лист был чистым (автор только собирался с мыслями), а в будущем он намеревается заполнить лист целиком. Обратим внимание, что

на нижней части рисунка изображен *один и тот же* лист, но в разные моменты времени. Это предельно упрощенный вариант геометрической модели. На верхней части рисунка изображен лист бумаги в момент «сейчас» или «теперь». Прошлого состояния уже нет, будущего ещё нет. Если забыть об этом, то следует признать три ситуации, изображенные внизу рисунка, полностью равноправными в отношении происходящих с листом бумаги изменений. В самом деле, геометрическое обращение со временем требует высказываний типа «в момент времени t лист бумаги v », где вместо v можно подставлять

слова «чист», «исписан наполовину» или «заполнен целиком», а вместо t – соответствующее измеряемому времени число (например, время суток). Но если известно только то, что лист в 12.00 чист, в 13.00 заполнен наполовину, а в 14.00 полностью, то ни одна из перечисленных трех ситуаций не обладает преимуществом перед двумя остальными. Ясно, конечно, что происходящее в 12.00 предшествует происходящему в 13.00, а последнее событие – событию в 14.00. Но и только. Сказать что-либо определенное о происходящем «сейчас» или «теперь» на основании трёх листовой схемы не представляется возможным. Разве что, обратившись к нашей интуиции времени, отнести всю эту схему к описанию происходившего в прошлом, поскольку в противном случае не должно быть известно, когда и как протекал процесс заполнения листа. Повторим, однако, что для геометрической схемы нет прошлого, настоящего и будущего как самостоятельных образований. Моменты 12.00 и 13.00 в прошлом, если считать от момента 14.00, моменты 13.00 и 14.00 в будущем, если за отправную точку взять 12.00 и т.д. Иными словами, понятия прошлого, настоящего и будущего в геометрической схеме относительны.

Напротив, одно листовая схема в верхней части рисунка не оставляет сомнений в том, что лист сейчас заполнен лишь наполовину. А чистого листа теперь просто не существует, равно как и будущего исписанного листа (да еще при условии, что процесс его заполнения будет доведен до конца, что, вообще говоря, проблематично). Даже если мы представим себе, что посредством какого-то чуда в нашем распоряжении оказались все три одновременных экземпляра одного и того же листа, то нам просто негде их разместить: поскольку речь идет об *одном и том же* листе, он должен занять *одно-единственное* место, а в точно одно место три листа, как известно, не положишь.

Возникшая трудность в геометрических моделях преодолевается, по существу, тем же самым способом, каким любой человек на основе жизненного опыта и здравого смысла решает проблему нехватки места: если вещи не входят в чемодан, следует взять ещё один. Именно такой подход и реализован на нижней части рисунка и, в более общем виде, во всех n -мерных моделях пространства-времени. Коль скоро такой подход избавляет от ряда сложностей, связанных со спецификой времени в отличие от пространства, и для целей физических и ряда других наук в их сегодняшнем виде оказывается, по-видимому, вполне достаточным, давление естественного отбора в

сфере научных идей вытеснило все не успевшие оформиться в точные математизированные конструкции альтернативные идеи понимания времени. Успех геометризации был настолько значительным, что, как уже говорилось, возникло представление о предзаданной принципиальной беспомощности науки в попытках понять природу времени. А.Бергсон – ярчайший представитель этого течения.

§2. Сложности с понятием объекта

Хорошо известно, сколь мало хлопот с математической точки зрения привносят в общем случае введение конечного числа дополнительных пространственных измерений. При переходе от пространств с не более чем тремя измерениями к пространствам размерности выше трех сетуют скорее на потерю наглядности, создавая впечатление, что в остальных аспектах, – особенно в смысле соответствия создаваемых многомерных структур реальности, – дела обстоят благополучно. Между тем следует внимательно следить, чтобы не был отброшен практический опыт, играющий роль критерия адекватности принимаемых абстракций. Даже такой ниспровергатель привычных догм, как А.Пуанкаре, любивший демонстрировать всего лишь «удобство» привычных представлений в сравнении с альтернативными, вынужден был, говоря о том, что «...удобнее приписать ему (пространству – А.А.) три измерения, а не четыре или два», тут же добавить: «Но слово "удобный", пожалуй, в данном случае недостаточно сильно. Существо, которое приписало бы пространству два или четыре измерения, оказалось бы в мире, подобном нашему, менее приспособленным к борьбе за существование»¹⁴⁸.

Можно было бы сказать жестче: существо, пытающееся игнорировать реальную размерность пространства внешнего мира, будет обречено. Впрочем, и сам А.Пуанкаре, отмечая нашу способность к постижению пространств различных размерностей, усиливающуюся под влиянием математических упражнений, указывал на реальность и практику как на источники развития способностей ориентироваться в трехмерном пространстве, поскольку «только внешний мир, только опыт побуждают нас развивать эту способность именно в одном, а не в другом направлении»¹⁴⁹.

¹⁴⁸ Пуанкаре А. О науке. М., 1983. С. 443-444.

¹⁴⁹ Там же. С.449.

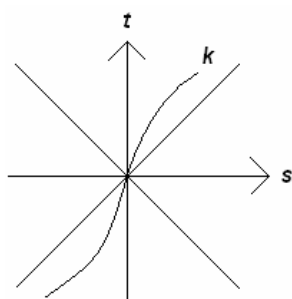
Какие наблюдаемые факты могли бы свидетельствовать о наличии более чем трех измерений пространства? Если бы существовали факты исчезновения вещей из закрытых чемоданов или превращений левых перчаток в правые без каких-либо переделок и тому подобные примеры, то они убедительно засвидетельствовали бы наличие четвертого измерения у реального пространства. Совершенно фантастические на первый взгляд, эти примеры наталкивают на мысль разместить упомянутые выше три экземпляра одного и того же листа бумаги, находящегося в разных состояниях заполненности, по различным местам пространства с одним дополнительным временным измерением.

Остается, правда, вопрос: а почему, собственно, мы должны считать, что на трёх листовой части приведённого выше рисунка изображен *один и тот же* лист бумаги? Указание на то, что вновь введённое измерение является не пространственным, а временным, позволяет использовать глубоко укоренившуюся привычку смотреть на изменения объектов во времени как на изменение самих этих объектов без утраты самоидентичности. Поэтому, если рассматривать ряд листов во временном смысле, то перед нами – один и тот же лист бумаги в разных стадиях своего существования; если же подходить к этому ряду с пространственной точки зрения, то неизбежно последует заключение о наличии на рисунке изображения ряда их *трёх разных листов*.

Здесь мы подходим к важному вопросу о том, существуют ли какие-либо свойства геометрического изображения времени, которые позволили бы без апелляций к временной интуиции и чувству времени (заметим, неявной апелляции!), используя лишь саму геометрическую модель, однозначно отделить временную координату от пространственных? В случае евклидова четырехмерного пространства все измерения полностью равноправны, и поэтому любое из них может быть выбрано в качестве временного, с дальнейшим подключением привычных стереотипов восприятия времени, хотя они формально никак не отражены в таком пространстве.

Сложнее дело обстоит в теории относительности. Так, в преобразования специальной теории относительности временная координата t , как уже отмечалось ранее, входит со знаком, противоположным знаку трёх пространственных координат (на схеме представлена лишь одна пространственная координата s). Но упомянутое обстоятельство все же не главное. Представим себе

гипотетического наблюдателя, не имеющего темпорального опыта. Что должен думать он, глядя на пространство специальной или общей теории относительности? Какие качества этих пространств натолкнут



его на мысль о существовании времени? Даже если свойства пространства по одним измерениям отличаются от свойств по другим, это говорит лишь об особенностях геометрии этого пространства. Да и вообще, *разве возможно в принципе найти в пространстве то, что пространством не является?* Любая подобная попытка обречена на неудачу. На каком основании, рассматривая изображённый на рисунке световой конус специальной теории относительности, мы объявляем линию k мировой линией *одного и того же* объекта?

Откуда видно, что это один и тот же объект? Может быть, наблюдатель решит, что перед ним конечная серия объектов $k_0, k_1, k_2, \dots, k_n$ или даже несчетная серия таких объектов (по одному на каждую точку кривой линии k). Почему в самом деле, рассматривая мировую линию Наполеона, он должен заключить, что ребёнок, молодой офицер и император – это одно и то же лицо? Логичнее было бы заключить, что перед ним разные объекты. К тому же находятся они в разных точках четырехмерного пространства. Последнее очень важно, так как для того, чтобы сделать заключение о не единственности объекта, достаточно, чтобы в пространстве были заняты разные места. Ведь если вы видите два неразлично похожих бильярдных шара, то это два разных шара, занимающие различные места в пространстве и потому нетождественные.

Почему же разные места, занимаемые точками «мировой линии», считаются принадлежностью одного объекта? На том основании, разве, что предварительно координатная ось t была объявлена временной. Но если такого предварительного объявления сделано не было и невыраженная явно временная интуиция не была подключена, все эти «мировые линии», координатные оси и прочие образования останутся тем, чем они на самом деле являются, – чисто пространственными, геометрическими структурами.

Могут возразить, что в рассматриваемой ситуации смешиваются дискретный и непрерывный случаи: два различных объекта всегда пространственно отделены друг от друга, тогда как части, непрерывно переходящие одна в другую, являются частями одного и того же

объекта. Можно было бы уточнить данное возражение, воспользовавшись точным геометрическим языком (например, обратившись к топологическим понятиям). Однако в этом нет необходимости. Следует со всей отчётливостью осознать, что описание объектов x и y как частей одного и того же объекта или как двух различных объектов зависит от принятой схемы членения мира, а основания такой схемы лежат далеко за рамками геометрических понятий и представлений.

Тот или иной способ членения универсума на объекты и другие сущности определяется принятыми (явно или неявно) онтологическими предпосылками, анализ которых является делом философии и логики, причем анализ должен по необходимости носить предельно общий характер (в результате геометрические структуры, например, окажутся не более чем частным случаем применения упомянутых онтологических предпосылок).

В качестве иллюстрации невозможности чисто геометрической трактовки понятия объекта рассмотрим следующий рисунок.

Ы Спрашивается, сколько объектов изображено на этом рисунке? С одной стороны, поскольку изображение имеет две пространственно разделенные части, можно утверждать, что перед нами два объекта (мягкий знак «Ь» и латинская буква «I»). С другой стороны, с тем же успехом можно настаивать, что перед нами изображение одного объекта – буквы «Ы» русского алфавита. Точно так же, как и в ситуации с ребёнком, офицером и императором, вопрос о принадлежности тех или иных частей и характеристик к одному или нескольким объектам находится вне сферы геометрических проблем.

§3. Универсумы с ограниченными ресурсами (уоры)

Будем считать, что в нашем распоряжении имеется достаточно мощный компьютер, удовлетворяющий всем требованиям практически приемлемой точности. На практике нет нужды знать значение, например, числа π с точностью $10^{1000000000000}$ знаков после запятой. Нет и необходимости считать, что в реальном пространстве между любыми сколь угодно близко расположенными точками имеется несчётное их количество и т.п. Вряд ли природа столь же расточительна, сколь человек при создании абстрактных моделей реальности.

В этом смысле описанный выше недостаток геометрических моделей времени, связанный с умножением сущностей (увеличением числа координат, как пространственных, так и временных; представлением одного и того же объекта во множестве экземпляров, по одному на каждый момент времени от его появления до исчезновения и т.д.), оборачивается *безудержной тратой ресурсов*. Если мы имеем дело с абстрактными пространствами несчётной мощности, то нет смысла на чём-либо экономить: как известно, добавление любого конечного количества дополнительных измерений не увеличивает в соответствии с законами теории множеств мощности множества точек нового пространства в сравнении с исходным.

Но какое отношение эти несчётные пространства имеют к физической реальности? В лучшем случае весьма опосредованное. Всё, что вообще можно познать в эмпирическом опыте, неизбежно оказывается конечным. Так, по уверениям физиков, в Метагалактике содержится около 10^{80} элементарных частиц¹⁵⁰. отождествляя Метагалактику со Вселенной, физик Д.Дойч всерьёз толкует об интерферирующих с нашей других вселенных в количестве примерно 10^{500} штук. И это только набор вселенных, идентичных друг другу! В этом наборе «вселенных» количество элементарных частиц достигает порядка 10^{40000} . В результате идея существования только одной вселенной разрушается¹⁵¹.

Взамен одной вселенной мы получаем сонм параллельных вселенных в рамках концепции мультиверсума, некритическим приверженцем которой является Д.Дойч. Каждый из нас существует в «идентичных», но чуть отличающихся друг от друга вселенных, будучи как бы «размазанным» между ними в количестве 10^{500} , а то и более, экземпляров. И это при том, что каждая такая «вселенная» существует в каждый момент своего времени, ибо существование в прошлом в статике ничем не отличается от существования в будущем. Так что не самое маленькое число 10^{500} надо ещё умножить на число моментов времени. Это ещё раз подтверждает неумеренную расточительность геометризации времени в статике.

Между тем, существует альтернатива концепции мультиверсума с её безудержным умножением каких угодно ресурсов. Вместо геометрических структур мы предлагаем рассматривать *компьютероподобные универсумы*, изначальным и необходимым свойством которых является ограниченность ресурсов как во времени

¹⁵⁰ Хокинг С. От большого взрыва до черных дыр. М., 1990. С. 113.

¹⁵¹ Дойч Д. Структура реальности. Москва-Ижевск, 2001. С. 221-222.

(длительность вычислений), так и в пространстве (ограниченный размер памяти). При моделировании пространств на реально существующих компьютерах мы неизбежно имеем дело с конечными аппроксимациями, так что вопрос о количестве измерений или количестве одновременных экземпляров одного и того же объекта приобретает первостепенное значение.

Представим себе, что имеется компьютерная программа π , в результате работы которой на экране возникает некий текст, строчка за строчкой, пока не заполнится весь экран. Куда при этом делся чистый экран? Туда же, куда и чистый лист на рассмотренном выше рисунке: он был *стерт* в процессе появления текста и поэтому *нигде* не находится. Нет нужды примысливать особое место в пространстве, которое возникает благодаря вводу новой псевдо темпоральной координаты, для того чтобы разместить в нём чистый экран. Ведь моделирование такого процесса на компьютере приведет к тому, что часть его памяти будет потрачена напрасно на хранение информации о чистом экране, которая, заметим, без введения правил сжатия информации занимает такой же объем памяти, как и информация о заполненном символами экране. Действительно, если на экране можно разместить $25 \times 80 = 2000$ символов, то всё равно, какие это символы, ибо на хранение одного символа (в том числе и пустого) требуется столько же памяти, сколько и на хранение любого другого символа. Если мы располагаем компьютером недостаточной мощности и экран изменялся с появлением новых строк много раз, скажем, 10^{10} раз, то в соответствии со стратегией геометризации все эти десять миллиардов состояний экрана должны быть сохранены в памяти компьютера, что может быть ему не под силу. Гораздо более приемлемо не пытаться запоминать все изменения экрана. В действительности в большинстве случаев именно так и поступают.

Теперь допустим, что универсум моделируется не геометрической структурой, а представлен компьютерной моделью. В такой модели существует ровно по одному экземпляру каждого объекта, прошлые состояния объекта стерты в ходе преобразований памяти, новые состояния еще не появились. Стирание прошлого необходимо в силу того, что памяти в таком компьютероподобном универсуме просто не хватит, чтобы разместить все прошлые состояния, не говоря уже о будущих, которые только предстоит вычислить. При этом запрет на изменение памяти, возникший в силу тех или иных причин, будет означать, что развитие универсума стагнируется в каком-то состоянии и переход в будущее невозможен.

Назовем универсумы такого вида *универсумами с ограниченными ресурсами (уорами)*. В качестве синонима будем употреблять и термин *динамические универсумы*. Основанием для этого является тесная связь, существующая между фактором недостаточности ресурсов и динамизмом. В силу нехватки ресурсов в таких универсумах существует лишь только настоящее (текущее состояние универсума), прошлого уже нет, будущего еще нет. Для того чтобы перейти от текущего состояния в следующее, динамическому универсуму необходимо стереть полностью или частично информацию о текущем состоянии, а на освободившееся место разместить новую информацию, полученную в ходе вычислений. Сказанное о динамических универсумах или уорах в значительной мере сходно с тем описанием динамической концепции времени, которое было разобрано выше. Поэтому уоры являются подходящими кандидатами на роль моделей динамической концепции времени, тогда как геометрические универсумы столь же хорошо представляют статическую концепцию времени.

Оставляя на дальнейшее более детальное изучение уоров и связанных с ними проблем, ограничимся в этом параграфе несколькими замечаниями общего порядка. Есть своего рода закономерность в том, что возникает потребность в отказе от геометризированной картины мира и переходе к принципиально иным представлениям. Подобная смена господствующих форм моделей в истории науки происходила не раз, затрагивая то локальные части материка научных знаний, то захватывая его чуть ли не целиком. Так, всем известна роль механических моделей в науке в эпоху торжества классической механики. Даже человека пытались описать и понять в механических терминах. Новые времена приводили к появлению моделей новых типов, при этом старые зачастую теряли господствующее значение (как и произошло с механическими моделями).

Однако иногда некоторые типы моделей обнаруживали поразительную устойчивость на протяжении нескольких столетий. Сказанное в полной мере относится к геометрическим структурам, которые начиная с Нового времени служили и служат до сих пор практически единственным средством моделирования темпоральности в науке. Лишь в последние десятилетия в связи с осмыслением тех интеллектуальных изменений, которые принесла с собой компьютерная революция, начинают появляться ростки

негеометрических идей в описании физической реальности¹⁵². Однако не стоит преувеличивать их значение: реальных угроз господствующей геометрической парадигме в точном естествознании они пока не представляют.

Глава 12. Разделение пространства и времени

§1. Ограниченность ресурсов: неизбежность становления

Предположим, при проведении эксперимента от измерительной аппаратуры в ЭВМ поступает в каждый фиксированный короткий промежуток времени такое количество информации, что оно требует затрат 0,6 объема имеющейся оперативной памяти. Если вся эта информация важна для последующей обработки результатов эксперимента, ее требуется сохранить. Однако в следующий интервал времени в компьютер поступит информации еще на 0,6 объема оперативной памяти. Так как $0,6 + 0,6 > 1$, ресурсов оперативной памяти недостаточно для полной фиксации даже двух последовательных состояний экспериментальной установки. Попытка переписать содержимое оперативной памяти на внешний носитель информации (например, диск) ни к чему не приведет, поскольку время доступа к внешней памяти гораздо больше, чем к памяти оперативной, а входной поток информации не будет ждать.

Таким образом, при данных условиях поставленная проблема сохранения всей поступающей информации неразрешима. Но можно попробовать найти компромиссный вариант. Представим себе, что ценность полученных сведений возрастает по мере работы экспериментальной установки, т.е. информация, поступившая позже, важнее, чем поступившая ранее, причем особенно важны сведения о состоянии оборудования в момент завершения эксперимента, так что эта информация должна быть сохранена целиком. Если заранее неизвестно, сколько времени продлится эксперимент, надо быть

¹⁵² См., напр.: Poundstone W. The Recursive Universe. Cosmic Complexity and the Limits of Scientific Knowledge. N.Y., 1985. Хармут Х. Применение методов теории информации в физике. М., 1989. Беркович С.Я. Клеточные автоматы как модель реальности: поиски новых представлений физических и информационных процессов. М., 1993. Wolfram S. A New Kind of Science. Wolfram Media, 2002.

готовым сохранить возможно более полную информацию, используя всю оперативную память и выделяя в ней больше места для информации, полученной позже.

Для эксперимента, занявшего всего два интервала времени, решение при принятых допущениях может быть только одно: 0,6 объема памяти выделяется для конечного момента и 0,4 – для начального. Более подробно картина выглядит следующим образом: в первый промежуток времени поступило информации на 0,6 объема памяти. Во второй (и последний) промежуток поступит еще столько же информации, которую придется размещать, стерев часть предыдущей информации в объеме 0,2 оперативной памяти. Предположим при этом, что процессор, выполняя программу, успеет осуществить требуемые операции до поступления очередной порции информации. Здесь и далее мы отвлекаемся от вопроса о том, каким образом выбрана подлежащая уничтожению часть. Доводя рассматриваемую ситуацию до логического конца, можно считать, что времени на анализ поступившей информации на предмет ее значимости нет, вследствие чего стираемая часть информации выбирается в зависимости от случайных факторов.

Для случая трех интервалов ситуация уже выглядит неопределенной. По-прежнему информация о последнем (третьем) состоянии аппаратуры, используемой в эксперименте, должна составлять 0,6 объема памяти, однако оставшиеся 0,4 объема могут быть разделены между первыми двумя состояниями по-разному. Например, это могут быть соотношения 0,1 + 0,3 + 0,6 или 0,15 + 0,25 + 0,6 и т.п. Данные соотношения должны быть определены заранее на стадии планирования эксперимента, но так, чтобы для предусмотренных значений числа состояний экспериментального оборудования n выполнялись следующие условия:

$$(1) \quad v(1) + v(2) + \dots + v(n-1) + v(n) = 1,$$

$$(2) \quad v(n) = 0,6,$$

$$(3) \quad v(i) < v(j), \text{ если } i < j,$$

где $1 \leq i \leq n$ и $v(i)$ – объем памяти, израсходованной на хранение информации о состоянии экспериментальной установки в i -й интервал времени, если полный объем принять равным 1. Условие (1) тогда следует понимать в том смысле, что оперативная память отождествляется с объемом памяти, доступным для размещения данных. Область памяти, занимаемая программой, из рассмотрения для удобства исключается. Таким образом, условие (1) требует, чтобы вся доступная для размещения данных область оперативной памяти

была полностью занята информацией, поступившей от экспериментальной установки. Условие (2) отводит 0,6 объема памяти информации о последнем состоянии аппаратуры, используемой в эксперименте. Наконец, условие (3) отдает предпочтение информации, поступившей позднее, за счет уничтожения части информации, поступившей ранее.

В действительности память дискретна и ее количество не может быть сколь угодно малым. Поэтому следует считаться с возможностью *полной* потери информации о начальных состояниях экспериментальной аппаратуры, если эксперимент длится достаточно долго. Это произойдет, если n превысит число, когда дальнейшее уменьшение $v(1)$ либо бессмысленно, либо невозможно (так, информация в 1 бит дальше уже неделима).

Отсюда следует, что существует максимальное значение n , удовлетворяющее условиям (1), (2) и (3). Если максимум равен m , то попытка его превысить приведет либо к $v(1) + v(2) + \dots + v(m) + v(m+1) > 1$, либо к $v(m+1) < 0,6$, либо к $v(i) \geq v(j)$ при $i < j$ для некоторых i и j , что противоречит условиям (1), (2) и (3). Разумеется, не обязательно дробить поступающую информацию "по максимуму", получая слишком малые части $v(i)$. Возможно, разумнее ограничиться некоторым $n < m$, т.е. делить информацию на (самое большее) n частей.

А что произойдет, если при выбранном n эксперимент достигнет стадии $n+1$? Исходный ряд

$$(4) \quad v(1), v(2), \dots, v(n)$$

должен подвергнуться следующим преобразованиям. Во-первых, место $v(n)$ с объемом 0,6 займет $v(n+1)$ с тем же самым объемом 0,6 (тем самым будет выполнено условие (2)). Но прежде чем осуществить "во-первых", требуется освободить память для $v(n+1)$. Поэтому, во-вторых, требуется уменьшить объем $v(n)$ до объема $v(n-1)$, объем $v(n-1)$ до объема $v(n-2)$ и т.д. Дойдя до $v(1)$, мы увидим, что далее уменьшать эту часть информации нельзя, так как в противном случае количество членов ряда (4) превысит n . Остается *стереть* $v(1)$, т.е. безвозвратно утратить всю информацию о состоянии эксперимента в первый интервал измерений.

В действительности, разумеется, нужно начать с "во-вторых", т.е. сначала стереть информацию, а затем разместить новую. При этом получим ряд

$$(5) \quad v^*(2), v^*(3), \dots, v^*(n), v^*(n+1),$$

снова содержащий максимально допустимое по плану эксперимента число членов, равное n . Подчеркнем, что $v(2)$ в ряде (4) – это не тот же самый объект, что $v^*(2)$ в ряде (5) и т.д. В самом деле, обозначая мощность объёма памяти v посредством $|v|$, мы видим, что $|v(2)| > |v^*(2)| = |v(1)|$. Вообще,

$$(6) \quad |v(i)| > |v^*(i)| \text{ при } 2 \leq i \leq n$$

и

$$(7) \quad |v^*(i+1)| = |v(i)| \text{ при } 1 \leq i \leq n.$$

В силу (6) и (7) ряд (5) удовлетворяет условиям (1) – (3), в чём нетрудно убедиться.

К чему было уделять столько внимания данной ситуации? Дело в том, что на этом простом примере можно продемонстрировать ряд важных идей, касающихся проблемы времени. Будем отождествлять ряд вида

$$(8) \quad v(k), v(k+1), \dots, v(k+n),$$

где k, n – натуральные числа, удовлетворяющий условиям (1) – (3), с множеством *моментов* (модельного) времени. Элементы $v(i)$ будем называть *событиями*. Таким образом, момент времени $v(i)$ – это множество событий. На множестве моментов определим (используя условие (3) и знак эквивалентности по дефиниции $\leftrightarrow_{\text{Df}}$) отношение R , интуитивно соответствующее отношению «раньше, чем»:

$$(9) \quad v(i) R v(j) \leftrightarrow_{\text{Df}} |v(i)| < |v(j)|.$$

Получившийся упорядоченный отношением R конечный ряд – не что иное, как *метамoment* или *метанастоящее* (модельного) времени. На самом деле это всё тот же ряд (8), но теперь ему придан темпоральный смысл.

Обратим внимание, что, желая моделировать время при помощи компьютерной памяти и преобразований ее содержимого, мы должны устранить всякие ссылки на лабораторные часы, проникшие в ряд (8) в виде параметра k . Действительно, $k + n$ указывает, сколько интервалов времени (по лабораторным часам) прошло с начала эксперимента. При обсуждении примера этот параметр учитывался лишь для наглядности. Но, по сути дела, нет никакой необходимости описывать переход от ряда (4) к ряду (5), опираясь на сведения о времени от начала эксперимента. Поэтому положим в (8) $k =_{\text{Df}} 1$ (здесь $=_{\text{Df}}$ – знак равенства по дефиниции), а переход к следующему за (8) состоянию памяти опишем просто как ряд $v^*(1), v^*(2), \dots, v^*(n)$, поскольку в ходе описанных преобразований информации, содержащейся в оперативной памяти, никак не фиксировалось

количество «стираний» первого (в смысле отношения R) момента времени.

Первое, что бросается в глаза при рассмотрении модели, это то, что ряды $v(1), v(2), \dots, v(n)$ и $v^*(1), v^*(2), \dots, v^*(n)$ не могут сосуществовать в памяти компьютера, поскольку её попросту не хватит для их размещения. Стало быть, из-за ограниченности ресурса памяти один из указанных метамоментов неизбежно является фиктивным в том смысле, что его реально либо уже нет, либо ещё нет в компьютерном универсуме.

Второе – время отныне не сводится к множеству каким-либо образом упорядоченных моментов. Чтобы понять, что такое время в данной модели, необходимо принять во внимание правила преобразования содержимого памяти, меняющего множество моментов. Правила эти суть не что иное, как *программа* работы компьютера, выполнение которой определяет последовательность изменений моментов времени. Изменения, если взять их в обобщенном виде, касаются следующих четырех пунктов.

Во-первых, в памяти появляется *новая* информация. Появление нового – существенная черта того представления о времени, которое обсуждается в данной работе. Сразу укажем в этой связи на один из недостатков описываемой конкретной модели: в ней источник новизны лежит за пределами ЭВМ, зависит от процессов, происходящих в эксперименте. Это не совсем хорошо, так как эксперимент не входит в число компонентов модели времени и привлечен лишь для наглядности. Сделав небольшое усилие в направлении увеличения степени абстрактности рассуждений, можно представить себе сам компьютер единственным источником новой информации. Например, поток чисел, поступающий на вход ЭВМ от измерительной аппаратуры, можно было бы имитировать в языке программирования BASIC с помощью оператора RND, который выдает некоторое число случайным образом¹⁵³. Заполнив в цикле массив, занимающий 0,6 объема памяти, случайными числами, мы бы получили материал для дальнейших преобразований по правилам, удовлетворяющим условиям (1) – (3).

¹⁵³ Что значит «случайным образом» является сложной проблемой. В действительности в обычных компьютерах оператор RND выдаёт так называемое псевдо случайное число. Однако мы не будем углубляться ни в проблему случайности, ни в особенности реализации операторов типа RND в современных ЭВМ. Представление о возникающих здесь теоретических трудностях можно получить, обратившись, например, к работе: *Якобс К. Машины Тьюринга и случайные 0 – 1 последовательности // Машины Тьюринга и рекурсивные функции. М., 1972.*

Во-вторых, преобразования памяти сопровождаются потерей информации. *Исчезновение существовавшего* – также одна из характерных черт динамической концепции времени. При этом восстановить утраченное невозможно, так как, если верно обратное, нельзя всерьёз говорить об исчезновении. Речь идет о восстановлении средствами компьютера, т.е. средствами рассматриваемой модели. Возможности сохранения информации при помощи других компьютеров или иных устройств записи информации в расчёт не принимаются как находящиеся за рамками модели.

В-третьих, соотношение между новым и старым в модели не произвольно, а подчиняется закону *преемственности*. На каждом этапе преобразований содержимого памяти новое никогда не занимает места старого целиком. Следы прошлых состояний памяти соседствуют с только что возникшими образованиями. Благодаря этому обстоятельству моменты времени развертываются в ряд, упорядоченный бинарным отношением "раньше, чем".

В-четвертых, в силу первых двух пунктов ряд моментов и сами моменты, в отличие от представления времени в статических моделях, не остаются неизменными. *Время течёт*. При этом (модельное) *настоящее* (или момент $v(n)$) после своего возникновения на каждом шаге преобразований смещается в прошлое, теряя информацию и находясь под угрозой полного исчезновения. Таким образом, любой момент времени когда-то был настоящим, точнее, входил в некое утраченное настоящее, а сейчас (в текущем метамоменте) является лишь тем, что от этого настоящего осталось. Затем по мере возникновения в ходе *становления* новых «настоящих» рассматриваемый момент может быть вытеснен в небытие.

В-пятых, как уже говорилось, находящаяся в памяти упорядоченная последовательность моментов суть не что иное, как *метамомент*, представляющий собой *настоящее-ряд* и содержащий своё настоящее (*настоящее настоящего*), своё прошедшее (*настоящее прошлого*), правда, без своего будущего (*настоящее будущего*) ввиду его отсутствия в данном варианте построения супернастоящего или метамомента¹⁵⁴. В памяти компьютера в

¹⁵⁴ Время без будущего, как мы уже убедились, представлено в шкалах исторического времени. Но не только. Концепция длительности А.Бергсона, как мы увидим в 3 параграфе данной главы, принципиально опирается на идею отсутствия будущего. Однако, это упрощение реального положения дел. В действительности будущее, хотя и особым образом, должно быть представлено как необходимая часть метамомента в более адекватных моделях времени. В последующем мы покажем, как это можно сделать ценой усложнения моделей.

состоянии разместиться лишь один актуально данный метамомент. Метамоменты-предшественники уже не существуют, метамоменты-последователи ещё не существуют. Их несуществование в качестве полноценных метамоментов абсолютно в рамках рассматриваемого уора, поскольку ограниченность ресурсов пространства-памяти не позволяет хранить эти метамоменты наряду с актуальным метамоментом. Вместе с тем не следует считать их призраками, не имеющими отношения к реальности. Метамоменты прошлого оставили *следы* в метанастоящем, появление метамоментов будущего реально *возможно*.

§2. Необходимость действия

Может возникнуть ощущение, что компьютерная модель динамического времени хуже, чем геометрическая модель времени статического, поскольку первая связана с безвозвратным исчезновением информации, тогда как во второй ничего не теряется. На это можно было бы ответить, что если нет потерь, то нет и приобретений, поэтому неизвестно, что «лучше»: модель, в которой платой за возникновение нового является утрата части старого, или модель, в которой всё дано раз и навсегда, где нет места ни исчезновению, ни возникновению. Но дело даже не в оценках «лучше» или «хуже», остающихся всегда проявлением субъективного вкуса. Выбор модели времени определяется действительным устройством универсума, в котором мы живем, а не индивидуальными предпочтениями. После установления связи моделей времени с объективно существующей реальностью ситуация произвольного выбора исчезает, превращаясь в жестко предопределённое действительным миром заключение о пригодности одной модели времени и непригодности другой.

Весь вопрос в том, как устроен действительный мир на самом деле. Кроме этого, кому-либо может показаться не ясным, почему мир должен жестко определять выбор одного варианта объяснения в пользу другого. Искушенные в проблемах методологии науки философы моментально укажут на множество ситуаций, когда две заведомо различные и даже противоречащие друг другу модели какого-либо фрагмента реальности оказываются равным образом с ним совместимыми.

Здесь полезно указать на вывод из провозглашенной методологической установки «верь глазам своим». Если существование геометрии как науки оправдано существованием реального пространства (но не наоборот!), то какие особенности реальности оправдывают существование компьютеров и науки о вычислениях? Ведь очевидно, что в пространстве, все объекты которого даны, заданы и все истинностные значения утверждений об этих объектах. К чему тогда вычислять? Ясно, что поиск онтологических оправданий использования вычислений выводит нас за пределы каких угодно пространств, заставляя вспомнить о существовании атрибута столь же фундаментального, как и пространство. Речь идёт о времени. Точно так же, как факт наличия географических карт отражает существование пространственных структур, факт наличия компьютеров отражает существование структур темпоральных.

Чтобы было понятнее принципиальное различие между структурами названных типов, обратимся к чуть ли не наглядному примеру. Современные компьютеры способны осуществлять арифметические операции с числами астрономической (но всё же ограниченной) величины. Допустим, нас интересуют произведения положительных целых чисел от 1 до 10^{1000} включительно. Мы не сомневаемся, что для любых целых чисел n и m в интервале от 1 до 10^{1000} существует произведение $n \times m$. Сколько различных упорядоченных пар $\langle n, m \rangle$ тогда существует? Из простейших комбинаторных соображений следует, что $10^{1000} \times 10^{1000} = 10^{2000}$. Единица с 2000 нулями – вот сколько соотношений вида $n \times m$ должно быть вычислено. Можно ли представить эти соотношения в виде таблицы умножения, напечатанной в некой книге?

Автор ещё застал времена, когда учащиеся именно так могли искать результаты по выдержавшей несколько изданий книге В.М.Брадиса¹⁵⁵. Книга была составлена из 22-х таблиц, первая из которых содержала точные произведения двузначных чисел в интервале от 11 до 99. Например, 99×99 там, как и положено, равнялось 9801. Появление калькуляторов и компьютеров сделало издание подобных таблиц бессмысленным делом, но следует отметить, что табличная форма представления результатов некоторых математических операций для не слишком больших значений исходных данных была практически реализована.

¹⁵⁵ *Брадис В.М.* Четырёхзначные математические таблицы. М., 1970.

Однако для больших интервалов чисел, как в рассматриваемом примере, представить таблицу умножения невозможно не только в виде книги, но и в любом другом «пространственном» виде (например, можно было бы попытаться использовать лазерные диски с очень высокой степенью плотности записи информации и т.д.). Такая таблица реально существовать не может хотя бы потому, что число 10^{2000} намного превышает число частиц в физической Вселенной, примерно равное, как уже упоминалось, 10^{80} . Тем не менее, реально существующие соответствующим образом запрограммированные компьютеры могут перемножать числа, содержащие тысячи цифр.

Если учесть, что книга – образование статическое, актуально *заданное* всеми своими страницами и их содержимым, а компьютер – устройство динамическое, *порождающее* в процессе выполнения программы различные состояния памяти, то практическая невозможность заменить компьютер книгой или иной формой геометрического представления информации означает *несводимость динамики к статике именно в реальности, а не в абстракции*. Реальность такова, что она позволяет «свернуть» нереализуемый геометрический объект в компьютерную программу, требующую сравнительно ничтожного количества пространства-памяти для вычисления любых компонент этого объекта. В то же время повторим, пространственная «развертка» такого объекта невозможна.

Стало быть, не всё, что может быть представлено динамически, может быть представлено статически, даже если речь идет о такой полностью детерминированной операции, как операция произведения целых положительных чисел. Тем более это так, когда мы сталкиваемся с реальной и очевидной для всякого непредвзятого исследователя невыполнимостью задачи сохранения информации о происходивших в прошлом событиях или попытки однозначного предсказания событий будущего. События прошлого кажутся потускневшими и поблекшими именно потому, что от них объективно мало что осталось. С другой стороны, события будущего еще более туманны. Ведь природе и человечеству только предстоит их «вычислить». Наши восприятия в конечном счёте таковы, каков действительный мир. Вместо того, чтобы сначала объявить мир геометрической структурой и затем ломать голову над тем, почему данные восприятия и наше чувство времени не согласуются с такой трактовкой положения вещей, почему в реальности *необходимо действовать*, чтобы добиться успеха, а не считать себя фрагментом

многомерного пространства-времени – вместо всего этого следовало бы усомниться в том, что все реалии могут быть втиснуты в рамки картины под названием «Геометрия».

Между тем, если суметь увидеть в компьютерных вычислениях образ действительного мира, отражение существенных его сторон, то многие гносеологические тупики и парадоксы разъясятся сами собой. Когда компьютер вычисляет произведение n на m , он *создает* результат (хотя и действует при этом по жестким правилам), а не берёт его готовым из какого-то места. Когда мы действуем, мы создаем новый мир, отличающийся от прежнего в том числе и последствиями нашего вмешательства. Мы скорее переделываем мир, подобно тому как компьютер переписывает содержимое регистров памяти, чем пассивно остаемся в раз и навсегда данных точках пространства-времени. Если предположить, что последнее верно, каким образом можно объяснить то чувство напряжения и те усилия, которые сопутствуют любому действию? Если в момент t я нахожусь под горой, а в один из последующих моментов t^* оказываюсь на ее вершине и если и t , и t^* уже даны как точки пространства-времени, при чем здесь усилия восхождения? Ведь не испытываем мы никаких неудобств от того, что левая рука находится в одном месте, а правая в другом. Их пространственное разноположение не сопровождается субъективными переживаниями напряжения. Напряжение возникает лишь тогда, когда требуется изменить мир, как бы ничтожны ни были в каждом отдельном случае эти изменения, даже если они сводятся к простому пространственному перемещению тела из одного места в другое.

Можно сказать, доводя изложение до логического конца, что *если бы никто ничего не делал, будущее и не настало бы*. Однако мир состоит не только из субъектов, поэтому даже если бы все человечество прекратило действовать (что само по себе невозможно), продолжали бы осуществляться физические, химические, биологические и геологические процессы – *природный компьютер продолжал бы действовать, создавая будущее без нашего участия*, как это уже было во времена до появления человека.

§3. Время без будущего А.Бергсона

Между тем, что уже создано и тем, что ещё не создано – пропасть. Но будущим мы называем как раз то, что ещё не создано. А раз не создано, то его вроде бы и нет. Значит, будущее не существует. Как тут не вспомнить, что в истории философии уже была попытка построить время без будущего. Точнее, без будущего в его традиционно-геометрическом условном или относительном смысле. Философ, осуществивший эту попытку, был не кто иной, как Анри Бергсон (1859–1941). Данная особенность его концепции времени не была обойдена вниманием критиков, не замечавших в большинстве своём, что будущего заодно с прошлым и настоящим не существует и в современных физических представлениях о времени. Но А.Бергсон, в отличие от физиков и физикалистски настроенных философов признаёт существование настоящего и связанного с ним прошлого. Лишь будущему отказано в присутствии в бытии.

В этом можно было бы увидеть естественную для интуитивиста Бергсона иррациональную непоследовательность, выразившуюся в данном случае в неумении связать категории прошлого, настоящего и будущего. Однако неудачи аналитического плана, прямо связанные с сознательным антиинтеллектуализмом французского философа, не могут отменить ценности его вклада в понимание того, что прошлое и настоящее в значительной мере сходны друг с другом, тогда как между настоящим и будущим возникает разрыв, требующий фиксации в соответствующих категориальных построениях. Другое дело, эти построения не были проведены им с надлежащей тщательностью. Но обратимся вначале к самому Бергсону.

«Итак, тот, кто спрашивает, можно ли предвидеть будущее действие, бессознательно отождествляет время, с которым имеют дело точные науки, и которое сводится к числу, с реальной длительностью, видимая количественность которой на самом деле есть качественность, и которую нельзя сократить хотя бы на одно мгновение, ибо всякое малейшее сокращение ее уже изменяет природу заполняющих ее фактов. Такое отождествление без сомнения облегчается тем, что в массе случаев мы действительно вправе обращаться с реальной действительностью как с астрономическим временем. Так, вспоминая прошлое, т.е. ряд уже совершившихся фактов, мы всегда сокращаем его, не изменяя, однако, интересующего нас события. Но это потому, что мы уже знаем его; потому, что, приходя к концу составляющего сущность его потока, психический факт становится вещью, которую уже можно сразу представить себе. В данном случае наше положение аналогично положению астронома, обнимающего в акте единого восприятия орбиту планеты, которую эта последняя должна описать в несколько лет. Поэтому астрономическое предвидение и следовало бы уподоблять воспоминанию прошлого факта сознания, а не антиципированному познанию еще не наступившего факта. Когда же речь идет именно об определении такого еще не наступившего факта сознания, то как бы он ни был поверхностен, необходимо иметь в виду предшествующие обстоятельства, но

уже не в статическом состоянии в виде вещей, а в динамическом состоянии в виде живого потока, потому что факт этот причиняется исключительно их влиянием: но длительность их и есть это влияние. Вот почему нельзя говорить о сокращении еще не наступившей длительности с целью предвидения ее моментов; длительность эту можно только пережить, по мере того как она разворачивается. Итак, в области глубоких психических фактов нет существенной разницы между тем, чтобы предвидеть, видеть и действовать»¹⁵⁶.

Какие основные положения можно выделить в этом чрезвычайно насыщенном идеями отрывке? Во-первых, Бергсон отмечает, что обращение с будущим как с вещью, как с *данностью* ставит его на одну доску с прошлым, хотя он признает, что иногда такой подход правомерен. Во-вторых, то, что дано, можно «сократить», т.е. представить в сжатом виде. В-третьих, будущее не дано как вещь, а является потоком становления. Прежде чем становление не завершится в данности, в вещи, говорить просто не о чем. Отсюда вытекает, в-четвёртых, «несжимаемость» будущего. Можно перескочить взглядом с одного предмета на другой, но здесь мы имеем дело со ставшими прошлыми вещами. Но то, что ещё находится в процессе становления, что *ещё не возникло*, созерцать невозможно. Поток становления можно только пережить. Наконец, в-пятых, Бергсон понимает будущее как то, что должно быть сделано, воссоздано. Предвидение тогда выступает как разновидность *действия* по осуществлению будущего. Предвидеть — значит участвовать в создании будущего? Мы бы сказали, что предвидение есть *начало* его осуществления. Такое предвидение коренным образом отличается от предвидения-созерцания астронома.

К сожалению, бесконечные апелляции Бергсона к психике и сознанию затуманивают его позицию по отношению к становлению. Вообще сомнительно, чтобы кто-либо мог разъяснить этот сложный вопрос при негативной оценке научных методов вообще и точных методов в частности. Даже тонкая наблюдательность Бергсона в ряде случаев не спасает его от промахов и противоречий, являющихся, по выражению Б. Рассела, одним из «печальных последствий антиинтеллектуальной философии», основанной на обожании предрассудков невежды, именуемой «интуиция»¹⁵⁷.

Тем не менее, Рассел не прав, считая философию времени А. Бергсона только поэтическим достижением, образной картиной мира, которая «в основном не может быть ни доказана, ни опровергнута»¹⁵⁸. Поэтическое достижение — несомненно. Но это

¹⁵⁶ Бергсон А. Время и свобода воли. М., 1910. С. 162.

¹⁵⁷ Рассел Б. История Западной философии. М., 1959. С. 811-812.

¹⁵⁸ Там же. С. 817.

далеко не всё. Сам Рассел указывал, что «одной из примечательных черт философии Бергсона является то, что в отличие от большинства мыслителей он рассматривал время и пространство как глубоко различные вещи»¹⁵⁹. Можно подумать, что тезис об однотипности времени и пространства уже доказан. Где и кем? Что это за «большинство», в которое между прочим, кроме Бергсона, не попали ни Аристотель, ни Августин, ни Т.Гоббс, ни Мак-Таггарт, не говоря уже о мыслителях менее известных и о тех наших современниках, кто верит в несводимость времени к пространству, но стесняется об этом сказать, опасаясь обвинений в «непонимании современной физики».

Одно представляется несомненным: вопрос о том, является ли время чем-то специфичным по отношению к пространству, скрывает нерешенную проблему, которую Бергсон сознательно поставил, хотя и пытался решать ее негодными средствами. То, что в специальных науках время редуцируется к пространству, не означает, вопреки Расселу, что в этих науках решена данная проблема: в них она даже не обсуждалась вовсе. Правда, в письмах и статьях, написанных на околонаучные темы, творцы специально-научных теорий шли иногда на риск, высказывая соображения общего порядка о соотношении времени и пространства, реальности и иллюзорности становления и т.д. Впрочем, риск с их стороны был минимальный, поскольку в общественном сознании укоренился предрассудок, что тот, кто добился успехов в своей узкой области деятельности, автоматически получает право на решение проблем в других, тогда как по сути дела это лишь мнения хотя и авторитетных, но частных лиц.

Возвращаясь к времени «без будущего» А.Бергсона, попробуем сопоставить пять выделенных выше положений его концепции с рассматриваемой моделью. Первое, что бросается в глаза, – это наличие в памяти (пространстве) компьютера только моментов прошлого и настоящего. Моменты будущего отсутствуют. Дано лишь прошлое и настоящее. Второе. Эффект «сжатия» данности (в бергсоновском смысле) проявляется в возможности произвольного доступа к любой из областей памяти, хранящей моменты времени или какие-то отдельные события. Так, если момент прошлого представлен в модели массивом данных, а события – элементами массива, то процессор компьютера в состоянии производить операции как с этим массивом, так и с отдельными его элементами. Разумеется, обратиться к объектам, которым только предстоит появиться в памяти, процессор не может в принципе по той простой причине, что этих объектов в

¹⁵⁹ Там же. С. 803.

памяти нет. Поэтому в соответствии с третьим пунктом будущее не дано как вещь (имеющая совершенно конкретные характеристики, занимающая в пространстве-памяти определенное место и т.д.), вследствие чего его невозможно созерцать. «Сжать», ускорить наступление будущего в модели также невозможно: прежде процессору необходимо выполнить все соответствующие инструкции программы, определяющие изменения моментов и событий. Тем самым проиллюстрирован пункт четыре.

Таким образом, будущее в рассматриваемой модели – это не уже существующие моменты или какая-то их часть. Сама возможность наступления будущего определяется тем, будет или не будет выполнена очередная команда программы. Если, скажем, выполнить очередную инструкцию процессору не удастся по какой-либо причине, прекращается течение модельного времени; поистине, наступает модельный «конец света». Но «конец света» будущему уже не принадлежит, с его возникновением кончается становление. Итак, будущее должно быть сделано, создано процессором и программой на основе имеющихся данных. Если оставить в стороне проблему предвидения, пункт пять также налицо.

Насколько провомерны подобные рассуждения, почему всегда казавшиеся такими специальными и сугубо техническими особенности функционирования компьютеров выступают элементами механизма объяснения времени? Дело в том, что *не компьютеры ответственны за концепцию времени, а реальность становления сделала их тем, чем они являются*. Их на первый взгляд специфические и случайные черты обусловлены реалиями нашей темпоральной Вселенной. Нужно было лишь угадать эту связь. В мире, где время является пространственным образованием, одной из координат, эти особенности выглядят по меньшей мере неуместно. Каким образом там можно оправдать идею программы, идею выполняющего команды процессора, вообще идею действия? Проще (и по сути вернее) в таком мире было бы считать, что состояния памяти компьютера являются функцией времени, представленного всеми своими моментами. В один момент такого «времени» в памяти одна информация, в другой – другая. Зачем нужно вводить понятие программы, когда есть универсальное понятие функции? В такой воображаемой атемпоральной Вселенной этого делать действительно не нужно.

Возможно, сказанного достаточно, чтобы ответить на вопрос, поставленный в начале предыдущего абзаца. Во всяком случае для

тех, кто опирается на интуицию времени. Опора на интуицию нужна не для того, чтобы объяснять, а для того, чтобы понять. Для того, чтобы объяснить время, одной интуиции мало. С другой стороны, никакие объяснения не помогут тому, кто лишен интуитивного понимания времени. Подчеркнем: мы считаем обреченной на провал любую попытку построить время из элементов, изначально лишенных темпоральности. Геометрическая структура – атемпоральный объект. Компьютер, напротив, изначально наделён темпоральностью. Этим обстоятельством определяется выбор компьютерных, а не геометрических моделей для освещения проблемы времени.

Ну, а разве нельзя было рассматривать эту проблему как таковую, без ссылок на компьютеры? Ответ зависит от того, желаем ли мы оставаться на почве науки. Если считать, что интуиция времени дает достаточно пищи для того, чтобы о нём писать, то это путь Бергсона – увы, ведущий в никуда. Но если согласиться с тем, что интуитивного понимания недостаточно, что нужны еще и объяснения, то иной дороги, кроме объяснения сложного через простое, нет. Но в этом суть научного объяснения. Таким образом, использование компьютеров обусловлено желанием сложное (время) объяснить через неизмеримо более простое (компьютер), уже не нуждающееся в объяснениях ввиду практически полной «прозрачности» для субъекта современной культуры. Компьютер здесь – всего лишь модель интересующего нас феномена, а без моделирования реальности не может существовать ни одна наука.

Вместе с тем, было бы нелепо отказываться от достижений интуитивного понимания времени. Работы Бергсона важны, поскольку они эту интуицию развивают. Однако здесь все еще начальное понимание. Подлинно глубокое понимание возникает только на основе объяснений, удовлетворяющих критериям научности. Интуиция, возникающая на таком базисе, ценится больше.

§4. Темпоральность компьютера

Между прочим понимание того, что компьютер темпорален (и потому может быть взят за основу объяснения времени), а геометрические структуры лишены темпоральных характеристик, основывается исключительно на интуиции. Те, у кого интуиция другая, могут с этим не согласиться. Интуитивные критерии существенны именно при выборе первоначальных принципов и

моделей. Если выбор основ признан интуицией неудачным, никакие последующие нагромождения технических ухищрений не в состоянии изменить факта несоответствия получаемых структур и того, что они призваны моделировать.

Согласны мы считать подходящей модель времени, изоморфную, например, множеству естественным образом упорядоченных действительных чисел? Если да, если образ времени в нашем сознании совместим с образом прямой линии – ничто не мешает нам объединить время и пространство в единое целое, довести процесс геометризации представлений о мире до логического конца. Если же наша интуиция говорит «нет», если первоначальные глубинные представления о времени оказываются несовместимыми с идеей сведения темпоральности к прямой линии или по крайней мере возникает чувство неуверенности в правомерности такого сведения, никакая изобретательность в деле изображения времени посредством более сложных геометрических структур (будь то ветвление множества моментов времени в будущее, объединение пространства и времени в единое пространство-время и т.п.) не устранил несоответствия между ними и тем, что они призваны моделировать. На этих структурах лежит неизгладимая печать пространственности, они способны лишь воспроизводить в новых и в более изощренных формах основные интуитивно осознаваемые свойства прямой линии – её данность, неподвижность, неспособность к изменениям.

Интуиция, следовательно, нужна не тогда, когда требуется вынести вердикт уже законченным построениям. Ее роль заключается в отборе первоначальных интенций, на которых, как на фундаменте, в последующем возникают здания теорий и концепций, подлежащих уже не интуитивной, а рационально-логической оценке. Поэтому ошибочным будет, например, вывод о несостоятельности физических теорий времени, основывающийся на интуитивном несогласии с «опространствлением» темпоральности. Эти теории в достаточной мере продемонстрировали своё концептуальное совершенство и практическую значимость. Однако принятый в них в качестве исходного принцип геометризма не согласуется с интуицией времени, так что бесполезно искать там ответ на вопрос о том, что такое время.

Чем же, в таком случае, занимаются эти теории? Физики утверждают, что пространством-временем, а не временем самим по себе и пространством самим по себе. Им, как говорится, виднее. Со своей стороны, не будем забывать о том, что пространство-время это все-таки пространство (геометрическое пространство:

псевдоевклидово, риманово или какое-нибудь ещё). Тем не менее, данное пространство имеет отношение ко времени. Именно успех физических теорий пространства-времени дает трудно опровержимые свидетельства в пользу тезиса о наличии «пространственно-подобных» свойств у времени, что и позволяет объединить такие свойства со свойствами пространства в единой модели.

Если сказанное верно, то применительно к моделям пространственно-временного типа речь должна идти не о моделировании феномена темпоральности в его целостности, а о фрагментарном представлении времени. Как было уже показано, рассмотрение «пространственно-подобного» фрагмента временных свойств в сущности тождественно изучению поведения особого рода объектов – часов. Однако анализ свойств часов далеко не исчерпывает временную проблематику. Более того, специфические свойства времени, отличающие его от свойств пространства, обнаруживаются как раз там, где вопросы поведения часов оказываются в стороне.

Остается ещё не рассмотренным одно принципиальное возражение против разделения пространства и времени. Если концепция времени, основывающая свои выводы на некритическом восприятии достижений естествознания, утверждает, что всё есть пространство, а развиваемая здесь позиция настаивает на глубоком различии пространства и времени, то третья точка зрения сводится к тезису, что всё поглощено временем. (Вариант третьей точки зрения поддерживался, например, известным немецким математиком XIX в. Л.Кронекером.)

Скорее всего, мы вообще не можем ничего понять без работы временных механизмов сознания. Однако данное обстоятельство не означает, что при этом используется идея времени в ее интуитивно-осознанном или тем более абстрактном варианте. Понимание того, что такое ряд (чисел и т.п.), не требует привлечения идеи времени. Напротив, требуется усилие для того, чтобы суметь увидеть в чисто геометрическом порядке членов ряда временные отношения.

Уже говорилось о том, что идея времени – идея сложная. Как заметил еще Августин, легкость повседневного употребления термина «время» не спасает от тупика, в который попадает спрашивающий о том, что есть время. Как мы полагаем, – и это одно из основных положений развиваемой на этих страницах концепции, – идея времени поддается разложению на структуры более простые, анализируя которые только и можно воссоздать понятие времени во всей его сложности. Но среди таких специфических базисных темпоральных

структур нет понятия ряда как самостоятельного образования, наделенного временными чертами. Вообще, ни одна геометрическая структура не является базисной при моделировании времени, хотя они могут (и должны) использоваться в качестве компонент базисных структур. Простейшим базисным объектом является не ряд и не геометрическое пространство, а *вычислительная машина, взятая в качестве универсума*. Наделяя такой универсум соответствующими свойствами, усложняящими его поведение, мы надеемся получить правдоподобную (и с точки зрения интуиции, и с позиций рациональной критики) модель времени.

Метафора «Книга Природы» даёт великолепный образ статического пространства-времени. Последовательность страниц можно уподобить последовательности моментов статического времени. Каждая страница – это пространство, взятое в определённый момент времени. Наборы символов на странице-момента тогда могут представлять множество случившихся в этот момент событий. Совокупность событий-символов на всех страницах исчерпывают всё, что случилось в такой вселенной. Рассматривание конкретной страницы наблюдателем демонстрирует иллюзию настоящего: ведь все страницы существуют как раз и навсегда данные независимо от того, рассматривают их или нет. Переход к следующей странице происходит лишь в сознании наблюдателя, в самой книге при этом ничего не меняется. Тем самым течение такого «книжного» времени оказывается фикцией. И т.д.

Принципиально иная картина возникает в рамках метафоры «Компьютер Природы». Вместо множества страниц – всего одна страница доступной преобразованиям компьютерной *памяти*, представляющей модельное пространство. Находящиеся в памяти *символы* составляют множество текущих событий в момент настоящего времени. Они же выступают в роли подлежащих преобразованиям *данных*. Прошлых состояний памяти уже нет, будущих (если вычисление продолжается) ещё нет. Очередное преобразование памяти может и не наступить, и тогда кончится течение модельного времени. Если исключить внешние факторы и рассматривать работающий компьютер как универсум, состояния пространства-памяти определяются в зависимости от результатов исполнения *процессором* заложенной в компьютер *программы* вычислений. Осмысленным является понятие исполняемой процессором в настоящий момент времени программной *команды*. И т.д.

Возникают следующие вопросы. Страницы книги и память компьютера представляют *пространство*. Записанные на страницах символы или в памяти символы-данные моделируют *события*. А чему в природе соответствуют процессор, программы и команды? Команды можно уподобить *законам природы*. Тогда программа – не что иное как *совокупность* таких законов. Но аналогом чего в природе является активный элемент компьютера – процессор?

Ответа на последний вопрос у нас нет. Если бы ответ был, мы смогли бы сказать, почему вообще длится время, почему наша Вселенная не застыла в каком-то одном состоянии как остановившийся или зависший компьютер, а упорно продолжает преобразование своих состояний в ходе не останавливающегося течения времени. Сила, энергия или что-то скорее всего иное, вызывающее течение времени в нашем универсуме, скрывает великую тайну времени. Это «что-то» на самом деле не имеет имени. Конечно, всегда можно спрятаться за апелляцией к сверхъестественному. Но подобные приёмы не объясняют ничего. Одна тайна подменяется другой, только и всего. Например, приблизила ли нас хоть на йоту к пониманию соотношения психики и мозга сверхъестественная «предустановленная гармония» Г.Лейбница? Остаётся повторить известный афоризм И.Ньютона: «гипотез не измышляю».

Часть V. Моделирование становления

Термину «модель» в интересующем нас аспекте придается два основных значения. Во-первых, «моделью» принято называть любую материальную систему или абстрактную структуру, которая в существенных аспектах способна замещать изучаемое явление или процесс, будучи гораздо *проще* предмета исследования. Закономерности поведения модели, являясь сходными с соответствующими закономерностями функционирования изучаемого объекта, легче поддаются анализу и описанию. Если модель выбрана удачно, результаты ее исследования оказываются переносимыми на моделируемый объект, который становится настолько «прозрачным» для исследователя, насколько ясна и адекватна изучаемому предмету сама модель. Во-вторых, имеется чисто формальное понятие модели. Формальные модели изучаются особым разделом математической логики – теорией моделей, достигающей предельной точности и строгости в их описании и анализе.

Между первым и вторым значением термина «модель» есть сходство, заключающееся в правомерности постановки по отношению к модели любого из двух названных типов вопроса: моделью чего является данная система или структура? В случае второго значения ответ однозначен: в теории моделей изучаются модели теорий, тогда как класс объектов моделирования при помощи моделей первого типа необычайно широк. Другое отличие состоит в том, что модель формальной теории может быть *сложнее* самой теории (можно указать точный смысл того, что значит «сложнее»). Напротив, одно из основных требований, предъявляемых к моделям первого типа, состоит в том, что модель должна быть проще, чем объект, моделью которого она является. Еще одно различие имеет, условно говоря, количественный характер. Моделируя какой-либо объект или процесс, обычно стремятся создать одну наиболее адекватную модель, жертвуя остальными. В отношении формальных моделей это неверно. Как правило, одна и та же теория имеет множество существенно отличающихся одна от другой моделей, между которыми далеко не всегда можно выбрать наилучшую. В определенном смысле все такие модели равноправны.

Одна из фундаментальных целей предпринятого исследования может быть сформулирована как задача построения основ теории

абстрактных моделей времени. При этом, разумеется, сложность создаваемых моделей времени не будет идти ни в какое сравнение со сложностью самого времени. Однако мы надеемся наделить модели времени такими свойствами, которые позволят выделить их из числа прочих абстрактных структур.

Таким образом, наши модели будут моделями в первом значении этого слова. Тем не менее останется связь и со вторым значением термина «модель»: в дальнейшем модели второго типа предполагается использовать в качестве компонент моделей времени. Двусмысленных ситуаций возникнуть не должно, так как контексты, где термин «модель» употребляется в значении «модель времени», будут существенно отличаться от контекстов, где «модель» означает «модель теории». Кроме того, как и в ситуации с формальными теориями, имеющими бесконечное количество моделей, процесс моделирования времени требует создания многочисленных моделей, отражающих его многоаспектность.

Глава 13. Модель становления: пример машинной реализации

§1. Процедуры *Creation, Oblivion u Past*

До сих пор не были рассмотрены точные конструкции, позволяющие реализовать хотя бы несложные модели течения времени или становления. В данной главе предлагается пример реализации простейшей модели становления. Этот пример ни в коей мере не претендует на учет всех сторон темпоральности. Более того, сложность этого примера находится на таком предельно низком уровне, какой вообще можно было допустить, не боясь полностью утратить свойство адекватности модели. Следующая особенность предлагаемой модели связана с возможностью реализовать ее на реально существующих персональных компьютерах.

В компьютерной программе, выполнение которой моделирует течение времени, роль моментов времени фактически (в дальнейшем это будет уточнено) играют *массивы*, занимающие всю (или почти всю) доступную для размещения информации оперативную память. Точнее говоря, попытка объявить в программе еще один массив

должна приводить к ошибке, связанной с нехваткой памяти. Философский смысл данного требования в том, что течение времени изменяет всё, что может быть изменено. В ходе становления изменяются как сами моменты времени, так и составляющие их события. Размещение (или даже только возможность размещения) в оперативной памяти момента-массива, не вовлеченного в процесс становления, было бы подобно возникновению неподвижного слоя воды в быстро текущем потоке.

Однако без островков неподвижности не обойтись, если мы не желаем полностью утратить связь времён. Становление обеспечивает определенную преемственность между новым и старым и подчиняется законам, воплощенным (в данном случае) в командах компьютерной программы. Будем считать, что эти законы неизменны, т.е. процесс выполнения программы не приводит к каким-либо преобразованиям самой программы. Такой подход, впрочем, соответствует сложившейся практике программирования и понятен без длинных разъяснений. Однако мы должны учитывать и возможность эволюции самих законов становления, или, говоря языком модели, самопреобразований программы в ходе её выполнения.

Можно реализовать и эту возможность, поскольку в современных ЭВМ и данные, и программные команды представлены одним и тем же способом - и то, и другое является последовательностями нулей и единиц. Одно и то же двоичное число в одном случае может быть проинтерпретировано процессором как код операции, в другом - как код операнда. Однако данная возможность не учитывается в рассматриваемой модели ввиду нежелательности появления на этой стадии изложения новых усложнений, затрудняющих понимание сути дела.

Если моменты времени представлены в модели при помощи массивов, то естественно считать *элементы массивов* событиями. Внутренняя структура событий сейчас неважна, поэтому будем в качестве событий использовать целые положительные числа (число 0, по определению, событием не считается). Разделение событий на группы также оставим в стороне, поэтому массивы-моменты будут одномерными. Утверждение «В момент времени t произошло событие s » будет, таким образом, означать, что в памяти компьютера расположен одномерный массив t , содержащий число s .

Выполнение программы, написанной на BASIC-ке, будет сводиться к вызову в определенном порядке трех процедур в ходе бесконечного цикла. Рассмотрим эти процедуры.

Процедура Creation. Говоря неформально, эта процедура обеспечивает появление нового. Было бы очень странным, если бы новое появлялось в прошлом. То, что было, может исчезать, но в том, что было, не может возникнуть нечто новое. Ошибочно думать, что прошлое неизменно. Оно изменяется, но не так, как будущее. Будущее - это процесс приобретений, прошлое - процесс потерь. Изменения прошлого состоят во всё возрастающих, по мере его отдаления, утратах. Вывод, стало быть, состоит в том, что события входят в мир через настоящее, оставаясь затем в прошлом и, возможно, теряясь в нём. Как только настоящее становится прошлым, оно перестает быть настоящим. Ему на смену приходит новое настоящее. Процедура Creation и обеспечивает появление нового настоящего. Её роль заключается в заполнении массива (всегда одного и того же) информацией, для получения которой используется оператор BASIC-ка RND.

Действие RND (по крайней мере в том варианте BASIC-ка, которым пользовался автор) в интересующем нас аспекте сводится к следующему. Если в программе встречается выражение вида $RND(n)$, где n - целое число, превышающее единицу, то результатом выполнения выражения будет случайное (точнее, псевдослучайное) целое число k , находящееся в интервале $1 \leq k \leq n$. Для наших целей удобнее считать, что оператор RND действует *недетерминированным* образом, так что предсказать появление конкретного числа невозможно в принципе. В реальных бытовых компьютерах это не так, однако в принципе ничто не мешает присоединить к компьютеру физически реализованный генератор случайных чисел. Чтобы сделать числа-события, происходящие в модели, достаточно разнообразными, в качестве аргумента оператора RND в процедуре Creation будем использовать число 1000000000 (10^9).

Итак, при вызове процедуры Creation массив, выбранный в качестве момента настоящего, заполняется (псевдослучайными или действительно случайными) числами из интервала от 1 до миллиарда. Как только массив оказывается полным, выполнение процедуры завершается.

Процедура Oblivion. Это процедура забвения. Прежде, чем при помощи процедуры Creation будет создано новое настоящее (при условии, что оно не первое), часть информации о событиях старого настоящего должна быть забыта. Почему часть, а не вся информация? По той причине, что настоящее в реальной действительности оставляет следы, не исчезает полностью в следующее мгновение.

Наше «вчера» - это бывшее настоящее, которое нельзя ни усилиями человеческой памяти, ни использованием любых мысленных приборов и устройств вернуть в актуальное бытие. Нельзя, поскольку какие-то из вчерашних событий уже безвозвратно утрачены. Предотвратить потерю части информации о настоящем невозможно, так как ресурсы пространства-памяти ограничены и нигде будет размещено новое настоящее, идущее на смену прежнему.

Так же, как настоящее должно уступить место грядущему настоящему, «вчера» переходит в «позавчера», освобождая путь для нового «вчера», вновь теряя при этом информацию о событиях благодаря процедуре Oblivion. Вообще переход любого прошлого момента времени в более далекое прошлое сопровождается потерями, определяемыми этой процедурой. Так что процедуре Oblivion подвержены в итоге все моменты - от настоящего до самого далёкого прошлого. При этом, поскольку ресурсы памяти ограничены (память реальных компьютеров конечна), самый ранний момент прошлого, находящийся в памяти, на очередном шаге становления не может быть сохранен даже частично - для этого бы потребовался еще один массив-момент, но нехватка памяти делает его объявление невозможным. В конце концов данный момент должен исчезнуть полностью. Память о событиях, случившихся в этот момент, оказывается утраченной навсегда.

С технической точки зрения действие процедуры Oblivion состоит в обнулении ненулевых элементов обрабатываемого массива, выбранных (псевдо)случайным образом при помощи оператора RND. Поскольку, по определению, событиями считаются только числа, превышающие единицу, появление нуля в ситуации с реальным генератором случайных чисел в принципе не позволяет сказать, какое число-событие находилось на месте нуля: ведь это число-событие выбиралось действительно случайным образом из достаточно обширного интервала целых чисел.

Процедура Oblivion сначала обрабатывает массивы с меньшим объемом занимаемой памяти, а затем переходит на массивы большей величины. Как мы увидим, такой порядок соответствует темпоральному отношению «раньше, чем», т.е. потеря информации происходит вначале в более ранних моментах времени, а затем в более поздних. Информация из настоящего теряется последней.

Процедура Past. Назначение процедуры состоит в пересылке сохранившегося после работы процедуры Oblivion объема информации в прошлое. Так, если массив-момент t является

настоящим, а затем с помощью Oblivion теряет часть информации, то оставшаяся информация должна уйти в прошлое, освободив место в массиве t для новой информации, получаемой при использовании процедуры Creation. Если ближайшее прошлое это массив t^* , то процедура Past пересылает сохранившиеся события из массива-момента t в массив-момент t^* . В результате образуется момент прошлого t^* . В последующем сохранившаяся информация из t^* должна быть отправлена в массив-момент t^{**} - более далёкое прошлое для t , чем t^* , и т.д.

Можно было бы сказать, что процедура Past создает прошлое. Однако процесс создания прошлого принципиальным образом отличается от процесса создания настоящего. Отличие прошлого от настоящего состоит в том, что в прошлом сохранилось не всё, что было в настоящем; часть содержания настоящего оказывается потерянной. По существу, создание прошлого - это разрушение настоящего. Может быть, было бы лучше назвать процедурой, создающей прошлое, процедуру Oblivion? Однако без переноса обломков настоящего в соответствующую область прошлого тоже не обойтись. Поэтому логичнее считать, что прошлое создается и процедурой Oblivion, и процедурой Past, причем именно в указанном порядке, т.е. начинает создавать прошлое Oblivion, а завершает процесс Past.

На долю процедуры Creation остается создание настоящего. В отличие от процесса создания прошлого, основывающегося на актах разрушения и забвения, процесс создания настоящего является актом творческого созидания. Пусть в модели этот акт представлен выбором числа из известной заранее совокупности, пусть сам выбор имеет, как правило, не случайный, а псевдослучайный характер - тем не менее, до известной степени, процедура Creation имитирует творческий выбор одной из альтернатив, составляющих сферу возможного. В модели эта сфера ограничена миллиардом вариантов. Не так уж мало. Если бы выбор вариантов в модели действительно осуществлялся подлинно случайным (а не псевдо-случайным) образом, то это был бы ни на чем не основанный выбор, конкретный результат которого в принципе нельзя предсказать, хотя заранее известно, что это будет целое число s из интервала $1 \leq s \leq 10^9$. Но предвидеть появление конкретного числа из указанного интервала, повторим, было бы невозможно в принципе.

Как тут не вспомнить А.Бергсона, утверждавшего, что будущее нельзя предвидеть, его можно только пережить. Поистине, будущее

предвидится путем его осуществления. Поэтому в нашей модели отсутствуют моменты будущего. Не можем же мы (даже обладая ресурсами памяти) выбрать будущие случайные события до того, как произведен сам акт выбора в момент формирования настоящего! Вместе с тем ничто не мешает (при наличии свободной памяти) ввести категорию *стабильных* событий, событий, существующих в каждый момент времени или появляющихся периодически. Достаточно было бы, например, в какой-либо i -тый элемент $t(i)$ массива-момента настоящего t положить некоторое число k и не затрагивать в процедуре Oblivion элемент $t(i) = k$. Тогда событие k было бы *вечным* событием, всегда присутствующим в настоящем. Его можно было бы однозначно предвидеть, и мы имели бы простейшую имитацию астрономического предвидения будущего, о котором писал Бергсон.

Наряду со стабильными событиями можно было бы ввести более широкую категорию *предсказуемых* событий, поставив появление некоторых событий в однозначную зависимость от появления других событий. Например, если выбор даёт $t(i) = k$, то следующий выбор однозначно даст $t(i) = s$. Допустив возможность $k = s$, мы сделаем стабильные события частным случаем предсказуемых событий.

Мы видим, что незамысловатые рассуждения о том, что будущее становится настоящим, настоящее становится прошлым, а прошлое переходит в еще более далёкое прошлое, явно недостаточны при описании течения времени. Становление - сложный процесс, включающий в себя ряд этапов, без которых не обойтись даже в наиболее простых моделях течения времени. Но было бы крайне непоследовательным считать, что эти этапы протекают *во* времени. Они и *есть* время. Укажем в этой связи на неправомерность присвоения звания моментов времени любым шагам процесса становления. Это не моменты времени, а этапы создания моментов времени в ходе течения времени. Последовательность этапов становления не есть последовательность моментов времени или последовательность мгновений.

Поэтому, например, нельзя ставить вопросы о том, как быстро течёт время, какова скорость становления и т.п. Такие вопросы обнаруживают полное непонимание сути дела. Никакого «внешнего» времени, по отношению к которому можно было бы оценивать темп становления, в модели нет, его там не существует вовсе. Утверждать обратное так же нелепо, как, скажем, утверждать всюду определённую операцию вычитания в универсуме натуральных чисел. Да, мы можем расширить этот универсум до универсума всех

целых чисел, и тогда операция вычитания станет давать определённый результат для любой пары таких чисел. Аналогичным образом, мы можем расширить темпоральный универсум при помощи введения внешнего времени. И тогда по этому внешнему времени оценивать скорость протекания вышеописанных процедур. Но это будет *другой* универсум, который для нас не важен по той причине, что не имеет никакого отношения к моделированию становления. Ведь в реальном изменяющемся во времени универсуме нет никаких признаков внешнего по отношению к нему метавремени. Нельзя же за такие признаки принимать фантастические сочинения о мультиверсе, параллельных вселенных и тому подобных продуктах не в меру разыгравшегося геометрического воображения.

§2. Программа BECOMING

Рассмотрим написанную на языке BASIC программу BECOMING, моделирующую течение времени. Приведем вначале текст самой программы.

```

1 REM Программа BECOMING
5 X1%=38 : X2%=800 : X3%=2000 : X4%=4000
8 DIM V1%(X1%) : DIM V2%(X2%) :
  DIM V3%(X3%) : DIM V4%(X4%)
10 PROCCreation
20 PROCOblivion("V4%")
30 PROCPast("V3%")
40 PROCCreation
50 PROCOblivion("V3%")
60 PROCOblivion("V4%")
70 PROCPast("V2%")
80 PROCPast("V3%")
90 PROCCreation
100 PROCOblivion("V2%")
110 PROCOblivion("V3%")
120 PROCOblivion("V4%")
130 PROCPast("V1%")
140 PROCPast("V2%")
150 PROCPast("V3%")
160 PROCCreation
200 REPEAT
210 PROCOblivion("V1%")
220 PROCOblivion("V2%")
230 PROCOblivion("V3%")
240 PROCOblivion("V4%")
250 PROCPast("V1%")
260 PROCPast("V2%")
270 PROCPast("V3%")
280 PROCCreation
290 PRINT "METAMOMENT"
300 UNTIL FALSE

```

```

310 END
320 :
330 DEF PROCCreation
340 FOR I%=1 TO X4%
350   V4%(I%)=RND(1000000000)
360 NEXT I%
370 ENDPROC
380 :
390 DEF PROCoblivion(X$)
400 C%=0 : E%=0
410 IF X$="V1%"
      FOR I%=1 TO X1% : V1%(I%)=0 :
      NEXT I% : GOTO570
420 IF X$="V2%" GOTO 450
430 IF X$="V3%" GOTO 490
440 IF X$="V4%" GOTO 530
450 REPEAT
460   E%=RND(X2%)
470   IF V2%(E%)>0 V2%(E%)=0 : C%=C%+1
480   UNTIL C%=X2%-X1%
485 GOTO 570
490 REPEAT
500   E%=RND(X3%)
510   IF V3%(E%)>0 V3%(E%)=0 : C%=C%+1
520   UNTIL C%=X3%-X2%
525 GOTO 570
530 REPEAT
540   E%=RND(X4%)
550   IF V4%(E%)>0 V4%(E%)=0 : C%=C%+1
560   UNTIL C%=X4%-X3%
570 ENDPROC
580 :
590 DEF PROCPast(X$)
600 C%=0
610 IF X$="V1%" GOTO 640
620 IF X$="V2%" GOTO 700
630 IF X$="V3%" GOTO 760
640 FOR I%=1 TO X1%
650   REPEAT
660     C%=C%+1
670     UNTIL V2%(C%)>0
680     V1%(I%)=V2%(C%)
690   NEXT I%
695 GOTO 820
700 FOR I%=1 TO X2%
710   REPEAT
720     C%=C%+1
730     UNTIL V3%(C%)>0
740     V2%(I%)=V3%(C%)
750   NEXT I%
755 GOTO 820
760 FOR I%=1 TO X3%
770   REPEAT
780     C%=C%+1
790     UNTIL V4%(C%)>0
800     V3%(I%)=V4%(C%)
810   NEXT I%
820 ENDPROC

```

После комментария, содержащегося в первой строке программы BECOMING, следует строка номер 5, определяющая размерность массивов целых чисел, объявленных в строке 8. Так как массивов четыре, моментов времени также будет всего четыре. Однако дальнейшее увеличение количества моментов, если их число остается конечным, никакой принципиально новой ситуации в данном случае не создаёт. Объем массива V4% (предназначенного для хранения событий настоящего) выбран таким образом, чтобы два «настоящих» не могли разместиться в памяти персонального компьютера BBC Acorn, на котором выполнялась программа BECOMING.

Это был один из первых персональных компьютеров, не имевший жесткого диска и с ничтожной по современным меркам оперативной памятью. Для других персональных компьютеров, снабженных интерпретаторами или компиляторами BASIC-ка, размеры массива V4% могут быть совершенно другими. Важно только, чтобы два таких массива нельзя было одновременно разместить в управляемой BASIC-ом области оперативной памяти. Это требование философского порядка, так как никаким разумным образом невозможно (в рамках динамической концепции времени) оправдать возможность сосуществования двух равноправных «настоящих».

Более того, вообще попытка добавить в строке 5 объявление еще одного массива должна приводить к ошибке, связанной с нехваткой памяти при выполнении программы BECOMING. В противном случае наличие лишь четырех массивов-моментов нельзя содержательно оправдать. Кроме того, массивы должны иметь попарно различные размеры (как это и сделано в строке 5), так как в соответствии с общим принципом динамической концепции времени переход в прошлое связан с потерей информации. Следовательно, массивы, хранящие информацию о более далёком прошлом, должны быть меньшего объема, чем массивы, хранящие информацию о менее далёком прошлом.

Выполнение программы BECOMING порождает бесконечный цикл. Никаких «внутренних» способов его остановить нет. Хотя моментов времени всего четыре, возникают они неограниченное число раз. С философской точки зрения это означает, что становление может длиться гораздо дольше, чем это отражено в существующей в универсуме памяти о прошлом. Так, никаких следов возрастом более полутора десятков миллиардов лет в нашем реальном универсуме не находится. Но это, вообще говоря, не ведёт к выводу, что он существует именно указанное количество лет. Возможно, даже если

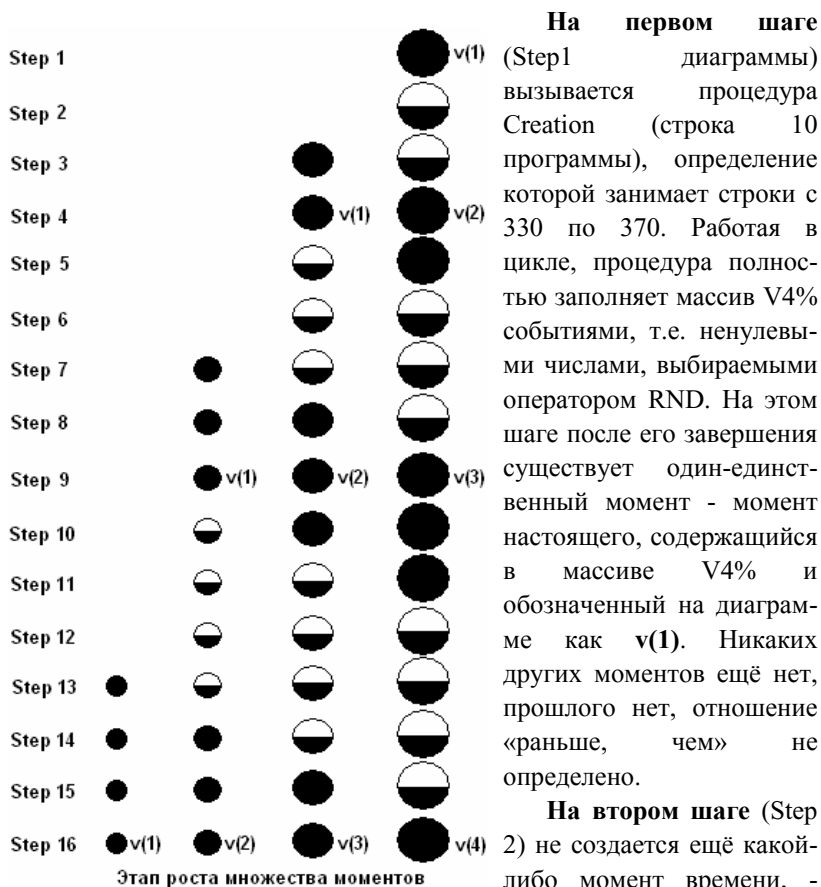
никаких более древних следов в действительности нет, его существование в циклах становления было существенно более длительным.

Выполнение строк с 10 по 160 однозначно соответствует шагам этапа инициализации множества моментов времени (см. диаграмму). Так, шаг 1 (Step 1) диаграммы соответствует строке 10 программы, шаг 2 (Step 2) - строке 20 и т.д., т.е. шаг i диаграммы соответствует строке $10 \times i$ программы BECOMING, вплоть до шага $i = 16$ включительно.

Этап инициализации, или, проще говоря, создания множества моментов модельного времени, необходим по следующей причине. После выполнения строки 5 память компьютера будет распределена между массивами V1%, V2%, V3% и V4%, которые, однако, мы не можем считать моментами времени. Ведь, по определению, моментом времени называется множество событий, а ни один из перечисленных массивов еще не содержит ни одного события, т.е. целого числа $s > 0$, размещённого в массиве в результате выполнения соответствующих команд программы BECOMING.

Ясно, что массивы подлежат заполнению событиями. Но как это сделать? Если *сначала* превратить массив V4% в момент времени, а *затем* наполнить событиями массив V3%, то получится, что момент, содержащийся в V4%, наступил *раньше, чем* момент, содержащийся в V3%. Однако предполагалось, что наибольший по размерам массив V4% хранит события настоящего. Но настоящее не может наступить раньше прошлого. Если, с другой стороны, *сначала* заполнить V3%, то (с содержательной точки зрения) именно V3% и является моментом настоящего времени, поскольку других моментов пока просто нет! Не можем же мы, не впадая в противоречие со здравым смыслом, с самого начала объявить события из V3% прошлыми. Ведь тогда получилось бы, что существует прошлое, никогда не бывшее настоящим.

К счастью, можно избежать создавшихся трудностей. Путь, ведущий к выходу из тупика, схематически изображен на диаграмме этапа инициализации множества моментов, содержащей 16 шагов. Проследим за этими шагами (попутно указывая, с помощью каких процедур программы BECOMING осуществляются эти шаги).



Этап роста множества моментов

На втором шаге (Step 2) не создается ещё какой-либо момент времени, - как мы видели, это привело бы к парадоксам, - а уничтожается часть событий момента настоящего при помощи вызова процедуры Oblivion (см. строку 20) с параметром X\$ = "V4%", т.е. в качестве параметра берется имя массива V4%, подлежащего частичному (в данном случае) обнулению. Недетерминированный выбор уничтожаемых событий имитируется оператором RND. После стирания части событий настоящего уже нет. Но и прошлого в собственном смысле еще нет - здесь фактически промежуточный этап создания прошлого. На диаграмме (см. Step 2) это состояние изображено в виде частично заштрихованного круга, где заштрихованная часть - это то, что осталось от бывшего настоящего.

Шаг 3 завершает создание первого момента прошлого при помощи вызова процедуры Past с именем массива V3% в качестве параметра (строка 30). В ходе выполнения процедуры Past все

спасшиеся от уничтожения события бывшего настоящего пересылаются в массив V3%, который заполняется этими событиями целиком. В результате шаг 3 завершается созданием момента прошлого, содержащегося в массиве V3%. Момент из V3% - действительно момент прошлого, так как все события, составляющие этот момент, когда-то были событиями настоящего. Вместе с тем никаких других моментов нет: настоящее перестало быть настоящим, «провалилось» в прошлое, а массивы V1% и V2% вообще не содержат ни одного события, поэтому не содержат и моментов времени.

Но массив V4% содержит события! Должен ли он считаться моментом времени? Вроде бы раз массив содержит события, его следует отнести к моментам. Но, строго говоря, моментами времени мы называем множества событий. В конце концов не столь существенно, что эти множества в программе BECOMING представлены массивами. Важнее то, что с теоретико-множественной точки зрения множество событий в массиве V4% и множество событий в массиве V3% совпадают. Тем самым как множества событий массивы V4% и V3% совпадают. Они как бы склеиваются в одно множество. Если бы существовало хоть одно событие, принадлежащее V4%, но не принадлежащее V3% или наоборот, то мы имели бы дело с разными множествами событий и тем самым - с разными моментами времени. Но чего нет, того нет: на шаге 3 существует лишь одно множество событий, являющееся единственным моментом прошлого при отсутствии настоящего. На диаграмме (см. step 3), однако, изображен не этот единственный момент времени, а два массива, его представляющие.

На шаге 4 впервые возникают два момента времени (на диаграмме они обозначены через **v(1)** и **v(2)**). Появляется возможность определить отношение «раньше, чем», ответив на вопрос о последовательности возникновений **v(1)** и **v(2)**. На этом шаге вновь вызывается процедура Creation, заново создающая настоящее. Поскольку момент V3% уже был в памяти перед тем, как появился новый момент V4%, естественно считать, что V3% раньше, чем V4%. Соответственно на диаграмме **v(1)** раньше, чем **v(2)**. Действительно, **v(1)** - это то, что осталось от предыдущего настоящего, тогда как **v(2)** - вновь созданное настоящее. Ясно, что **v(1)** принадлежит прошлому и предшествует во времени моменту **v(2)**.

На шаге 5 более ранний момент времени подвергается частичному уничтожению. Второй момент остается неизменным. С интуитивной точки зрения частично стертый момент по-прежнему

предшествует во времени моменту, сохранившемуся неизменным, так как события «нестабильного» момента появились в памяти компьютера раньше, чем события «стабильного» момента. Но нестабильность момента означает, что идёт процесс его трансформации в некий другой момент. Момент как бы перестал быть самим собой, но другим моментом не стал. В некотором смысле подвергшийся преобразованиям момент и момент, сохраняющий свою стабильность на очередном шаге становления, относятся к категориям разного рода. Так или иначе, мы будем определять модельное временное отношение «раньше, чем» только на «стабильных» моментах. Ситуации стабильности возникают на этапе инициализации или роста множества моментов на шагах 1, 4, 9 и 16 диаграммы, а на циклическом этапе, как мы увидим дальше, на шаге 0. Лишь на этих шагах (за исключением шага 1, когда имеется единственный момент времени) будет определено отношение R , являющееся модельным аналогом темпорального отношения «раньше, чем».

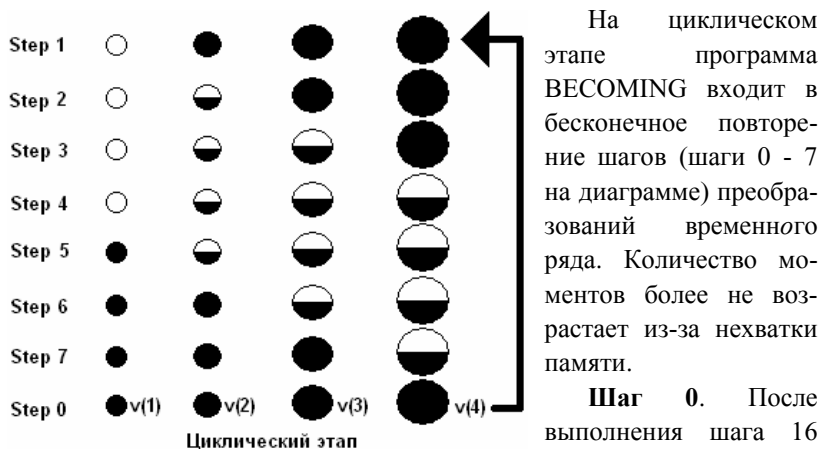
На шаге 6 частичному уничтожению подвергается момент настоящего (аналогично тому, как это происходило на шаге 2).

Шаг 7 состоит в переносе событий из второго по величине массива в третий по величине массив, который заполняется целиком и представляет впервые образованный еще один момент прошлого.

Шаг 8 аналогичен шагу 7, за исключением того, что перенос событий осуществляется из наибольшего массива во второй по величине массив.

Шаг 9. На этом шаге впервые завершается создание трех «полноценных» моментов времени, и, как уже говорилось, между ними устанавливается модельное отношение «раньше, чем». Ясно, что должно быть $v(1) R v(2) R v(3)$, так как события из $v(1)$ появились в памяти раньше всех, затем появились события из $v(2)$ и лишь впоследствии события из $v(3)$.

Шаги с 10 по 16 полностью аналогичны предыдущим. Отличие заключается только в том, что эти шаги приводят к образованию четырех моментов времени, упорядоченных в соответствии со следующим порядком появления в памяти: $v(1) R v(2) R v(3) R v(4)$.



на шаг 1 цикла. Это означает, что перед выполнением первого шага цикла в памяти расположен «полноценный» ряд из 4 моментов т.е. ряд, аналогичный тому, который должен появиться на шаге 0. Можно считать поэтому, что выполнение цикла начинается с шага 0, роль которого первоначально играет шаг 16, завершающий этап инициализации.

На шаге 1 самый ранний момент времени с помощью процедуры Oblivion подвергается полному уничтожению (массив V1% обнуляется). Полному - потому что сохранившуюся в первом моменте информацию невозможно (даже частично!) переслать в более далёкое прошлое из-за нехватки памяти. Между тем требуется место для новой информации.

Шаги 2 - 7 ничем не отличаются от шагов 10 - 15 диаграммы инициализации. В программе BECOMING этим шагам соответствует одна и та же последовательность процедур, вызываемых с теми же самыми параметрами.

#§3. Временные понятия в компьютерной среде

В чем смысл программы BECOMING? Она моделирует течение времени или становление. Каким образом мы часто поступаем, когда требуется ввести в рассмотрение время? Вначале улавливаемся, например, что временем называется любое линейно упорядоченное множество, удовлетворяющее следующим аксиомам:

- (1) $\forall x \neg(x < x)$,
- (2) $\forall x \forall y \forall z (x < y \ \& \ y < z \rightarrow x < z)$,
- (3) $\forall x \forall y (x < y \vee y < x \vee x = y)$.

Любая модель этих аксиом считается теперь множеством моментов времени, упорядоченных «темпоральным» отношением «<». Скажем, множество Z целых чисел удовлетворяет всем аксиомам (1) - (3) и потому может быть взято в качестве модели времени.

По сути программа BECOMING играет по отношению ко времени ту же самую роль, что и множество Z . И то, и другое - конкретные примеры моделей времени. Но BECOMING модель динамического времени, а Z модель статического времени.

Введём ряд новых понятий, относящихся к программе BECOMING. Предположим, выполнение BECOMING находится на таком этапе, когда осмысленным становится вопрос о значениях, присвоенных элементам объявленных в BECOMING четырех массивов. Будем говорить в этом случае, что массивы *заполнены*.

Каждый заполненный массив из множества $ARRAY =_{\text{Df}} \{V1\%, V2\%, V3\%, V4\%\}$ будем рассматривать как функцию из множества $\{1, 2, \dots, n\}$ (где n - уменьшенная на 1 размерность массива) в некоторое подмножество множества $V =_{\text{Df}} \{0, 1, \dots, 10^9\}$. Обозначая через $\text{dom}(f)$ и $\text{rng}(f)$ области определения и значения функции f соответственно, положим

$$RNG =_{\text{Df}} \{m \mid \exists v (v \in ARRAY \ \& \ \text{rng}(v) = m)\}.$$

Назовём множество m из RNG квазимоментом (времени), если 0 принадлежит m и найдется число, отличное от 0, также принадлежащее m :

$$\mathbf{Квазимомент}(m) \leftrightarrow_{\text{Df}} (m \in RNG \ \& \ 0 \in m \ \& \ \exists x (x > 0 \ \& \ x \in m)).$$

Содержательно, множество m является квазимоментом, если оно содержит какие-либо события (роль которых играют отличные от нуля целые положительные числа), но может быть расширено при помощи добавления других событий путем замены нулевых значений соответствующего массива на ненулевые.

Множество m из RNG является моментом (времени), если $0 \notin m$. Это эквивалентно утверждению $\forall x (x \in m \rightarrow x > 0)$. Итак,

$$\mathbf{Момент}(m) \leftrightarrow_{\text{Df}} (m \in RNG \ \& \ \forall x (x \in m \rightarrow x > 0)).$$

Содержательно, множество m является моментом, если оно не может быть расширено при помощи добавления новых событий посредством замены нулевых значений соответствующего массива ненулевыми из-за того, что все элементы этого массива имеют значения, отличные от 0.

Множество всех квазимоментов и всех моментов обозначим через K и через M соответственно. Из определений немедленно следует, что $K \cap M = \emptyset$. На множестве $K \cup M$ определим (неформально) отношение «квазираньше, чем», обозначив его через KR : $m KR m^*$, если и только если вызов процедуры, сформировавшей m , предшествовал вызову процедуры, сформировавшей m^* . «Нормальное» отношение R , соответствующее привычному «раньше, чем», является сужением отношения KR на множество моментов M : $m R m^* \leftrightarrow_{\text{Df}} (m \in M \ \& \ m^* \in M \ \& \ m KR m^*)$.

Введём еще два важных определения. Назовем упорядоченную пару $KW =_{\text{Df}} \langle K \cup M, KR \rangle$ **квазиметамоментом**, если $K \neq \emptyset$. Упорядоченная пара $W =_{\text{Df}} \langle K \cup M, R \rangle$ является **метамоментом**, если $K = \emptyset$ и $M \neq \emptyset$.

В соответствии с этими определениями, на диаграмме метамоментам соответствуют на этапе инициализации шаги 1, 4, 9 и 16, а на циклическом этапе - шаги 1 и 0. Все остальные шаги обоих этапов порождают квазиметамоменты.

Существенно, что на каждом шаге становления возникает квазиметамомент или метамомент и притом только один. Два различных метамомента или два различных квазиметамомента сосуществовать вместе не могут - для их размещения не хватит памяти компьютера. Памяти хватает для размещения одного и только одного метамомента или квазиметамомента.

Предположим, что процесс выполнения программы BECOMING находится на таком этапе, когда в памяти компьютера размещен метамомент M . **Моментом настоящего** назовем момент $h \in M$, удовлетворяющий условию $(\forall m \in M)(m R h \vee m = h)$. Множество моментов прошлого P образуем при помощи определения $P =_{\text{Df}} \{m \mid m \in M \ \& \ m R h\}$.

Казалось бы, настала очередь моментов будущего. Однако в рассматриваемой модели моменты будущего отсутствуют. Ведь момент - это множество событий (считающихся одновременными в рамках момента). Появление в памяти событий «будущего» означает, что эти события уже произошли. Тем самым к таким событиям применима оценка «уже», которая характерна как раз для событий, не являющихся будущими, - для событий прошлого и настоящего. Это прошлое уже произошло, и это настоящее уже есть. Не скажешь ведь, что будущее «уже будет».

Лингвистический запрет в данном случае соответствует онтологическому запрету отождествления сбывшегося и не

сбывшегося (хотя так бывает далеко не всегда, поскольку естественный язык не всегда онтологичен). Тем более не должен нарушаться онтологический запрет в модели, претендующей на «схватывание», - пусть в сильно упрощенном виде, - основных черт течения времени. Однако просто сказать, что будущего нет и этим ограничиться - значит дать ввести себя в заблуждение. В определённом смысле будущее существует (например, в виде обсуждавшихся в первом параграфе данной главы стабильных и предсказуемых событий), но это существование нельзя трактовать по типу прошлого и настоящего.

Теперь настала пора вернуться к доводам Мак-Таггарта об иллюзорности времени¹⁶⁰, используя для их анализа только что созданный новый понятийный аппарат. Допустим, событие s есть настоящее, т.е. $s \in h$. Означает ли это, что s было будущим и будет прошлым? «Было будущим», согласно Мак-Таггарту, равнозначно «является будущим в некоторый момент прошлого». Пусть этим моментом прошлого является $m \in P$. Можно ли утверждать, что событие s является будущим в момент m ? Нет, поскольку будущее - это то, что наступает вслед за настоящим, а m - момент прошлого. Но ведь m когда-то был моментом настоящего? Опять-таки нет, потому что m это осколок, след исчезнувшего настоящего. И когда m входил составной частью в ушедшее настоящее, появление события s отнюдь не было предопределено: в будущем могло случиться так, что $m \in P$ и $s \notin h$. Равно как могло случиться $m \in P$ и $s \in h$, $m \notin P$ и $s \notin h$ или $m \notin P$ и $s \in h$. Произошло так, что $m \in P$ и $s \in h$, но это дело случая, реализовавшегося в момент «теперь», а не предуготовленного будущим. Во времена Гая Юлия Цезаря просто не существовало времени, в котором пребывала Анна Стюарт, и, значит, событие её смерти не было будущим. В те времена было неизбежным событие смерти Цезаря, но и тут будущее не было полностью фиксированным: заговор мог быть раскрыт, Цезарь мог умереть от внезапной болезни и т.д.

Далее, «будет прошлым», по Мак-Таггарту, эквивалентно «является прошлым в некоторый момент будущего». Применительно к рассматриваемому примеру получается, что в будущем, когда момент настоящего h перейдет в прошлое, событие s станет событием прошлого. Однако моментом прошлого станет не момент h , а какая-то его часть. И вновь ничем не предопределено, что событие s останется в этой части. Как знать, быть может, когда-нибудь в веках начисто

¹⁶⁰ См. Гл. 4, §2.

потеряются следы существования диктатора Юлиа Цезаря и королевы Анны Стюарт.

Стало быть, как то, что событие настоящего s было будущим, так и то, что s будет прошлым, весьма проблематично. Так что же, доводы Мак-Таггарта следует признать ошибочными? Думается, Мак-Таггарт прав в главном: его рассуждения показывают, что такие темпоральные характеристики, как прошлое, настоящее и будущее, не могут быть заданы при помощи рядов, являющихся, по сути, геометрическими образованиями. Когда шла речь о проблематичности судьбы события s или события смерти королевы Анны, имелся в виду негеометрический, программный аспект реальности, который невозможно представить комбинацией геометрических рядов. Время - это геометрический ряд, взятый вместе с программой его преобразования; но по отдельности эти компоненты не образуют времени.

#§4. Проблема гарантированности будущего

Существует совершенно не поддающаяся учету в геометрических построениях асимметрия между осуществившимся прошлым и неосуществившимся будущим: тот факт, что настоящее и прошлое обрело бытие, не означает, что тем самым гарантирован и переход в бытие будущего. Рассмотрим простейший пример. Предположим, мы собираемся запустить программу BECOMING. На этом этапе нет смысла вести разговор о прошлом, настоящем и будущем применительно к тем объектам, которые будут вызваны к жизни лишь действительным выполнением BECOMING на компьютере. Предположим, далее, что BECOMING запущена и произвела метамомент W . Но в этот момент её выполнение было прервано. Если прерывание сопровождалось потерей данных в оперативной памяти, то опять-таки объект анализа перестаёт существовать, как и до включения BECOMING. Однако, если прерывание носило «мягкий» характер и все данные (включая метамомент W и саму программу BECOMING) остались в целости и сохранности, объект анализа налицо, в нём сохраняется информация о прошлом, которое, несомненно, было и т.д.

Но как быть в этом случае с будущим? С ним возникает странная ситуация: мир, в котором есть прошлое и есть настоящее, но в котором нет будущего. Нет, ибо больше не функционирует программа

BECOMING, именно от *действий* которой зависит, быть будущему или нет. Заметим: от дальнейших действий BECOMING уже не зависит, существовать прошлому или нет, так как она не в состоянии отменить факт таких действий в прошлом. Но вот *будущее может наступить или не наступить*.

Серьезное возражение против предложенных соображений в пользу программной асимметрии между прошлым и будущим состоит в том, что как событие включения программы BECOMING, так и событие её прерывания являются *внешними* по отношению к порождаемым ею структурам. Даже если в памяти ЭВМ в условиях прерывания находится метамомент W , он уже не может выполнять функции метамомента по сути, поскольку суть дела состоит не только в том, что метамомент с теоретико-множественной точки зрения - это модель статического времени, целиком поддающаяся описанию стандартными логико-математическими средствами, но и в том, что метамомент - конструкция временная, преходящая, лишь в этом случае заслуживающая названия метамомента. Если же никаких дальнейших изменений метамомента W не предвидится, то перед нами уже не метамомент.

Мы полностью согласны с возражениями такого рода. Действительно, следует сосредоточиться на внутренних свойствах программы BECOMING и особенностях ее выполнения, абстрагируясь от таких привходящих внешних обстоятельств, как возможность «мягкого» или «жесткого» прерывания, наличие тока в электрической цепи, питающей компьютер, исправность оборудования и т.п. Для чего тогда было приводить все эти внешние соображения? С единственной целью: четко отделить их от аргументов, составляющих *внутреннюю* суть рассматриваемой проблемы. Основной тезис остается прежним: в моделях динамического времени существует программно обусловленная асимметрия между прошлым и настоящим, с одной стороны, и будущим - с другой.

Проанализируем природу данной асимметрии более подробно. Но для этого нам потребуется понятие *правильной* или *корректной* программы. С интуитивной точки зрения программа будет правильной, если в результате её выполнения будет достигнут тот результат, с целью получения которого и была написана программа. Сам по себе факт безаварийного завершения программы еще ни о чём не говорит: вполне возможно, что программа в действительности делает совсем не то, что было задумано нами и для чего она была

написана. Хотя, конечно, правильная программа не должна содержать в себе так называемых синтаксических ошибок, связанных с нарушением правил написания текстов на данном языке программирования.

Теперь мы готовы сформулировать понятие правильной программы в общем виде, применяя единообразный способ записи утверждений о правильности. Пусть α - программа, P - утверждение, относящееся к входным данным, которое должно быть истинно перед выполнением программы α , и R - утверждение, которое должно быть истинно после выполнения программы α . P называется **предусловием**, а R - **постусловием** программы α . Полезно различать два вида правильности: частичную и тотальную (полную). Программа α называется **частично правильной** по отношению к P и R , если всякий раз, когда предусловие P истинно перед выполнением α и α заканчивает работу, постусловие R также будет истинно. В этом случае будем использовать запись $P\{\alpha\}R$. Программа α называется **тотально правильной** по отношению к P и R , если она частично правильна по отношению к P и R и обязательно завершает свою работу, если P истинно. В этом случае пишем $P\{\alpha\downarrow\}R$.

Подчеркнём, что понятие правильной программы сформулировано относительно соответствующих утверждений P и R . Поэтому из истинности утверждения $P\{\alpha\}R$ (или $P\{\alpha\downarrow\}R$ соответственно) не обязательно следует истинность утверждения о правильности α при других пред- и постусловиях. Аналогичным образом, замена в $P\{\alpha\}R$ (или в $P\{\alpha\downarrow\}R$) программы α на программу β , вообще говоря, не сохраняет истинностного значения утверждения о правильности. Хотя не следует думать, будто при данных P и R существует только одна программа α , для которой высказывание $P\{\alpha\}R$ (или $P\{\alpha\downarrow\}R$) истинно. На самом деле существуют отличающиеся от α программы, для которых утверждения о правильности при тех же P и R имеют то же самое истинностное значение.

Говорить о правильности программы самой по себе бессмысленно, если не иметь в виду отсутствие синтаксических ошибок, возможности программной аварии (т.е. вызванного программными причинами аварийного останова) или возможности попадания в нежелательные бесконечные циклы. Программы пишутся с целью получить решение задачи, а каждая правильно поставленная задача содержит в себе условие (то, что дано) и вопрос, на который нужно дать ответ. Если задача вообще поддаётся решению с помощью компьютера, её условие превращается в предусловие, а вопрос

преобразуется в постусловие, имеющее уже форму не вопроса, а утверждения, причем это утверждение должно быть истинно всякий раз, когда ответ на вопрос задачи правилен. Применительно к данным предусловию P и постусловию R пишется соответствующая программа, правильность которой необходимо доказать.

Скажем несколько слов о свойствах частичной и тотальной правильности. Из определений следует, что всякая тотально правильная программа является частично правильной при тех же пред- и постусловиях. Обратное, конечно, неверно (нетрудно привести пример программы, являющейся частично правильной, но не тотально правильной). По-видимому, никто не будет спорить с тем, что тотальная правильность «лучше» частичной, хотя осуществить доказательство тотальной правильности сложнее (это понятно: ведь любое доказательство тотальной правильности содержит в себе доказательство частичной правильности и, кроме того, доказательство отсутствия бесконечных циклов).

Иногда утверждения о частичной правильности программ могут выглядеть довольно странно. Рассмотрим, например, следующий фрагмент программы (обозначим его буквой γ):

REPEAT

$x := x + 0$

UNTIL $x > 0$.

Утверждение $(x = 0) \{ \gamma \} (x = 0 \ \& \ x \neq 0)$ является истинным! Действительно, импликация «если $x = 0$ и γ закончит работу, то $x = 0 \ \& \ x \neq 0$ » является истинной, поскольку по правилам логики ложная посылка имплицитно утверждает всё что угодно. Но посылка « $x = 0$ и γ закончит работу» всегда ложна, так как конъюнкция ложна, если ложно хотя бы один из её членов. В рассматриваемом примере утверждения « $x = 0$ » и « γ закончит работу» исключают друг друга, т.е. не могут быть вместе истинными. Следовательно, их конъюнкция является ложной и влечёт любое утверждение, в том числе заключение $x = 0 \ \& \ x \neq 0$, которое, конечно, противоречиво, а потому ложно. Однако вся импликация будет истинна, откуда утверждение о частичной правильности γ также истинно. Итак, согласно определению программа γ является частично правильной, хотя в интуитивном смысле при данном пред- и постусловии её трудно считать правильной. Вместе с тем утверждение $(x = 0) \{ \gamma \downarrow \} (x = 0 \ \& \ x \neq 0)$ ложно, поэтому понятие тотальной правильности в большей степени соответствует интуиции.

Бросается в глаза, что в понятии правильной программы ключевую роль играет условие остановки выполнения программы. Не

требуется больших усилий, чтобы увидеть, почему это так. В реальной жизни программы ищут ответы на вопросы, которые поставил перед компьютером человек. Само собой разумеется, что он не хочет ждать слишком долго, не говоря уже о крайне нежелательной перспективе бесконечного ожидания в случае «зацикливания» выполняемой программы.

Нельзя ли заранее, до запуска программы, проанализировать её и установить, обязательно остановится она когда-либо или, возможно, попадёт в бесконечный цикл? К сожалению, в математической логике получен результат, не позволяющий надеяться на разработку сейчас или в будущем эффективного общего метода, способного по произвольной программе определить, завершит ли она работу при всех допустимых значениях входных данных или не завершит.

В бытовой и производственной практике важны только те автономно (т.е. без участия человека) выполняющиеся программы, которые рано или поздно завершают свою работу. Но поиск решения задачи моделирования течения времени парадоксальным образом требует как раз автономно работающих программ, которые не должны останавливаться в каком-либо итоговом состоянии. Эти программы обязаны функционировать теоретически неограниченно долго за счёт наличия в них бесконечных циклов. В противном случае возникает проблема оправдания завершения течения времени или становления в каком-либо состоянии. Даже если такие оправдания найдутся, вряд ли они будут убедительны для всех. Точка зрения, что течение времени не имеет конца, также имеет право на существование.

Поставив задачу создать программу или комплекс программ, моделирующих различные аспекты течения времени, при попытке её практического решения на реальных ЭВМ мы неизбежно сталкивались с проблемой *начала* становления. Модель должна была с чего-то начинать, подобно тому, как программа BECOMING начала с этапа инициализации или роста множества моментов модельного времени. Не обсуждая сейчас вопрос о том, оправданно ли наличие начального этапа становления с концептуальных позиций, подчеркнем его необходимость с точки зрения техники программирования на реальных компьютерах. Но каким образом должно завершиться функционирование этой модели? Если вновь не упоминать о концептуальной стороне дела, то какие аргументы *вычислительного* порядка можно привести в пользу тезиса о необходимости останова модели? При этом имеются в виду аргументы, касающиеся программных текстов, а не указания на то, что рано или поздно

придется выключить аппаратуру, поддерживающую течение модельного времени, если только до этого она сама не выйдет из строя, и т.п.

Нам неизвестны аргументы подобного рода. Более того, позволим себе усомниться в том, что они вообще существуют. Действительно, если программа динамически моделирует переход от прошлого и настоящего к будущему, вновь и вновь осуществляя этот переход в ходе выполнения, не видно каких-либо вычислительно обусловленных зацепок, наличие которых послужило бы основанием для предотвращения очередного перехода. Ведь один переход в будущее в принципиальном плане не отличается от другого, и, коль скоро осуществился один переход, почему не должен осуществиться следующий за ним в очередном цикле?

Можно было бы попытаться найти оправдание программным образом реализованному завершению модельного становления в том, что реальные компьютеры являются автоматами с конечным числом возможных состояний, в силу чего рано или поздно процесс течения модельного времени начнёт повторять сам себя. Иначе говоря, программы, моделирующие становление на реальных ЭВМ посредством бесконечных циклов, неизбежно осуществляют в той или иной форме реализацию идеи *вечного возвращения*.

Однако остается непонятным, почему требуется заботиться о предотвращении вечного возвращения. В конце концов, вопрос о допустимости вечного возвращения относится к числу концептуальных и предрешать его решение по формально-техническим соображениям нет оснований. Напротив, с технической точки зрения моделировать переход от прошлого к будущему удобнее при помощи бесконечных циклов, что влечёт осуществление вечного возвращения. Так что вопрос скорее в том, насколько важны философские аргументы против вечного возвращения и достаточен ли их вес для того, чтобы изыскивать средства борьбы с технически совершенными бесконечными циклами в программах, моделирующих становление.

Небезынтересно отметить следующее: на реальных ЭВМ можно организовать потенциально бесконечный цикл, направленный в будущее, но нельзя построить потенциально бесконечный цикл, направленный в прошлое. С одной стороны, сколько бы шагов ни сделал компьютер, выполняя произвольную программу α , число этих шагов остаётся конечным. С другой стороны, может случиться так, что число шагов по выполнению программы α в будущем

неограниченно. Первая особенность реальных компьютерных моделей времени делает неизбежным существование начала времени, вторая обуславливает вечное возвращение при неограниченном определённым числом повторении ответственной за возникновение циклов части команд программы α .

Ограничения, присущие реализованным на действительно существующих ЭВМ моделям становления, могут быть преодолены только в абстракции. Нам ещё предстоит подробное обсуждение абстрактных программ, моделирующих течение времени и выполняющихся на идеальных вычислительных устройствах. Но здесь остаётся зафиксировать три выявленные черты реальных моделей становления: во-первых, в этих моделях время имеет начало; во-вторых, в них переход от прошлого и настоящего к будущему технически осуществляется при помощи бесконечных циклов (поскольку никаких естественных ограничений на количество шагов в циклах не существует); и, в-третьих, при достаточно долгом функционировании моделей неизбежно происходит многократное повторение уже происходившего - вечное возвращение.

Отсутствие естественных ограничений на количество шагов в циклах становления, обусловленное однотипностью всех переходов от прошлого и настоящего к будущему, не означает, что в действительности эти переходы на самом деле будут однотипны. Например, если при выполнении программы α процессор смог успешно выполнить переход к метамоменту W и затем, пытаясь осуществить переход к следующему метамоменту, попал в тупиковую ситуацию («завис») по вине программы, требующей от него одновременного выполнения взаимоисключающих действий, то мы по сути имеем дело с переходами двух различных типов.

В отличие от фатальной предопределённости начала времени в реальных компьютерных моделях становления, появление тупиковых ситуаций или **дедлоков**, обрывающих течение модельного времени, отнюдь не является теоретически неизбежным. Как раньше было установлено, не являются теоретически неизбежными и остановки (нормальные завершения процессов вычислений; речь не идёт об аварийных остановках или авостах, связанных с неисправностью аппаратуры) программ ввиду возможности использовать бесконечные циклы.

Итак, вырисовывается следующая картина переходов от прошлого и настоящего к будущему в компьютерных моделях становления, реализованных на существующих в действительности ЭВМ (при

отвлечении от вопросов физического порядка, связанных с аппаратной частью компьютеров).

Прежде всего процесс осуществления переходов имеет начало. В последующем возможны три варианта развития данного процесса.

Во-первых, может наступить останов - нормальное завершение работы программы, которое, однако, трудно оправдать в условиях равноправия переходов. Почему один переход должен заканчиваться новым будущим, а другой - завершать становление, не позволяя тем самым будущему наступить?

Во-вторых, возможен дедлок: состояние, при котором не только не наступает будущее, но и не происходит нормального завершения работы программы из-за возникновения программных противоречий, которые процессор не в состоянии разрешить. Как и останов, дедлок нарушает односторонность темпоральных переходов и прерывает становление.

В-третьих, процесс модельного становления может осуществляться теоретически неограниченно в ходе выполнения содержащегося в программе бесконечного цикла. При этом все переходы от прошлого и настоящего к будущему осуществляются успешно. Тем самым наступление будущего гарантировано. Другой вопрос, что это за будущее. Кроме того, как уже говорилось, мы отвлекаемся от ограничений физического порядка (исправность аппаратуры, наличие тока в электрической цепи, эволюция физической Вселенной и т.п.).

Гарантированность будущего - вот что даёт с теоретической точки зрения организация бесконечных циклов в программах, моделирующих течение времени. Подобно тому как останов являлся необходимым условием правильности программ, решающих задачи традиционных типов, отсутствие останова является тем условием, которое необходимо для успешного построения при помощи программных конструкций моделей становления.

Введём понятие **безостановочной программы**, в основе которого, как ясно из самого названия, лежит идея неограниченного выполнения программных команд в отсутствие остановов и дедлоков. Строго говоря, в ситуации дедлока выполнение порожденного программой процесса не завершается определенным состоянием, однако в то же время нельзя сказать, что продолжается нормальное выполнение процесса. Тем не менее мы будем рассматривать дедлок как *логический авост*, а не как вариант безостановочности.

Так как количество инструкций или команд, входящих в состав компьютерной программы, конечно, безостановочность работы программы предполагает возникновение бесконечного цикла в процессе её выполнения. При этом некоторые инструкции безостановочной программы будут выполняться неограниченное число раз. Программу π , содержащую инструкцию I , назовём ***I-безостановочной***, если в процессе работы π количество выполнений инструкции I неограниченно. Поскольку программа π может иметь различные вхождения одной и той же инструкции, во избежание неопределённости условимся, что каждое вхождение любой инструкции в программу снабжено номером, отличающимся от номеров всех других вхождений.

Например, в BECOMING можно считать инструкциями строки этой программы (не обращая внимания на то, что строки иногда содержат несколько операторов), а номерами инструкций - номера строк. Вообще любую программу π будем представлять как конечную последовательность инструкций.

$$\begin{matrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_n \end{matrix}$$

Внутренняя сложность инструкций не будет приниматься в расчёт. Для удобства использования введённых понятий в символических выражения безостановочность программы π будем представлять посредством записи $\pi \uparrow$, а I_j -безостановочность π обозначать через $\pi(I_j) \uparrow$.

Если Q - утверждение об объектах, находящихся в памяти компьютера, то запись $\{\pi(I_j)\}Q$ означает, что всякий раз после выполнения инструкции I_j программы π утверждение Q истинно (в неформальном смысле этого слова). В этом случае будем говорить, что Q является *инвариантом инструкции I_j* или, короче, *I_j -инвариантом*. Примем также сокращение $\{\pi(I_j) \uparrow\}Q \leftrightarrow_{\text{Df}} \pi(I_j) \uparrow \ \& \ \{\pi(I_j)\}Q$.

По аналогии с понятием правильной программы определим понятие *темпоральной корректности относительно будущего*, или, для краткости, *f-корректности*. Пусть π - программа, содержащая инструкцию I_j , и Q - утверждение, относящееся к используемым программой π данным. Назовем программу π **частично *f-корректной*** относительно I_j и Q , если верна импликация $\pi(I_j) \uparrow \rightarrow \{\pi(I_j)\}Q$. Иначе говоря, при данных I_j и Q программа π является частично *f-*

корректной, если утверждение об I_j -безостановочности π влечёт утверждение об I_j -инвариантности Q .

По определению, программа π является **тотально f -корректной** относительно I_j и Q , если верно $\{\pi(I_j)\uparrow\}Q$. Другими словами, при данных I_j и Q программа π тотально f -корректна, если она частично f -корректна и к тому же I_j -безостановочна.

Подобно ситуации с частичной правильностью, легко подобрать тривиальные примеры частично f -корректных программ. Так, частично f -корректной будет в силу определения любая программа π , обязательно заканчивающая свою работу остановом или попаданием в дедлок, поскольку в этом случае антецедент $\pi(I_j)\uparrow$ импликации $\pi(I_j)\uparrow \rightarrow \{\pi(I_j)\}Q$ будет ложным независимо от того, какая инструкция из π исползуется и каково утверждение Q , что всю импликацию превращает в истинное высказывание.

Настоящую свою сложность понятие частичной f -корректности обнаруживает тогда, когда наряду с возможностью останова или дедлока программы π будет существовать и возможность её попадания в бесконечный цикл. В такой ситуации нельзя будет утверждать со стопроцентной уверенностью $\pi\uparrow$, что исключает тотальную f -корректность. Однако в силу того, что $\pi\uparrow$ возможно, высказывание вида «Если $\pi\uparrow$, то ...» может иметь нетривиальный смысл, поскольку не исключена реализация антецедента этого высказывания.

Как и в случае тотальной правильности, тотальная f -корректность является целью, к которой следует стремиться при создании программ (при этом правильные программы, решающие традиционные задачи, должны останавливаться; тогда как корректные программы, моделирующие становление, должны быть безостановочными). Если доказана импликация $\pi(I_j)\uparrow \rightarrow \{\pi(I_j)\}Q$, то этого еще недостаточно и следует попытаться доказать $\pi(I_j)\uparrow$. Но относительно каких инструкций и утверждений следует устанавливать тотальную f -корректность? Все зависит от той конкретной программы π , которая реализует определенный вариант динамической концепции времени. При этом выбор I_j и Q , разумеется, не продиктован однозначно.

Например, в случае программы BECOMING в качестве Q можно взять высказывательную форму

(*) В памяти компьютера @ находится метамомент X .

Однако при выполнении программы BECOMING в большинстве ситуаций в памяти компьютера находятся структуры, не являющиеся метамоментами. Поэтому (*) следует соотносить не с любой

инструкцией BECOMING, а только с некоторыми. Подходящей будет, например, инструкция I_{280} , так как после её выполнения в памяти должен появиться метамомент. После этого можно рассмотреть либо высказывание о частичной f-корректности

$$(pf) \text{ BECOMING}(I_{280})^{\uparrow} \rightarrow \{\text{BECOMING}(I_{280})\}(*),$$

либо высказывание о тотальной f-корректности

$$(tf) \{\text{BECOMING}(I_{280})_M\}(*),$$

считая высказывательную форму (*) истинной всякий раз, когда в памяти M_m компьютера @ после выполнения инструкции I_{280} находится какой-нибудь метамомент.

Именно потому, что истинность высказывательной формы (*) не должна зависеть от конкретного метамомента, символ «X» в ней является свободной переменной, а не именем определённого метамомента. Вместо (*) можно было взять предложение

(**) $\exists X(X \text{ находится в памяти компьютера @ \& } X - \text{ метамомент})$, имеющее в контексте рассматриваемого примера тот же самый смысл.

Верны ли высказывания (pf) и (tf), утверждающие соответственно частичную и тотальную f-корректность программы BECOMING относительно I_{280} и (*)? Чтобы получить ответ на поставленный вопрос, требуется либо доказать, что эти высказывания верны, либо их опровергнуть. Мы, однако, оставим в стороне попытки доказательства или опровержения утверждений (pf) и (tf). Дело в том, что программа BECOMING предназначена для запуска на реальных компьютерах. Последнее обстоятельство накладывает свой отпечаток на программу BECOMING. Многие особенности примененного в ней алгоритма обусловлены используемым языком программирования (отнюдь не приспособленного к моделированию времени) и частными деталями, относящимися к конкретной реализации языка, механизм распределения памяти и т.п. Между тем эти особенности программы BECOMING затрудняют проведение доказательств утверждений, подобных (pf) и (tf), заставляя тратить время и усилия на учет их влияния в ущерб сути обсуждаемой проблемы.

Только что сказанное верно, даже если отвлечься от физических сторон процесса выполнения программы BECOMING (таких, как прагматическая неизбежность его завершения, возможность неверного выполнения программных команд и т.д.) - отмеченные недостатки являются недостатками самого алгоритма, лежащего в основе программы BECOMING, и не устраняются переходом к рассмотрению данной программы как идеального объекта.

Экономя время и место, ограничимся следующим утверждением. Если считать, что программа BECOMING выполняется на идеальном компьютере (по определению не делающем ошибок и не изнашивающемся!), то высказывание (tf) будет истинным. Иными словами, программа BECOMING как идеальный объект является totally f -корректной относительно инструкции I_{280} и высказывательной формы (*). Скептики могут убедиться в справедливости сделанного утверждения самостоятельно, рассмотрев алгоритм работы программы BECOMING.

#Глава 14. Абстрактная вычислимость и язык программирования АВТ

§1. Эффективная вычислимость. Границы применимости

Как реальные, так и абстрактные вычислительные машины, созданные или придуманные к настоящему времени, плохо приспособлены для решения задачи моделирования процессуальной, динамической стороны окружающего нас мира. Чтобы убедиться в сказанном, попробуем осуществить сравнение возможностей моделирования процессов на реальных ЭВМ и идеальных вычислительных устройствах (типа машины Тьюринга или машины с неограниченными регистрами¹⁶¹), используемых для уточнения идеи эффективной вычислимости.

В качестве основы для сравнения возьмем три группы свойств, определяющих границы применимости компьютеров указанных типов при описании процессов.

- I. Синтаксические ограничения;
- II. Ограничения по памяти;
- III. Ограничения на порядковые типы процессов.

¹⁶¹ Машины Тьюринга-Поста описываются во многих книгах (например, см.: *Мальцев А.И.* Алгоритмы и рекурсивные функции. М., 1986.). Более близка к реальным ЭВМ так называемая МНР-машина (машина с неограниченными регистрами), обладающая теми же вычислительными возможностями, что и машины Тьюринга-Поста. Об МНР см.: *Катленд Н.* Вычислимость. Введение в теорию рекурсивных функций. М., 1983.

Перейдем теперь к свойствам внутри каждой из перечисленных групп.

1.1. Синтаксическая сложность. Программирование как реальных, так и абстрактных компьютеров – это почти всегда нагромождение синтаксических конструкций для выражения самых простых вещей. Например, в Паскале вы не должны писать $X := Y$, если X имеет тип INTEGER (целого числа), а Y – тип REAL (действительного числа). Вместо этого приходится писать $X := \text{TRUNC}(Y)$, где «TRUNC» – функция преобразования типа REAL в тип INTEGER. Предметом особой гордости разработчиков системы «Турбо-Паскаль» служит наличие в этой системе не одного, как в стандартном Паскале, а нескольких целочисленных и вещественных типов, что тоже отнюдь не упрощает синтаксис. В других языках программирования дела обстоят не лучшим образом. Не лучше они и в случае программирования абстрактных вычислительных машин, программы для которых скорее напоминают программы на ассемблере, чем программы на языках высокого уровня. Возьмем в качестве примера программу для машины с неограниченными регистрами, складывающую два целых числа x и y : $I_1 J(3,2,5); I_2 S(1); I_3 S(3); I_4 J(1,1,1)$. Излишне говорить, что программы, описывающие менее тривиальные процессы, чем процесс сложения, будут содержать более длинные и труднообозримые цепочки команд.

1.2. Непрозрачность синтаксиса. Данный вид ограничений свойственен только языкам программирования высокого уровня. Как правило, инструкции этих языков включают в себя последовательность зачастую разноплановых логических действий. Так, сплошь и рядом применяемая операция присваивания, например, в виде $X := 0$, содержит в себе две логически разных операции – уничтожение старого значения X и размещение в соответствующих регистрах нового значения (нуля). После этого прежнее значение X теряется. В то же время, операция копирования файлов (что-нибудь вроде COPY F G) в приличных операционных системах в случае, если файл G уже существует, сообщит об этом и попросит подтвердить решение о выполнении операции копирования. Тем самым команда «COPY» разделяет акты уничтожения файла G и создания нового файла с тем же именем.

II.1. Количество регистров конечно. Это ограничение неизбежно для реальных ЭВМ. В то же время, идеальные компьютеры могут иметь бесконечное количество ячеек памяти. Однако при этом память таких машин, как машина Тьюринга и машина с неограниченными

регистрами, является счетно бесконечной, что достаточно для уточнения понятия алгоритма. Таким образом, и реальным, и рассматриваемым абстрактным компьютерам присуще следующее ограничение:

II.2. *Количество регистров не более чем счетно.*

II.3. *Каждый регистр конечен.* Смысл II.3 в том, что в каждом регистре может содержаться объект из некоторого конечного множества объектов. Для реальных ЭВМ это всегда так. Однако абстрактные компьютеры свободны от данного ограничения: так, в ячейке машины с неограниченными регистрами может содержаться любое положительное целое число из бесконечного множества таких чисел N .

Рассматриваемое ограничение имеет интересное следствие. Если $n, m \in N$, n – количество регистров и m – количество объектов, которые могут быть размещены в каждом из регистров, то в процессе выполнения любого бесконечного цикла через самое большое $k = m^n$ шагов распределение объектов в памяти компьютера обязательно повторится. В дальнейшем ничего нового в памяти не появится. Всё, что будет, уже было – бесконечный цикл на машине со свойством II.3 приводит к уже упоминавшемуся *вечному возвращению*, о котором с таким вдохновением писал Ф.Ницше. На машине с неограниченными регистрами, напротив, легко организовать бесконечный цикл без вечного возвращения (например, выполнять в цикле присваивание $R_0 := R_0 + 1$, где R_0 – нулевой регистр; ввиду отсутствия ограничения типа II.3 результатом такого цикла будет появление в нулевом регистре всё новых и новых натуральных чисел).

III.1. *Каждый процесс имеет начало.* Это верно как для реальных, так и для рассматривавшихся до сих пор абстрактных вычислительных машин. Между тем, а priori утверждать, что все процессы действительного мира имеют начало, нет оснований.

III.2. *Актуальная конечность числа шагов.* На каждом шаге вычислений количество уже проделанных шагов конечно. Даже бесконечный цикл в этом случае лишь потенциально бесконечен. Данное ограничение выполняется как для реальных, так и для упомянутых абстрактных компьютеров. Отметим, что III.2 влечет III.1.

Подведем итог. Реальным компьютерам свойственны все виды перечисленных выше ограничений, тогда как существующим эффективным абстрактным вычислительным машинам присущи все порядковые ограничения, одно ограничение синтаксического

характера (I.1) и одно ограничение по памяти (II.2). Таким образом, абстрактные компьютеры менее ограничены в своих возможностях, чем реальные ЭВМ. Тем не менее, рассмотренный список свойств показывает, что и они мало пригодны для моделирования нетривиальных процессов, связанных с проблемами времени, движения и истории. Эти процессы требуют простых, но более мощных методов вычислений. Причем требование эффективности вычислений для таких проблем не только не является обязательным, но и в ряде случаев неуместно.

Обобщения понятия вычислимости, достигнутые за счет отказа от обычной эффективности, представлены в литературе несколькими подходами, из которых упомянем два. Первый связан с рекурсией в высших типах, а второй – с теорией α -рекурсии, где α – некоторый подходящий ординал¹⁶². Как признают А.Кекрис и Я.Московакис, рекурсия в высших типах трудна для понимания (отметим, что авторы обращаются к математикам, а не, скажем, к философам) и сложна технически¹⁶³. Данное обстоятельство исключает плодотворные приложения обобщенной теории рекурсии к анализу философских проблем, если мы признаем стремление к ясности и (относительной) простоте решений обязательным в области философии. Кроме того (и это главное), эти обобщения исходят из стремления получить аналог обычной теории рекурсии, и в этой связи упор делается на обобщение идеи *эффективности*.

Между тем, суть дела состоит в том, что не всякое обобщение идеи вычислимости удовлетворительно с концептуально-философской точки зрения. Мир, в котором мы существуем, является совокупностью разного рода процессов, большинство из которых трудно отнести к эффективно организованным. В подтверждение сказанного достаточно вспомнить о феномене, как правило, ускользающем от внимания логиков. Речь идет об *истории*, фундаментальной особенностью которой, часто некритически принимаемой за определение истории, оказывается отнесенность к прошлому. Но не в нашей власти написать историю будущего. Поэтому мы *вынуждены* писать историю прошлого, будучи уверенными, однако, что история не дописана, что она продолжится в

¹⁶² См.: Кекрис А., Московакис Я. Рекурсия в высших типах // Справочная книга по математической логике. Ч.III. Теория рекурсии. М., 1982; Роджерс Х. Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость. М., 1972; Шор Р. Теория α -рекурсии // Справочная книга по математической логике. Ч.III. Теория рекурсии. М., 1982.

¹⁶³ Кекрис А., Московакис Я. Рекурсия в высших типах. С.166-167.

будущем. У нас нет даже намека на возможность эффективного предсказания исторических фактов будущего в той их целостности, которая образует историческое описание. Имея в арсенале знания законы, многое ли в действительности можно предвидеть? Не очевидно ли, что в действительности основная масса процессов, составляющих историю, находится за пределами требования эффективности описаний? История – это, несомненно, процесс. Но это *неэффективный* процесс. Значит, необходима *теория неэффективных процессов*.

Хотелось бы, кроме того, иметь такую теорию неэффективной вычислимости, в которой любой процесс *локально* вел бы себя как обычный вычислительный процесс: процессы должны состоять из шагов, каждый из которых (если он не первый и не последний) выполняется при условии, что выполнен непосредственно предшествующий шаг, и что выполнение очередного шага вызывает осуществление непосредственно следующего шага. Между тем, в рамках рассматриваемых обобщений понятия вычислимости допустимы, например, процессы, содержащие $\omega+1$ число шагов. В качестве иллюстрации можно привести решение проблемы останова обычной машины на обобщенной машине, которое потребует как раз $\omega+1$ шагов¹⁶⁴. Последний шаг при таком понимании налицо, однако нельзя указать тот конкретный шаг, осуществление которого детерминировало выполнение последнего шага.

§2. Неэффективная вычислимость. События и процессы

В предлагаемом подходе к вычислимости исходными будут понятия *события* и *процесса*. Условимся считать, что события не протекают во времени и фиксируются предложениями логики предикатов первого порядка, теории множеств и теории моделей, не содержащими ссылок на время. В отличие от событий, процессы протекают во времени и способны влиять на события в том смысле, что актуальное множество событий (событий, существующих «теперь») изменяется в ходе реализации процесса. Постулируется существование множества *элементарных процессов*, каждый из которых выполняется за один шаг абстрактной вычислительной

¹⁶⁴ Роджерс Х. Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость. С. 520.

машины. Этому шагу соответствует одна инструкция или команда программы для данной абстрактной вычислительной машины.

Остальные процессы считаются составленными из элементарных. В рамках неэлементарного процесса π выполнение элементарного процесса α в данное время образует шаг вычислений, отличный от шага выполнения этого же элементарного процесса α в другое время. Различать время выполнения элементарных процессов в ходе реализации некоторого составного процесса удобно при помощи приписывания индексов элементарным процессам. Так, если зафиксировать составной процесс π и элементарный процесс α , входящий в π , то α_i , α_j – выполнение α во время i и во время j , где как время i , так и время j затрачивается на выполнение процесса π . В рамках π при $i \neq j$ процесс α считается выполненным дважды в разное время; если же $i = j$, речь идет об одном и том же выполнении элементарного процесса α .

Важно подчеркнуть, что понятие элементарности процесса имеет разные уровни. Например, пусть МНР-машина выполняет команду $S(1)$. Пороцесс выполнения этой команды состоит в увеличении на 1 натурального числа n , содержащегося в регистре номер 1 (R_1). Элементарен данный процесс или нет?. Если учесть, что данную команду нельзя разбить на более элементарные команды (их просто нет для МНР), разумно считать процесс $S(1)$ элементарным. Но с точки зрения устройства МНР-машины, она должна проделать следующие действия: пишущая головка (где бы она до этого ни находилась) устанавливается в том месте памяти (представляющей из себя ленту, разбитую на регистры), где располагается регистр R_1 ; затем она записывает в R_1 число $n + 1$. Но как пишущая головка попадает в нужное место, если до этого она находилась на месте расположения регистра, скажем, R_{10} ? Переходит сначала к R_9 и т.д.? А что происходит при записи нового числа $n + 1$ в R_1 ? Сначала стирается n , а потом пишется следующее число? Даже ответив на все эти вопросы, можно ли утверждать, что достигнут элементарный уровень? Нет, нельзя. Например, при физической реализации МНР-машины (при этом бесконечную в одну сторону ленту придётся заменить на конечную) возникнут проблемы ещё более элементарного уровня. И т.д.

Есть и более тонкие трудности с понятием элементарности процессов. Рассмотрим элементарные (не содержащие логических связей) высказывания p и q . Формула $p \vee q$ уже не будет элементарной, поскольку содержит дизъюнкцию. Теперь

предположим, что имеются элементарные процессы α и β и двухместный оператор недетерминированного выбора процесса OR. Как оценить процесс α OR β ? По аналогии с предыдущим примером, он не является элементарным. Тогда из каких элементарных процессов он складывается? Сначала выбирается либо α , либо β , а затем выбранный процесс выполняется? Но зачем это усложнение, не проще ли считать, что выбор одного из двух процессов означает его выполнение. Например, выполним на компьютере команду $x := 0$ OR $x := 1$. Затем надо просто распечатать результат: $\text{PRINT}(x)$, и всё станет ясно. С такой точки зрения процесс α OR β является элементарным несмотря на то, что в нём упоминаются два других элементарных процесса.

Составленный из элементарных процессов сложный процесс должен являться *дискретной* структурой. Если выполнен шаг β и вычисление продолжается, необходимо наличие непосредственно следующего шага γ . А если шаг β не был первым, должен существовать непосредственно предыдущий шаг α . Это принципиальное требование. Если оно не выполнено, если структура не раскладывается на дискретные элементы или шаги, её нельзя считать процессом.

Следующее также важное требование к процессам – они должны быть *линейно* упорядоченной последовательностью шагов. Дело в том, что процесс нельзя рассматривать как обязательно завершённое образование. Некоторые процессы действительно завершены. Но другие продолжаются или даже ещё не начались. Для продолжающихся незавершённых процессов осмыслен вопрос о *текущем* шаге процесса, выполняющемся в мгновение «теперь» или «сейчас». Иными словами, понятие процесса имеет *темпоральный* характер. Его недопустимо подвергать опространствлению, за исключением случаев завершённых процессов. Но завершённые процессы и уже реализованные шаги незавершённых процессов *всегда* линейно упорядочены.

Остаётся рассмотреть будущее процессов. Разве пример с элементарным недетерминированным процессом α OR β не демонстрирует нарушающую линейность возможность ветвления процесса в будущее? Проанализируем сложившуюся ситуацию. Пусть дан представляющий процесс ряд $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n, \alpha$ OR β (где γ_i, α и β – элементарные процессы). Спросим, завершён этот процесс или нет? Ответ однозначен: нет, не завершён. Тогда какой шаг является текущим? Ответ также однозначен: это шаг α OR β ! Действительно,

если бы текущим был шаг γ_i , то следующим шагом должен был быть либо γ_{i+1} , либо (при $i = n$) α OR β . А если бы при выполнении γ_i возник дедлок? Например, если γ_i есть попытка деления на 0?. В этом случае никакие последующие шаги не будут выполнены и процесс завершится аварийно. Если же перед нами ряды $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n, \alpha$ OR β, α и $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n, \alpha$ OR β, β , то они являются (при прежнем условии, что процесс представлен рядом $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n, \alpha$ OR β) *геометрическими рядами*, а не *рядами-процессами*. Один из этих двух рядов *после* выполнения α OR β станет *настоящим* (как в смысле «текущим», так и в смысле «подлинным»), тогда как оставшийся ряд не будет представлять реальный процесс. Но «станет» не значит «стал». Если не смешивать геометрические ряды и ряды-процессы (соответствующие в первом приближении В-рядам и А-рядам Мак-Таггарта), то вывод неизбежен: ряды-процессы всегда образованы линейной дискретной последовательностью шагов.

Уточним понятие линейной дискретности. Рассмотрим произвольное множество L , на котором определено отношение $<$, удовлетворяющее следующим условиям.

1. $\forall x \neg(x < x)$
2. $\forall x \forall y \forall z (x < y \ \& \ y < z \rightarrow x < z)$
3. $\forall x \forall y (x < y \vee y < x \vee x = y)$
4. $\forall x (\exists y (y < x) \rightarrow \exists z (z < x \ \& \ \forall u \neg(z < u \ \& \ u < x)))$
5. $\forall x (\exists y (x < y) \rightarrow \exists z (x < z \ \& \ \forall u \neg(x < u \ \& \ u < z)))$

Тогда упорядоченная пара $(L, <)$ называется *линейным дискретным множеством*. Если рассматривать аксиомы 1 – 5 как утверждения формального языка, их совокупность образует формальную первопорядковую теорию, которую обозначим через TLD .

Первые три аксиомы уже упоминались¹⁶⁵. Они задают отношение линейного порядка. Аксиомы 4 и 5 показывают, какими свойствами должен обладать линейный порядок на произвольном множестве элементов, чтобы его можно было считать дискретным. С интуитивной точки зрения предложенный формальный подход к описанию явления дискретности является удачным. Ведь содержательный смысл аксиом 4 и 5 заключается в том, что если элемент линейно упорядоченного множества имеет предшественников (в смысле данного порядка), то он имеет и *непосредственного* предшественника или соседа такого, что между ним и его предшественником нет никаких других элементов. Таково содержание аксиомы 4. Соответствующим образом и для любого элемента,

¹⁶⁵ См. Гл.8, §4.

имеющего последователя, найдется элемент, являющийся *непосредственным* последователем или соседом данного (так что соседний элемент – это либо непосредственный предшественник, либо непосредственный последователь данного элемента). Существование непосредственного последователя среди последователей рассматриваемого элемента, если таковые последователи вообще найдутся, гарантируется аксиомой 5.

Мы потребуем, чтобы для всех процессов выполнялись аксиомы теории *TLD*, т.е. аксиомы линейной дискретности. При этом значениями квантифицируемых переменных являются (индексированные¹⁶⁶) элементарные процессы. Таким образом, с нашей точки зрения, *процесс* – это линейная дискретная последовательность (индексированных) элементарных процессов.

§3. Неэффективная вычислимость. Синтаксис и семантика языка АВТ

Введём в рассмотрение идеальные (в противоположность реальным) вычислительные устройства – абстрактные компьютеры. Каждый абстрактный компьютер @ представляет из себя упорядоченную пару вида $\langle Mm, Pr \rangle$, где *Mm* – память компьютера @, в которой размещаются результаты вычислений, и *Pr* – процессор, осуществляющий необходимые вычисления. Поскольку термин «вычисление» нами трактуется предельно широко, на размеры памяти *Mm* и возможности процессора *Pr* не накладывается никаких ограничений, связанных с требованиями финитности, конструктивности, алгоритмичности и т.п. Вместо этого будем считать, что абстрактные компьютеры способны совершать любые преобразования, допустимые в рамках теории множеств и теории моделей, и именно в этом смысле понимать термин «вычисление» применительно к абстрактным компьютерам. Важно, однако, чтобы последовательность таких преобразований была линейной дискретной последовательностью шагов, т.е. была процессом в нашем смысле.

В качестве памяти абстрактных компьютеров разрешается использовать любые непустые множества произвольной мощности. В частности, память *Mm* компьютера @ = $\langle Mm, Pr \rangle$ может иметь несчётную мощность.

¹⁶⁶ Если не возникает недоразумений, индексы можно опускать.

По определению, $Mm(S)$ – подмножество множества Mm , указывающее, как много регистров или ячеек памяти (элементов Mm) ушло на размещение объекта (множества) S :

$$(a) \quad Mm(S) \subset Mm.$$

Правило вычисления мощности множества $Mm(S)$ должно учитывать мощностные характеристики размещаемых в памяти множеств. Естественно предположить, например, что множество $\{\emptyset\}$ займет меньшее место в памяти, чем множество $\{\emptyset, \{\emptyset\}\}$, т.е. должно быть $|Mm(\{\emptyset\})| < |Mm(\{\emptyset, \{\emptyset\}\})|$. Казалось бы, следует принять правило

$$|Mm(S)| < |Mm(S^*)| \Leftrightarrow |S| < |S^*|,$$

однако все не так просто. Следование приведенному правилу приводило бы к интуитивно неприемлемым выводам. Так, получилось бы, что

$$|Mm(\{\omega\})| < |Mm(\{\emptyset, \{\emptyset\}\})|,$$

поскольку $|\{\omega\}| < |\{\emptyset, \{\emptyset\}\}|$. Но единственным элементом множества $\{\omega\}$ является бесконечное множество ω , тогда как оба элемента множества $\{\emptyset, \{\emptyset\}\}$ конечны и гораздо более просто устроены, чем множество ω .

Чтобы избежать подобных недоразумений, определим множество $E(S)$, зависящее от множества S , следующим образом. $E(S)$ есть *наименьшее* (в смысле отношения включения $\subset$) множество, удовлетворяющее условиям (b) и (c):

$$(b) \quad S \in E(S),$$

$$(c) \quad \forall x \forall y (x \in y \ \& \ y \in E(S) \rightarrow x \in E(S)).$$

Теперь положим

$$(d) \quad Mm(S) \neq \emptyset \rightarrow |Mm(S)| = |E(S)|.$$

Почему не ограничиться равенством $|Mm(S)| = |E(S)|$, зачем здесь условие $Mm(S) \neq \emptyset$? Данное условие возникло из естественного допущения, согласно которому разместить какой-либо объект в памяти компьютера, не затратив при этом части ресурсов памяти, невозможно. Даже размещение в памяти простейшего теоретико-множественного объекта, – пустого множества, – приведет к её трате. Действительно, согласно пункту (b) $\emptyset \in E(\emptyset)$, поэтому $E(\emptyset) \neq \emptyset$. Вообще для любого множества S $E(S) \neq \emptyset$. Однако множество $Mm(S)$ есть множество регистров памяти Mm , потраченных на размещение множества S . А если в действительности объект S не был размещен в памяти Mm ? Тогда естественно считать, что для размещения S не была использована ни одна из ячеек памяти, т.е. что $Mm(S) = \emptyset$.

Короче говоря, объект S размещен в памяти Mm , если и только если $Mm(S) \neq \emptyset$. Если же $Mm(S) = \emptyset$, объект S в памяти Mm отсутствует. Теперь должно быть понятно, почему условие (d) приняло имплицативный вид: сравнивать множество $Mm(S)$ с множеством $E(S)$ имеет смысл лишь в том случае, когда S находится в памяти Mm .

В свою очередь, консеквент импликации (d) гарантирует нам, что на размещение в памяти компьютера, например, двух одноэлементных множеств $\{\emptyset\}$ и $\{\omega\}$ уйдет различное количество ресурсов памяти: если $Mm(\{\emptyset\}) \neq \emptyset$ и $Mm(\{\omega\}) \neq \emptyset$, то в первом случае придется потратить две ячейки памяти, тогда как во втором бесконечное количество ячеек. Но так и должно быть, поскольку одноэлементное множество $\{\omega\}$ содержит в качестве элемента бесконечное множество.

Последнее условие, налагаемое на множества вида $Mm(S)$, касается проблемы размещения в памяти двух и более объектов. Если необходимо поместить в память Mm множества S и S^* (за один шаг или последовательно, множество за множеством), будем считать, что они займут непересекающиеся области памяти Mm , если только эти множества различны:

$$(e) \quad S \neq S^* \rightarrow Mm(S) \cap Mm(S') = \emptyset.$$

Если же $S = S^*$, то, само собой разумеется, $Mm(S) = Mm(S')$. Как тогда быть, если необходимо разместить в памяти один и тот же объект в нескольких копиях? Выход прост: достаточно проиндексировать тем или иным способом требующееся количество экземпляров, а затем разместить их в памяти компьютера. Если, скажем, необходимо иметь две копии множества S , то можно разместить в памяти объекты $\langle S, 0 \rangle$ и $\langle S, 1 \rangle$. Поскольку $\langle S, 0 \rangle \neq \langle S, 1 \rangle$, эти упорядоченные пары займут непересекающиеся области памяти.

Размещением теоретико-множественных объектов в памяти, равно как и их удалением, управляет выполняемая процессором Pt программа, написанная на специальном языке АВТ – абстрактном языке программирования. Мы не будем задумываться над тем, каким образом процессор Pt выполняет АВТ-программу. Кроме того, будем считать, что АВТ-программы размещаются вне области Mm и что в Mm хранятся только результаты вычислений. В оправдание последнего допущения можно указать на то обстоятельство, что физическое пространство заполняют вещи и события, тогда как физические законы традиционно не рассматриваются как объекты, способные занимать место в пространстве. Но АВТ-программы будут

играть скорее роль законов, чем роль вещей и событий (фактов). Правда, особых законов. Ведь не обязательно относиться к законам природы как к данностям. Можно рассматривать их и как своего рода предписания к действию, предписания, подлежащие неукоснительному выполнению самой природой. До сих пор природа успешно «вычисляла» будущее. Справится ли она с этим делом в дальнейшем – вот вопрос.

Компьютеры, способные выполнять АВТ-программы, будем называть АВТ-компьютерами. Сформулируем постулат, касающийся АВТ-программ и АВТ-компьютеров, который ввиду его принципиальной важности выделим особо.

Постулат существования:

Любой объект может появиться в памяти Мм или исчезнуть из нее только в результате выполнения процессором Рг соответствующего оператора языка программирования АВТ

Программы на языке АВТ являются конечной последовательностью инструкций

$$\begin{matrix} I_{i_0} \\ I_{i_1} \\ \vdots \\ I_{i_n} \end{matrix}$$

(где $i_0, i_1, \dots, i_n$ – натуральные числа и $i_j < i_k$, если $j < k$), которые выполняются одна за другой сверху вниз, если только нет команды изменить порядок их выполнения.

Каждая инструкция порождает элементарный процесс и содержит либо единственный оператор языка АВТ, либо представлена в виде составного оператора

IF условие THEN оператор,

где IF ... THEN имеет обычный смысл (как, например, в языке PASCAL). Подчеркнем, что и этот составной оператор выполняется за один шаг и, таким образом, порождает элементарный процесс.

В качестве *условий* можно брать любые теоретико-множественные и теоретико-модельные высказывательные формы. Кроме того, в этих высказывательных формах разрешается использовать обозначение Мм и конструкцию Мм(...). Например, условиями будут следующие выражения: $X \subset Y$, $\{\emptyset\} \in \omega$, $Mm(X) \neq \emptyset \ \& \ X \models T$, $\exists z(Mm(z)) \ \& \ \forall x(x \in z \rightarrow Mm(x) = \emptyset)$, $\{x \mid P(x)\} \in Y$, $Mm \setminus Mm(S) = \emptyset$, $Mm(x_1) \cup Mm(x_2) = Mm$, $|Mm(y)| < |Mm|$ и т.д.

В условиях очень важно четко различать переменные и константы. Переменные будут обозначаться последними тремя буквами латинского алфавита (x, y, z, X, Y, Z) с индексами или без них, а константы – любыми другими символами. Значения констант не зависят от хода выполнения АВТ-программ. Единственное, что может АВТ-программа – это размещать или не размещать значения констант в памяти Мм. Однако мы не требуем, чтобы проверка на истинность тех или иных утверждений, содержащих константы, зависела от наличия их значений в памяти Мм. Например, при выполнении команды

IF { $\emptyset$ } $\in$ ω **THEN** оператор

условие { $\emptyset$ } $\in$ ω будет оценено процессором Рг как истинное, независимо от того, находятся множества { $\emptyset$ } и ω в памяти Мм или не находятся.

Напротив, значения переменных не фиксированы, и в ходе выполнения АВТ-программы могут изменяться. Поэтому оценка истинности, например, условия $x \in y$ требует, чтобы значения x и y находились в памяти компьютера (т.е. выполнялось требование $Mm(x) \neq \emptyset$ и $Mm(y) \neq \emptyset$).

Перейдем теперь к описанию других операторов языка АВТ. Оператор GOTO. Хорошо известный оператор безусловного перехода. Используется в АВТ-программах в виде конструкции

GOTO I_j ,

где I_j – одна из инструкций соответствующей АВТ-программы. Его действие ничем не отличается от поведения аналогичных операторов в обычных языках программирования.

Оператор завершения АВТ-программ **END**. Если выполнен оператор END, процесс выполнения соответствующей АВТ-программы заканчивается. При этом в памяти АВТ-компьютера сохраняются все объекты, размещенные там в ходе выполнения программы.

Следующие два оператора специфичны, поэтому их характеристика будет более подробной.

Оператор выбора CHOOSE. Применяется в АВТ-программах в следующей форме.

CHOOSE список переменных | условие

В этой записи *условие* означает то же самое, что и в случае оператора IF...THEN, за исключением того, что *условие* должно содержать все переменные из *списка переменных*, причем переменные не должны быть **связанными** (т.е. в условии не должно быть

кванторов по этим переменным). На *список переменных* также накладываются ограничения: он не должен содержать **повторных** вхождений одной и той же переменной, и в него не могут входить переменные, значения которых **уже** размещены в памяти Мм. Поскольку вопрос о том, значения каких переменных размещены в памяти Мм, требует анализа хода выполнения соответствующей АВТ-программы, последнее ограничение имеет не синтаксический, а семантический характер.

Более формально синтаксическую форму оператора CHOOSE можно представить в виде записи

CHOOSE $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n \mid \text{условие}(X_0, X_1, X_2, \dots, X_n)$,

где X_i – некоторая переменная, причем переменные X_i и X_j различны, если $i \neq j$. Все выражение может быть прочитано как «Выбрать объекты (множества) $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ такие, что выполняется предикат $\text{условие}(X_0, X_1, X_2, \dots, X_n)$ ».

Например, запись

CHOOSE $x, x, y \mid \exists x(x \in x)$

не будет синтаксически правильной по трем причинам: во-первых, в списке переменных переменная x встречается дважды; во-вторых, в условии $\exists x(x \in x)$ использованы не все переменные из списка переменных (не использована переменная y); в-третьих, в условии имеется квантор по переменной x , входящей в список переменных.

Напротив, запись

(*) **CHOOSE** $x, y, X \mid x \in X \ \& \ y \in X$

будет синтаксически правильной. Действительно, в условии $x \in X \ \& \ y \in X$ использованы в качестве свободных переменных все переменные из списка попарно различных переменных x, y, X . Однако в конечном счете правомерность применения записи (*) в конкретной АВТ-программе будет зависеть от того, присвоены или нет значения переменным x, y, X до выполнения инструкции (*). С формальной точки зрения это означает, что успешность применения инструкции (*) зависит от истинности или ложности следующего *предусловия* p :

$Mm(x)=\emptyset \ \& \ Mm(y)=\emptyset \ \& \ Mm(X)=\emptyset$.

Сформулируем теперь условия выполнимости оператора CHOOSE в общем виде.

Если процессор Pr АВТ-компьютера $@=<Mm, Pr>$ выполняет синтаксически правильную инструкцию I вида

CHOOSE $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n \mid \text{условие}(X_0, X_1, X_2, \dots, X_n)$

и *предусловие* P

$Mm(X_0)=\emptyset \ \& \ Mm(X_1)=\emptyset \ \& \ Mm(X_2)=\emptyset \ \& \dots \ \& \ Mm(X_n)=\emptyset$

ложно, выполнение завершается аварийно: произойдет **авост**.

Если P **истинно**, процессор Pr пытается найти (выбрать) такие объекты (множества) $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$, которые, будучи присвоены в качестве значений переменным $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ соответственно, обеспечивают *истинность условия* инструкции I . Затем процессор Pr пытается *разместить в памяти* Mm объекты $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$.

Если объектов (множеств) $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$ удовлетворяющих *условию* инструкции I и способных поместиться в свободной области памяти Mm , **не существует**, выполнение I завершается **авостом**. В противном случае (т.е. если требуемые объекты **существуют**) выполнение I завершается успешно в состоянии, в котором **истинны** следующие *постулаты*:

(f) $Mm(S_i) \neq \emptyset$ для всех i , $0 \leq i \leq n$;

(g) *условие*($S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$) .

Рассмотрим компьютер $@ = \langle Mm, Pr \rangle$ с памятью Mm , имеющей три регистра, и процессором Pr , выполняющим АВТ-программу, содержащую одну единственную инструкцию.

I_1 **CHOOSE** $x, y, X \mid x \in X \ \& \ y \in X$

В соответствии с постулатом существования, до выполнения I_1 в памяти Mm не могут находиться какие-либо объекты. Поэтому истинность утверждения $Mm(x)=\emptyset \ \& \ Mm(y)=\emptyset \ \& \ Mm(X)=\emptyset$ обеспечена. Существование множеств, удовлетворяющих высказывательной форме $x \in X \ \& \ y \in X$, очевидно. Остается убедиться, что среди них найдутся объекты, способные разместиться в памяти, содержащей всего три регистра. Такие объекты существуют. В самом деле, положим $x = y = \emptyset$ и $X = \{\emptyset\}$. Согласно пунктам (b) и (c), $E(\emptyset) = \{\emptyset\}$ и $E(\{\emptyset\}) = \{\emptyset, \{\emptyset\}\}$. Предположим, $Mm(\emptyset) \neq \emptyset$ и $Mm(\{\emptyset\}) \neq \emptyset$. Тогда в соответствии с пунктом (d) получаем $|Mm(\emptyset)| = 1$ и $|Mm(\{\emptyset\})| = 2$. Ввиду того, что $\emptyset \neq \{\emptyset\}$, по пункту (e) получаем $Mm(\emptyset) \cap Mm(\{\emptyset\}) = \emptyset$. Таким образом, на размещение множеств $\emptyset$ и $\{\emptyset\}$ потребуется $1 + 2 = 3$ регистра памяти Mm – как раз столько, сколько имеется. Итак, утверждение $\emptyset \in \{\emptyset\} \ \& \ \emptyset \in \{\emptyset\}$ истинно и свободной памяти для размещения множеств $\emptyset$ и $\{\emptyset\}$ оказалось достаточно. В результате выполнение рассматриваемой АВТ-программы завершится успешно.

Еще один пример конкретной АВТ-программы. Пусть T – какая-либо теория в счетном языке первопорядкового исчисления предикатов. Рассмотрим синтаксически правильную программу

I_1 **CHOOSE** $X \mid (X = T)$

I_2 **GOTO** I_1

Выполнение первой инструкции состоит в нахождении модели теории T . Но если теория T противоречива, она не имеет модели и выполнение I_1 в соответствии с семантикой оператора CHOOSE завершится аварийно. Однако и в том случае, если теория T имеет модель, это не гарантирует успешности выполнения инструкции I_1 . Например, если память АВТ-компьютера, на котором выполняется данная программа, конечна и теория T не имеет конечных моделей, попытка выполнить I_1 приведет к авосту.

Но если память Mm бесконечна и теория T непротиворечива, в соответствии с теоремой полноты существует модель теории T , и, следовательно, такая модель будет найдена процессором Pg и размещена в памяти Mm , даже если мощность Mm счётно бесконечна, поскольку если T имеет модель, то для нее существует и не более чем счётная модель.

В отличие от предыдущего примера АВТ-программы, в которой выбор объектов был однозначным (другие множества просто не поместились бы в трехэлементной памяти), возможность выполнения инструкции I_1 поставила бы процессор Pg перед ситуацией действительного выбора. В частности, если память компьютера @ несчетна и T имеет бесконечную модель, процессор Pg мог бы выбирать между неизоморфными моделями теории T , так как наряду со счетными моделями теория T имела бы и несчетные модели. Но сказать, какой из возможных исходов будет иметь место до выполнения инструкции I_1 , невозможно в принципе, так что в общем случае при использовании оператора CHOOSE мы имеем дело с ситуацией *недетерминированного выбора*. В некотором роде оператор выбора CHOOSE близок к аксиоме выбора: их объединяет неконструктивный (в смысле математического конструктивизма) характер получения результатов.

При условии успешного выполнения инструкции I_1 рассматриваемой АВТ-программы процессор Pg приступит к выполнению инструкции I_2 , в соответствии с которой произойдет возврат к инструкции I_1 . Как только осуществится этот переход по GOTO, возникнет авост. Почему? В силу того обстоятельства, что $Mm(X) \neq \emptyset$ после первого выполнения инструкции I_1 . Но оператор выбора CHOOSE в соответствии с определением не может применяться к переменной, в отношении значения которой выбор был уже сделан, а само это значение было размещено в памяти Mm . Таким образом, независимо от того, противоречива теория T или нет, все равно выполнение данной АВТ-программы завершится аварийно.

Очевидно, наряду с оператором, выбирающим объекты и размещающим их в памяти АВТ-компьютера, необходим также оператор, аннулирующий результаты предшествующих актов выбора и освобождающий память для размещения новых объектов.

Оператор уничтожения DELETE. Его синтаксис предельно прост:

DELETE *список переменных* ,

где *список переменных* не должен содержать **повторных** вхождений одной и той же переменной (ограничение не очень принципиальное, но упрощающее синтаксис и сохраняющее преемственность с аналогичным ограничением оператора CHOOSE). То же самое можно представить в другой форме.

DELETE $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$

Теперь определим семантику рассматриваемого оператора. Если процессор Pr АВТ-компьютера $@=<Mm, Pr>$ выполняет синтаксически правильную инструкцию I вида

DELETE $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$,

и *предусловие* P

$Mm(X_0) \neq \emptyset \ \& \ Mm(X_1) \neq \emptyset \ \& \ Mm(X_2) \neq \emptyset \ \& \dots \& \ Mm(X_n) \neq \emptyset$

ложно, выполнение завершается аварийно: произойдет **авост**.

Если P **истинно**, процессор Pr завершит выполнение инструкции I в состоянии, в котором будет **истинным** следующее постусловие:

(h) $Mm(X_i) = \emptyset$ для всех i, $0 \leq i \leq n$.

§4. Канонические АВТ-программы

Воспользуемся оператором DELETE для превращения рассматриваемого примера АВТ-программы в безостановочную¹⁶⁷ программу в предположении, что теория T имеет модель и память Mm бесконечна.

Расположить инструкцию с оператором DELETE в данной программе, содержащей всего две инструкции, можно тремя следующими способами.

($\pi 1$)

I_1 **CHOOSE** X | X |= T

I_2 **GOTO** I_1

I_3 **DELETE** X

($\pi 2$)

I_1 **CHOOSE** X | X |= T

I_2 **DELETE** X

I_3 **GOTO** I_1

($\pi 3$)

I_1 **DELETE** X

I_2 **CHOOSE** X | X |= T

I_3 **GOTO** I_1

Очевидно, АВТ-программа $\pi 1$ успешно работать не будет по той же самой причине, что и исходная программа. Зато с АВТ-программой $\pi 2$ все в порядке: осуществив выбор модели теории T в

¹⁶⁷ Понятие безостановочной программы было определено в Гл.9, §4.

соответствии с инструкцией I_1 , процессор Pr перейдет к выполнению инструкции I_2 . Так как на этот момент предусловие $Mm(X) \neq \emptyset$ истинно, процессор Pr завершит выполнение I_2 в состоянии $Mm(X) = \emptyset$ и, выполняя инструкцию I_3 , перейдет по GOTO к I_1 . Поскольку предусловие $Mm(X) = \emptyset$ истинно, инструкция I_1 будет вновь выполнена и т.д. – процесс выполнения программы π_2 никогда не завершится.

Осталось проанализировать третью альтернативу. Для того чтобы выполнить АВТ-программу π_3 , процессор Pr должен *вначале* выполнить инструкцию I_1 , что возможно лишь в том случае, если $Mm(X) \neq \emptyset$. Но в соответствии с постулатом существования объект X может появиться в памяти АВТ-компьютера только в результате действия оператора CHOOSE, который должен выполняться *после* команды DELETE, так как выполнение инструкции I_1 с оператором DELETE *предшествует* выполнению инструкции I_2 с оператором CHOOSE в программе π_3 .

Казалось бы, из сказанного следует однозначный вывод: попытка выполнить АВТ-программу π_3 тут же завершится авостом. Однако это так только при условии принятия допущения о том, что процесс выполнения АВТ-программ *обязательно* должен иметь начало. Применительно к обычным компьютерам и языкам программирования правомерность и даже неизбежность принятия данного допущения не вызывает сомнений. Но в случае АВТ-компьютеров и АВТ-программ оно выглядит не столь несомненным.

Действительно, предположим, что процесс выполнения АВТ-программы π_3 не имел начала, т.е. всякому очередному выполнению любой инструкции программы π_3 предшествовало бесконечное число выполнений этой инструкции. Такое предположение непротиворечиво и потому вполне допустимо. В самом деле, перед тем, как в очередной раз выполнить инструкцию I_1 , процессор Pr выполнил инструкцию I_3 , а перед этим – инструкцию I_2 , после чего АВТ-компьютер перешел в состояние с $Mm(X) \neq \emptyset$. Переход по GOTO к I_1 сохранил это состояние, так что истинность предусловия оператора DELETE была обеспечена. После успешного выполнения I_1 стало истинным утверждение $Mm(X) = \emptyset$, необходимое для выполнения I_2 и т.д.

Наглядно описанный процесс можно изобразить следующей схемой:

..., $I_1, I_2, I_3, I_1, I_2, I_3, I_1 \dots$

Таким образом понятый процесс выполнения программы π_3 не имеет ни начала, ни конца, в отличие от традиционных

вычислительных процессов, которые непременно когда-либо начинаются.

Интересное, на наш взгляд, различие между АВТ-программами π_2 и π_3 заключается в том, что π_3 можно выполнить только при условии отсутствия начала процесса выполнения, тогда как π_2 выполнима независимо от того, имел процесс ее выполнения начало или нет. Гипотетический процесс выполнения π_2 , имеющий первый шаг, был описан выше. Что касается описания воображаемого выполнения π_2 в ходе не имеющего начала процесса, то оно практически полностью повторяет соответствующее описание выполнения π_3 . Мы говорим о гипотетических или воображаемых процессах выполнения π_2 потому, что если допустить наличие не имеющих начала процессов наряду с «нормальными», то на вопрос о том, процесс какого типа осуществляется при выполнении π_2 на данном АВТ-компьютере, нельзя ответить однозначно. С равным успехом это может быть как первая, так и вторая разновидность процессов.

Обсуждаемое различие важно для приложений в философии. Так, проблема начала времени не имеет устраивающего всех исследователей единственного решения. Если принимается тезис о том, что эта проблема неразрешима, то для моделирования течения времени больше подходит конструкция, аналогичная программе π_2 ; принятие тезиса об отсутствии начала течения времени заставит прибегнуть к программам типа π_3 . Наконец, на языке АВТ-программ нетрудно выразить и идею начала времени. Для этого достаточно перед выполнением бесконечного цикла выполнить инструкцию, которая больше уже выполняться не будет. Например, применительно к программе π_2 достаточно добавить к списку ее инструкций команду **GOTO** I_1 .

```

 $I_0$   GOTO  $I_1$ 
 $I_1$   CHOOSE  $X \mid X \models T$ 
 $I_2$   DELETE  $X$ 
 $I_3$   GOTO  $I_1$ 

```

Полученная АВТ-программа (обозначим ее через π_4) может быть выполнена только в ходе процесса, имеющего начало. Действительно, первой будет выполнена инструкция I_0 , а дальше возникнет бесконечный цикл. Схематически

$I_0, I_1, I_2, I_3, I_1, I_2, I_3, I_1 \dots$

Идея о существовании не имеющих начала процессов требует ряда уточнений, к которым мы сейчас переходим.

Пусть LD – произвольное линейное дискретное множество, то есть множество, удовлетворяющее аксиомам линейного дискретного порядка теории TLD. Пусть, далее, $\alpha \in LD$. По определению,

$$LD(\alpha) =_{\text{df}} \{x \in LD \mid (x < \alpha) \vee (x = \alpha)\}.$$

Назовем множество X **отрезком** множества LD, если существует $\alpha \in LD$ такое, что $X = LD(\alpha)$. Из определений немедленно вытекает, что всякий отрезок X линейного дискретного множества LD имеет последний элемент (в смысле отношения порядка, индуцированного на X из LD). Поэтому, в частности, само множество LD может не быть отрезком самого себя (так будет, если LD не имеет последнего элемента).

Для элементов и отрезков множества LD выполняется следующее соотношение:

$$(\forall \alpha, \beta \in LD) (\alpha < \beta \rightarrow |E(LD(\alpha))| \leq |E(LD(\beta))|).$$

В частности, из $\alpha < \beta$ и $|E(LD(\alpha))| = |E(LD)|$ следует, что $|E(LD(\alpha))| = |E(LD(\beta))| = |E(LD)|$.

Пусть далее X является отрезком множества LD и при этом существует $\beta \in LD$ такое, что $\beta \notin X$ и $\forall x(x < \beta \rightarrow x \in X)$. Тогда через X^+ обозначим множество $X \cup \{\beta\}$. Ясно, что X^+ также является отрезком множества LD. Аналогичное обозначение будем применять и для элементов линейных дискретных множеств: если $\alpha, \beta \in LD$ и $(\alpha < \beta \ \& \ \neg \exists x(\alpha < x \ \& \ x < \beta))$, то, по определению, выполняется равенство $\alpha^+ =_{\text{df}} \beta$.

Линейное дискретное множество LD назовем **Е-равномерным**, если множество

$$LDE =_{\text{df}} \{x \in LD \mid |E(LD(x))| = |E(LD)|\}$$

таково, что LDE либо пустое, либо одноэлементное, либо в LDE не существует первого элемента. Другими словами, должна выполняться формула

$$\forall x((x \notin LDE) \vee (\forall y \in LDE)(y = x) \vee (\exists y \in LDE)(y < x)).$$

Мотивы введения понятия Е-равномерности станут ясны в дальнейшем.

Если LD не имеет первого элемента, выберем АБТ-программу **CC_LD**.

```

I0 DELETE X
I1 CHOOSE X | (X отрезок LD) & X = Y+
I2 IF X = LD THEN END
I3 DELETE Y
I4 CHOOSE Y | (Y отрезок LD) & Y = X+
I5 IF Y = LD THEN END
I6 GOTO I0

```

Если же LD имеет первый элемент α , то воспользуемся ABT-программой **CC1LD**.

```

I0 CHOOSE X | X = LD( $\alpha$ )
I1 IF X = LD THEN END
I2 CHOOSE Y | (Y отрезок LD) & Y = X+
I3 DELETE X
I4 IF Y = LD THEN END
I5 CHOOSE X | (X отрезок LD) & X = Y+
I6 DELETE Y
I7 IF X = LD THEN END
I8 GOTO I2

```

Программа CC_LD должна выполняться на ABT-компьютере @ = <Mm, Pr>, удовлетворяющих одному из следующих условий, зависящих от характеристик множества LD:

- (а) если LD E-равномерно, то $|E(LD)| \leq |Mm|$;
- (б) если LD не является E-равномерным, то $|E(LD)| < |Mm|$.

В свою очередь, программа CC1LD также ограничивает выбор ABT-компьютеров в зависимости от свойств множеств LD и E(LD):

- (с) если E(LD) бесконечно и LD E-равномерно, то $|E(LD)| \leq |Mm|$;
- (д) если E(LD) бесконечно и LD не является E-равномерным, то $|E(LD)| < |Mm|$;
- (е) если E(LD) конечно и β – предпоследний элемент множества LD, то $(|E(LD(\beta))| + |E(LD)|) \leq |Mm|$.

Отличие условий, налагаемых на ABT-компьютеры, выполняющие программы CC_LD и CC1LD, объясняется рядом причин.

Во-первых, не следует думать, что для размещения бесконечного множества S в памяти ABT-компьютера всегда достаточно иметь память той же мощности, что и множество S. Казалось бы, ничто не препятствует размещению: если существует взаимно однозначное отображение f из E(S) на Mm, то процессор Pr может расположить множество S в памяти Mm в точном соответствии с функцией f и при этом будут соблюдены все выше перечисленные ограничения на подобного рода операции.

Если, к примеру, требуется разместить в счетно-бесконечной памяти Mm множество натуральных чисел ω , то так как множество E(ω) тоже счетно, никаких трудностей не возникает. Достаточно выполнить следующую ABT-программу.

```

I0 CHOOSE X | X =  $\omega$ 

```

Чтобы выполнить данную программу, процессору Pr понадобится установить взаимно однозначное соответствие между регистрами всей

памяти Mm или ее бесконечной части и множеством ω . В любом случае результат будет достигнут.

Однако представим себе процесс выполнения чуть более сложной АВТ-программы.

I_1 **CHOOSE** $X \mid X = \{x \mid x \in \omega \ \& \ x \text{ чётно} \}$

I_2 **CHOOSE** $Y \mid Y = \{y \mid y \in \omega \ \& \ y \text{ нечётно} \}$

Если память Mm счетно бесконечна, то при выполнении инструкции I_1 вновь возникают две возможности: либо использовать бесконечную часть Mm , оставив нетронутой бесконечное множество регистров, либо использовать всю или почти всю (всю, за исключением, быть может, конечного числа элементов) память Mm . И в том, и в другом случае инструкция I_1 будет успешно выполнена. Но заведомо ясно, что использование всей или почти всей памяти АВТ-компьютера сделает невозможным успешное выполнение инструкции I_2 .

Проще всего обойти возникшую трудность за счет применения АВТ-компьютера с несчетной памятью. С другой стороны, можно было бы попытаться наделить АВТ-процессоры даром предвидения того, как следует распределять память. Однако в результате пришлось бы отказаться от идеи *независимого выполнения инструкций* АВТ-программ, что отнюдь не входит в наши планы. Итак, мы остаемся на прежней позиции: все, что требуется от АВТ-процессора, – это выполнить очередную инструкцию (если это вообще возможно), игнорируя остальные, а затем перейти к выполнению следующей (если такой переход программно обусловлен).

Во-вторых, при использовании программы CC_LD множество LD и, следовательно, множество $E(LD)$ обязательно будут бесконечными. Так как для любого бесконечного кардинала τ выполняется равенство $\tau \times 2 = \tau + \tau = \tau$, значения обеих переменных X и Y АВТ-программы CC_LD могут иметь такую же мощность, как и память Mm . Правда, при этом множество LD должно быть E -равномерным, поскольку в противном случае памяти может не хватить. Но АВТ-программа $CC1LD$ допускает ситуацию, в которой множества LD и $E(LD)$ конечны. Тогда объем памяти Mm должен превышать мощность множества $E(LD)$ примерно в два раза. На самом деле память может быть несколько меньше, поскольку при выполнении программы $CC1LD$ в этом случае будет либо $|Mm(X)| < |Mm(Y)|$, либо $|Mm(Y)| < |Mm(X)|$, что нашло отражение в условии (е).

В-третьих, здесь мы вновь сталкиваемся с особенностями не имеющих начала вычислительных процессов. Если предположить, что

выполнение АВТ-программы CC_LD осуществляется успешно, то это означает, что процессор Pr уже распределил память между переменными X и Y таким образом, чтобы каждой из них досталось по бесконечной области памяти. В дальнейшем эти области могут только увеличиваться (если есть резервы памяти), но не уменьшаться. Допустим, $|E(LD(\alpha))| \leq |Mm|$ и $|Mm(X)| = |Mm(Y)| = |Mm|$ на каком-то этапе выполнения CC_LD . Тогда памяти хватит и на все последующие циклы программы CC_LD . Если $|Mm(X)| < |Mm|$ и $|Mm(Y)| < |Mm|$, тоже ничего страшного нет, так как остается возможность в случае необходимости увеличить область памяти как для X , так и для Y .

Но если, например, $|Mm(X)| < |Mm|$ и в то же самое время $|Mm(Y)| = |Mm|$, в следующем цикле для X может не оказаться резервов памяти – ведь процессор Pr мог всю ее потратить на размещение переменной Y . Чтобы этого не произошло, необходимо либо взять АВТ-компьютер с большей памятью, либо убедиться в том, что множество LD не содержит скачков мощности, достигающих размера самой памяти Mm . Отсутствие таких перепадов или скачков формально описывается понятием E -равномерности.

В отличие от программы CC_LD , программа $CC1LD$ имеет начальный шаг выполнения. Поэтому, если множество $E(LD)$ бесконечно, может случиться так, что уже на первом шаге будет израсходована вся память: при $|E(LD(\alpha))| = |Mm|$, где α – первый элемент множества LD , выполнение инструкции I_0 программы $CC1LD$ способно лишить места $Y = LD(\alpha^+)$, сделав невозможным выполнение инструкции I_2 .

Обратим внимание на то, что множество LD фактически играет роль параметра в только что приведенных программах. Но поскольку, строго говоря, при описании синтаксиса языка АВТ понятие параметра не вводилось, обозначение LD в программах CC_LD и $CC1LD$ в действительности должно быть константой. Пусть $\_LD$ – класс констант, являющихся именами всевозможных линейных дискретных множеств без первого элемента, а $1LD$ – класс констант, именующих всевозможные линейные дискретные множества с первым элементом. Рассмотрим АВТ-программы, которые совпадают с CC_LD (соответственно, с $CC1LD$) во всем, за исключением, может быть, лишь того, что вместо LD используется константа из класса $\_LD$ (соответственно, из $1LD$). Назовем такие АВТ-программы **каноническими**. Будем говорить, что память АВТ-компьютера *@* *достаточно велика* для канонической программы π , если Mm

удовлетворяет условиям (а) – (е) для π , где LD – линейное дискретное множество, имя которого использовано в программе π .

Постулат достижимости:

Если память АВТ-компьютера @ достаточно велика для канонической программы π , то при выполнении π для любого элемента $\alpha \in \text{LD}$ компьютер @ достигнет состояния, в котором истинно утверждение $\text{Mm}(\text{LD}(\alpha)) \neq \emptyset$

Обратимся теперь к примерам действия только что сформулированного постулата. Если мы примем равенство $\text{LD} = \omega^* + \omega$, где множество ω^* имеет порядковый тип множества отрицательных целых чисел (или заменим в программе CC_LD константу LD на константу $\omega^* + \omega$, обозначающую множество, упорядоченное по типу множества целых чисел), то в силу постулата достижимости выполнение канонической программы CC_LD на АВТ-компьютере @ = <Mm, Pr> таким, что $|\text{E}(\omega^* + \omega)| < |\text{Mm}|$, будет успешным. При этом процесс выполнения CC_LD не будет иметь ни начала, ни конца. В случае, если множество $\omega^* + \omega$ Е-равномерно, строгое неравенство в ограничении размеров памяти можно заменить на нестрогое.

Точно так же успешным (при аналогичном ограничении на размеры памяти) будет процесс выполнения CC_LD при $\text{LD} = \omega^* + \omega + \omega^*$, который вновь не будет иметь начала, но зато будет иметь конец и т.д. Более того, постулат достижимости гарантирует выполнимость канонических АВТ-программ для как угодно сложно устроенных линейных дискретных множеств (надо только следить за объемом памяти, а также за тем, чтобы не применять программы типа CC_LD к линейным дискретным множествам, обладающим первым элементом, и не применять программы типа CC1LD к линейным дискретным множествам без первого элемента). В частности, как доказано в теории моделей, существуют линейные дискретные множества произвольной мощности, в том числе мощности континуума.

Пусть теперь множество W является моделью теории TLD и имеет мощность континуума. Согласно постулату достижимости, множество W можно «пересчитать» при помощи либо канонической программы типа CC_LD, либо канонической программы типа CC1LD: для любого элемента $\alpha \in W$ в процессе выполнения одной из этих программ будет достигнуто состояние, в котором очередным элементом, присоединенным к строящемуся отрезку множества W , окажется элемент α . Так что эти программы являются своего рода *счетчиками*

циклов, выполняющихся, если потребуется, *трансфинитное* число раз.

Однако не нужно думать, что наш произвол в отношении выбора перечисляемого множества ничем не ограничен. Рассмотрим, например, порядковый тип $\omega + 1$. Множество, упорядоченное по этому типу, не является линейным дискретным множеством и не может быть пересчитано с соблюдением этого порядка элемент за элементом никакой АВТ-программой. Действительно, если допустить, что пересчёт такого множества, имеющего последний элемент α , завершен, то, спрашивается, каков был предыдущий шаг АВТ-программы, поэлементно «перебирающей» это множество в соответствии с порядком расположения его членов? Поскольку элемент α не имеет непосредственного предшественника, постольку не могло быть и шага АВТ-программы, предшествующего шагу размещения в памяти элемента α , а значит, и этого последнего шага. Сказанное не означает, что множество типа $\omega + 1$ вообще не может быть использовано в АВТ-вычислениях: невозможно только разместить его в памяти за $\omega + 1$ шагов, в то время как сделать это за дискретное число шагов (например, за один или два шага, десять или ω шагов и т.п.) не возбраняется.

Как показывает только что разобранный пример, хотя некоторые упорядоченные множества не могут быть «пересчитаны» никакой АВТ-программой, и, таким образом, некоторые задачи не решаются в рамках АВТ-вычислимости, могут возникать неясности в отношении того, как могут действовать произвольные АВТ-программы в том случае, если предположение о порядковом типе порождаемого в ходе выполнения программы процесса не ведет к противоречиям. Вернемся к рассмотренной ранее программе π_3 . Как уже говорилось, эта программа не имеет начала. Но сколько шагов было сделано этой программой к настоящему моменту? Должны ли мы, например, считать, что число шагов должно быть счётным, и, кроме того, что оно должно быть упорядочено по типу ω^* ? Или в случае с π_3 допустимы произвольные мощности и линейные дискретные порядки, не имеющие первого элемента? Мы дадим ответ на поставленные вопросы при помощи следующего неформального постулата.

Постулат реализуемости:

Если предположение о том, что АВТ-программа π реализует процесс p , непротиворечиво, то реализация процесса p в ходе выполнения π возможна

Таким образом, в силу постулата реализуемости программа π_3 (в случае непротиворечивости теории T и наличия памяти, достаточной для размещения хотя бы одной модели теории T) может в ходе выполнения произвести *любой* не имеющий первого и последнего шага процесс, какова бы ни была мощность множества элементарных шагов этого процесса. Программа π_2 допускает еще большую неопределённость, поскольку в ходе ее выполнения (при тех же допущениях, что и в случае программы π_3) может быть реализован *любой* процесс, реализуемый программой π_3 и, кроме того, процессы, имеющие первый шаг выполнения, но не имеющие последнего шага.

Можно заподозрить, что принятие постулата реализуемости делает излишним постулат достижимости для канонических программ, поскольку с интуитивной точки зрения может показаться, что первый постулат влечет второй. Однако это не так. В самом деле, без постулата достижимости каноническая программа типа CC1LD допускает реализацию, которая никогда не окажется в области трансфинитных порядковых типов. Предположим, что каноническая программа ведет пересчёт линейного дискретного множества $\omega + \omega^*$. Предположение о том, что процесс пересчёта *никогда* не выйдет за пределы ординала ω , непротиворечиво. Стало быть, по постулату реализуемости, порождение такого процесса в ходе выполнения пересчета возможно. Но сделанный вывод противоречит постулату достижимости, коль скоро речь идет о канонических программах. Аналогичные рассуждения верны и для канонических программ типа CC_LD.

Итак, процесс функционирования АВТ-программ описывается как линейная дискретная последовательность шагов, каждый из которых связан с выполнением одной из инструкций языка АВТ, порождающих элементарный процесс. Используя канонические АВТ-программы типа CC_LD или CC1LD в качестве счетчиков циклов, включенных в виде подпрограмм в другие АВТ-программы, в соответствии с постулатом достижимости мы получим программы, выполняющиеся необходимое число раз. Требуется только позаботиться о том, чтобы после каждого цикла упомянутых программ управление передавалось на основную программу. Но обеспечить такую передачу управления легко: достаточно перед последней инструкцией канонических программ вставить программу, которая должна выполняться не меньше число раз, чем это предписывается линейным дискретным множеством LD, используемым канонической программой.

Например, если мы хотим, чтобы программа π_3 выполнялась несчетное количество раз, положим, что W – линейное дискретное множество несчетной мощности, и на АБТ-компьютере с соответствующим объемом памяти выполним нижеследующую программу.

```

I0 DELETE X
I1 CHOOSE X | (X отрезок W) & X = Y+
I2 IF X = LD THEN END
I3 DELETE Y
I4 CHOOSE Y | (Y отрезок W) & Y = X+
I5 IF Y = LD THEN END
I6 DELETE X1
I7 CHOOSE X1 | X1 |= T
I8 GOTO I0

```

#Глава 15. АБТ-моделирование движения, становления и творения

§1. Может ли пространство быть непрерывным, а время – дискретным?

В свое время Аристотель дал отрицательный ответ на поставленный в заголовке вопрос. Более того, по мнению Аристотеля, вообще не может быть так, чтобы пространство и время не были либо оба дискретными, либо оба непрерывными. В «Физике» им приводятся соответствующие аргументы, совокупность которых призвана доказать, говоря современным языком, теорему о том, что пространство непрерывно тогда и только тогда, когда время непрерывно, и, аналогичным образом, пространство дискретно тогда и только тогда, когда время дискретно. Мы попытаемся изложить основную идею аристотелевского доказательства, не претендуя при этом на полную аутентичность, ибо используемый Аристотелем язык таков, что, возможно, допускает различные способы прочтения и понимания текста. Последнее обстоятельство плохо совместимо с современными требованиями, предъявляемыми к доказательствам. Кроме того (и это самое важное), к настоящему моменту наука со времен Аристотеля далеко продвинулась в понимании природы

непрерывного и дискретного, так что сейчас мы располагаем методами и результатами, позволяющими поставить проблему и решать её при помощи точных методов.

Может возникнуть вопрос, так ли уж важно, что писал по этому поводу древнегреческий мыслитель, если современное состояние исследований проблемы непрерывного и дискретного ушло далеко вперед по сравнению с теми представлениями, которыми располагал Аристотель? У нас имеются два соображения, заставляющие обратиться к тексту «Физики» Стагирита. Во-первых, некоторым современным учёным аргументы Аристотеля кажутся вполне убедительными. Так, А.Н.Вяльцев, ссылаясь на рассуждения Аристотеля, которые нам ещё предстоит разобрать, утверждает, что дискретность пространства влечёт дискретность времени и наоборот, поэтому «...Или оба они непрерывны, или оба дискретны. Третьего быть не может»¹⁶⁸.

Во-вторых, как мы надеемся показать, пространство может быть непрерывным, а время дискретным, равно как и наоборот. Но мы сосредоточим внимание на первой ситуации, поскольку она важнее в философском смысле и поскольку положительный ответ на вопрос о том, может ли пространство быть непрерывным, а время дискретным, влечёт за собой обратное утверждение, т.е. утверждение, что время может быть непрерывным, а пространство дискретным. Важно подчеркнуть, что мы не собираемся настаивать на том, что Аристотель ошибался. Мы утверждаем, что ошибаются те, кто думает, что он был прав. Мощный понятийный аппарат, которым располагают современные исследователи и которого просто не было две тысячи лет назад, оправдывает «неравноправие» в отношении оценок утверждений древних и утверждений, отстаиваемых в наши дни.

Прежде чем обратиться к сути дела, предотвратим возможное недоразумение, связанное с тривиализацией проблемы. Одним из способов тривиализации является принятие дискретного механизма движения точечной частицы в непрерывном пространстве, который А.Н.Вяльцев назвал принципом возобновления ими *реновации* частицы. Согласно этому принципу «...движение частицы происходит таким образом, что в некоторый начальный момент времени частица находится в начале пути, а по истечении элементарного промежутка времени оказывается в конце элементарного пути, причем не появляясь в промежуточных точках. Подобный способ движения, когда собственно перемещения-то и нет, а есть только результат

¹⁶⁸ Вяльцев А.Н. Дискретное пространство – время. М., 1965. С. 16.

перемещения, можно, очевидно, охарактеризовать как ряд последовательных исчезновений и рождений частицы...»¹⁶⁹.

Механизм «реновации» движущейся частицы не является решением проблемы, поскольку в этом случае движение хотя и осуществляется по непрерывному пространству, но сам процесс движения тела приводит в результате к *дискретному* множеству точек, так что, строго говоря, особой нужды в непрерывном пространстве здесь нет и его можно заменить соответствующим дискретным представлением.

Адекватная модель дискретного времени и непрерывного пространства должна, как нам представляется, удовлетворять, как минимум, следующим двум требованиям.

1. Результатом движения по непрерывному пространству в дискретные моменты времени должна быть непрерывная траектория. В противном случае свойство непрерывности пространства является избыточным.

2. Движущаяся точка не должна «размазываться» по непрерывному пространству. В любой момент дискретного времени координаты движущейся точки необходимо определять однозначно. В противном случае в процессе движения точка перестает быть точкой. Мы же, в соответствии с традицией, должны иметь возможность говорить именно о движении точки.

Второе требование прямо-таки напрашивается на возражение, связанное с квантово-механическими эффектами, в частности, с принципиальной невозможностью измерять с любой точностью координаты движущегося тела. Тем самым, если тело (рассматриваемое как математический объект) есть множество точек, то не приходится спрашивать о точных координатах той или иной точки данной совокупности точек в данный момент времени. Это возражение, безусловно, было бы правомерным, если бы не одно обстоятельство, связанное с учётом традиции. Все-таки обсуждается проблема, имеющая более чем двухтысячелетнюю историю, и решать её за счет отказа от самой постановки вопроса о том, где находится движущееся тело A в момент времени t , имея в виду *точное* местоположение тела A , значит порывать с традицией, не прибегавшей к формулировкам теоретико-вероятностного толка.

Более того, как следует из самого развития квантово-механических представлений, понятие непрерывного пространства не является необходимым атрибутом той картины мира, которую рисует

¹⁶⁹ Там же. С. 46-47.

нам квантовая механика. Отказ от понятия траектории движущегося тела делает свойство непрерывности пространства хотя и удобной в силу привычности, но все-таки не столь уж обязательной абстракцией.

После этих предварительных замечаний перейдем непосредственно к анализу позиции Аристотеля. Начнем с его тезиса о том, что непрерывность пространства влечет непрерывность времени. Прежде коснемся того, как Аристотель понимал непрерывность. В текстах Стагирита под термином «непрерывность» скрывается, фактически, несколько разных понятий. Но мы будем иметь дело только с тем из них, которое используется в рассуждениях о соотношении непрерывности и дискретности пространства и времени. «Я разумею под непрерывным то, – писал Аристотель, – что делимо на всегда делимые части»¹⁷⁰. По современной терминологии, это вообще не непрерывность, а более слабое требование, хотя и необходимое, но недостаточное для установления непрерывности в современном смысле этого понятия.

В теории множеств делимость целого на всегда делимые части обычно называют плотностью. Точнее, частично упорядоченное множество M называется *плотным*, если выполнено следующее условие:

$$\forall x \forall y ((x < y \rightarrow \exists z (x < z \ \& \ z < y)).$$

(Подразумевается, что множество M наделено отношением строгого порядка, т.е. из $x < y$ следует $x \neq y$, и область действия кванторов ограничена множеством M .) С неформальной точки зрения это и есть условие, гарантирующее бесконечную делимость целого и его частей.

Следует отметить, что термин «непрерывный» многолик не только в текстах Аристотеля. Современная наука также использует его с различными вариациями, из которых мы выберем только одну, сопоставимую с понятием плотности в плане использования и в том, и в другом случае отношения упорядоченности.

Пусть множество P линейно упорядочено отношением $<$. Назовем *сечением* множества P пару множеств (X, Y) , компоненты которой удовлетворяют следующим условиям:

$$X \cup Y = P,$$

$$X \cap Y = \emptyset,$$

$$\forall x \forall y (x \in X \ \& \ y \in Y \rightarrow x < y).$$

¹⁷⁰ Аристотель. Физика. М., 1937. 232b.

Если (X, Y) – сечение, то X называют *левым классом*, а Y – *правым классом* данного сечения. Сечение (X, Y) называется *собственным*, если $X \neq \emptyset$ & $Y \neq \emptyset$.

Выделяют следующие четыре вида сечений.

1. В левом классе X есть наибольший элемент x , а в правом классе Y есть наименьший элемент y ; тогда сечение (X, Y) называют *скачком*.

2. В левом классе X есть наибольший элемент x , но в правом классе Y нет наименьшего элемента.

3. В левом классе X нет наибольшего элемента, но в правом классе Y существует наименьший элемент y .

4. В левом классе X нет наибольшего элемента, а в правом классе Y нет наименьшего элемента; тогда сечение (X, Y) называют *щелью*.

Линейно упорядоченное множество P называется *непрерывным*, если любое его собственное сечение не является ни скачком, ни щелью (иными словами, все собственные сечения множества P относятся к виду 2 или 3)¹⁷¹.

Каким образом можно связать определенные выше понятия с интуитивными представлениями о дискретности и непрерывности? Обратимся к хорошо известным примерам линейно упорядоченных множеств¹⁷². Рассмотрим множество целых чисел Z . Очевидно, любое собственное сечение этого множества является скачком. С интуитивной точки зрения, множество целых чисел образует классический пример дискретного множества, так что наличие скачков однозначно указывает на проявление дискретности объекта. И наоборот, если мы захотим выразить интуитивную идею дискретности, то в случае линейно упорядоченных множеств без сечений-скачков не обойтись.

Сложнее обстоит дело с множеством рациональных чисел Q . Как известно, данное линейно упорядоченное множество является плотным и, таким образом, с точки зрения Аристотеля должно быть отнесено к непрерывным образованиям. Однако отсутствие скачков в Q с позиции современных представлений свидетельствует лишь о том, что множество Q не может считаться дискретным. С другой стороны, и непрерывным его считать трудно, поскольку множество Q имеет щели. Последний факт также широко известен¹⁷³ и мы не будем на нем останавливаться.

¹⁷¹ См., напр.: Александров П.С. Введение в теорию множеств и общую топологию. М., 1977.

¹⁷² Всюду в этих примерах подразумевается, что рассматриваемые множества наделены соответствующими стандартными отношениями линейного порядка.

¹⁷³ Подробности можно найти в учебниках по математическому анализу.

Сами термины «скачок», «щель» в их обычном значении указывают на отсутствие свойства непрерывности, чем и объясняется выбор этих терминов в качестве названий соответствующих видов сечений. Но если ликвидировать все скачки и заклеить все щели, то тогда действительно можно получить непрерывный объект. При этом только скачки напрямую связаны с интуитивным представлением о дискретных образованиях, тогда как наличие щелей ассоциируется со своего рода промежуточной ситуацией, когда ни о дискретности, ни о непрерывности в собственном смысле речи не идёт.

Примером множества, в котором все отклонения от непрерывности в виде скачков и щелей устранены, может служить множество действительных чисел R . Отметим, что данное множество непрерывно и в аристотелевском смысле, поскольку оно плотно и, таким образом, делимо на всегда делимые части¹⁷⁴. Вообще, всякое более чем одноэлементное непрерывное множество P плотно¹⁷⁵.

В самом деле, в противном случае существуют $a, b \in P$, удовлетворяющие условиям $a \neq b$ и $\forall z \neg(a < z < b)$. Тогда пара множеств (X, Y) , где

$$X = \{x \mid x \in P \ \& \ (x < a \vee x = a)\},$$

$$Y = \{y \mid y \in P \ \& \ (b < y \vee y = b)\},$$

образует сечение линейно упорядоченного множества P . Нетрудно убедиться, что сечение (X, Y) является скачком, в противоречии с исходным допущением о непрерывности P .

Чтобы обеспечить должное согласование с терминологией Аристотеля и тех исследователей, которым его аргументация кажется убедительной, будем использовать тот факт, что непрерывное в выше введённом смысле является непрерывным и по Аристотелю. Обратное, однако, неверно: не всё непрерывное в аристотелевском смысле будет удовлетворять современному определению непрерывности.

Аристотель рассматривает следующую ситуацию. Допустим, маршрут, или как его называет Аристотель, путь A – это некоторый промежуток между местом M и городом Фивы¹⁷⁶. Если кто-то в момент времени t находится в точке M , то его нет в Фивах в момент t , поскольку, как справедливо замечает Аристотель, «...невозможно

¹⁷⁴ Вновь за более подробной информацией мы отсылаем читателя к курсам математического анализа.

¹⁷⁵ Кстати говоря, все такие непрерывные множества бесконечны.

¹⁷⁶ Мы не всегда буквально следуем тексту самого Аристотеля в целях большей ясности изложения.

сразу идти в Фивы и прийти в Фивы»¹⁷⁷. Из этого следует, что момент времени прихода в Фивы t' неравен моменту начала движения t . Мы имеем дело с различными моментами времени, относящимися к началу движения и к его концу. На утверждении $t \neq t'$ строится всё дальнейшее рассуждение. Отметим при этом, что сама мысль о том, что тело может находиться в один и тот же момент времени в различных местах, отвергается с самого начала. Тем самым соблюдено требование 2.

Допустим теперь, что время непрерывно. Следовательно, найдётся момент времени t'' , предшествующий моменту t' и наступивший позже момента t . Если путь $M\Phi$ неделим (утверждение о не непрерывности пространства), то, спрашивается, где находится движущееся по пути $M\Phi$ тело? Если в момент t'' тело находится в M , то момент t не является началом движения, что противоречитсылке. Если же в момент t'' тело находится в Фивах, то t' не является концом движения, что также противоречитсылке. Так где же находится движущееся по пути $M\Phi$ тело? Ясно, что в какой-то точке этого пути. Но эта точка не совпадает ни с точкой M , ни с точкой Φ . Остается единственная возможность – тело в момент t'' находится между точками M и Φ и, тем самым, путь $M\Phi$ делим в противоречии о допущении о его неделимости. Итак, делимость времени влечет делимость пути, т.е. непрерывность времени влечет непрерывность пространства.

Рассмотрим противоположный случай. Допустим, путь $M\Phi$ непрерывен, а интервал времени (t, t') , за который преодолевается путь $M\Phi$, неделим. Из непрерывности маршрута $M\Phi$ следует его делимость. Рассмотрим отрезки $[M, A]$ и $[A, \Phi]$, составляющие в сумме путь $M\Phi$. В силу требования 1, неявно разделяемого Аристотелем, движущееся по маршруту $M\Phi$ тело не может не побывать в точке A этого маршрута. В противном случае непрерывность движения по непрерывному пространству была бы нарушена появлением разрыва в точке A пути $M\Phi$. Так как, по Аристотелю, «...всякое движение происходит во времени и во всякое время может происходить движение...»¹⁷⁸, в точке A пути $M\Phi$ тело появилось в некоторый момент времени t'' . Рассуждая, как и в предыдущем случае, получаем, что $t \neq t''$ и $t'' \neq t'$. Действительно, попасть в точку A тело могло лишь двигаясь из точки M , но «всякое движение происходит во времени», т.е. не мгновенно. Следовательно, $t \neq t''$. Аналогичным образом, преодоление пути $A\Phi$ вновь потребует

¹⁷⁷ Аристотель. Там же. 232а.

¹⁷⁸ Там же. 232b.

некоторого времени, так что $t'' \neq t'$, как и требовалось. Итак, непрерывность пространства влечёт непрерывность времени. Соединяя оба результата, получаем, что время непрерывно тогда и только тогда, когда пространство непрерывно. Такова, на наш взгляд, главная линия аргументации Аристотеля.

В дальнейшем изложении мы будем заниматься только той частью проблемы, которая касается дискретности времени и непрерывности пространства. Но, как уже отмечалось, применяемые нами методы позволяют строить и модели универсума, в котором пространство дискретно, а время непрерывно.

Обратим внимание на одно обстоятельство: Аристотель при обосновании сформулированной выше эквивалентности нигде не говорит о том, что *в последующие моменты времени движущееся тело проходит последующие точки пути*. Может быть, он так думал, или считал это предположение само собой разумеющимся – во всяком случае, явно он на него не ссылается. Между тем, наших построениях это обстоятельство будет одним из ключевых.

Легко убедиться в том, что любое собственное сечение линейного дискретного множества является скачком или щелью. При этом в более чем одноэлементных линейных дискретных множествах сечения-скачки существуют всегда (тогда как собственных сечений-щелей может и не быть). Тем самым только что введённое понятие дискретности согласуется с разобранными выше соображениями о связи явления дискретности с существованием сечений-скачков.

Почему в определении дискретности речь идет о линейно упорядоченных множествах? По той простой причине, что время в физике принято рассматривать как структуру, наделённую линейным порядком. Для любого момента времени t и любого момента времени t' считается, что либо t раньше, чем t' , либо t' раньше t , либо $t = t'$. Напротив, физическое пространство наделяется большим, чем одно, измерением.

Тем не менее, для того чтобы не затемнять основную идею дополнительными техническими усложнениями, ограничимся в дальнейшем рассмотрением одномерного непрерывного пространства. При этом не произойдет существенной потери общности рассуждений: предлагаемый метод без особого труда может быть перенесен на случай пространств различных типов и размерностей, если есть основания считать эти пространства непрерывными.

Более того, предлагаемый метод сопряжения непрерывных пространств и дискретного времени позволит варьировать понятие

непрерывности в очень широких пределах, оставляя, однако, понятие дискретности, которое было сформулировано в этой работе, в полной неприкосновенности. Короче говоря, время в наших построениях будет гораздо более стабильным образованием, чем пространство.

Последнее замечание в действительности имеет программный характер. Как показывает анализ современной научной литературы по проблеме пространства и времени, без труда удавшееся умножение числа всевозможных пространств терпит явный провал при попытках умножить число времён. Зачастую этот факт завуалирован тем не всегда очевидным обстоятельством, что вместо времени, по существу, рассматривают какие-либо разновидности пространств. При таком обороте дела задача увеличить число рассматриваемых типов времён решается без особых хлопот.

Вернемся к идее о том, что движущийся объект в последующие моменты времени проходит последующие точки пути. Мы предлагаем *отказаться* от этой идеи. Пусть, например, кто-либо движется из точки M в Фивы и в некий момент времени t оказался в точке A этого пути. Пусть также точка B расположена ближе точки A к пункту назначения Φ и путник оказался в B в момент времени t' . Так вот, мы не требуем, чтобы t' наступило позже момента t . Допускается, что хотя A дальше от города Фивы, чем B , но в A путник окажется *раньше*, чем в B .

Кажется, что само по себе это предположение абсурдно. На самом деле это не так, если рассматривать очень мелкие участки пути. Но даже и в сфере повседневной жизни на пути к цели, если для достижения этой цели требуется переместиться из пункта M в пункт Φ , очень часто приходится временно отступать: то ли сделать шаг назад, чтобы открыть заклинившую дверь, то ли подниматься кругами вместе с самолетом над аэродромом, оказываясь то ближе, то дальше от цели, то ли сдавать назад при попытке взять с разгона трудный участок дороги, то ли что-нибудь еще в этом роде. В конце концов, все живые существа, имеющие ноги, раскачиваются при ходьбе.

Неизвестно, насколько убедительны предыдущие не вполне серьёзные соображения. Поэтому обратимся к формальному аспекту рассматриваемой ситуации. Возьмем какой-либо отрезок $M\Phi$ одномерного пространства, которым для определенности будет множество обычным образом упорядоченных действительных чисел R вместе с функцией расстояний (метрикой) ρ , определенной на R и удовлетворяющей условию

$$\forall x \forall y (\rho(x, y) = |x - y|).$$

Тогда пара $\langle R, \rho \rangle$ превращается в метрическое пространство, которое можно считать непрерывным на том основании, что функция ρ каждому непрерывному подмножеству S из R сопоставляет непрерывное множество значений расстояний между точками из S . Обозначим это пространство через R^1 .

Можно ли описать движение на отрезке $M\Phi$ при помощи времени, множество моментов которого упорядочено линейным дискретным образом? Если мы хотим, чтобы каждому моменту t такого времени T соответствовала точка на $M\Phi$, каждой точке на $M\Phi$ соответствовал момент времени из T и при этом для любых t, t' при $t < t'$ расстояние между точкой ρt , которая сопоставлена моменту t , и точкой Φ было больше, чем между точкой $\rho t'$, сопоставленной моменту t' , и точкой Φ , то ответ будет отрицательным. Действительно, установить между $M\Phi$ и T отношение взаимно однозначного соответствия, сохраняющего порядок на этих множествах, невозможно. Убедимся в сказанном.

Допустим, существует функция f , взаимно однозначно отображающая T на $M\Phi$ и удовлетворяющая условию

$$(*) (\forall t, t' \in T)(t < t' \rightarrow f(t) < f(t')).$$

(В антецеденте и консеквенте импликации $(*)$ употреблен один и тот же значок “ $<$ ” для обозначения отношений упорядоченности, тогда как в действительности слева и справа от стрелки “ $\rightarrow$ ” действуют *разные* отношения порядка; если помнить об этом, то никакой путаницы не произойдет.)

Так как T должно быть бесконечным линейным дискретным множеством (поскольку отрезок $M\Phi$ пространства R^1 бесконечен), найдутся моменты времени t_1 и t_2 такие, что $t_1 < t_2$ и $\forall t \neg(t_1 < t < t_2)$. Тогда из допущения $(*)$ следует, что $f(t_1) < f(t_2)$, а из непрерывности отрезка $M\Phi$ вытекает

$$(**) f(t_1) < a < f(t_2)$$

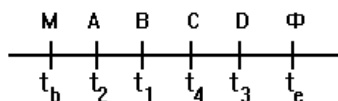
для некоторого $a \in M\Phi$.

Используя свойство взаимной однозначности функции f , получаем для обратной функции f^{-1} равенство $f^{-1}(a) = t$ для некоторого $t \in T$. Так как $\neg(t_1 < t < t_2)$, имеем четыре возможности: либо $t_1 = t$, либо $t_2 = t$, либо $t < t_1$, либо $t_2 < t$. Если $t_1 = t$, то $f(t_1) = f(t) = a$, что противоречит $(**)$. При $t_2 = t$ получаем $f(t_2) = f(t) = a$, что вновь противоречит $(**)$.

Оставшиеся два случая аналогичны. Из $t < t_1$ с использованием $(*)$ следует, что $f(t) < f(t_1)$. Поскольку $a = f(t)$, получаем $a < f(t_1)$ в противоречии с $(**)$. Точно так же из $t_2 < t$ и $a = f(t)$ вытекает неравенство $f(t_2) < a$, что снова противоречит $(**)$.

Таким образом, приходится оставить надежды найти такой способ передвижения по непрерывному пространству R^1 в дискретные моменты времени, чтобы с каждым дискретным мгновением приближаться всё ближе и ближе к концу пути. Но полученный отрицательный результат оставляет открытым вопрос о существовании не сохраняющих порядок взаимно однозначных отображений из подходящего линейного дискретного множества T на непрерывные отрезки или на интервалы пространства R^1 . Для наглядности обратимся следующему рисунку.

На рисунке схематически изображена часть дискретного механизма движения по непрерывному отрезку $M\Phi$. В начальный момент дискретного времени t_b движущийся точечный объект s



находится в точке M отрезка $M\Phi$.

Затем, в следующий за t_b момент времени t_1 s оказывается в точке B .

Однако следующий шаг отбрасывает s назад: в момент t_2 s оказывается в точке A отрезка $M\Phi$. Далее s в моменты t_3 и t_4 последовательно посещает точки D и C .

Казалось бы, в непоказанный на рисунке момент времени t_e частица s могла бы завершить движение, очутившись в точке Φ (так что было бы $t_5 = t_e$). В таком случае перед нами была бы изображена картина реновации частицы s , дополнительно усложненная, так сказать, попятными реновациями. Как мы помним, реновация в качестве принципа решения проблемы соотношения дискретного времени и непрерывного пространства была исключена с самого начала. Поэтому в момент t_5 частица s окажется где-то между точками M и Φ , но не в точке Φ (т.е. $t_5 \neq t_e$).

Более того, полное устранение идеи реновации возможно лишь в том случае, если будет реализован принцип *запрета незавершенного движения*, который вытекает из сформулированного вначале требования 1: *след движущейся дискретным образом частицы должен в итоге образовать непрерывную траекторию; в противном случае движение не завершено*.

Следовательно, отправившись в путь из пункта M , частица s должна побывать во всех точках какого-либо интервала $(M, A) \subset (M, \Phi)$, и лишь при условии выполнения равенства $A = \Phi$, на последнем шаге она может оказаться в пункте Φ . Так как любой интервал (A, B) пространства R^1 имеет мощность континуума, реализация запрета незавершенного движения означает, что множество моментов

дискретного времени, требующееся для завершения начатого движения, также должно иметь мощность континуума.

Итак, проблема сводится к вопросу о существовании линейных дискретных множеств несчетных мощностей (в том числе и мощности континуума). Хотя поставленный вопрос явно имеет теоретико-множественный характер, ответ на него мы получим при помощи одной из теорем математической логики – теоремы Левенгейма – Сколема – Тарского. Согласно этой теореме, если первопорядковая теория Th имеет бесконечную модель, то она имеет бесконечные модели произвольной мощности¹⁷⁹.

Понятие линейного дискретного множества¹⁸⁰ в теории TLD было задано при помощи средств, не выходящих за рамки первопорядковой логики предикатов. Поэтому к TLD будет применима теорема Левенгейма – Сколема – Тарского. Необходимо только убедиться, что TLD имеет бесконечную модель. Сделать это несложно: достаточно проверить, что, например, множество целых чисел Z является линейным дискретным множеством. В силу этого Z может рассматриваться как модель первопорядковой теории TLD . Поскольку Z бесконечна, TLD по теореме обладает моделями произвольной бесконечной мощности, в том числе и мощности континуума. Пусть теперь множество T является моделью теории TLD и имеет мощность континуума. Так как любая модель теории TLD является линейным дискретным множеством, T – линейное дискретное множество мощности континуума, что и требовалось.

Остается преодолеть небольшое техническое затруднение, связанное с необходимостью начать движение в момент t_b в точке M отрезка $[M, \Phi]$ и закончить его в момент t_e в точке Φ того же отрезка. Казалось бы, раз непрерывный отрезок $[M, \Phi]$ пространства R^1 имеет одинаковую мощность с дискретным множеством T , существует взаимно однозначное отображение f из T на $[M, \Phi]$, которое может быть взято в качестве формального описания движения частицы s по отрезку $[M, \Phi]$. Но если множество T , подобно множеству Z , не имеет начального и конечного элементов, с содержательной точки зрения оно не в состоянии выполнить эту роль.

Поступим следующим образом. Добавим к теории TLD две новые аксиомы, утверждающие существование начального и конечного элемента, сузив таким образом класс линейных дискретных множеств:

6. $\exists x \forall y (x \neq y \rightarrow x < y)$,

¹⁷⁹ Кейслер Г., Чэн Ч.Ч. Теория моделей. М., 1977.

¹⁸⁰ См.: Гл. 14, §2.

7. $\exists x \forall y (x \neq y \rightarrow y < x)$.

Полученная теория TLD' также имеет бесконечные модели. В качестве модели, например, может быть взято любое множество, упорядоченное по типу $\omega + \omega^*$. Этот порядковый тип можно представлять себе как множество положительных целых чисел, к «концу» которого добавлено множество отрицательных целых чисел. Такая совокупность является линейным дискретным множеством, обладающим начальным и конечным элементом и имеющим бесконечную мощность. Вновь применяя теорему Левенгейма – Сколема – Тарского, получаем линейное дискретное множество T' с первым и последним элементом, имеющее мощность континуума и являющееся моделью теории TLD' .

Если отбросить из множества T' первый и последний элементы (обозначим их через t_b и t_e соответственно), остаток T'' по-прежнему будет линейным дискретным множеством и будет иметь мощность континуума. Следовательно, существует взаимно однозначное отображение f'' из T'' на непрерывный интервал (M, Φ) . Расширим функцию f'' до функции f' , определенной на T' и удовлетворяющей условиям

$$\begin{aligned} f'(t) &= f''(t), \text{ если } t \in T'', \\ f'(t_b) &= M, \\ f'(t_e) &= \Phi. \end{aligned}$$

Определенная таким образом функция f' является взаимно однозначным отображением множества T' на отрезок $[M, \Phi]$ и удовлетворяет всем требованиям *статического* описания движения по непрерывному пространству в дискретные моменты времени. Это означает, что получен утвердительный ответ на вопрос о том, может ли пространство быть непрерывным, а время – дискретным.

Но можно ли дать *динамическое* описание движения по непрерывному пространству в дискретные моменты времени? Утвердительный ответ вытекает из рассмотрения АВТ-программы, которую назовём DRIVING.

```

I0 CHOOSE X | X = tb
I1 IF X = T' THEN END
I2 CHOOSE Z | Z = f'(X)
I3 CHOOSE Y | (Y отрезок T') & Y = X+
I4 DELETE X
I5 DELETE Z
I6 CHOOSE Z | Z = f'(Y)
I7 IF Y = T' THEN END

```



```

I8 CHOOSE  $X \mid (X \text{ отрезок } T') \ \& \ X = Y^+$ 
I9 DELETE  $Y$ 
I10 DELETE  $Z$ 
I11 CHOOSE  $Z \mid Z = f'(X)$ 
I12 IF  $X = T'$  THEN END
I13 GOTO I3

```

Шаги $I_0 - I_1$, $I_3 - I_4$, $I_7 - I_9$ и $I_{12} - I_{13}$ соответствуют шагам канонической программы CC1LD. Согласно постулату достижимости, этот набор инструкций будет выполняться АВТ-компьютером с достаточно большой памятью, если выполнению не помешают оставшиеся инструкции I_2 , $I_5 - I_6$ и $I_{10} - I_{11}$. Легко убедиться, что такого не произойдёт. На шаге I_0 в памяти разместится первый элемент t_b множества T' . Следующий шаг I_1 на самом деле лишний, поскольку известно, что T' бесконечно, однако I_1 входит в каноническую программу и потому оставлен. На шаге I_2 в памяти появится первая точка M действительного отрезка $[M, \Phi]$. После канонических шагов $I_3 - I_4$ точка M исчезает (шаг I_5), а вместо нее появляется точка $f'(Y)$ (шаг I_6), сопоставленная элементу $t_b^+ \in T'$ и удовлетворяющая условию $M < f'(Y) < \Phi$. Затем канонические инструкции $I_7 - I_9$ приведут к выбору элемента $t_b^{++} \in T'$, которому после исчезновения точки $f'(t_b^+)$ (на шаге I_{10}) будет сопоставлена точка $f'(t_b^{++}) \in [M, \Phi]$.

Поскольку множество T' не исчерпывается элементами t_b , t_b^+ и t_b^{++} , канонические инструкции $I_{12} - I_{13}$ приведут к повторению шагов $I_3 - I_{13}$, которое будет в силу постулата достижимости происходить T' раз. Точнее, $T' - \{t_b, t_b^+, t_b^{++}\}$ раз, однако это не существенно, т.к. множества T' и $T' - \{t_b, t_b^+, t_b^{++}\}$ не только равномощны, но и могут быть взаимно однозначно отображены друг на друга с сохранением порядка: положим $\text{dom}(f) = T'$, $\text{rng}(f) = T' - \{t_b, t_b^+, t_b^{++}\}$ и $f(x) = x^{+++}$, если множество $\{y \mid y \leq x\}$ конечно; в противном случае полагаем $f(x) = x$. В конце концов либо на шаге I_3 , либо на шаге I_8 будет достигнут последний элемент t_e множества T' .

Данная строгая дизъюнкция открывает любопытную возможность введения для линейных дискретных множеств T с первым и последним элементами понятий чётности и нечётности. Заметим, что если T конечно и его мощность – чётное число, то программа DRIVING, в которой T' заменено на T , доберется до последнего элемента T на шаге I_3 (который, хотя это случайное совпадение, является чётным – четвертым – оператором программы DRIVING). Если же T конечно и его мощность – нечётное число, то программа

DRIVING достигнет последнего элемента T либо на шаге I_0 , либо на шаге I_8 (которые, в свою очередь, являются нечётными – первым и девятым – операторами программы DRIVING). Отсюда вытекает мотивировка следующих определений. Назовем линейное дискретное множество T с первым и последним элементами *чётным*, если программа DRIVING достигнет последнего элемента T на шаге I_3 . В противном случае назовем T *нечётным*.

Независимо от того, чётным или нечётным является T' , его последнему элементу t_e будет сопоставлена точка Φ отрезка $[M, \Phi]$, и либо по инструкции I_7 , либо по инструкции I_{12} АВТ-программа DRIVING закончит работу. В силу выше изложенного ясно, что множество T' интерпретируется как отрезок линейного дискретного времени, на протяжении которого происходит движение по непрерывному отрезку $[M, \Phi]$. Тем самым дается теоретическое обоснование возможности процесса движения в непрерывном пространстве. Та же самая техника позволяет описывать процесс движения и по дискретному пространству. Впрочем, как уже отмечалось в связи с апорией «Стадий», здесь Зенону не удалось получить противоречия. Самый важный полученный результат состоит в том, что движение было строго описано именно как *процесс*, протекающий во времени, а не как *функция* от времени.

Теперь есть теоретические средства для того, чтобы любые изменения во времени вообще трактовать процессуально, динамически, а не функционально, статически. Сказанное относится и к самому времени, поскольку время – это тоже динамический процесс.

§2. Дискретное движение и интуиция

Описанный механизм движения можно наглядно вообразить, представив себе, что мы рисуем линию карандашом настолько тонко заточенным, что на его острие помещается лишь одна математическая точка. След от движения такого карандаша должен образовать искомую линию – скажем, линию $M\Phi$. Мы не в состоянии гладко и плавно осуществить этот процесс. Действительно, первый шаг заключается в том, что острие карандаша помещается в точку M . Но каков будет следующий шаг? Начертить всю линию за одно мгновение не удастся. Изобразить какую-то ее непрерывную часть тоже – ведь если допустить, что можно мгновенно рисовать

небольшие непрерывные кусочки линии, то непонятно, что мешает изобразить ее сразу целиком.

Выход состоит в том, чтобы не пытаться создавать всю линию или ее часть, также являющуюся линией, за один шаг. Вместо этого мгновенно перенесем карандаш из точки M в любую другую точку интервала (M, Φ) . Повторив эту операцию трансфинитное число раз, мы увидим, как из дискретного множества точек постепенно возникает непрерывная линия. На последнем шаге, естественно, карандаш оказывается в точке Φ , завершая процесс рисования. Таким образом, линия возникает в результате серии мгновенных скачков. Получается, что континуум мало напоминает гладкую дорогу. Движение по нему скорее похоже на движение по сильно пересеченной местности.

Вместо карандаша, рисующего линию, можно рассмотреть путника, например, Ахилла, преодолевающего континуальный отрезок пути. При этом, если верно сказанное во 2 параграфе 2 главы, движение черепахи никак не мешает двигаться Ахиллу, равно как и наоборот. Тем самым введение несчетного отрезка линейного дискретного времени с первым и последним моментом позволяет уйти от парадоксов, возникающих в апориях «Ахилл» и «Дихотомия», с соблюдением следующих условий:

1. Движение начинается в точке начала пути;
2. Движение заканчивается в точке конца пути;
3. Движущееся тело побывает во всех точках пути;
4. Для всякой точки пути (за исключением последней) можно указать точку, в которой движущееся тело окажется в следующий момент дискретного времени;
5. Для всякой точки пути (за исключением первой) можно указать точку, в которой движущееся тело находилось в предыдущий момент дискретного времени;
6. В процессе движения движущееся тело оказывается то дальше, то ближе от точки начала пути.

Эти рассуждения можно повторить по отношению к совокупностям, упорядоченным по типам $\omega+1$ и $1+\omega^*$, которые также, как и непрерывные отрезки, имеют прямое отношение к апориям «Ахилл» и «Дихотомия» соответственно (в каждой из совокупностей первый элемент есть пункт начала пути, а последний – его конечный пункт). Вновь, как и в случае континуума, вообразить процесс пошагового получения этих совокупностей элемент за элементом, *с учетом порядка на них*, логически невозможно. При отображении

счетного линейного дискретного множества моментов времени, имеющего первый и последний элемент, на эти совокупности неизбежно на каких-то шагах будет нарушен порядок прохождения элементов (наряду с движениями от предыдущих точек к последующим придется вводить скачки от последующих точек к предыдущим, что отражено в пункте 6). Эта альтернатива, как уже указывалось во 2 параграфе 2 главы, не принималась во внимание исследователями апорий Зенона.

Таким образом, множества типов $\omega+1$ и $1+\omega^*$ могут выступать в качестве пространственных образований, однако, поскольку эти множества, будучи линейно упорядоченными, не являются дискретными (в силу нарушения либо 4, либо 5 аксиомы дискретности), они не имеют отношения к дискретному времени. Что касается множеств типов ω и ω^* , то они являются линейными дискретными совокупностями, что позволяет использовать их в качестве временных, но не пространственных структур. Действительно, если бы путь был представлен множеством типа ω или типа ω^* , то в первом случае не было бы последней точки пути, а в последнем – первой точки, что нарушало бы условия 1 и 2.

Подчеркнем, что возражение, согласно которому для преодоления в дискретные моменты времени пути $\omega+1$ или $1+\omega^*$ надо завершить прохождение якобы незавершаемых в принципе частей пути ω или ω^* соответственно, бьет мимо цели, поскольку мы в явном виде – в силу пункта 6 – отказываемся от требования соблюдения пространственного порядка точек пути. Действительно, ω и ω^* являются в рассматриваемой ситуации частями путей $\omega+1$ и $1+\omega^*$ и должны быть, по условию, пройдены. Они и будут пройдены при помощи описанного механизма, только при этом порядок их прохождения не будет повторять порядки типа ω или ω^* .

Разумеется, если настаивать, что

() в последующие моменты времени проходятся последующие точки пути*

(идет ли речь о континуальных отрезках или о счетных множествах точек), т.е. если отказаться от выше приведенного пункта 6, то мы вновь очутимся в тисках противоречия между чувственной данностью движения и невозможностью его теоретического описания. Но стоит ли настаивать на (*)? Что касается нас, то мы поступаем прямо противоположным образом, не просто отбрасывая требование (*), а подвергая его отрицанию и принимая условие $\neg(*)$. При этом нет нужды прибегать к поистине жалкому оправданию, что, дескать, у

самого Зенона нет прямых указаний на необходимость принятия (*). Даже если с историко-философской точки зрения это не так, даже если есть основания утверждать, что Зенон исходил в числе прочего из (*) как из незыблемого постулата, все это не меняет сути поставленной им проблемы. Ведь если в системе утверждений возникают парадоксы, от чего-то в ней все равно придется отказаться, коль скоро мы принципиально не хотим мириться с противоречиями.

Другой вопрос, адекватны ли предлагаемые решения парадоксов исходной постановке проблем настолько, насколько это возможно при наличном уровне знаний? Исходная постановка вопросов, приведшая к формулировке апорий, коренилась не в постмодернистском желании эпатировать образованную публику, а в действительно возникающих трудностях постижения пространства, времени и движения. Скажем поэтому несколько слов о соотношении описанного механизма движения и реальности. Не является ли этот механизм всего лишь забавной игрушкой, заведомо не имеющей аналогов в объективной действительности? Как ни удивительно на первый взгляд, не существует способа опровергнуть предложенное описание движения посредством эксперимента, если допускается непрерывность пространства, поскольку при этом всегда остается возможность дальнейшего уменьшения пространственных интервалов, в которые происходят дискретные скачки вперед и назад в ходе движения. Эти интервалы могут быть настолько малы, что разрешающая способность физических приборов окажется недостаточной. С другой стороны, вполне возможно, что дискретное описание механизма движения найдет экспериментальное подтверждение. Кажется, квантовая механика дает основания так думать.

Подчеркнем, что мы не претендуем на какую-либо окончательность предлагаемой концепции. Во-первых, мы не сомневаемся, что в будущем удастся достичь большей глубины понимания апорий. Во-вторых, в рамках уже изложенного без ответа остаются многие естественным образом возникающие вопросы. Так, было бы желательно объяснить различия в *скорости* движущихся в дискретные моменты времени тел. Как ввести в теорию понятие скорости – далеко не очевидно. По-видимому, здесь возможны варианты. Один из них связан с интуитивным представлением о существовании более эффективных и менее эффективных способов пересчета. Ведь движение описывалось, по сути, как некий трансфинитный пересчет точек пространства. Не означает ли это, что более быстрое (Ахилл) обгоняет более медленное (черепаха)

посредством применения лучшего алгоритма трансфинитного счета? К сожалению, этот круг проблем мы вынуждены оставить в стороне.

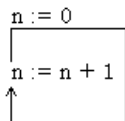
Еще один вопрос, пока остающийся без ответа, связан с уточнением идеи движения как процесса. Строго говоря, выше приведенное описание движения носит интуитивный характер, поскольку формально структура дискретного времени всецело остается в рамках статики. Другое дело, что дискретность времени позволяет нам подключить интуицию процессуальности, ибо все, что требуется от процесса с интуитивной точки зрения – это возможность на каждом шаге (если этот шаг не первый и не последний в серии процессуальных актов) указать непосредственно предшествующий и непосредственно последующий шаги. В конечном случае никаких проблем в этой связи не возникает (если отвлечься от вопроса о реализуемости произвольно большого конечного числа шагов; но это особый вопрос). Но в случае, например, несчетных линейных дискретных множеств неизбежно возникают точки (элементы таких множеств), между которыми находится бесконечное количество точек-элементов. В рассмотренной в предыдущем параграфе ситуации для перехода от старта к финишу потребовалось бы совершить несчетное число дискретных шагов. Осуществимо ли это хотя бы с позиции непротиворечивости утверждения о возможности подобных процессов?

Представим себе, что параллельно скачкам от одной точки пространства к другой в дискретные моменты времени осуществляется подсчет сделанного числа шагов посредством процедуры прибавления единицы к предыдущему значению. Ясно, что если число уже сделанных шагов конечно и равно n , то номер текущего шага конечен и равен $n+1$. А что получится, если число уже сделанных шагов бесконечно? Чему оно тогда равно, не возникнет ли противоречий с утверждениями арифметики? Вспомним в этой связи машину Г.Вейля¹⁸¹. В каком состоянии будет она находиться по истечению первой минуты?

Ответы на подобные вопросы трудно дать на основе интуитивных представлений. Даже привлечение точных математических методов оставляет ситуацию неопределенной. В самом деле, если считать натуральный ряд *единственным*, то каждое натуральное число (за исключением 0) получается из 0 в ходе *конечного* процесса прибавления 1 к предыдущему результату. Тогда предположение о том, что процесс прибавления 1 к *ранее полученным* натуральным n в

¹⁸¹ См. 2 параграф 2 главы.

ходе изображенного на рисунке цикла *проделал бесконечное число шагов* (это означало бы, что имеются моменты времени, бесконечно удаленные от начала процесса), ведет к противоречию: 0



– число конечное и, если n – конечно, то и $n + 1$ также конечно; отсюда в силу *принципа математической индукции* все числа конечны. Но число, полученное в ходе бесконечного количества прибавлений 1 будет

содержать бесконечное число единиц и потому не может быть конечным. Мы уже видели, что принцип математической индукции за пределами привычных математических понятий иногда приводит, мягко говоря, к странным следствиям. В рассматриваемой ситуации обыденная научная интуиция, исходящая из идеи единственности натурального ряда, безоговорочно решит вопрос в пользу принципа математической индукции и отбросит саму возможность осуществления трансфинитного процесса прибавления единицы. Кстати, примерно так рассуждали математики в до теоретико-множественную эпоху. Им казалось, что идея бесконечного числа как таковая ведет к противоречиям.

Появление теории множеств ввело в математический обиход представление о трансфинитных ординальных и кардинальных числах. Однако следует иметь в виду, что, скажем, наименьшее трансфинитное число ω получается отнюдь не прибавлением 1 к какому-то предыдущему числу¹⁸², так что и в современной теории множеств отвергается возможность получения какого-либо конкретного числа в ходе дискретного трансфинитного процесса прибавления 1. Точнее, мыслится возможным осуществление *всех* актов прибавления 1 к ранее полученным натуральным числам. Хотя таких актов *бесконечно* много, каждый из них приводит к *конечному* числу. Далее вводится первое бесконечное число ω , которое превосходит любое из натуральных чисел. Поскольку $\forall n(\omega \neq n+1)$, ω не может быть порожден прибавлением единицы к какому-либо натуральному числу. Затем возникает новый ряд трансфинитных чисел, который нередко записывают в виде $\omega = \omega+0, \omega+1, \omega+2, \dots, \omega+n, \dots$. Однако речь уже не идет об обычном арифметическом сложении. Если любое натуральное число n можно представить в виде суммы n единиц ($1 = 1, 2 = 1 + 1, 3 = 1 + 1 + 1 \dots$), то ни одно трансфинитное число вида $\omega + n$ не представимо таким образом. В частности, число ω не есть сумма бесконечного числа единиц $1 + 1 + 1$

¹⁸² Подробнее об этом см.: Рассел Б. Введение в математическую философию. М., 1996.

+ ... + 1 + ... Более того, такое бесконечное суммирование в классической математике просто лишено смысла.

Между тем, мы имели в виду как раз такого рода суммирование, раз допускали *осуществление* бесконечного дискретного числа шагов прибавления 1 к определенному шагу N . Тогда и число, получающееся в ходе этого процесса, уместно обозначить через N . Ясно, что N является бесконечным числом. Затем можно продолжать, получая последовательно $N + 1$, $N + 1 + 1$, $N + 1 + 1 + 1$ и т.д. Все это еще можно было бы истолковать в духе классики, но – и в этом коренное отличие данных построений от стандартных – мы считаем, что каждое число, порождаемое рассматриваемым дискретным трансфинитным процессом, получается из предыдущего посредством прибавления 1. Таким образом, для *любого* N запись $N - 1$ указывает на это предыдущее строго меньшее число (т.е. $N - 1 < N$), тогда как в стандартной теории бесконечных чисел не для любого числа α выполняется $\alpha - 1 < \alpha$. Например, записи $\omega - 1$ можно придать лишь тривиальный смысл $\omega - 1 = \omega$. Этим обстоятельством объясняется тот факт, что в классической теории множеств операция вычитания (равно как и деления, в виду $\omega/2 = \omega$ и т.п.) не определяется для трансфинитных чисел¹⁸³.

Оправдать такие нестандартные построения нельзя при сохранении принципа математической индукции (выше было показано, что в противном случае будет доказуемо, что все натуральные числа конечны). На самом деле принципом математической индукции в данной ситуации пользоваться просто нельзя. Если очередное N конечно, то конечным будет и число $N + 1$. Поэтому предположение о том, что имеется *наименьшее* бесконечное число N (полученное, стало быть, из конечного числа $M = N - 1$), противоречиво. Значит, подмножество всех бесконечных чисел не будет иметь первого элемента, т.е. все множество чисел не будет вполне упорядоченным. Но принцип математической индукции верен лишь для вполне упорядоченных множеств, поэтому здесь пользоваться им нельзя.

Полученный ряд натуральных чисел (точнее, начальный отрезок некоего натурального ряда, поскольку мы не предполагаем, что в ходе описанного процесса порождается *весь* ряд) отличается от стандартного, и потому мы приходим к идее о не единственности натурального ряда. Мы привели краткое обоснование существования нестандартных натуральных чисел, опираясь на интуицию процесса

¹⁸³ Там же.

порождения чисел, протекающего в линейном дискретном времени, в котором имеются моменты, бесконечно удаленные от начала процесса. Однако, во-первых, мы не уверены, что другие имеют интуитивные представления, сколько-нибудь сходные с нашими, и, во-вторых (что важнее), интуитивная уверенность может подвести. Необходимо построить строгую теорию процессов, протекающих в линейном дискретном времени¹⁸⁴.

§3. АВТ-модель течения времени

Воспользуемся абстрактным языком программирования АВТ для моделирования течения времени. Процесс становления связан как с утратой части прошлого, так и с новыми приобретениями в будущем. Но становление - не хаотический процесс. В его основе лежат определенные закономерности, которые, однако, не должны быть слишком «жесткими». Необходимо избегать как крайности полного произвола, так и крайности предопределённости хода течения времени. Соблюсти оба эти условия можно за счет ввода в модель становления, с одной стороны, стабилизирующего звена - *формальной теории времени*, а с другой - *моделей этой теории*, которые до известных пределов варьируются и, тем самым, позволяют избегать фатальной неизбежности возникновения или исчезновения тех или иных ситуаций или событий. Приступим к осуществлению намеченной программы.

Пусть язык **LS** содержит следующие символы.

1. Индивидуальные переменные (переменные первого порядка)
 $x, y, z, x_1, x_2, \dots, x_n, \dots$
2. Одноместные предикатные переменные (переменные второго порядка)
 $X, Y, Z, X_1, X_2, \dots, X_n, \dots$
3. Одноместную предикатную константу H .
4. Двухместную предикатную константу E .
5. Логические связки и кванторы по переменным всех типов.
6. Технические символы (пробел, левая и правая скобки).

¹⁸⁴ В дальнейшем мы не собираемся возвращаться к проблеме обоснования нестандартных натуральных чисел, поскольку с их помощью хотели всего лишь продемонстрировать те трудности, которые возникают в трансфинитных дискретных процессах. С совершенно иных позиций существование таких чисел доказывалось в так называемом нестандартном анализе. См., напр.: Девис М. Прикладной нестандартный анализ. М., 1980.

Термами первого порядка являются индивидные переменные. Термами второго порядка являются предикатные переменные и константа H . Если α - терм первого порядка и Γ, Δ - термы второго порядка, то выражения вида $\Gamma(\alpha), \Delta(\alpha)$ и $\Gamma \mathbf{E} \Delta$ - *атомарные формулы*. Атомарными формулами будут, например, выражения $H(x), X(x), X \mathbf{E} Y, X \mathbf{E} H$ и т.п. Остальные пункты определения правильно построенных формул, формулировка логических аксиом и правил вывода обычные¹⁸⁵

Равенство термов первого порядка можно ввести по определению: $\alpha \approx \beta$ является сокращением формулы $\forall \Gamma(\Gamma(\alpha) \leftrightarrow \Gamma(\beta))$. Короче, $\alpha \approx \beta \leftrightarrow_{\text{Df}} \forall \Gamma(\Gamma(\alpha) \leftrightarrow \Gamma(\beta))$. В свою очередь, равенство термов второго порядка $\Gamma \equiv \Delta$ есть сокращение формулы $\forall \alpha(\Gamma(\alpha) \leftrightarrow \Delta(\alpha))$: $\Gamma \equiv \Delta \leftrightarrow_{\text{Df}} \forall \alpha(\Gamma(\alpha) \leftrightarrow \Delta(\alpha))$. При этом дополнительно принимаем аксиому $\forall X_1 \forall X_2 \forall Y_1 \forall Y_2 ((X_1 \equiv Y_1 \ \& \ X_2 \equiv Y_2) \rightarrow (X_1 \mathbf{E} X_2 \rightarrow Y_1 \mathbf{E} Y_2))$. Знак « $\equiv$ » остаётся знаком равенства в метаязыке.

В подразумеваемой смысловой интерпретации значениями переменных первого и второго порядка являются *события* и *множества событий* соответственно. Среди множеств событий выделяются *моменты времени* - те множества, которые принадлежат полному отношению *раньше, чем*. Это отношение обозначается символом $\mathbf{E}$, момент настоящего символом H .

Введём для удобства еще несколько сокращений:

$m(X) \leftrightarrow_{\text{Df}} \exists Y(X \mathbf{E} Y \vee Y \mathbf{E} X)$ (X - момент времени),

$X \parallel Y \leftrightarrow_{\text{Df}} X \mathbf{E} Y \vee Y \mathbf{E} X \vee (X \equiv Y \ \& \ m(X))$ (сравнимость двух моментов времени),

$X \mid Y \leftrightarrow_{\text{Df}} (X \mathbf{E} Y \vee Y \mathbf{E} X) \ \& \ \forall Z(\neg(X \mathbf{E} Z \mathbf{E} Y) \ \& \ \neg(Y \mathbf{E} Z \mathbf{E} X))$ (X и Y - соседние моменты времени).

Аксиомами теории **TS** в языке **LS** являются следующие формулы, образующие из-за пункта 1 бесконечный список.

1. $\forall X(m(X) \rightarrow \exists x_1 \exists x_2 \dots \exists x_n (X(x_1) \ \& \ X(x_2) \ \& \dots \ \& \ X(x_n) \ \& \ \neg(x_1 \approx x_2) \ \& \ \neg(x_1 \approx x_3) \ \& \dots \ \& \ \neg(x_1 \approx x_n) \ \& \ \neg(x_2 \approx x_3) \ \& \ \neg(x_2 \approx x_4) \ \& \dots \ \& \ \neg(x_2 \approx x_n) \ \& \dots \ \& \ \neg(x_j \approx x_{j+1}) \ \& \ \neg(x_j \approx x_{j+2}) \ \& \dots \ \& \ \neg(x_j \approx x_n) \ \& \dots \ \& \ \neg(x_{n-1} \approx x_n)))$ (для каждого $n > 1$ имеем отдельную аксиому 1_n)
2. $\forall x \exists X(m(X) \ \& \ X(x))$
3. $\forall X \neg(X \mathbf{E} X)$
4. $\forall X \forall Y \forall Z(X \mathbf{E} Y \ \& \ Y \mathbf{E} Z \rightarrow X \mathbf{E} Z)$
5. $\forall X(m(X) \rightarrow X \parallel H)$
6. $\forall X \forall Y \forall Z(Y \mathbf{E} X \ \& \ Z \mathbf{E} X \rightarrow Y \parallel Z)$

¹⁸⁵ См., напр.: Черч А. Введение в математическую логику. М., 1960. Глава 5.

7. $\forall X(m(X) \rightarrow \exists Y(Y \mathbf{E} X \ \& \ Y|X))$
8. $\forall X(\exists Y(X \mathbf{E} Y) \rightarrow \exists Z(X \mathbf{E} Z \ \& \ X|Z))$
9. $\exists X \exists Y(H \mathbf{E} X \ \& \ H \mathbf{E} Y \ \& \ H|X \ \& \ H|Y \ \& \ X \neq Y)$

На этом список аксиом **TS** исчерпан.

Очевидно, аксиомы 3 и 4 утверждают, что отношение **E** является отношением частичного порядка. Существование моментов времени следует, например, из аксиомы 2. Кроме того, из 2 вытекает, что не существует событий вне времени. Схема аксиом 1 гарантирует бесконечность каждого момента времени. Аксиома 9 позволяет доказать теорему **TS** $\vdash m(H)$. Из аксиомы 5 вытекает сравнимость с *H* по отношению **E** любого момента времени, отличного от *H* (такие моменты существуют в силу непустоты и антирефлексивности **E**). Иными словами, каждый неравный *H* момент времени либо раньше, чем *H*, либо позже, чем *H*. Аксиома 6 запрещает ветвление в прошлое (в этом случае говорят о линейности времени в прошлое). Так как **TS** $\vdash \exists X(m(X))$, то отсюда и из аксиомы 7 получаем отсутствие начала времени. Вместе аксиомы 7 и 8 утверждают, что отношение **E** дискретно. Наконец, из аксиомы 9 следует, что время ветвится в будущее от момента настоящего *H*.

По-видимому, не все аксиомы **TS** одинаково интуитивно приемлемы. В принципе можно было вместо **TS** взять другую теорию, постулирующую иные свойства времени. Подчеркнем, однако, что дискретность времени существенна для того типа моделей динамической концепции времени, которые мы рассматриваем в данной работе.

Определим предикаты прошлого **P**, настоящего **H** и будущего **F**: $\mathbf{P}(X) \leftrightarrow_{\text{Df}} X \mathbf{E} H$, $\mathbf{H}(X) \leftrightarrow_{\text{Df}} X = H$, $\mathbf{F}(X) \leftrightarrow_{\text{Df}} H \mathbf{E} X$. В любой модели **M** = $\langle U, \mathbf{J} \rangle$ теории **TS** множество моментов прошлого **J(P)** линейно упорядочено, а множество моментов будущего **J(F)** частично упорядочено отношением **J(E)** (здесь *U* – непустое множество, являющееся *универсумом* модели **M**, **J** – функция *интерпретации* этой модели, доопределённая на множестве $\{\mathbf{P}, \mathbf{H}, \mathbf{F}\}$ следующим образом: $\mathbf{J}(\mathbf{P}) = \{Q: Q \mathbf{J}(\mathbf{E}) \mathbf{J}(H)\}$, $\mathbf{J}(\mathbf{H}) = \{\mathbf{J}(H)\}$, $\mathbf{J}(\mathbf{F}) = \{Q: \mathbf{J}(H) \mathbf{J}(\mathbf{E}) Q\}$).

Положим $\mathbf{S} =_{\text{Df}} \mathbf{J}(\mathbf{P}) \cup \mathbf{J}(\mathbf{H}) \cup \mathbf{J}(\mathbf{F})$. Тогда **S** является *множеством моментов времени в модели M*. Модель **M** = $\langle U, \mathbf{J} \rangle$ теории **TS** называется **корректной**, если

- а) для любого момента времени $m \in \mathbf{S}$ выполнено условие $|\mathbf{J}(\mathbf{F})| < |2^m|$ (т.е. число моментов будущего меньше, чем кардинал множества всех подмножеств любого прошлого, настоящего или будущего момента);

- b) для любых моментов $m_1, m_2 \in S$ таких, что $m_1 J(E) m_2$ множество $\{m \in S: m_1 J(E) m J(E) m_2\}$ конечно или пусто;
- c) существует множество счетных ординалов C такое, что $|C| > \omega$ и $(\forall \alpha \in C) (\alpha \notin U)$.

Данное определение связано с обеспечением t -корректности рассматриваемой ниже АВТ-программы BECOMING.ABT, а также обусловлено содержательными соображениями (о них речь пойдёт ниже).

Возьмём произвольную модель $M = \langle U, J \rangle$ теории TS (то, что эта теория имеет модели, не вызывает сомнений). Назовем функцию f *функцией выбора прошлого для M*, если f удовлетворяет следующим условиям:

- a) f определена на семействе S ;
- b) $(\forall m \in J(F)) (f(m) = m)$;
- c) $(\forall m \in SJ(F)) ((\omega \leq |f(m)|) \& (f(m) \subset m) \& (m \setminus f(m) \neq \emptyset))$;
- d) $(\forall m, m' \in S) (m \neq m' \rightarrow f(m) \neq f(m'))$.

Так определённая функция f является взаимно однозначной.

Положим $S' =_{\text{Df}} J'(P) \cup J'(H) J'(F)$. Будем говорить, что модель $M' = \langle U', J' \rangle$ есть *сужение в прошлое* модели $M = \langle U, J \rangle$ теории TS , если выполнены следующие условия, в которых используется функция f выбора прошлого для M :

- a) $J'(H) = f(J(H))$, $J'(P) = \{m': (\exists m \in J(P)) (m' = f(m))\}$;
- b) $J'(H) = \{ J'(H) \}$ и $J'(F) = J(F)$;
- c) для всех $m_1, m_2 \in S'$, если $f^1(m_1) J(E) f^1(m_2)$, то выполняется $m_1 J'(E) m_2$;
- d) $U' = \cup S'$.

Отметим, что равенство $U' = \cup S'$ обеспечивает выполнимость аксиомы 2. Ясно, что $U' \subset U$ и M' модель TS .

Введём новую константу TS' для обозначения теории, получающейся из TS заменой аксиомы 9 на формулу $m(H)$. Существование моделей для TS' следует из аналогичного факта для TS , так как TS' - подтеория TS .

Выберем в модели $M = \langle U, J \rangle$ теории TS произвольный момент m , соседний с $J(H)$ и такой, что $J(H) J(E) m$. Затем отбросим все моменты, несравнимые с m . Положим

- a) $S' =_{\text{Df}} \{m': m' J(E) m \vee m J(E) m' \vee m = m'\}$ (получается, что $S' \subset S$ и $S' \neq S$, поскольку в модели M имеются моменты, несравнимые с m , что вытекает из аксиомы 9 теории TS);
- b) $U' =_{\text{Df}} \cup S'$ и $J'(H) =_{\text{Df}} m$;
- c) $J'(E)$ есть сужение $J(E)$ на множество S' .

Очевидно, что $M' = \langle U', J' \rangle$ - модель теории TS' . По определению, модель M' теории TS' является *переходом в будущее* относительно модели M теории TS .

Пусть $M_1 = \langle U_1, J_1 \rangle$ - произвольная модель теории TS , являющаяся расширением модели $M = \langle U, J \rangle$ теории TS' таким, что

- а) $U \subset U_1, J_1(P) = J(P), J_1(H) = J(H)$;
- б) $J(F) \subset J_1(F)$ и при этом множество соседних с $J_1(H)$ моментов, удовлетворяющих условию $m \in (J_1(F) \setminus J(F)) \ \& \ J_1(H) \ J(E) \ m$, не пусто.

Назовем M_1 *первым расширением в будущее* для модели M .

Далее, пусть $M' = \langle U', J' \rangle$ - любая модель теории TS , для которой выполняются следующие условия:

- а) $U_1 \subset U' \text{ и } J_1(P) = J'(P)$;
- б) существует взаимно однозначная функция f из $S_1 =_{\text{Df}} J_1(P) \cup J_1(H) \cup J_1(F)$ на $S' =_{\text{Df}} J'(P) \cup J'(H) \cup J'(F)$ такая, что
 - i. $m_1 J_1(E) m_2 \Leftrightarrow f(m_1) J'(E) f(m_2)$;
 - ii. для всех $m \in J_1(H) \cup J_1(F)$ выполняется $m \subset f(m), f(m) \setminus m \neq \emptyset$.

Тогда M' назовём *вторым расширением в будущее* для модели M .

Напомним, что ординал $\omega = \{\emptyset, \{\emptyset\}, \{\emptyset, \{\emptyset\}\}, \{\emptyset, \{\emptyset\}, \{\emptyset, \{\emptyset\}\}\}, \dots\}$, где множества $\emptyset, \{\emptyset\}, \{\emptyset, \{\emptyset\}\}, \{\emptyset, \{\emptyset\}, \{\emptyset, \{\emptyset\}\}\}, \dots$ представляют числа 0, 1, 2, 3, ... В качестве ω^* возьмем множество $\{\dots, \{\{\emptyset, \{\emptyset\}, \{\emptyset, \{\emptyset\}\}\}\}, \{\{\emptyset, \{\emptyset\}\}\}, \{\{\emptyset\}\}\}$, т.е. положим $\omega^* =_{\text{Df}} \{\alpha: (\exists \beta \in \omega) \{\emptyset\} \} (\alpha = \{\beta\})\}$. Тогда для каждого положительного $n \in \omega$ соответствующее отрицательное число $-n$ есть просто $\{n\} \in \omega^*$. Отношение порядка на множестве ω совпадает с отношением $\in$, суженным на ω . Множество ω^* упорядочим следующим образом:

$$(\forall \{n\}, \{m\} \in \omega^*) (\{n\} < \{m\} \leftrightarrow_{\text{Df}} m \in n).$$

Ясно, что так определенный порядок на множестве ω^* изоморфен порядку на множестве отрицательных целых чисел.

Здесь и далее в этом параграфе принимается равенство $LD = \omega^* + \omega$, т.е. множество LD упорядочено по типу множества всех целых чисел. Из описания множеств ω и ω^* следует, что множество $E(\omega^* + \omega) = E(LD)$ счётно. Кроме того, из равенства $|E(LD(x))| = |E(LD)|$, выполняющегося для каждого $x \in LD$, следует, что множество LD является E -равномерным¹⁸⁶.

¹⁸⁶ Функция E определена в Гл. 14, §3. Константа LD и понятие E -равномерности введены в Гл. 14, §4.

Завершив предварительные шаги, перейдём к построению ABT-программы BECOMING.ABT, моделирующей течение времени на основе теории TS.

Программа BECOMING.ABT

```

I1 DELETE X
I2 CHOOSE X | (X отрезок LD) & X = Y+
I3 IF X = LD THEN END
I4 DELETE Y
I5 CHOOSE Y | (Y отрезок LD) & Y = X+
I6 IF Y = LD THEN END
I7 DELETE X1
I8 CHOOSE X1 | X1 ⊨ TS & X1 - сужение в прошлое для Y1
I9 DELETE Y1
I10 CHOOSE Y1 | Y1 ⊨ TS' & Y1 - переход в будущее
относительно X1
I11 DELETE X1
I12 CHOOSE X1 | X1 ⊨ TS & X1 - первое расширение в будущее
для Y1
    & X1 корректен & |Mm(X)| ≤ |Mm(Mm(X) ∪ Mm(Y) ∪ Mm(X1)
    ∪ Mm(Y1))|
I13 DELETE Y1
I14 CHOOSE Y1 | Y1 ⊨ TS & Y1 - второе расширение в будущее
для X1
    & Y1 корректен & |Mm(X1)| ≤ |Mm(Y1)|
I15 GOTO I1

```

Вопрос о выполнимости программы BECOMING.ABT отложим на конец параграфа¹⁸⁷, а сейчас обратимся к концептуальной стороне дела.

С содержательной точки зрения процесс выполнения программы BECOMING.ABT подходящим ABT-компьютером @ моделирует становление во времени, которое представляет из себя трансфинитный цикл, не имеющий ни начала, ни конца. Цикл обеспечивается инструкциями I₁ - I₆ и I₁₅, в совокупности составляющими программу CC_LD. При этом инструкции I₃ и I₆, завершающие цикл, в данном случае не нужны и могут быть исключены из программы BECOMING.ABT.

Метамоментом рассматриваемой модели становления будем называть модель **M** = <U, J> теории TS, возникшую после выполнения инструкции I₁₄. Все остальные модели, появляющиеся на

¹⁸⁷ Для понимания процесса выполнения программы BECOMING.ABT необходимо знание материала Гл. 14, §3 и §4.

свет в ходе выполнения программы BECOMING.ABT, образуют **квазиметамоменты**, каждый из которых, с одной стороны, есть след предыдущего исчезающего метамомента, а с другой - представляет из себя этап возникновения следующего нового метамомента.

Как уже говорилось раньше, сосуществование в памяти компьютера двух метамоментов недопустимо по содержательным причинам, поэтому сосуществовать могут либо метамомент и квазиметамомент, либо квазиметамомент и квазиметамомент. На самом деле нет необходимости при обсуждении проблемы сосуществования добавлять «в памяти компьютера», поскольку в динамических универсумах *существовать* означает *существовать в памяти*. Те объекты, которые не находятся в памяти, не могут считаться существующими. Таким образом, достаточно проследить за перераспределением памяти, чтобы убедиться в том, что не возникает запретных ситуаций сосуществования уже прошедшего и ещё не наступившего.

Первой инструкцией, не относящейся к каноническому циклу, является инструкция I_7 . После её выполнения существует только метамомент **М**, возникший в предыдущем цикле. Затем выполняется инструкция I_8 - метамомент по-прежнему существует, но уже рядом с квазиметамоментом, являющимся его следом. После выполнения I_9 остаётся только след безвозвратно ушедшего метамомента. При этом теряется часть ситуаций, образывавших универсум **U** из **М**.

На следующем шаге (инструкция I_{10}) налицо первые признаки зарождения следующего метамомента: выбирается новое настоящее. Однако процесс потерь продолжается - ведь выбор настоящего сопровождается исчезновением всех альтернатив, утративших возможность осуществления в будущем. После выполнения I_{11} об этих альтернативах остается только гадать. Сказанное, между прочим, имеет отношение к расхожему вопросу о том, дозволительно ли сослагательное наклонение в истории или нет? В рассматриваемой относительно простой модели становления ответ на поставленный вопрос однозначно отрицательный, но это обстоятельство не предрешает решения проблемы в более сложных моделях исторического процесса.

Последние шаги связаны с дальнейшей актуализацией нового метамомента, протекающей уже без каких-либо потерь в том смысле, что ни отдельные ситуации, ни множества ситуаций (моменты) не исчезают. На шаге I_{12} расширяется и множество ситуаций, и множество будущих альтернатив. Выполнение I_{13} устраняет лишь то,

что и так содержится в первом расширении в будущее. Наконец, второе расширение в будущее (обогащающее возникающее настоящее и имеющиеся будущие альтернативы развития новыми ситуациями) в ходе выполнения I_{14} приводит к образованию нового метамомента. При этом сохраняет существование результат первого расширения - квазиметамомент. Затем цикл повторяется вновь.

В результате выполнения инструкций I_{12} и I_{14} должны получаться корректные модели теории TS. В содержательном плане пункт (b) определения корректной модели предотвращает процессы, в которых количество шагов трансфинитного цикла не согласуется с количеством моментов времени. Точнее, в соответствии с интуитивным представлением о том, что каждый момент прошлого когда-то был настоящим, а любой из моментов будущего может стать настоящим, необходимо иметь сохраняющее порядок взаимно однозначное соответствие между множеством $\omega^* + \omega$ и каждым из максимальных линейно упорядоченных подмножеств множества моментов времени. Тогда для каждого момента времени можно указать шаг трансфинитного цикла (отрезок множества $\omega^* + \omega$), на котором этот момент либо был настоящим, либо является настоящим, либо, возможно, им будет.

Как убедиться в том, что программа BECOMING.ABT будет успешно выполняться на подходящем ABT-компьютере? В отличие от программы BECOMING, написанной на языке BASIC и выполняющейся на выпущенном на заводе компьютере, программа BECOMING.ABT не только не должна завершать свое функционирование, но и не должна иметь начального шага выполнения. Выполнение таких программ возможно только на компьютерах с бесконечной памятью, что также накладывает свою специфику на рассуждения об ABT-программах. В этих условиях свойства f -корректности уже не достаточно: требуется ввести понятие *корректности относительно прошлого*, или ***p-корректности***, фиксирующее отсутствие начала процесса. ABT-программы, являющиеся одновременно и f -, и p -корректными, будем называть ***t-корректными***.

Если π - ABT-программа и I какая-либо инструкция из π , то запись вида $\uparrow\pi$ указывает на то, что процесс выполнения π на подходящем ABT-компьютере не имеет начала, а запись вида $\uparrow(I)\pi$ указывает на отсутствие первого выполнения инструкции I . Далее, запись типа $\{\uparrow(I)\pi(I)\uparrow\}Q$ будет означать, что процесс выполнения I не имеет ни первого, ни последнего шага, и что после каждого выполнения I

предикат Q истинен. АВТ-программу π , удовлетворяющую условию $\{\uparrow(I)\pi(I)\uparrow\}Q$, назовем **тотальной t -корректной относительно I и Q** .

Ключевой в программе BECOMING.ABT является инструкция I_{14} , выполнение которой завершает построение очередного метамомента. Всё, что на самом деле требуется, - это получить корректную модель теории TS. Так что утверждение о тотальной t -корректности программы BECOMING.ABT сформулировать несложно: $\{\{\uparrow(I_{14})\text{BECOMING.ABT}(I_{14})\uparrow\} Y_1 \models \text{TS} \ \& \ Y_1 \text{ корректен.}$

Теорема о тотальной t -корректности программы BECOMING.ABT.

Утверждение $\{\{\uparrow(I_{14})\text{BECOMING.ABT}(I_{14})\uparrow\} Y_1 \models \text{TS} \ \& \ Y_1$ корректен истинно тогда и только тогда, когда программа BECOMING.ABT выполняется на АВТ-компьютере $@ = \langle \text{Mm}, \text{Pr} \rangle$ с бесконечной памятью. При этом в памяти Mm может находиться любая корректная модель $\mathbf{M}$ теории TS такая, что $|E(\mathbf{M})| \leq |\text{Mm}|$ ¹⁸⁸.

Описанная в данной главе модель становления является универсумом с ограниченными ресурсами. После выполнения инструкции I_{14} возможно, в частности, использование всей памяти без остатка для размещения сменяющих друг друга структур. На примере построенного уора хорошо видны, как нам представляется, специфические проблемы, возникающие в динамических универсумах, моделирующих течение времени.

§4. АВТ-интерпретация философии времени мутазилитов

Концепция времени представителей раннего калама мутазилитов является оригинальным достижением средневековой арабской мысли. Как нам представляется, в предельно кратком виде¹⁸⁹ эта концепция сводится к следующим шести основным положениям.

1. Моменты времени у мутазилитов не являются точечными объектами. Они наделены некоторой *структурой*, в основе которой *пара* событий.

¹⁸⁸ Доказательство этой теоремы мы не приводим, т.к. из-за своей технической сложности оно выпадает из ориентированного на доступность материала книги. Его можно найти в работе: Анисов А.М. Время и компьютер. Негеометрический образ времени. М., 1991. С. 143 – 150.

¹⁸⁹ Подробнее см.: Анисов А.М., Смирнов А.В. Логические основания философии времени мутазилитов // «Философский журнал», 2009, № 2 (3). С. 132 - 163.

2. События оказываются *действиями*. Пары сменяющих одно другое действий производят момент времени и, наоборот, любой момент есть такая пара действий, сменяющих одно другое.
3. В конкретных примерах первое действие может означать *уничтожение*, а второе действие – *сотворение*.
4. Момент у мутазилитов не длится, хотя и образован двумя событиями. Но эти события-действия сменяют друг друга и никогда не наличествуют вместе, и потому не могут быть отделены друг от друга, «разрезаны».
5. Модель времени мутазилитов является *дискретной*: она состоит из атомарных моментов времени.
6. В каждый момент атомарного времени мироздание уничтожается и возникает вновь: время *течёт*.

Перед нами, несомненно, *динамическая концепция времени*. Более того, ей нет аналогов в европейской традиции. Никто и никогда там не представлял становление с такой глубиной и детализацией. Время у мутазилитов предстаёт не как застывшая геометрическая структура, а как состоящий из сменяющих друг друга действий дискретный процесс, одни части которого уже в прошлом, другие только предстоит осуществить, а какое-то действие осуществляется здесь и теперь. Вместо метафор и апелляций к интуиции арабская философия предлагает основанное на процессуальной логике объяснение хода течения времени.

Сопоставим эти положения с динамической *ABT*-теорией времени, которая была построена в предыдущем параграфе. Как мы видели, эта теория имеет следующие особенности.

1. Каждый момент (точнее, метамoment, но это сейчас не важно) времени *структурирован* и представлен *шестью* событиями.
2. События оказываются *действиями*.
3. Имеются точно синтаксически и семантически заданные действия DELETE (логическая операция *уничтожения*) и CHOOSE (логический аналог *сотворения*).
4. Момент не длится в том смысле, что длится только время, состоящее из сменяющих друг друга моментов. «Разрезать» сам момент бессмысленно, хотя в его составе шесть событий-действий: как только какое-то из действий будут отброшено, выполнение оставшихся станет логически невозможным, течение времени прекратится!

5. Каждый актуально существующий момент t имел непосредственного предшественника t^- (если t не первый момент) и будет иметь непосредственного последователя t^+ (если t не последний момент). Таким образом, время оказывается *дискретным*.
6. Моменты времени, а вместе с ними всё мироздание (в модели теории), исчезают (но не полностью!) и появляются вновь (как бы прибавляя новое к старой основе). Время *течёт*, мироздание находится в процессе *становления*.

Совпадения *ABT*-теории и концепции времени мутазилитов настолько бросаются в глаза, что возникает законный вопрос: не позаимствовал ли автор основные идеи своей теории у арабских средневековых мыслителей? Нет, не заимствовал. Более того, в вышедшей в 1991 г. книге «Время как компьютер», в которой впервые была изложена *ABT*-теория времени, учение мутазилитов о времени названо «ересью». Это было, как теперь понятно, невежественное заявление. Но в тот период познания автора о предмете уместались в одно предложение: они «учили, что мир каждое мгновение уничтожается и затем творится заново». И лишь с появлением в двухтысячных годах работ по этой теме А.В.Смирнова стало возможным понимание глубокого смысла темпоральных построений мутазилитов. Совпадения обусловлены единством опыта восприятия человеком феномена течения времени, а упомянутое единство, в свою очередь, обусловлено объективностью становления. И лишь сила привычки к статическим методам описания реальности мешает видеть очевидное.

Но вернёмся к *ABT*-теории. Течение времени в сильно упрощённом виде может быть представлено там следующим шести шаговым циклом преобразований π над тремя переменными M , P и F , представляющими мир *настоящего* (или мир актуально существующих вещей и событий) M , *прошлого* P , являющееся частью мира M , и грядущее *новое будущее* F , которое миру M не принадлежит.

1. Недетерминированным образом выбирается собственная часть M : $\text{CHOOSE } P \mid P \subset M \text{ и } P \neq M$. M и P сосуществуют, значения этих переменных определены. Значение F не определено.
2. Мир M *уничтожается*: $\text{DELETE } M$. Теперь переменная M не определена, ей ничего не сопоставлено. Зато переменная P по-прежнему определена. Это *прошлое*, та часть исчезнувшего мира, которая уцелела. Значение F не определено.

3. Недетерминированным образом выбирается *новое будущее*:
 $\text{CHOOSE } F \mid F \neq \emptyset \text{ и } P \cap F = \emptyset$. Значения переменных P и F определены. Значение M не определено.
4. *Возникает* новый мир M : $\text{CHOOSE } M \mid M = P \cup F$. Прошлое соединилось с будущим. Все три переменные M , P и F определены.
5. $\text{DELETE } P, F$. Есть только настоящее. Значения переменных P и F не определены, M определено.
6. $\text{GOTO } 1$. Возврат к шагу 1.

Формально, прокомментированные шаги 1 – 6 сводятся к выполнению следующей *ABT*-программы π .

(π)

1. $\text{CHOOSE } P \mid P \subset M \text{ \& } P \neq M$
2. $\text{DELETE } M$
3. $\text{CHOOSE } F \mid F \neq \emptyset \text{ \& } P \cap F = \emptyset$
4. $\text{CHOOSE } M \mid M = P \cup F$
5. $\text{DELETE } P, F$
6. $\text{GOTO } 1$

ABT-программа π в процессе выполнения осуществляет *переход* от момента настоящего к следующему настоящему. Поскольку двух «настоящих» быть не может, они никогда не сосуществуют: прежде, чем появится новое настоящее (шаг 4), предыдущее успевает исчезнуть (шаг 2). Из таких дискретных переходов складывается *течение времени*. Точно таким же образом осуществляется переход от акта уничтожения к акту сотворения у мутазилитов. Возникает естественный вопрос: сколько *длится* этот переход? Но этот вопрос неправильно поставлен. Его пресуппозицией является утверждение, что *ABT*-программа π или переход мутазилитов выполняется *во времени*, что каждый соответствующий цикл занимает некоторое время. Однако, данное утверждение в рассматриваемой ситуации *ложно*. Само выполнение *ABT*-программы π или сам по себе переход от акта уничтожения к акту сотворения у мутазилитов *порождает* время. Бессмысленно утверждать, что порождение времени происходит *во времени*, что оно занимает какое-то время. *Становление или течение времени не происходит во времени, оно и есть время.*

Как же тогда быть с законным фундаментальным вопросом: *Сколько прошло времени или сколько пройдёт* (потребуется) времени? На данный вопрос ни концепция мутазилитов, ни моделирующая её вычислительная интерпретация, представленная

ABT-программой π , ответа не даёт. Эти конструкции онтологически *первичны*, в них ещё нет счёта времени. Чтобы такой счёт мог возникнуть, требуется, как минимум, осуществить два существенных усложнения исходной модели. Во-первых, надо мир M представить в виде *метамомента*: упорядоченной структуры «внутренних» моментов. Например, такая структура могла бы удовлетворять аксиомам о ветвлении моментов в будущее и их линейности в прошлое, как уже было показано. Во-вторых, на множестве подмножеств тем или иным образом упорядоченных моментов необходимо ввести функцию *меры* или какой-то подходящий её аналог. Но всё это технически сложно и лежит далеко за пределами построений мутазилитов и проблемы их интерпретации.

Ещё одно напрашивающееся возражение связано с использованием терминов «раньше, чем», «позже, чем», «сейчас», «теперь» и т.п. применительно к процессу выполнения *ABT*-программы π или актам уничтожения и сотворения мутазилитов. Не являются ли обороты типа «пусть сейчас выполняется шаг n *ABT*-программы π », «шаг 3 *ABT*-программы π выполняется раньше, чем шаг 4» «акт уничтожения предшествует акту возникновения» и т.д. незаконными, вводящими темпоральные понятия там, где ещё нет времени. На наш взгляд, необходимо выделять два слоя темпоральных понятий. Один слой относится к структуре *множества моментов*, другой, более глубокий, – к структуре самих *моментов*. Момент времени структурирован, но не статичным теоретико-множественным образом, а динамически, через смену составляющих его событий или действий. Например, в утверждениях «момент t *раньше* момента t^* » и «акт уничтожения происходит *раньше* акта возникновения» содержится одинаковое слово «*раньше*», но за ним в первом и во втором случае скрываются разные понятия, имеющие отдельную область применимости.

Мутазилиты фактически предложили в качестве представления времени двухэлементный цикл *уничтожение – возникновение*. Но можно ли представить такой цикл шагом 2 и шагом 4 в следующей форме: Мир M *уничтожается*: DELETE M ; *Возникает* новый мир M : CHOOSE M ? По нашему мнению, нельзя. Ведь тотальное уничтожение мира и последующее возникновение ниоткуда взявшегося нового не обеспечивает никакой *преемственности* между действиями по уничтожению и возникновению.

Однако дело не так просто. Как пишет А.В.Смирнов, «В своем подлинном начальном варианте теория времени, как она была создана

первыми мутакаллимами, мутазилистами (а не пересказана столетия спустя поздними мутакаллимами, ашаритами, а с их слов - и другими мыслителями) отнюдь не предполагает тотальное уничтожение мира и возникновение заново всего мира. Акты *уничтожение – возникновение* относятся у них только к акциденциям, но не к субстанциям. Отстаивая субстанциальную устойчивость мира, мутазилисты, вероятно, видели в этом ответ на вопрос о преемственности между отдельными моментами существования мира¹⁹⁰.

Вернёмся к вопросу о вычислительной интерпретации мутазилистской концепции времени. Акты уничтожения и сотворения можно представлять как сложные, т.е. составленные из нескольких базовых (далее неделимых) действий. В этом случае наша *ABT*-программа π воспроизведёт двухэлементную модель мутазилистов посредством *соединения* шагов: шаги 1–2 соответствуют *уничтожению*, шаги 3–5 – *возникновению*. Правда, при этом шаг 6 всё-таки выпадает. Однако, это так только с формальной стороны. В содержательном отношении нет никаких сомнений, что акты уничтожения и возникновения в концепции мутазилистов повторяются вновь и вновь, образуя то, что мы теперь называем циклом.

Утверждать, что двухэлементный цикл мутазилистов не сопоставим напрямую с шестиэлементным циклом *ABT*-теории – всё равно, что отрицать прямую сравнимость двухтактных и четырёхтактных двигателей внутреннего сгорания. А если вспомнить, что в двухтактном двигателе за один такт выполняется несколько операций, которые в четырёхтактном двигателе разделены, то аналогия становится поистине полной. Но четырёхтактный двигатель лучше двухтактного. Поэтому мы не призываем вернуться к двухтактной темпоральной модели мутазилистов. Но для своего времени эта модель была высочайшим достижением. Более того, если уж говорить о проблеме времени сегодня, то в философском отношении лучше пользоваться концепцией мутазилистов, чем современными лишёнными каких бы то ни было динамических темпоральных характеристик геометрическими моделями физиков.

В заключение кратко обсудим ещё одну любопытную проблему. Последовательность шагов *уничтожение – возникновение* у мутазилистов не случайна, т.е. она не обращается. *Сначала* уничтожение (D), *потом* возникновение (C). Но вот вопрос: можно ли

¹⁹⁰ Анисов А.М., Смирнов А.В. Логические основания философии времени мутазилистов. С. 158.

уничтожить то, чего нет, уничтожить не существующее? На этот вопрос напрашивается отрицательный ответ: уничтожить можно только уже существующее, т.е. то, что возникло в предшествующий момент времени. А если так, то действие уничтожения предполагает, что какой-то мир до этого акта *уже существовал*. Но и он возник лишь благодаря тому, что до этого был уничтожен более ранний мир и т.д., до бесконечности. *Время в этом случае не должно иметь начала!*

.....DC, DC, DC, DC.....

Именно этот вариант интерпретации динамической концепции времени реализован в философии суфизма: здесь существующий во времени мир «параллелен» существующему в вечности Богу и, как и последний, не имеет временного начала.

Однако возможно и другое решение: Бог мог сотворить первый мир из ничего, породив затем цепочку уничтожений и возникновений.

C, DC, DC, DC, DC.....

Этот вариант реализован в концепциях тех мутазилитов, которые придерживались коранического тезиса о творении мира из ничего и, следовательно, о начале мира во времени.

Что касается предлагаемой вычислительной *ABT*-интерпретации, то последовательность *сначала уничтожение, потом возникновение* в ней была чётко реализована. Шаг 2 уничтожения мира *M* *предшествует* шагу 4 сотворения нового *M*. Но теперь вопрос о начале времени решается однозначно: *ABT*-программа π не имеет первого шага выполнения. Это легко формально доказать, опираясь на заданную семантику операторов языка *ABT*. Такова цена вопроса о том, в какой последовательности осуществляются акты уничтожения и сотворения. Но можно ли реализовать вторую возможность, в которой время имеет начало? В качестве ответа предьявим следующую *ABT*-программу π^* .

(π^*)

1. CHOOSE $M \mid M \neq \emptyset$
2. CHOOSE $P \mid P \subset M \ \& \ P \neq M$
3. DELETE M
4. CHOOSE $F \mid F \neq \emptyset \ \& \ P \cap F = \emptyset$
5. CHOOSE $M \mid M = P \cup F$
6. DELETE P, F
7. GOTO 2

Процесс выполнения этой программы идёт как раз по типу ряда C, DC, DC, DC, DC..... с первым шагом, соответствующим началу

времени. Затем акты уничтожения и возникновения (именно в таком порядке) повторяются до бесконечности.

А как быть с симметричным вопросом о конце времён? В логике рассуждений мутазилитов нет никаких оснований для выбора последнего момента времени. И если Бог решит когда-то уничтожить мир, но затем его не воссоздавать, то сделано это будет в неведомом будущем и по причинам, выходящим за границы концепции времени как таковой. В АВТ-теории предъявить программу, моделирующую течение времени и при этом обречённую на завершение своей работы, не так то просто. Можно, конечно, ввести счётчик числа циклов, по завершению которого программа остановится. Но кто решится сказать, сколько в точности мгновений осталось существовать миру?

§5. АВТС-вычислимость и творение нового из ничего

В заключительном 5 параграфе 15 главы кратко опишем более общую, чем АВТ, теорию абстрактной недетерминированной АВТС-вычислимости, которая позволяет в прямом смысле *творить новое*. Десять лет назад тема креативности уже обсуждалась нами¹⁹¹, но это были интуитивно-содержательные рассмотрения, которым теперь мы можем придать формально точный смысл.

Прежде всего, отметим, что оператор недетерминированного выбора CHOOSE в определённом смысле уже является формальным средством моделирования новизны. Что же это за смысл? Поясним, обратившись к великолепной идее Творения по Г.Лейбницу. Лейбниц считал, выражаясь нашим языком, что акт Творения Мира состоял в *выборе* Богом одного из возможных (существующих в его уме) миров в качестве действительного. Правда, этот выбор нельзя назвать недетерминированным, поскольку Бог выбрал *наилучший* из всех возможных миров, т.е. *выбора как такового у него не было*: коль скоро наилучший мир единственный, всеблагой Создатель был *вынужден* взять именно этот мир. Но это издержки концепции Лейбница. Вполне можно допустить, что «хороших» миров много, и среди них нет выделенного, наилучшего. Так что действительно было из чего выбирать, причём недетерминированным образом.

¹⁹¹ Анисов А.М. Креативность // «Credo new», 2002, № 1. С. 103-116.

Другой, более радикальный смысл понятия новизны связан с отказом от самой идеи выбора, пусть и недетерминированного, в акте творения нового. В самом деле, раз есть выбор, то, стало быть, есть и те возможности, из которых выбирают. Они *уже существуют до акта выбора*, вот в чём суть. В этом смысле они никакие не новые. *Подлинная новизна появляется ниоткуда, из ничего*. А из ничего и выбрать ничего нельзя.

Идеи Лейбница нашли формальное выражение в модальной логике, в семантике возможных миров. В этой семантике в каждой модели модального исчисления имеется определенное множество возможных миров, в котором один мир выделен в качестве действительного (правда, уже без атрибута «наилучший»). Что касается идеи радикальной новизны, то никаких формальных аналогов для неё не существует. Более того, согласно распространенному мнению, идея о творении из ничего носит мистический характер и рационально непостижима, не говоря уже о том, чтобы её формализовать.

С нашей позиции, проблема тут есть, и она не столь проста. Суть ее в следующем. С точки зрения математики желательно, чтобы любые формальные структуры возникали закономерным образом. В идеале построение теории множеств, которую можно рассматривать как источник практически всех математических объектов, начинается с постулирования существования пустого и бесконечного множеств, из которых с помощью разрешенных операций получаются все другие множества. Правда, в жизни идеал оказался неосуществимым по причине отсутствия единого универсума множеств. Даже натуральный ряд оказался не единственным в силу наличия нестандартных моделей арифметики. Но это не отменяет главного: любой альтернативный универсум, коль скоро он считается заданным, устроен регулярным и предсказуемым образом. Так что никакие самые экзотические объекты из альтернативных универсумов не могут выступать в качестве примеров творения нового из ничего. Все их свойства предопределены, никакой их атрибут не может вдруг появиться или, напротив, быть утрачен.

Но в реальности свойства появляются и исчезают! Например, когда-то не существовало свойства *Разумное животное*, но ныне это свойство существует. Мы можем быть также уверены, что существует соответствующее этому свойству конечное множество разумных животных. Однако это вовсе не означает, что мы должны быть готовы моделировать такое множество посредством некоторого построения, начинающегося с пустой совокупности. Натуральные числа,

допустим, мы так и строим: объявляем, что $0 =_{\text{Df}} \emptyset$, $1 =_{\text{Df}} \{\emptyset\}$, $2 =_{\text{Df}} \{\emptyset, \{\emptyset\}\}$ и т.д. Поведение получаемых объектов регулярно, закономерно и предсказуемо. Но не будет ли бессмысленным предположение, что подобным путем можно получить множество разумных животных? Нам представляется, что будет. Абсурдно полагать, что множество разумных животных возникнет по правилам теории множеств на каком-то этапе порождения множеств из пустой совокупности.

Не означает ли сказанное выше, что похоронена надежда на использование логики и математики в построении структур, которые можно было бы обоснованно считать способными выступать в роли появляющихся из ничего? Ведь логика и математика действительно имеет дело с регулярными, закономерными и предсказуемыми структурами. Или это не всегда так?

И всё же имеется исключение из общего правила. На роль иррегулярных объектов теории множеств мы предлагаем *праэлементы* или *атомы*. Атомы являются праэлементами потому, что они исходные объекты в том смысле, что не получены из каких-то ранее построенных множеств. Праэлементы являются атомами (неделимыми) потому, что им, как и пустому множеству $\emptyset$, ничего не принадлежит в качестве элемента. Тем не менее, они не равны пустому множеству. Атом привлекателен тем, что с чисто математической точки зрения он почти ничего из себя не представляет. Атомы настолько свободны от математических свойств, насколько это вообще представляется возможным. Тем не менее, они — чисто формальные объекты, которые могут быть введены в теорию множеств посредством соответствующих аксиом¹⁹². Именно это обстоятельство дает нам шанс для построения формальной модели творения нового из ничего.

Язык абстрактного программирования АВТС получается из языка АВТ добавлением оператора CREATE. Формально синтаксическую форму оператора CREATE можно представить в виде записи

CREATE $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n \mid \text{условие}(X_0, X_1, X_2, \dots, X_n)$,

где X_i — некоторая переменная, причем переменные X_i и X_j различны, если $i \neq j$. Все выражение может быть прочитано как «Создать атомы или множества атомов $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ такие, что выполняется предикат $\text{условие}(X_0, X_1, X_2, \dots, X_n)$ ».

¹⁹² Йех Т. Теория множеств и метод форсинга. М., 1973.

Сформулируем условия выполнимости оператора CREATE в общем виде. Если процессор Pr АБТ-компьютера $@=<Mm, Pr>$ выполняет синтаксически правильную инструкцию I вида

CREATE $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n \mid \text{условие}(X_0, X_1, X_2, \dots, X_n)$

и *предусловие* Р

$Mm(X_0)=\emptyset \ \& \ Mm(X_1)=\emptyset \ \& \ Mm(X_2)=\emptyset \ \& \dots \ \& \ Mm(X_n)=\emptyset$

ложно, выполнение завершается аварийно: произойдет **авост**.

Если Р **истинно**, процессор Pr пытается создать (сотворить из ничего) такие атомы или множества атомов $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$, которые, будучи присвоены в качестве значений переменным $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ соответственно, обеспечивают *истинность условия* инструкции I. Затем процессор Pr пытается *разместить в памяти* Mm объекты $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$.

Если атомов или множеств атомов $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$, удовлетворяющих *условию* инструкции I и способных поместиться в свободной области памяти Mm, **логически не может существовать**, выполнение I завершается **авостом**. В противном случае (т.е. если *условие*($X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$) **непротиворечиво** и памяти для размещения новых объектов $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$ **достаточно**) выполнение I завершается успешно в состоянии, в котором **истинны** следующие *постусловия*:

$Mm(S_i) \neq \emptyset$ для всех $i, \ 0 \leq i \leq n$;

условие($S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$) .

Завершим наши усилия сотворением нового атома из ничего в предположении, что памяти достаточно для размещения одного атома. Рассмотрим следующую элементарную АБТС-программу.

I_1 **CREATE** $X \mid (X \neq \emptyset) \ \& \ \forall Z(Z \notin X)$

В соответствии с постулатом существования, до выполнения этой программы $Mm(X) = \emptyset$. Условие $(X \neq \emptyset) \ \& \ \forall Z(Z \notin X)$ указывает, что создаваемый X будет *атомом* (а не множеством атомов). В ходе выполнения (согласно постулату реализуемости) оператора CREATE атом S, присваиваемый переменной X, *появляется ниоткуда, возникает в истинном смысле из ничего*. Но до выполнения оператора CREATE атом S нигде не существовал ни в каком качестве, т.е. S будет *совершенно новым*. После выполнения программы имеем $Mm(S) \neq \emptyset$ и $(S \neq \emptyset) \ \& \ \forall Z(Z \notin S)$.

Часть VI. Становление и познание

Проблемы, которые обсуждаются в этой части книги, также восходят к вопросам, поставленным ещё в античной философии. Чем является знание – знанием о вещах текущих или же знанием о том, что не подвержено становлению? Как соотносятся время и знание, может ли знание изменяться во времени? Каков эпистемологический статус высказываний о будущих случайных событиях? Как известно, давались различные и даже прямо противоположные ответы на эти и им подобные вопросы. Сама суть этих вопросов понимается существенно различным и, что того хуже, нередко маловразумительным образом. Не прекращаются попытки решить возникшие проблемы при помощи рассуждений в естественном языке, без использования специальных искусственных языков науки. Однако естественный язык оставляет нас в плену здравого смысла или аморфно-образных представлений. В любом случае эти средства не только недостаточны, но и прямо вводят в заблуждения, поскольку ситуация требует тонкого анализа, невозможного без формального понятийного аппарата. Но даже и тогда, когда используются точные формальные методы (математические и логические), сплошь и рядом возникает ощущение их неадекватности по отношению к заданной проблемной ситуации. Мы получаем точные ответы, но, по всей видимости, совсем не на те вопросы.

Здесь мы попытаемся исправить сложившееся положение дел, предложив адекватные логические средства анализа очерченного круга проблем, без претензий на окончательность как самих методов исследования, так и тех вопросов и ответов, к которым мы придём в итоге. Подчеркнём, что итогом будут не только ответы, но и вопросы. Ведь спрашивающий неизбежно нечто утверждает, поэтому верно говорят, что правильно поставленный вопрос есть уже наполовину ответ.

Глава 16. Двойственность знания

§1. Проблема временной неопределённости

Знание, подобно древнеримскому богу Янусу, имеет как бы два лица, смотрящие в противоположные стороны и в человеческом мышлении несуществующие одно без другого. Первый лик знания обращен ко времени, второй отвернут от него. Различение темпоральной и вневременной сторон знания оказывается непростым делом, и потому в эпистемологии либо лики знания сливаются, либо признаётся наличие только одного из них, по крайней мере, в качестве подлинного знания или его высшей ступени.

Как только знание стало объектом философской рефлексии, возобладала позиция, согласно которой знание об изменяющихся вещах невозможно. Это хорошо известный факт. Как-то меньше обращается внимание на то, что отсюда следует вывод о неизменности знания. Меняются мнения, а не знания, соответствующие неподвижному бытию. Можно знать больше или меньше, но нельзя назвать знанием то, что требует исправления, коррекции, внесения изменений. Можно добавить к имеющемуся знанию новое и можно забыть то, что знал раньше, но знания остаются самими собой. Вспомнив забытое, мы вспомним то же самое, а не иное. Я.Хинтика, проанализировавший основания таких взглядов, пришел к внешне парадоксальному выводу, что первые эпистемологи, – древнегреческие мыслители, – принимая тезис о неизменности знания, отдавали предпочтение утверждениям с временной неопределённостью, которые ныне не находят применения в науке¹⁹³.

Примером утверждения с временной неопределённостью является высказывание «Сократ сидит». Истинно это утверждение или ложно? Истинно, если в момент его произнесения Сократ действительно сидит, и ложно в противном случае. Поэтому в одни периоды времени оно истинно, а в другие ложно. Но само знание, заключённое в этом высказывании, не меняется. Надо полагать, что тезис о неизменности знания, зафиксированного в некотором суждении, основывался на представлении о *самотождественности* объектов и предикатов мысли. Если бы объект «Сократ» и предикат «сидит» каждый раз были другими, знание о них было бы невозможно и на вопросы «Кто

¹⁹³ Хинтика Я. Время, истина и познание у Аристотеля и других греческих философов // Хинтика Я. Логико-эпистемологические исследования. М., 1980.

сидит?» и «Что значит ‘сидит’?» нельзя было бы дать осмысленный ответ. Однако самотождественный объект то и дело попадает в различные ситуации, которые тасуют присущие ему предикаты, также сохраняющие самотождественность при всех обстоятельствах. Таким образом, неизменные объекты и предикаты могут по-разному связываться между собой и притом случайным образом: Сократ то сидит, то не сидит, и в результате меняющиеся положения дел требуют для своего описания то одних высказываний с временной неопределённостью, то других.

В устной речи особых проблем в этой связи не возникает, так как произносимые суждения с временной неопределённостью без труда соотносятся с одновременно имеющим место положением дел. Напротив, записанное высказывание с временной неопределённостью теряет привязку к конкретному моменту времени. Как в такой ситуации оценить истинностное значение предложений типа «Сократ сидит»? Существует несколько путей выхода из тупика. Во-первых, в философии и науке можно ограничиться только такими утверждениями с временной неопределённостью, истинностные значения которых не меняются с течением времени. Этого варианта решения придерживались Платон, Аристотель и другие древнегреческие философы. Во-вторых, можно вообще отказаться от использования в текстах предложений с временной неопределённостью. Именно по этому пути пошла современная наука.

Опишем вторую из названных альтернатив более подробно. Сейчас многим кажется несомненным, что все трудности исчезают, если в наши высказывания о мире вставлять явные упоминания о времени совершения тех или иных событий. «Сократ сидит в момент времени t » – и остается только вставлять вместо переменной t конкретные даты, получая ложные или истинные *на все времена* высказывания. Всё так просто... Поэтому проблема вовсе не в том, чтобы избавиться от предложений с временной неопределённостью, а в том, почему этого не сделали раньше. Я.Хинтиikka, заинтригованный этой «непонятливостью» античных мыслителей, предлагает целый веер дополняющих друг друга вариантов объяснения рассматриваемого факта. Здесь и демонстрация того, что греки устную речь ставили выше письменной, и указание на отсутствие в Древней Греции развитой системы летоисчисления, и многое другое¹⁹⁴. Всё это, по всей видимости, верно. Действительно, ориентация на устную речь, с её опорой на высказывания с временной

¹⁹⁴ Там же.

неопределённостью, объясняет, почему и в текстах стремятся сохранить высказывания этого типа. А определённое временное высказывание не так-то просто сформулировать, если под рукой нет календаря. Но есть обстоятельство, ускользнувшее от внимания финского логика. Оно касается самого разделения овременённых высказываний на неопределённые и определённые.

С доминирующей в современной логике точки зрения, предложения вида «В Москве идет дождь», «Сократ сидит», «В Хельсинки хорошая погода» и т.п. не являются правильными высказываниями, то есть им нельзя приписать истинностного значения. Такими предложениями можно пользоваться в устной речи и в художественной литературе (способной в письменной форме воспроизводить событие привязанного к конкретному времени устного общения), но не в научных текстах, требующих от овременённых высказываний точного указания на момент или период времени совершения описываемых событий, явного упоминания конкретного значения параметра t .

Выставленное логикой требование придавать определённость овременённым высказываниям за счет явного упоминания соответствующих дат не только не выполняется, но и не выполнимо. Историки будут по-прежнему писать о событиях, используя предложения с временной неопределённостью. Например, вряд ли кто-то из них будет оспаривать истинность или хотя бы правомерность использования предложения «Среди культовых сооружений Москвы выделяется храм Христа Спасителя». Это предложение со скрытой временной неопределённостью. Действительно, наличие у предложений свойства временной неопределённости определяется зависимостью от времени их произнесения или написания¹⁹⁵, а рассматриваемое предложение обладает такой зависимостью, поскольку оно несколько раз меняло свое истинностное значение на протяжении времени. Дело даже не в том, многократно ли меняло предложение свою истинностную оценку. Достаточно, чтобы перемена временной перспективы хотя бы однажды приводила к изменению истинностных характеристик предложения. Возьмем предложение «Заратуштра был основателем зороастризма». Сейчас оно истинно, но разве можно его признать таковым, будь оно произнесено в детский период жизни будущего пророка? Тогда скорее следовало бы сказать «будет основателем», а не «был».

¹⁹⁵ Там же. С.394.

Более того, нередко на практике попытка придать предложению временную определённую приводит к потере уверенности в его истинности. Утверждения «Заратустра основал зороастризм в VI в. до н.э.» и «Заратустра основал зороастризм в XVI в. до н.э.» не могут быть вместе истинными, но каждое принимается каким-либо специалистом. Следовательно, от практически несомненного «Заратустра основал зороастризм» приходим к определённым во времени, но сомнительным утверждениям, поскольку «расхождения в датировке, достигающие у современных исследователей тысячи лет и более, отражают и подчеркивают то обстоятельство, что в дошедших до нас источниках нет надежных конкретных данных для определения времени жизни Заратуштры»¹⁹⁶. Вряд ли нужно настаивать, что затруднения подобного рода в высшей степени характерны для исторического познания.

Но суть проблемы лежит ещё глубже. Есть философская позиция, из которой следует, что предложения с временной неопределённостью останутся таковыми и после того, как в них вводится в явном виде параметр времени. Вновь воспользуемся примером Дж.Э. Мак-Таггарта, обсуждавшего событие смерти королевы Анны Стюарт¹⁹⁷. Ясно, что предложение «Королева Анна Стюарт умерла» является предложением с временной неопределённостью: в период царствования Анны (с 1702 до 1714 гг.) оно было ложно, а затем, с 1714 г. стало истинным. Попытаемся избежать временной неопределённости, указав время события: «Королева Анна Стюарт умерла в 1714 году». Устранили мы тем самым временную неопределённость?

Ответ на поставленный вопрос зависит от принятия статической или динамической концепции времени. В статической концепции каждое событие, произошедшее в какое-то время, существует точно в таком же смысле, как и события любого другого времени. Скажем, событие смерти автора данных строк существует в универсуме на тех же основаниях, что и событие их написания. Поэтому дизъюнкция *А умер в 2012 г. ∨ А умер в 2013 г. ∨ А умер в 2014 г. ∨ ... ∨ А умер в 2212г.* истинна уже сегодня, поскольку один из её членов заведомо истинен. Для статика событие смерти Анны Стюарт в 1714 г. *всегда* существовало и потому высказывание «Королева Анна Стюарт умерла в 1714 году» *всегда* было, есть и будет истинным. В динамической

¹⁹⁶ Гранатовский Э.А. Послесловие // Бойс М. Зороастрийцы. Верования и обычаи. М., 1988. С.289.

¹⁹⁷ Анализ этого примера проведён в Гл. 13, §3.

концепции, напротив, считается, что будущее не имеет никакого бытия или, во всяком случае, имеет бытие, отличное от бытия актуального настоящего и прошлого. Отсюда вытекает, что во времена Заратустры объективно не существовало времени, в котором жила королева Анна Стюарт, и, значит, связанные с её судьбой события, в том числе событие её смерти, также не существовали и, тем самым, не были будущими. Однако не только будущее, но и прошлое существует иначе, чем настоящее. Уход в прошлое сопровождается *потерей предикатов* некогда существовавших вещей, и рано или поздно следы существования мудреца Заратустры и королевы Анны Стюарт будут начисто стёрты потоком времени.

Вывод очевиден: принятие статической концепции ведет к устранению временной неопределённости в предложениях, содержащих указание на дату совершения события, тогда как принятие динамической концепции времени не избавляет нас от неё и при использовании таких предложений. Иллюзия успешной элиминации временной неопределённости из наших знаний возникает благодаря применению лишь одного из возможных подходов к пониманию того, что такое время и какова его природа. При другом, динамическом подходе к проблеме времени, временная неопределённость может оставаться и в предложениях с точно указанной датой события. А раз так, то зачем обязательно стремиться к введению датировок событий? – Там, где это уместно, можно обойтись и без таковых.

В подтверждение сказанного обратимся к знаменитому фрагменту из трактата Аристотеля «Об истолковании» – главе 9, в которой обсуждается проблема эпистемологического статуса высказываний о будущих случайных событиях¹⁹⁸. Этот небольшой аристотелевский текст вызвал появление несоизмеримо большого числа статей и даже книг, посвященных анализу содержащихся в нем идей¹⁹⁹. В чем причина такого интереса к фрагменту? Скорее всего, в том, что эти идеи совершенно не вписываются в господствующую логическую парадигму, основанную на статической концепции времени. Аристотель же, вне всяких сомнений, был сторонником динамической концепции²⁰⁰. Отсюда фундаментальное различие между высказываниями о прошлом и настоящем, с одной стороны, и

¹⁹⁸ Аристотель. Соч.: в 4-х т. М., 1976-1984. Т.2. С.99-102.

¹⁹⁹ См., напр.: Карпенко А.С. Фатализм и случайность будущего: Логический анализ. М., 1990. Здесь же можно найти библиографию по рассматриваемому вопросу.

²⁰⁰ См.: Гл. 9, §1.

будущим – с другой: «Итак, относительно того, что есть и что стало, утверждение или отрицание необходимо должно быть истинным или ложным... Однако не так обстоит дело с единичным и с тем, что будет»²⁰¹. Единичное случайное событие, если оно уже совершилось, позволяет формулировать о нем либо истинные, либо ложные высказывания. Если же оно относится к несуществующему будущему, ему только ещё предстоит произойти или не произойти. Поэтому в момент настоящего высказывание о том, произошло ли будущее случайное событие или нет, еще *не стало* истинным или ложным, «ибо с тем, что не есть, но может быть и не быть, дело обстоит не так, как с тем, что есть»²⁰². В качестве примера такого события Аристотель разбирает завтрашнее морское сражение. Необходимо лишь то, что оно будет или не будет, но не то, что оно необходимо будет или необходимо не будет²⁰³. Высказывания «Завтра произойдет морское сражение» и «Завтра морское сражение не произойдет» пока не истинны и не ложны, или, как говорит Аристотель о суждениях такого типа, «не немедленно» истинны или ложны²⁰⁴.

Получат ли высказывания о будущих случайных событиях определённую истинностную оценку, если указать дату совершения события? Известно, например, что почти за столетие до рождения Аристотеля в 480 г. до н.э. при Саламине произошло победное для греков морское сражение с персами. Известно также, что в стане греков были противники проведения морского сражения, так что Фемистоклу пришлось пойти на хитрость, чтобы спровоцировать Ксеркса к нападению на греческий флот. А если бы провокация не удалась? – Морское сражение в указанное время в упомянутом месте могло и не произойти. Представим теперь, что в 481 г. до н.э. произносится или записывается высказывание «В первый год 75 олимпиады при Саламине произойдет морское сражение». Первые Олимпийские игры, состоявшиеся в 776 г. до н.э., дают такую же абсолютную точку отсчета времени, как и счет от Рождества Христова, поскольку должны были происходить регулярно каждые четыре года²⁰⁵. Поэтому дата «первый год 75 олимпиады», соответствующая 480 г. до н.э., определена на абсолютной шкале

²⁰¹ Аристотель. 18a28-33.

²⁰² Там же. 19b2-4.

²⁰³ Там же. 19a30-33.

²⁰⁴ Там же. 19a38.

²⁰⁵ Любопытно, что в современную эпоху счет олимпийских игр продолжается по четырехлетиям, а не по реально происходившим играм. Так, из-за войн не состоялись VI (1916 г.), XII (1940 г.) и XIII (1944 г.) олимпиады, однако состоявшиеся игры 1920 и 1948 годов получили номера VII и XIV соответственно.

времени (с поправкой на греческое представление о длительности года и времени его начала, приходившегося на середину лета), в отличие от ситуации, когда для указания времени используются такие неопределённые во временном отношении слова, как «теперь», «сегодня», «завтра», «вчера», «в прошлом году», «в следующем году» и т.д. Тем не менее, возникает та же трудность с приписыванием истинностной оценки высказыванию с датой, что и высказыванию без таковой. Ведь высказывание «В первый год 75 олимпиады при Саламине произойдет морское сражение», отнесенное к 481 г. до н.э., описывает еще не состоявшееся случайное событие будущего.

Речь идет именно о случайных будущих событиях, поскольку высказывания о том, что совершается по необходимости, будут истинны или ложны независимо от момента их произнесения или написания. В результате, по нашему мнению, центр тяжести падает не на разделение темпоральных высказываний на датированные (и потому якобы определённые во времени) и не содержащие даты, а на разделение их на *определённые во времени* и *неопределённые во времени*. Определённые во времени высказывания описывают либо то, что стало, либо то, что вообще не знает становления. Если морское сражение случайно состоялось, то высказывания о нём будут истинны или ложны до тех пор, пока в динамически изменяющемся бытии сохраняются соответствующие этим высказываниям следы. Ещё лучше, когда положение дел не может быть иным, когда оно воплощает в себе необходимость. Каким бы ни было событие, оно в каждый момент времени либо существует, либо не существует, либо будет, либо нет, ибо «все необходимо есть или не есть, а также будет или не будет»²⁰⁶. Напротив, высказывания о не ставшем, о подверженном изменению существовании то истинны, то ложны, а то и вообще не допускают приписывания определённого истинностного значения. В таком случае получает объяснение настойчивое стремление ряда античных мыслителей найти неподверженное всеразрушающему потоку времени стабильное бытие, относительно которого либо можно сказать, что оно было, либо что оно было, есть и будет.

Понятно, что про то, что было, есть и будет, можно высказываться в любое время. Однако про то, что было, но могло бы в принципе и не быть или быть иным, с точки зрения основывающегося на статической концепции времени современного логика, нельзя просто сказать: «Это было». Для Аристотеля сражение при Саламине было, а для Пифагора

²⁰⁶ Там же. 19a28.

– нет. Типичное высказывание с временной неопределённостью. Но сторонники динамической концепции времени, в том числе Аристотель, рассуждают иначе. Высказывающийся также захвачен потоком становления. Но время идет вперёд, и его течение нельзя повернуть вспять, поэтому в привилегированном положении находится тот, для кого событие уже в прошлом. Пифагор не мог бы сказать «Морское сражение при Саламине было». Тот, кто перестал существовать, кто находится в прошлом, потерял и возможность вести дискуссию. Это привилегия находящегося в настоящем. А каждый раз новое настоящее не меняет прошлого, поэтому высказывающийся *сейчас* о морском сражении в первый год 75 олимпийских игр поневоле говорит либо истину, либо ложь. Аналогичным образом, высказывание «Заратуштра был основателем зороастризма» в *действительности* истинно. И так на все оставшиеся времена, с точки зрения Аристотеля. Можно найти моменты времени прошлого, когда эти высказывания не могли бы получить определённой истинностной оценки. Но прошлые моменты уже не существуют в качестве настоящих. Нельзя приравнивать, как это делают статички, бытие в прошлом и *настоящее*, подлинное бытие. Правом категорического суждения о единичном случайном событии обладает тот, для кого это было, а не тот, для кого это будет. В итоге, чтобы произнести истину о происходившем, вовсе не обязательно прибегать к датировкам. Достаточно указать, что это было, поскольку прошлое всегда остается прошлым, в отличие от уходящего настоящего и приходящего будущего.

§2. Типология отношений высказываний ко времени

Как мы видели, высказывания о случайном будущем являются неопределёнными независимо от того, содержат они дату этого будущего или нет. Однако высказывания о прошлом, в том числе о случайном прошлом, определённы, то есть либо истинны, либо ложны, опять-таки независимо от наличия или отсутствия указания на дату. Следует отметить, что имеется разделяемая нами более радикальная трактовка динамической концепции времени, в которой прошлое также подвержено изменениям и потому в ней рассуждения

Аристотеля о ставшем утрачивают силу²⁰⁷. Но в любом случае принятие аристотелевской концепции уже позволяет выделить три типа отношений высказываний ко времени.

Во-первых, это *временная неопределённость*, связанная с высказываниями о меняющемся настоящем («Сократ сидит», «Сейчас при Саламине идет морское сражение» и т.п.) и о случайном будущем. Высказывания о меняющемся настоящем в зависимости от момента произнесения могут быть *истинными*, *ложными* или *бессмысленными*. Высказывания о случайном будущем также могут быть истинными, ложными или бессмысленными, но у них появляется еще одна истинностная характеристика – *неопределённость*. Так, высказывание «В следующем году при Саламине будет морское сражение» предполагает, как минимум, наличие людей и боевых кораблей. Очевидно, что задавшись вопросом об истинностной оценке этого высказывания во времена до появления человека, например, в мезозойскую эру, когда в универсуме ещё не было его *будущих* референтов, следует признать отсутствие такой оценки, то есть признать данное высказывание бессмысленным. Рассматривая 481 г. до н.э. как *настоящий*, приходим к выводу о неопределённости, но не бессмысленности данного высказывания (о чём шла речь выше). Оценивая его задним числом, когда времена до н.э. оказались в *прошлом* (например, относительно 1997 г. н.э.), мы понимаем, что грек, произнеси он эту фразу в 481 г. до н.э., случайно сказал бы истину. Наконец, при тех же условиях отнесения к *прошлому*, произнесение этой же фразы в 480 г. до н.э. было бы ложью (как известно, в 479 г. до н.э. сражения при Саламине не было).

Четыре ситуации отнесения рассматриваемого высказывания к шкалам динамического времени с различными моментами настоящего или с различными моментами произнесения высказывания при одном и том же настоящем проиллюстрированы на рисунке. Что произойдёт, если в рассматриваемое высказывание ввести в первых трёх ситуациях дату «первый год 75 олимпиады», а в последней четвёртой - дату «второй год 75 олимпиады» (ведь четвёртая ситуация действительно отсылает ко второму году 75 олимпиады)? Вновь последовательно получим характеристики «бессмысленно», «неопределённо»,



²⁰⁷ См. след. главу.

«истинно» и «ложно». Как уже было сказано, датировка событий не избавляет от временной неопределённости, если принимается динамическая концепция времени. Высказывания о меняющемся настоящем и случайном будущем можно назвать высказываниями о *временном*.

Во-вторых, это *временная определённость*, когда высказывания касаются того, что (а) всегда было, есть и будет, или, по крайней мере, относятся к тому, что (б) стало или было. Эти высказывания всегда либо истинны, либо ложны в случае (а) и либо истинны, либо ложны сейчас и всегда (по Аристотелю) будут либо истинны, либо ложны в случае (б). Назовем их высказываниями о *вечном* в сильном (а) и слабом (б) смысле. Аристотелевская трактовка динамической концепции времени к вечным в сильном смысле позволяет отнести овременённые необходимые высказывания типа «Любое событие либо будет, либо не будет», «Всякое событие либо было, либо не было» и т.п. Принимая во внимание, что высказывание о происходящих событиях может не иметь референтов в какие-то периоды времени, требуется рассматривать термин «событие» как имеющий разные объёмы в разные времена. Поэтому снимать квантор всеобщности на конкретное событие небезопасно: высказывание «Люди либо изобретут, либо не изобретут транзистор» будет бессмысленно вплоть до начала двадцатого века. Мы бы рискнули добавить к высказываниям о вечном предложение «Физический мир существует». Но предложение «Атомы существуют» уже вызывает сомнения в принадлежности его к высказываниям о вечном, учитывая имеющиеся физические теории.

К высказываниям о вечном в слабом смысле, следуя Аристотелю, должны быть отнесены все высказывания о случайном прошлом. Высказывание «Сражение при Саламине было» истинно сейчас и всегда будет истинно, но оно не необходимо истинно. Радикальный вариант динамической концепции времени предусматривает возможность полного исчезновения следов происшедших событий, что приведет к потере референтов некоторых высказываний о прошлом. Если следы существования изобретателя колеса растворились в потоке времени, то высказывательная форма «*X* первым изобрел колесо» не станет истинной или ложной, если вместо *X* подставлять конкретные имена. Всё же радикальная теория не настаивает на том, что следы *любого* случайного прошлого события обязательно полностью исчезнут с течением времени. Быть может, некоторые однажды случившиеся события настолько укоренились в

бытии, что их следы всегда будут существовать. Кроме того, что значит «всегда»? На наш взгляд, избегающая Абсолютов современная философия нуждается в реалистической интерпретации подобных понятий. Для нас *всегда* означает невозможность поставить чему-то границу *внутри* доступного объективному исследованию временного потока. Если действительно наша Вселенная существует, как уверяют, около 15 миллиардов лет, то «всегда было» относится к этому сроку, а рассуждать о том, что было 200 миллиардов лет назад, бессмысленно. Аналогичным образом, «всегда будет» касается обозримого научными методами будущего. Дальше других заглянул И.С.Шкловский, написавший о том, что будет со Вселенной лет этак через $(10^{10})^{26}$ и даже больше²⁰⁸. Такие отрезки времени вполне можно считать вечностью. Если пожелать ещё удлинить их, то нужно соблюсти одно требование: увеличение временных интервалов достигается не нагромождением числовых степеней, а описанием всё более отдаленных во времени событий, пусть даже гипотетических. Ибо *времени вне наполняющих его событий не существует*. Наконец, понятие вечности (в обоих смыслах) можно ограничить привязкой к определённом фундаментальному историческому процессу. Не обязательно это должен быть процесс развития физической вселенной. Это может быть вселенная людей или вселенная культуры, вселенная жизни или вселенная сознания, – в любом случае, масштаб времён совершенно меняется. В этой связи утверждения о том, что имя Аристотеля навечно вписано в культурную традицию, что битва при Саламине навсегда останется в анналах истории, и тому подобные высказывания о вечности в слабом смысле являются не гиперболами, а достаточно точными констатациями реальных положений дел. Аналогичным образом, высказывания об универсальных характеристиках жизни, сознания, культуры и гражданской истории будут высказываниями о вечном в сильном смысле независимо от того, истинны они или ложны.

В-третьих, есть высказывания, трансцендентные по отношению ко времени. Применительно к таким высказываниям вообще неуместно задавать вопрос «когда, в какое время?»²⁰⁹. Не спросишь ведь «Когда случилось, что $2 \times 2 = 4$?» или «В каком году верна теорема Пифагора?». В отличие от овременённых (темпоральных) высказываний о временном и вечном, высказывания такого рода

²⁰⁸ Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум. М., 1987. С.99.

²⁰⁹ Слово «когда» может употребляться и в безвременном смысле в контексте вопроса «когда, при каких условиях?».

являются безвременными (атемпоральными). Назовем их высказываниями об *идеальном*.

Какие же из выделенных трех типов высказываний применимы к описанию знаний? Ответ зависит от того, считаем ли мы наши знания временными образованиями, вечными сущностями или атемпоральными феноменами. Чтобы предотвратить возможные недоумённые вопросы, сразу отметим, что мы оставляем за скобками психологическую трактовку знания. В последней знания появляются и исчезают (забываются), одни могут что-то знать, а другие – этого же не знать и т.д. Речь идёт совсем о другом. Знание о том, что $2 \times 2 = 4$, создано нами или нет? Если «да», то это пример знания, которое появилось вместе с нами и до нас не существовало. И оно вместе с нами исчезнет, или же созданная однажды истина затем обретает вечное существование? Или, раз мы создали истину $2 \times 2 = 4$, то, быть может, мы способны создать и истину $2 \times 2 = 5$? Или надлежит ответить «нет»? Тогда что же, истины подобного рода вечны в сильном смысле? Или они вообще не имеют временных характеристик и запредельны по отношению к реально существующему физическому миру?

Такие различные философские течения, как диалектика и бурно развивающаяся в последнее время эволюционная эпистемология²¹⁰ исходят из тезиса о том, что знание *создается* субъектом познавательной деятельности и затем развивается, обогащается, растёт, – или, используя более общее и нейтральное слово, - *изменяется*. Согласно теории трёх миров К.Поппера, с прекращением человеческой деятельности по добыванию знаний их рост прекращается, но они продолжают существовать в неизменном виде, то есть, в нашей терминологии, обнаруживают черты вечного существования в слабом смысле²¹¹.

Многочисленные работы, созданные в рамках названных направлений, проходят мимо и совершенно не замечают фундаментальной трудности, возникающей в связи с тезисом об изменчивости знания. *На какой основе и каким образом два фрагмента знания k_1 и k_2 , взятые в различные моменты времени t_1 и t_2 , относят к двум этапам развития одного и того же познавательного феномена? Почему феномен один, а не два?*

²¹⁰ См. след. обобщающие работы: Меркулов И.П. Когнитивная эволюция. М., 1999; Wuketits F.M. Evolutionary Epistemology and Its Implications for Humankind. N.Y., 1990.

²¹¹ Поппер К. Логика и рост научного знания. М., 1983. С.439-495.

На основании их похожести, *сходства*? Но мы же не считаем генетически идентичных близнецов, появившихся на свет с интервалом в несколько минут, этапами развития одного и того же индивида. С близнецами, впрочем, всё ясно. Они *пространственно* разделены, и именно это обстоятельство позволяет предотвратить отождествление. Но такого рода разделение невозможно в случае знания. О близнецах можно сказать, что один из них в одной комнате, а второй в другой, а вот утверждать, что одно знание находится здесь, а другое там, нелепо. Мы понимаем, что могут перемещаться и находиться в разных местах носители знаний, но не сами знания как таковые. И дело тут не в грамматике. Как известно, грамматика не должна диктовать метафизику. Однако это не означает, что грамматика не в состоянии *подсказать* метафизику. Язык является высокоэффективным инструментом приспособления к различным аспектам существования в нашем мире, и многие его особенности прямо или косвенно отражают имеющиеся реалии, причем не только физического ряда. Человечество научилось создавать искусственные языки, исправляющие недостатки и дополняющие языки естественные. Тем не менее язык, пытающийся располагать знания в какой-либо геометрической модели физического пространства, не вызовет к себе серьезного отношения. Сразу возникнут неприятные вопросы. Например, точечны знания или нет? Ответ «да» звучит фантастически, ибо постулируется существование особых физических сущностей, коренным образом отличных от известных науке протяженных физических явлений. Если ответом будет «нет», то есть если встать на позицию встраивания такого рода объектов в физическую картину мира, в которой всё физически существующее занимает ненулевой объем в пространстве²¹², возникают вопросы о сравнимости объёмов идей, что ведет к нелепостям. В шестой главе уже говорилось, что бессмысленно спрашивать, что больше по объёму – мысль о большом треугольнике или мысль о малом, знание об электроне или знание о вселенной и т.п.

Если согласиться с тем, что пространственная идентификация знания невозможна, то идея изменчивости знания оказывается лишённой привычной основы описания изменений. Действительно, чтобы описать изменяющийся объект, мы сначала локализуем его в пространстве. Всё, что случается в области локализации, мы относим

²¹² Как это делается, напр., в кн.: Беркович С.Я. Клеточные автоматы как модель реальности: Поиски новых представлений физических и информационных процессов. М., 1993.

к изменениям, происходящим с объектом, даже если эти изменения неправдоподобны. На этом основываются эффекты *превращения* объекта, используемые кинематографистами. Персонаж можно обратить во что угодно – иллюзия превращения полная. Конечно, мы понимаем, что происходящее на экране фантастично, но совершенно не сомневаемся в том, что трансформация происходит именно с данным объектом, а не с другим. Впечатление только усиливается, если превращение происходит не мгновенно, а растягивается на ряд этапов, каждый из которых похож на соседние с ним. Здесь существенен один момент: объект (независимо от того, неподвижен он или перемещается) постоянно должен быть в поле зрения. Иными словами, его траектория в пространстве-времени должна быть *непрерывной*. Как только объект исчез, то независимо от того, появился он вновь в этом же месте или в другом, мы уже можем усомниться в том, что это тот же самый объект. Сомнения превращаются в уверенность, если появившийся объект значительно отличается от исчезнувшего.

Говоря о фантастических превращениях объектов на экране, мы имели в виду их изменения в некотором пространстве, которое, однако, не является физическим. Точнее, экран – это, конечно же, область физического пространства. Но происходящее на нем воспринимается двояко: с одной стороны, мы понимаем, что события локализуются в данной плоской физической области, называемой экраном; с другой стороны, заполняющие экран вещи располагаются и перемещаются в нефизическом, воображаемом пространстве, которое, тем не менее, наделено тремя измерениями и вообще очень напоминает воспринимаемое реальное пространство. Не противоречит ли это сказанному выше – как совместить тезис о непространственности мыслей и знаний с идеей воображаемого пространства? Противоречия нет, поскольку речь идет о знании, взятом в разных отношениях. Если попытаться обнаружить знания с помощью приборов, рассматривая их как вещи среди вещей, то такая попытка будет обречена на неудачу как раз по причине отсутствия у знаний пространственных характеристик. Если же знания рассматриваются «изнутри», как психические состояния или процессы, образующие реальность субъективного, то в таком случае знания о пространствах, – действительных или мнимых, – это вполне обычный род знаний, без которых не могут обойтись не только люди, но и животные. Когда лиса видитдвигающуюся тележку с приманкой, скрывающуюся затем за ширмой, она без обучения сразу же бежит к

концу ширмы, ожидая появления пищи в нужном месте. Ясно, что без построения пространственной модели ситуации лиса не могла бы действовать столь эффективно. Между тем, эта пространственная модель – воображаемая, так как лиса видела появление приманки в определённом месте *до того*, как это произошло в действительности. Надо полагать, что лиса была бы сильно разочарована, если бы приманку за ширмой заменили чем-либо несъедобным или если бы она вообще не появилась. В её воображаемом пространстве приманка имела определённую траекторию движения и должна была появиться в конце ширмы.

Воображаемые, или, если воспользоваться модным термином, *виртуальные* пространства, сколь бы причудливыми они ни были, напоминают настоящее физическое пространство, по крайней мере, в том отношении, что они позволяют отслеживать траектории располагающихся в них предметов. Эта способность к видению предметов в виртуальных пространствах – не что иное, как *образное* мышление. Оно дает возможность идентифицировать изменения даже таких объектов, которые не существуют в физическом смысле. Мы следим за судьбой персонажей мультипликационных фильмов, не путая их друг с другом. Говорим мы об образном мышлении и тогда, когда буквальное изображение мыслительного образа невозможно. Есть *конкретное* образное мышление, допускающее адекватное отображение на физическом носителе – экране, и есть, если угодно, *абстрактное* образное мышление, которое в принципе исключает полноценное изображение на экране. Уместность словосочетания «абстрактное образное мышление» видна из того, что образное мышление второго рода широко используется при обучении основам наук и в самой научной деятельности, в том числе в такой, по общему признанию, абстрактной науке, как математика. Если вас попросят доказать теорему о треугольниках, не возбраняется нарисовать некий конкретный треугольник, но теорема относится не к нему, а ко всем треугольникам вообще. Поэтому вы могли бы нарисовать другой треугольник, совсем непохожий на первый. Стало быть, такие экранные реализации неадекватны содержанию доказываемой теоремы. Но, вместе с тем, роль образного мышления в геометрии обычно не ставится под сомнение²¹³.

²¹³ Напротив, нередко превозносится: «И ныне наглядное понимание играет первенствующую роль в геометрии» (Гильберт Д., Кон-Фоссен С. Наглядная геометрия. М., 1981. С.6).

Не найден ли тем самым ответ на вопрос о том, как возможно изменение знаний? – Следует ответить утвердительно. *Знание может рассматриваться как изменяющееся, но траектория его изменений прослеживается не в физическом, а в виртуальном пространстве образов, причем в обыденном знании такое пространство обязательно является конкретным, а в науке может быть как конкретным, так и абстрактным, то есть образы населяющих его объектов (оставаясь образами) нередуцируемы к конкретным экраным изображениям.* Оговорка «может рассматриваться» существенна. Двойственным образом, знание может и не рассматриваться как изменяющееся, что будет показано в дальнейшем. Кроме того, есть проблема изменения знания в пространстве абстрактных *понятий*, а не образов, но здесь она обсуждаться не будет.

Теперь получает объяснение тот факт, что сторонники концепции изменяющегося знания имеют явную склонность впадать в наглядность, как только речь заходит о конкретных историях развивающихся понятий. Ограничимся одним примером. В блестяще написанной книге И.Лакатоса «Доказательства и опровержения» детально обсуждается история злключения одной теоремы о многогранниках²¹⁴. Описываемый автором виртуальный мир, хотя он относится к сфере математики, не задается точно и строго, а находится в процессе изменений, порождая то одни многогранники, то другие. Иногда мутации оказываются неудачными, и тогда на свет появляются многогранники в обличье монстров и уродов²¹⁵, избавиться от которых так же нелегко, как и от чудовищ, живущих в виртуальных пространствах компьютерных игр. Всё это делается И.Лакатосом с одной целью – продемонстрировать изменчивость понятий в самой строгой из наук – математике. А раз даже здесь нет надежной опоры, то искать ее больше негде и получается, что «знание не имеет основ»²¹⁶. Своим острием критика И.Лакатоса обращена против формалистской программы обоснования математики, представляющей из себя «мрачную альтернативу машинного рационализма»²¹⁷. Первородный грех формализма – скучное стремление к строгости и точности, противное «живой» математике. Поэтому высказывание «Сегодня достигнута абсолютная строгость»

²¹⁴ Лакатос И. Доказательства и опровержения. Как доказываются теоремы. М., 1967.

²¹⁵ В книге действительно используются эти термины.

²¹⁶ Там же. С.65.

²¹⁷ Там же. С.9.

вызывает дружный смех «передовых» (я цитирую – А.А.) персонажей книги²¹⁸.

§3. Существует ли идеальное знание?

О каких персонажах идет речь? Разговор о математических доказательствах и опровержениях (поводом к которому послужил сюжет с многогранниками) ведётся в некоем вымышленном классе, который И.Лакатос действительно считает передовым. Но не являются ли все рассуждения вымышленных героев и их учителя всего лишь фантазиями придумавшего их автора? Здесь мы подошли к самому существенному пункту. Так оно и было бы, если бы И.Лакатос предусмотрительно не *раздвоил* текст книги. В самом буквальном смысле: суждения и реплики персонажей сопровождаются на протяжении всего текста ссылками на *реальные* высказывания математиков и философов. Тут уже не до шуток – ссылки и цитаты должны быть точны, а между репликами вымышленных персонажей и текстуально зафиксированными мыслями реальных исторических лиц должно быть непосредственно удостоверяемое соответствие если не по форме, то по сути. Допустим теперь, что кто-то утверждает, что Гаусс, Пуанкаре, Гильберт и другие математики, на которых ссылается И.Лакатос, не говорили и не писали того, что им приписывается, а если и говорили и писали, то совсем не то имели в виду. Легко себе представить смущение автора сочинения по истории математики. Его знания лишили бы основ, превратили бы в бездоказательные рассуждения о вымышленных мирах.

Вывод, следовательно, таков. Для того, чтобы показать *изменчивость* знания, мы нуждаемся в некотором *неподвижном* фоне, относительно которого только и можно обнаружить движение. Другое дело, где этот фон искать. Экстерналист И.Лакатос нашел его в *истории* науки. Интерналист попытается обнаружить его в недрах *самой* науки. Не касаясь предмета спора, подчеркнём сам факт необходимости опоры на неизменное знание в научных исследованиях. Это знание является либо вечным, либо (если такое возможно) вообще безвременным, то есть идеальным. И.Лакатос использует *слабую* форму вечности, поскольку цитируемый им математик мог и не написать того, что он написал. Но после того, как акт письма состоялся и стал достоянием всех, текст обрел вечное в

²¹⁸ Там же. С.74.

слабом смысле существование: можно комментировать текст, дополнять и исправлять его задним числом, создавая тем самым *новые* тексты, но *изменить написанное однажды*, отменив факт создания именно данного текста, никому не под силу.

Неподвижного фона требует не только научное знание, но и всякое знание вообще. В чем состоит значение канонизации некоторой группы текстов в различных религиях? Ответ очевиден: при отсутствии надежных подтверждений претензии на более глубокое знание, чем даёт обыденное познание и наука, остается такие подтверждения создать. В условиях разногласия различных оттенков верований представителей одной и той же религии единство достигается объявлением выбранных текстов священными, богодухновенными. После этого изменить в них ни строчки нельзя. Дальнейшему усовершенствованию они не подлежат. В этом часто видят проявление излишней консервативности религиозного сознания, тогда как на самом деле у верующих просто нет другого выхода. Это в науке школьник может указать академику на ошибку. Критическое же отношение к священному тексту губительно для религиозного чувства. Религия самосохраняется в веках именно за счет опоры на один и тот же, во веки веков неизменный текст. Аналогичным образом, литературовед может выдвигать самые необычайные интерпретации анализируемого произведения, проявляя буйство фантазии, но становится очень точен и строг, когда дело идет о тексте самого произведения. Не знать или не точно цитировать источник губительно и для специалиста по гражданской истории... Короче говоря, при всей изменчивости интерпретаций, точек зрения, мнений и т.д., мы нуждаемся в надежной опоре на вечное и неизменное знание.

Выше была описана самая примитивная форма неизменного знания: *знание текста*, такое знание, которое еще не включает в себя его интерпретацию или понимание заложенных в нём смыслов. Первый вопрос, который в этой связи встаёт – это вопрос об условиях фиксации неизменного знания. Оно должно каким-то образом воплотиться в нашем непрерывно меняющемся мире. Как это возможно и возможно ли вообще? Ведь если попытаться неизменное знание воплотить в изменяющейся структуре, то как может оно фиксироваться ею, как может неподвижное и неизменное предстать в форме изменяющегося и преходящего? – Никак. Изменяющееся не в состоянии быть формой представления неизменного знания. Может быть, в нашем мире есть сверхстабильные материальные вещи,

способные послужить указанной цели? Увы, таких вещей в физическом универсуме нет: ни одно физическое явление не находится вне времени²¹⁹. Но проблема не безнадежна. Есть род существования во времени, максимально приближенный к неподвижному бытию. Речь идет о вечном в слабом смысле и притом неизменном существовании, то есть о неизменном существовании во всякий момент времени начиная с какого-то мгновения. Точнее говоря, учитывая сделанное выше замечание, о *почти* вечном и неизменном существовании. Рукописи, которые пришли из глубины веков, которые намного пережили создавших их, и которые, будучи скопированными, переживут и нас – разве это не хороший пример почти вечного и неизменного бытия? Исписанная бумага или пергамент, камни с выбитыми на них письменами, лазерные диски – что это, если не поиск по возможности наиболее стабильного носителя информации, приближающегося к идеалу вечности? Конечно, утверждение булгаковского персонажа «рукописи не горят» является преувеличением. Но возможность *копирования* информации придаёт этому идеалу реальные черты. Стабильные, практически не меняющиеся в нормальных условиях носители, и при том допускающие копирование. Они становятся связующим мостом между темпоральным миром брэнного и преходящего и областью не знающего «ни рождения, ни гибели, ни роста, ни оскудения»²²⁰ существования, – областью идеального.

После приведенных аргументов сторонники тезиса о том, что всякое знание изменяется, могли бы, пожалуй, пойти на уступку и согласиться с тем, что знание текста является вечным и неизменным в слабом смысле. Однако, тут же бы добавили они, этой примитивной формой сфера неподвижного знания и исчерпывается. Хотя текст остается одним и тем же в веках, его *интерпретации* меняются не только от эпохи к эпохе, но и в рамках той же самой культуры. Интерпретации являются формой существования изменяющегося знания, а вечное в сильном смысле и, тем более, идеальное знание невозможно. Если принять этот вывод, то проблема двойственности знания решается следующим образом: *знание изменяется во времени*

²¹⁹ Физическое, определенное, – это существующее в пространстве и во времени. (А какое еще определение физического может быть дано?) Тогда фраза «ни одно физическое явление не находится вне времени» аналитически истинна. Имеется в виду время как способ существования, а не как техническая процедура измерения временных интервалов. Относительно последней иногда высказываются сомнения в её применимости в квантовой механике. См., напр.: *Блохинцев Д.И.* Пространство и время в микромире. М., 1982.

²²⁰ *Платон*. Соч.: в 4-х т. М., 1990-1994. Т.2. «Пир». 211а.

относительно корпуса неподвижных и вечных в слабом смысле знаний текстов, а вечного в сильном смысле и идеального знания не существует. Такое решение продиктовано эмпиристской позицией, с подозрением относящейся ко всем утверждениям о существовании феноменов, не допускающих телесного прощупывания и приборного обнаружения. Нет знания, кроме эмпирического или базирующегося на эмпирическом. Даже математика при этом оказывается неформальной квазиэмпирической дисциплиной²²¹.

Мы исходим из признания реального существования не только физического и темпорального, но и идеального. Аргументация в пользу выдвинутого положения была дана нами в шестой главе, поэтому, не повторяя сказанного, ограничимся лишь некоторыми замечаниями. Всякая фундаментальная наука стремится к открытию истин, вечных в сильном смысле, то есть к формулированию законов, верных в любой момент времени. Законы сохранения в физике и законы эволюции живого в биологии рассматриваются как действующие *всегда* в соответствующей области действительности. Эти законы не появились вместе с текстами, написанными открывшими их авторами. История науки, изучающая в качестве эмпирической дисциплины как раз такие тексты, в принципе не способна, да и не должна анализировать проблему вечности законов в сильном смысле. Как уже говорилось, её предел – вечность в слабом смысле. Разумеется, претензия на знание вечных (универсальных) законов природы и общества может оказаться несостоятельной. Но сейчас обсуждается не проблема соответствия наших знаний реальности (это особая тема), а вопрос о том, имеется ли в составе науки такое знание, которое выступает *в функции* знания о вечном. Читатель, занимающий непредвзятую позицию, не замедлит дать утвердительный ответ.

Напрашивающееся возражение, указывающее на изменчивость наших трактовок универсальных законов, бьёт мимо цели, поскольку, согласившись однажды с возможностью изменения знаний, мы не собираемся в дальнейшем отказываться от своих слов. Возьмем, к примеру, идею эволюции жизни. Конечно, представление Ч.Дарвина о законах эволюции и трактовка этих законов в современной синтетической эволюционной теории разнятся в некоторых существенных аспектах²²². Но при этом сама идея

²²¹ Лакатос И. Там же. С.10-11.

²²² Грант В. Эволюционный процесс: Критический обзор эволюционной теории. М., 1991.

эволюции видов осталась вне ударов научной критики, так что можно с полным правом сказать, что она воплощает в себе знание о биологически вечном в сильном смысле. Исправлению, корректировке и развитию подлежат частные стороны этой идеи, а не она сама как таковая. Тезис о вечности знания об эволюции живого был бы опровергнут, если бы нашла научное подтверждение доктрина креационизма или еще какая-нибудь глобальная антиэволюционистская программа. Но чего нет, того нет. Аналогичные доводы можно привести и в отношении других научных идей, обоснованно претендующих на статус вечных в сильном смысле истин.

Более серьезное возражение состоит в следующем. Не редуцируются ли эти идеи к ограниченному набору *лингвистических* инвариантов, трактуемых настолько различно, что их интерпретации могут оказаться вообще несоизмеримыми? Мы говорим: «идея эволюции» – а в чём, собственно, она состоит и не понимается ли она порой несовместимым образом? «Два человека, – писал по этому поводу Т.Кун, – которые воспринимают одну и ту же ситуацию по-разному, но тем не менее используют в дискуссии одну и ту же *лексику* (выделено мною – А.А.), видимо, по-разному используют слова, то есть разговаривают, руководствуясь тем, что я назвал несоизмеримыми точками зрения. Каким образом они могут надеяться вести друг с другом дискуссию, тем более как могут они надеяться друг друга убедить?»²²³ Если всё это верно, то мы вернулись к вечным в слабом смысле знаниям текстов и ни на шаг не продвинулись вперед.

Рассмотрим сложившуюся ситуацию подробнее. Допустим, участники дискуссии принимают утверждения $A_1, A_2, \dots A_n$, но расходятся в принятии утверждений $B_1, B_2, \dots B_m$, причем в утверждениях каждого ряда фигурирует некоторый термин w . В таком случае, действительно, мы не имеем права говорить о том, что нам удалось зафиксировать неизменное знание, связанное с термином w . А если принятие ряда $A_1, A_2, \dots A_n$ у всех участников приводит к *независимому* принятию и ряда высказываний $B_1, B_2, \dots B_m$? Если возможность случайного совпадения исключается, появляются основания полагать, что знание *значения* термина w неизменно у всех этих лиц. Т.Кун не оставляет без внимания эту ситуацию, сводя ее к вопросу о логико-математических *доказательствах*, имеющих принудительную силу. При этом терминология обсуждения

²²³ Кун Т. Структура научных революций. М., 1977. С.261.

характерным образом меняется: вместо *лексики* Т.Куну приходится говорить о *правилах* доказательств²²⁴. Но что такое «правило»? Возьмём пример правил оперирования с числами. Если речь идет о натуральных числах, и притом не слишком больших, то окажется, что эти правила, даже если они формулировались *независимым и различным* образом в различных культурах, приводят к одним и тем же результатам.

Получается, что независимо от особенностей используемой лексики и языка, независимо даже от различий в формулировках правил и способах представления чисел – тем не менее, результат тот же самый. Следовательно, такого рода знание не привязано к некоторому тексту. Оно демонстрирует способность воплощаться в столь различных формах, что поневоле возникает мысль о том, что текстовая форма представления знаний этого вида несущественна. Более того, поскольку к открытию арифметических законов приходили в разное время, то неизбежен вывод о том, что они существовали и *до того*, как были открыты. А если они были забыты в *одном* месте, то *позже* переоткрывались в *другом*. При этом однозначность результатов оставалась неизменной независимо от того, когда, где и как именно они были получены. Стало быть, попытка их локализации во времени и в пространстве нелепа, и все вопросы вида «Когда и где $1 + 1 = 2$?» действительно бессмысленны. В итоге знание описанных правил оказывается безвременным, то есть *идеальным*. В этом отличие знания рассматриваемого типа от знания универсальных законов природы. Применительно к законам физики или биологии вопросы о том, когда и где они действуют, отнюдь не лишены смысла, а однозначность результатов их действия проблематична.

Заметим, что мы слишком сузим сферу идеального знания, если будем сводить её только к доказательствам. Рецептурная математика Древнего Востока не доказывала, но её выводы носили идеальный характер. Большинство из нас также не сможет доказать хотя бы то, что $2 \times 2 = 4$, но рецепты или правила вычислений нам известны, а их результаты предсуществуют идеально. Рецептурные программы доминируют и в области компьютерных вычислений, и вновь результатом будет идеальное знание при условии, что семантика программ задана однозначными правилами. Но в этом и заключается проблема. Нужно создать искусственный язык, способный однозначным и недвусмысленным образом задавать правила решения

²²⁴ Там же. С.259-260.

поставленных задач. Поэтому правы те, кто указывает на *процессы* создания таких языков. Арифметика, позволяющая складывать и перемножать любые числа, сформировалась не сразу. Язык математического анализа претерпел существенные изменения в направлении однозначности со времени Лейбница и Ньютона. Геометрические построения действительно не давали точного ответа на вопрос, что же такое многогранник. Сегодня выходит множество работ и книг по фрактальной геометрии, но базисное для этой науки понятие фрактала остается непояснённым, поскольку предлагаются лишь «пробные» его определения, к тому же оказывающиеся неэквивалентными²²⁵.

Таким образом, даже математическое знание не является набором идеальных правил, построений и доказательств. Но это не значит, что их там нет или что не нужно стремиться к достижению идеального знания. Между тем, И.Лакатос и другие представители исторической школы в методологии науки как раз подвергают сомнению если не сам факт наличия идеального знания, то, по крайней мере, оспаривают его значимость, усматривая суть дела в движении и развитии понятий и теорий. Это крайность, противоположная столь же однобокой позиции сведения научного знания к своду нетленных идеальных истин. В действительности научное знание двойственно. Лучше всего это видно на примере математики. Не будучи экспериментальной наукой, *развивающаяся* математика не открывает локальные или вечные универсальные законы, а создает *идеальные* конструкции. Понять эту двойственность мешает, по-видимому, одна сбивающая с толку особенность языка. Зная историю математики, мы соглашаемся с утверждением «Понятие *числа* изменяется», но когда сталкиваемся с формальной аксиоматической теорией чисел, в которой (если только она непротиворечива) все свойства чисел и отношения между ними определены однозначно и в которой, следовательно, истинно высказывание «Понятие *числа* неизменно», то ввиду несовместимости этих высказываний приходим к выводу о необходимости выбора только одного из них.

В результате в методологической проекции знание о числах оказывается разорванным, тогда как в действительности с одним и тем же термином «число» работающий разум связывает *две* структуры: *темпоральное* понятие о числе и *идеальное* понятие о числе. То же самое верно в отношении центрального для математики термина «математическое доказательство». И.Лакатос обсуждает

²²⁵ Федер Е. Фракталы. М., 1991. С.19.

только темпоральный аспект математического доказательства, считая второй, идеальный его лик, не заслуживающим описания. Если бы учёные следовали советам методологов (к счастью, этого не происходит), то математика так и осталась бы в тисках парадоксов, ибо избавление от них нашли как раз на путях идеального представления математических знаний в виде формальных аксиоматических теорий с последующим изучением их свойств.

Представляющие идеальное знание аксиоматические системы важны не только в математике, но и в использующем ее аппарат точном естествознании. Как проницательно отметил М.Бунге, «большинство физиков с недоверием относятся к аксиоматике», но вряд ли осознают, что «противники аксиоматизации преднамеренно борются против ясности и за двусмысленность и непонятность», хотя «аксиоматизация теории отнюдь не вынуждает нас принимать ее навсегда»²²⁶. Так оно и есть. Наличие аксиоматики не отменяет значимости темпоральных размышлений по поводу уже формализованных понятий. У идеального понятия остается темпоральный двойник. В свою очередь, отсутствие идеальной стороны знания только по недомыслию может считаться благом. До тех пор, пока хотя бы у некоторых темпоральных понятий, используемых в той или иной науке, не появятся идеальные двойники, точность, строгость и ясность в ней не будет достигнута. Ведь изменяющиеся во времени темпоральные понятия остаются в границах пусть абстрактного, но образного мышления, с присущей ему неопределённостью и неоднозначностью, что не приветствуется в науке. Опоры на вечные в слабом и даже в сильном смысле знания здесь не достаточно. К сожалению, учёные не прислушиваются к советам методологов.

Животные довольствуются темпоральным знанием, представляющим из себя изменяющуюся во времени систему образов. Особенность человеческого знания – в его двойственности, в совмещении в знаниях временного и вечного, подвижного и неизменного, темпорального и идеального. Что же можно сказать о знаниях, представленных в компьютерном виде? Ответ однозначен: это *вневременные идеальные знания*. Если знания животных представлены во временной форме в отрыве от вечных и идеальных компонент, а человеческие знания соединяют то и другое, то компьютерные знания не только не способны к изменениям, но и вообще существуют вне времени. Компьютерные программы с

²²⁶ Бунге М. Философия физики. М., 1975. С.43-44.

успехом работают с формальными структурами, доказывают теоремы, находят решения чётко поставленных задач – и не в состоянии «смоделировать даже поведение мухи-подёнки»²²⁷. Один из аспектов объяснения такой ситуации связан с указанной особенностью компьютерных способов обработки информации.

Развивающееся во времени знание никогда не возвращается к тому состоянию, в котором оно пребывало в один из предыдущих моментов его истории. Иначе оно не было бы развивающимся. Сознание человека не может вернуться в собственное прошлое. Состояния «уже встречавшегося», когда новое воспринимается как до мельчайших черт знакомое, свидетельствует о сбое в работе сознания. Если способность критической самооценки сохраняется, не составляет труда убедиться в невозможности буквального возврата к уже бывшему. Идеальное знание – другое дело. Но когда мы по идеальным правилам складываем и перемножаем числа, наше сегодняшнее знание того, что такое число, отличается от того, что мы знали о числах вчера. В подтверждение сказанного можно проделать следующий эксперимент. Попробуйте начать писать всё, что вы знаете о числах, пока не испишете десяток листов бумаги. Повторив задание в один из последующих дней, вы не получите идентичного текста, если только не обладаете феноменальной памятью и не запомните его во всех деталях. Но знание текста, как мы видели, относится к вечному в слабом смысле знанию, а не к знанию, развивающемуся во времени, поэтому феноменальная память не может служить контрпримером.

Далее, на вопрос о том, все ли сказано по теме, вы вынуждены будете ответить, что тему исчерпать не удалось. Диалог Платона «Лахет» кончается не потому, что было определено, что же такое мужество, а потому, что надо же было где-то остановиться. Данные размышления о знании тоже идут к концу отнюдь не потому, что тема может считаться исчерпанной. Но вот если поставить задачу дать идеальное определение некоторого понятия, то в случае натурального числа это может быть сделано предъявлением аксиоматики Пеано, тогда как идеальные определения мужества и знания мы вряд ли сможем представить. Компьютер может успешно работать с аксиоматикой Пеано, вывода и такие следствия из аксиом, которые не были получены никем из людей, но порассуждать о мужестве или знании не сумеет. Дело в том, что компьютеры – это *детерминированные* машины. Если есть программа обработки

²²⁷ Уоллич П. Кремневые создания. // «В мире науки», 1992, № 2. С.69.

информации и на ее вход поступила группа данных, то результат будет предопределён с однозначностью, если только не произойдет сбоя. Обычно детерминированность компьютера скрывают с помощью генератора псевдослучайных чисел. Но даже если в компьютер встроить рулетку или определять данные подбрасыванием монеты, программа все равно должна заранее «знать», что ей делать при наступлении конкретного случайного события. Таким образом, результаты работы генераторов случайных чисел являются частью входных данных. Без первых вторые неполны. После того, как все входные данные сформированы, результат (если не учитывать возможность возникновения неполадок в работе машины) предсказуем с абсолютной точностью. И сколько бы раз вы не повторяли выполнение программы с теми же самыми входными данными, вы всегда будете получать один и тот же результат. Если же при очередном прогоне программы был получен другой результат, то это означает, что произошел машинный сбой – в любом случае крайне нежелательное событие, ибо ошибки компьютера всегда обесценивают его работу.

Есть веские основания полагать, что животные и человек, рассматриваемые как машины, относятся к классу *недетерминированных* устройств. Одно из таких оснований – факт эволюции и развития ментальных структур. В ходе такой эволюции сбой или мутация уже не оценивается с однозначностью как негативное событие. Возможно, его следствием будет появление нового знания, которое не выводится с необходимостью из предшествующего. Повторить появление нового знания, если оно не следует из предыдущего, не удастся. События этого рода уникальны и креативны. Например, возьмем феномен возникновения греческой дедуктивной математики. Как это могло прийти в голову – доказывать то, что и так очевидно и что можно проверить непосредственно? Столь необычное событие если и могло произойти, то только однажды. И действительно, ни одна из развивавшихся независимо от греков культур не пришла к идее дедуктивного доказательства. При этом человек, в отличие от прочих животных, способен имитировать работу детерминированной машины. Таким образом, и здесь проявляется двойственность человеческих способов работы со знанием, связанная с детерминированными и недетерминированными процедурами его получения.

Глава 17. Проблема познания прошлого

§1. Актуальное и ретроспективное знание

Вопрос о том, обладает ли процесс познания прошлого специфическими чертами, отличающими его от познания актуальных вещей, является реальной эпистемологической проблемой науки. Изучение настоящего и прошлого часто противопоставляют друг другу на том основании, что первое зависит от прямых наблюдений, тогда как второе основывается на непрямых, косвенных наблюдениях. Косвенные наблюдения, в отличие от актуалистических, предполагают обращение к изучению остатков или следов прошлых событий. По этим следам ушедшие в прошлое события надлежит реконструировать с возможной степенью полноты и достоверности.

Таким образом, обсуждаемая здесь проблема состоит в том, имеется ли эпистемологически значимое различие между актуалистической схемой ОБЪЕКТ – ЗНАНИЕ и ретроспективной схемой ОБЪЕКТ – СЛЕД – ЗНАНИЕ. Я собираюсь защищать тезис о теоретико-познавательной специфичности ретроспективных исследований. Однако убедительные аргументы в пользу данного тезиса в литературе мне найти не удалось. Наиболее многообещающим казался подход С.В.Мейена, который попытался объяснить особенности исторического познания через феномен *темподесиненции*. Согласно С.В.Мейену, во времени некоторые «свойства исчезают, не оставляя считываемых следов». Это и есть темподесиненция или растворение во времени. Задача исторической реконструкции заключается, в конечном счете, в том, чтобы восстановить темподесинированные свойства²²⁸.

Темподесиненции в том виде, в каком она была определена, не существует. Действительно, если всерьез говорить о растворении во времени, об отсутствии считываемых следов некоторых свойств, то как можно надеяться их восстановить? А если имевшее место в прошлом свойство все-таки восстанавливается в ходе исторического исследования, то это попросту означает, что следы оно на самом деле оставило и, тем самым, растворения во времени не произошло. Таким образом, описание процесса темподесиненции свойств оказывается противоречивым и, следовательно, у него не может быть референта в реальности.

²²⁸ Мейен С.В. Исторические реконструкции в естествознании и типология // Эволюция материи и ее структурные уровни. М., 1981. С. 91.

Быть может, правы те, кто настаивает на отсутствии принципиальных различий между актуалистической и ретроспективной схемами? По-видимому, их позиция скорее опирается на аргументы негативного плана, которые сводятся к указанию на необоснованность противоположной позиции. В этих условиях остается признать, что обсуждаемые схемы отличаются друг от друга в лучшем случае лишь в количественном отношении. Так, палеоантрополог Р.Фоули пишет: «Разница между информацией о прошлом и настоящем состоит не столько в различии между прямым и косвенным наблюдением, сколько в разной длине цепочки умозаключений и силе сцепления составляющих ее звеньев. Вполне возможно, что любая информация о прошлом должна базироваться на более длинной и более труднодоступной цепочке выводов, чем информация о настоящем, но эпистемология остается по сути той же самой»²²⁹. Аналогичной точки зрения придерживается известный специалист по гражданской истории М.Блок: «Между исследованием далекого и исследованием совсем близкого различие ... лишь в степени. Оно не затрагивает основы методов»²³⁰.

Существует, впрочем, и позитивный аргумент, отношение которого к анализируемому вопросу далеко не всегда осознают в виду его, как считается, тривиальной очевидности. Речь идет о тезисе, согласно которому *прошлое остаётся неизменным*. «Прошлое, – пишет М.Блок, – по определению, есть некая данность, которую уже ничто не властно изменить»²³¹. Именно этим качеством прошлое отличается от нефиксированного будущего. Согласно распространенному мнению, прошлое неизменяемо, тогда как будущее имеет альтернативы. Мы можем до определённой степени влиять на будущее, но не на прошлое, которое совершенно нам не подвластно. Что случилось, то случилось, и ничего с этим поделать нельзя, разве что попытаться забыть о тех или иных событиях прошлого или, напротив, постараться увековечить их.

На самом деле, хотим мы того или нет, прошлое всё-таки меняется, но не так, как будущее. Если бы прошлое оставалось неизменным, то тогда действительно следовало бы согласиться с тем, что разница между познанием актуальных вещей и событий ушедшего времени носит количественный характер. На самом деле, как мы

²²⁹ Фоули Р. Еще один неповторимый вид. Экологический аспект эволюции человека. М., 1990. С. 108.

²³⁰ Блок М. Апология истории или ремесло историка. М., 1986. С. 35.

²³¹ Там же.

надеемся показать, различие между актуальными данными и прошлыми объектами состоит в *способе их существования*.

Если вопрос о специфике эпистемологического статуса прошлого по сравнению с настоящим до сих пор не решён, то на аналогичный вопрос в отношении настоящего и будущего был дан утвердительный ответ еще Аристотелем, поставившим проблему будущих случайных событий, которая обсуждалась в предыдущей главе. Анализируя аристотелевскую проблему, выдающийся польский логик Я.Лукасевич пришел к идее третьего истинностного значения. Ни одно из противоречащих друг другу высказываний о завтрашнем сражении сегодня не истинно и не ложно. Эти высказывания лишь впоследствии обретут привычные значения истины или лжи²³².

Бурно развивающиеся в наше время исследования в области многозначных логик не касаются проблемы прошлых случайных событий. Точнее говоря, тут вообще не усматривают проблемы. Действительно, если каждое высказывание об актуальном событии либо истинно, либо ложно, и если прошлое неизменно, то при переходе в прошлое и во всё более далекое прошлое эти высказывания сохраняют свой истинностный статус. Например, если 15 мая 1591 года было истинно высказывание «Царевич Дмитрий убит», то оно будет (в силу неизменности прошлого) истинным и 15 мая 1991 года и во все последующие времена. Установить истинностную характеристику данного высказывания легче, конечно, по горячим следам. Сейчас это сделать труднее ввиду отдалённости события. Но, коль скоро истинностная характеристика со временем не изменилась, трудности преодолимы, по крайней мере, в принципе.

Так или примерно так рассуждают сторонники тезиса о неизменности прошлого. Но на практике историки часто говорят о невозможности верификации или фальсификации конкретных высказываний о прошлом. Могут возразить, что точно также зачастую невозможно установить истинностные значения высказываний об актуальных событиях, происходящих в отдалённых от нас областях Вселенной. Это возражение бьёт мимо цели, так как с точки зрения современной физики вследствие конечной скорости распространения взаимодействий последствия этих событий могут быть обнаружены лишь в будущем. В этом смысле события, которые мы наблюдали бы, если бы мгновенно перенеслись в какую-нибудь другую звездную систему, реально могут себя обнаружить для познающего субъекта только как прошлые события. Так что пространственно удалённые

²³² Лукасевич Я. О детерминизме // Логические исследования. Вып.2. М., 1993.

события на самом деле познаются как события прошлого, поэтому перед нами встанут те же самые проблемы объяснения особенностей ретроспективного познания.

Правда, сказанное выше не следует возводить в абсолют, как это сделал Ю.Б.Молчанов, утверждая, что все познаваемые нами события – это «события прошлого, которые произошли настолько раньше, сколько времени требуется тому или иному сигналу, чтобы преодолеть расстояние от места их свершения до моих рецепторов и моего мозга»²³³. Ошибочность этого рассуждения в том, что настоящее в реальной познавательной практике *длится*. Так, никому и в голову не придет считать себя старше своего отражения в зеркале, историк не будет называть настоящим промежуток времени в 1 секунду, настоящее расположение материков для геолога длится годами и так далее. Прошлое начинается за рамками интервала настоящего, имеющего различную продолжительность для разных областей реальности (в зависимости от характерной скорости изменения наполняющих время событий).

§2. Время и предикация

Возвращаясь к основной линии изложения, отметим, что факт невозможности установления истинностных значений некоторых осмысленных высказываний о прошлом при том условии, что эти же высказывания легко верифицируемы или фальсифицируемы в случае актуально происходящих событий (представим, например, что мы наблюдаем за царевичем Дмитрием в течение суток 15 мая 1591 г. и затем верифицируем высказывание о причине его смерти), свидетельствует об особом статусе прошлого в сравнении с настоящим. Реальность прошлого – это не то же самое, что реальность актуального настоящего. Это реальности разных видов, различающиеся способом существования.

К пониманию этого подходил Я.Лукасевич, утверждая, что «и к прошлому мы должны относиться точно так же, как и к будущему». Даже «всевидящий разум» о некоторых событиях прошлого не мог бы утверждать, «что они были, но лишь, что они были возможны»²³⁴. Сказанное означает, в частности, что для описания прошлого (как и будущего) нам недостаточно традиционных истинностных

²³³ Молчанов Ю.Б. Проблема времени в современной науке. М., 1990. С. 125.

²³⁴ Лукасевич Я. Цит. соч. С. 205.

характеристик. Вряд ли в самой действительности остались следы угличских событий полутысячелетней давности, которые позволили бы нам или нашим потомкам разрешить загадку смерти царевича. Слишком фрагментарны эти следы. По сути, след события всегда фрагментарен и неполно характеризует событие, его оставившее. Но историческая реальность – это реальность совокупности следов. Обязательно найдутся такие свойства событий, которые будут отсутствовать в совокупности соответствующих следов. «Отсутствовать» в смысле невозможности обоснованно утверждать ни то, что эти свойства были, ни то, что их не было.

На основании сказанного можно сделать вывод, что *переходящее в прошлое событие теряет предикаты*. В результате мы имеем не само событие, а его след. *След* можно определить как *событие, потерявшее часть предикатов*. С каждым таким времени (в соответствующем событию временном масштабе) процесс потери предикатов продолжается. Это не темподесиненция, поскольку *в реальности следа уже онтологически нет полной актуальной реальности вызвавшего его события*. Следовательно, не может быть гносеологического описания этой отсутствующей реальности, так что вопрос о возможности «восстановления» свойств отпадает сам собой. Стало быть, историческое познание в принципе не в состоянии воссоздать прошлый объект в той мере, в какой это было бы возможно при актуальном существовании данного объекта. Некоторые осмысленные высказывания о существовавшем в прошлом объекте неизбежно будут иметь третье, *неопределённое истинностное значение*.

В противоположность прошлому, *переход в будущее есть процесс приобретения предикатов*. В момент актуализации будущего события оно приобретает максимальную определённую всех своих характеристик. Но событие обладает полнотой свойств лишь пока оно находится в настоящем. С переходом в прошлое начинается процесс потери предикатов.

Существенным аспектом развиваемых здесь взглядов является положение о том, что *как процесс приобретения, так и процесс потери предикатов является недетерминированным*. Если бы эти процессы были детерминированными, то можно было бы предсказывать будущее и актуалистически описывать прошлое. В действительности наши прогностические способности очень ограничены, а память о прошлом ненадёжна и неполна. Каким будет будущее – в значительной мере зависит от нашего выбора. Менее

тривиально звучит утверждение, что в определённой мере от нас зависит, каким будет прошлое. Не только в том смысле, что выбирая будущее, мы тем самым определяем и то, что перейдет в прошлое, но и в том смысле, что даже тогда, когда событие уже оказалось в прошлом, от нас зависит, насколько быстро будет протекать процесс потери этим событием своих предикатов.

В самом деле, можно распахать археологический объект и тем самым ускорить процесс потерь предикатов, но можно действовать прямо противоположным образом, сохраняя и изучая этот объект. Можно выбросить дневники и фотографии, а можно и сберечь их. И так далее. Возникает законный вопрос: не получается ли, что субъект познания может, воздействуя на процесс потерь предикатов, изменять объект познания? Положительный ответ на поставленный вопрос приводит к принятию идеалистической теории исторического познания, тогда как отрицательный – к реалистической теории исторического познания. Мы склоняемся к отрицательному ответу на поставленный вопрос на следующем основании. Никакое воздействие на процесс потерь предикатов не в состоянии ни в одном случае изменить истинное высказывание о прошлом на ложное, а ложное высказывание о прошлом на истинное. Единственная форма активности субъекта исторического познания связана с сохранением класса истинных высказываний о прошлом, препятствование выпадению высказываний из этого класса и переходу их в неопределённое истинностное состояние. Иными словами, до определённой степени мы можем замедлять (но не останавливать совсем) процесс потери информации о прошлом.

Но с точки зрения интересов субъекта далеко не всегда требуется сохранять память о прошлом. Прошлое безвозвратно уходит? – «И хорошо, что именно так, – пишет Я.Лукаевич. – В жизни каждого из нас случаются тяжелые минуты страданий и еще более тяжелые минуты вины. Мы хотели бы стереть эти минуты не только из нашей памяти, но и в действительности. Ничто не препятствует нам верить, что когда исчерпают себя все следствия этих роковых минут, даже если бы это произошло лишь после нашей смерти, тогда и они сами будут вычеркнуты из материального мира и перейдут в сферу возможного. Время утоляет печали и несет нам прощение»²³⁵.

Из сказанного выше вытекает, что в ходе реконструкции прошлого историк имеет дело с парами объектов вида *<прошлый объект – след объекта>*, где *след объекта* (письменный источник,

²³⁵ Там же.

например) существует в актуальном «сейчас» и репрезентирует оставшийся в прошлом объект.

Онтологический путь образования пары указанного вида состоит в том, что в ходе течения времени объект теряет предикаты, оставляя следы своего существования в настоящем:

$$a \rightarrow \rightarrow time \rightarrow \rightarrow b, c, d, \dots,$$

где a – это объект прошлого, а b, c, d и так далее – следы, оставшиеся от a . Объект a онтологически уже не существует, в то время как его следы могут быть изучены непосредственно. Процесс потери предикатов объектом a на схеме не отображён.

Поскольку следы a существуют актуально, всякое осмысленное применение точно определённого предиката к следу образует истинное или ложное высказывание. Например, если P – точно определённый одноместный предикат и выражение $P(b)$ осмысленно, то будем иметь либо $|P(b)| = \text{И}$, либо $|P(b)| = \text{Л}$ (здесь $|\dots|$ – функция истинностной оценки высказываний). Однако применительно к прошлому объекту a ситуация меняется. Если выражение $P(a)$ вообще осмысленно (что не обязательно, поскольку свойства следов далеко не всегда являются свойствами объекта, эти следы оставившего), то наряду с возможностями $|P(a)| = \text{И}$ и $|P(a)| = \text{Л}$ появляется новая возможность: $|P(a)| = \text{Н}$, где Н – неопределённое истинностное значение, отличное от И (истина), и от Л (ложь).

Так, химические методы в ряде случаев позволяют установить, что содержание ядовитых веществ (мышьяка, например) в останках в несколько раз выше нормы. Однако это не позволяет сделать однозначный вывод о том, что превышение нормы произошло при жизни. При отсутствии других значимых следов версия об отравлении останется недоказанной²³⁶.

Следует различать *онтологическую* и *гносеологическую* неопределённость, когда мы говорим о третьем истинностном значении Н . Так, с определённой можно утверждать, что среди теорем, которые ученые считают доказанными в настоящее время, имеются ложные высказывания. Но принятие данного утверждения в качестве истинного не специфицирует ни одной теоремы, ошибочно относимой к доказанным истинам. Про любую теорему t мы можем либо утверждать, что она доказана, либо указать, что некоторые ученые считают ее доказанной, либо сослаться на то, что никому не удалось показать её ошибочность. В любом случае, если $t \in T$, где T – класс всех теорем, принятых в настоящее время в качестве

²³⁶ Подробнее см.: Лейстнер Л., Буйташ П. Химия в криминалистике. М., 1990.

доказанных, и $\in$ – знак принадлежности элемента множеству, то не обязательно мы будем настаивать на несомненной истинности t . А вдруг ошибочность t просто не заметили, или эта ошибочность проистекает из нетривиальных соображений? Представим себе, что ошибочное приписывание значения «истинно» теореме $t \in T$ карается смертью. Не окажется ли в этом случае список истинных теорем слишком коротким? Можно, пожалуй, рискнуть на этих условиях утверждать, что в арифметике Пеано $2 \times 2 = 4$, что $A \rightarrow A$ доказуемо в классическом исчислении высказываний и т.п. Но вряд ли я решусь утверждать, что для раскраски любой карты достаточно четырех цветов или что арифметика Пеано непротиворечива. А вдруг четырех цветов недостаточно, а вдруг арифметика противоречива – не расставаться же из-за этого с жизнью!

С другой стороны, для любой теоремы $t \in T$ не подходит и характеристика «ложно», поскольку, по определению, T составляют лишь такие теоремы, ложность которых не доказана. В этих условиях для каждого $t \in T$ неизбежно либо принятие утверждения, что t истинна, либо утверждения, что t неопределённа (то есть может оказаться истинной, но может быть и ложной, хотя последнее менее вероятно в общем случае). Ясно, что принятие теоремы, на истинности которой мы не настаиваем категорически, имеет гносеологический характер. Если завтра для некоторой теоремы $t \in T$ будет показано, что t ложно, то это не потому, что t сегодня была истинной, а завтра стала ложной. Утверждение t и сегодня было ложным, но мы этого не знали. Но данное незнание действительно имело место, так что (за вычетом тех, кто лишился жизни за принятие t в качестве истины) правы были эксперты, приписавшие утверждению t неопределённое истинностное значение. Таким образом, в приведенном примере мы имели дело с *гносеологической неопределённостью*.

С иным положением дел сталкивается исследователь прошлого и будущего. В момент «теперь» онтологически уже не существует части прошлой жизни и онтологически ещё не существует будущей истории во всех её деталях. Если истинность или ложность теоремы остается неизменной в веках, то для событий, зависящих от времени, дело обстоит противоположным образом. Не думаете ли вы, что в эпоху существования динозавров уже существовала объективная возможность появления этих строк? Равным образом, не думаете ли вы, что любой из существовавших динозавров оставил в самой реальности неизгладимый след? – Нет, возникновение этих строк, а

также читающих их, было творческим актом Вселенной, отнюдь не заложенным в ней от начала времён. Точно также неизбежно с течением времени исчезнет наша эпоха, оставив в лучшем случае какие-либо следы. Но что-то из нашей жизни исчезнет без следа. В отношении таких процессов возникновения и исчезновения во времени имеет место *онтологическая неопределённость*.

Таким образом, в отношении вечных истин действует гносеологическая неопределённость, в отношении же темпоральных истин действует онтологическая неопределённость.

На данном этапе анализа нет необходимости заниматься подробным исследованием свойств неопределённости (это будет сделано в следующей главе). Отметим лишь некоторые важные её особенности. Традиционные истинностные значения И и Л выражаются в языке посредством утверждения либо A , либо $\neg A$. Соответственно, в языке должна иметься возможность выражать неопределённость Н. Введем для этого новую логическую связку «н»: nA будем читать как неопределённо A , « A не определено» и т.п. Теперь в случае $|A| = И$ утверждаем A , в случае $|A| = Л$ утверждаем $\neg A$, и в случае $|A| = Н$ утверждаем nA .

Будем считать, что закон исключенного третьего по-прежнему действует и формула $A \vee \neg A$ истинна при любом A , но теперь из $A \vee \neg A$ уже не следует, что либо $|A| = И$, либо $|\neg A| = И$ (или что либо $|A| = Л$, либо $|\neg A| = Л$), поскольку не исключено, что $|A| = Н$ и $|\neg A| = Н$. Однако для актуальных объектов (следов, например) по-прежнему из двух противоречащих суждений, имеющих точный смысл (например, суждение «Клеопатра – женщина» имеет точный смысл, тогда как суждение «Клеопатра – красавица» может вызвать споры), одно является истинным. Отметим также, что $nA \leftrightarrow n\neg A$, то есть A не определено тогда и только тогда, когда $\neg A$ не определено. Если $|P(a)| = Н$ (или, что то же самое, верны утверждения $nP(a)$ и $n\neg P(a)$), то будем говорить, что P – *неопределённый* предикат для a ; в противном случае P будем называть *определённым* предикатом для a .

Введенные понятия позволяют сформулировать основную задачу исторического познания: *на основании предикатов, присущих следу, восстановить определённые предикаты объекта, оставившего след*. Ясно, что поскольку неопределённые предикаты утрачены безвозвратно в онтологическом, а, следовательно, и в гносеологическом смысле, нет никаких надежд на их восстановление. Следует отчетливо осознавать, что на предикатах нет бирок с указанием, являются ли они определёнными или неопределёнными

для данного объекта a . Поэтому в конкретных случаях неудача по реконструкции предиката не обязательно означает, что он онтологически потерян. Может быть, новые находки историков или новые достижения других наук позволят пролить свет на некоторые загадки прошлого. Но в любом случае требовать от историка детальной реконструкции событий – значит совершать гносеологическую ошибку. Прошлое восстановимо с точностью до определённых предикатов. Однако даже в такой форме данный тезис – лишь идеал, цель, к которой надлежит стремиться: ведь требуется еще установить (а сделать это нелегко из-за ограниченности наших знаний), какие предикаты следа приведут к определённым предикатам прошлого объекта.

Прежде чем перечислить логически возможные связи между предикатами следа и предикатами реконструируемого объекта прошлого, отметим, что схема исторического познания является своего рода обращением вышеприведенной схемы образования следов:

$$a \leftarrow \leftarrow time \leftarrow \leftarrow b, c, d, \dots$$

Данная схема противодействует ходу времени. Это проявляется в том, что историк фиксирует в более устойчивых материальных образованиях, чем сами следы (которые, в свою очередь, подвержены становлению и потому теряют предикаты, оставляя следы следов), те предикаты прошлого объекта, которые удалось установить с определённой точностью. Без этих действий последующим поколениям историков достались бы более фрагментарные следы и, следовательно, большее число неопределённых предикатов для реконструируемого объекта.

Пусть $A(x)$ и $B(x)$ – не обязательно различные одноместные предикаты (случай n -местных предикатов при $n > 1$ в целях простоты изложения не рассматривается). Тогда логически возможны следующие связи между предикатами следов и предикатами прошлых объектов.

1. $B(a) \leftarrow A(b)$
2. $B(a) \leftarrow \neg A(b)$
3. $\neg B(a) \leftarrow A(b)$
4. $\neg B(a) \leftarrow \neg A(b)$
5. $\neg B(a) \leftarrow A(b)$
6. $\neg B(a) \leftarrow \neg A(b)$

Здесь стрелка « $\leftarrow$ » – это обычная материальная импликация, повернутая в противоположную сторону для демонстрации того

обстоятельства, что рассуждения о прошлом объекте a должны вестись только на основе актуально сохранившихся его следов b . Сохраняя принятый в схемах порядок прошлый объект – след объекта, мы были вынуждены обратить импликацию. Конечно, если, скажем, верно 1 и при этом $A(b)$, то имеем (по правилу отделения *modus ponens*) истинное высказывание $B(a)$, которое затем можно использовать в дальнейших выводах. Но в любом случае всякое утверждение о свойствах прошлого объекта должно быть следствием утверждений о свойствах следов этого объекта. В историческом исследовании непосредственное познание объекта прошлого исключается – оно непременно должно быть опосредовано изучением свойств следов.

Отметим, что мы не требуем, чтобы предикаты A и B были различными. Но если для любого объекта a (прошлого или актуального – неважно) тривиально выполняется $A(a) \leftarrow A(a)$, то для объекта a и его следа b вопрос о том, верна ли импликация $A(a) \leftarrow A(b)$, может скрывать сложную проблему. Как мы только что видели, имеется шесть абстрактно возможных вариантов связи предиката следа и предиката объекта. В 5 и 6 случаях вопрос о принадлежности соответствующего предиката объекту онтологически не разрешим. В остальных случаях мы можем надеяться на определённый ответ, хотя для его получения может не хватить полученных на данном этапе развития познания сведений.

Разумеется, для достижения общности рассмотрения следует ставить вопрос не только о свойствах объектов прошлого и актуальных следов прошлых событий. Объекты в момент своего существования вступали в многообразные отношения с другими объектами, и следы этих отношений частично сохраняются в материальных остатках прошлой реальности. Учет упомянутых отношений заставляет рассматривать переходы вида

$$B(a, a_1, a_2, \dots, a_m) \leftarrow A(b, b_1, b_2, \dots, b_n).$$

Напоследок сделаем замечание технического характера. Отмеченные выше свойства связки « $\leftarrow$ » позволяют ограничиться рассмотренным списком из шести пунктов. Например, соотношение $n \rightarrow B(a) \leftarrow A(b)$ посредством эквивалентности $n \rightarrow B \leftrightarrow n \rightarrow B$ редуцируется к пункту 5 и так далее.

В предыдущих частях книги появление онтологической неопределённости связывалось с рассмотрением универсума как *вычислительного процесса*. В конечном счете, все выше приведенные рассуждения основывались на компьютероподобной модели

реальности. Вне такой модели в лучшем случае можно будет указать на потерю предикатов как на факт, но не объяснить его. Таким образом, наша интерпретация познания прошлого исходит из далеко идущих теоретических построений. При этом возникает ряд вопросов, касающихся правомерности подобных конструкций.

Концепция, допускающая существование в самой объективной реальности вычислительного аспекта, кажется на первый взгляд чисто спекулятивной. Да, она сверхэмпирическая, поскольку эмпиризм видит источник и критерий познания в чувственных данных. Однако чувственная информация никогда сама по себе не приводит к какой-либо концепции. В конце концов, такого рода информацией располагают и животные, но они не создают теорий.

Сверхэмпиризм не обязательно спекулятивен. Любая теория сверхэмпирична, тем не менее, выражение «эмпирическая теория» отнюдь не бессмысленно. Теория действительно может коррелировать с чувственными данными (особенно если понимать их в физикалистском, а не феноменологическом значении), при этом никогда не исчерпываясь ими и никогда не возникая из них однозначным образом (вспомним, например, парадокс альтернативных онтологий). Физика – эмпирическая наука, но она в высшей степени теоретична.

Распространено мнение, что за эмпирической теорией следует теория спекулятивная. Лучше сказать иначе: если теория не эмпирична, то она спекулятивна, коль скоро претендует на описание объективной реальности (последнее замечание исключает из рассмотрения математические теории, которые описывают не столько реальный мир, сколько возможные миры). Так вот, это мнение ошибочно. Понятие «опыт» не сводится к понятию «эмпирический опыт», если считается, что последнее понятие формируется посредством наблюдений и экспериментов.

Правда, понятие опыта, по отчасти справедливому замечанию Х.-Г. Гадамера, парадоксальным образом относится «к числу наименее ясных понятий, которыми мы располагаем»²³⁷. Но эта неясность проистекает, на наш взгляд, в первую очередь из-за упоминавшегося сведения опыта к атомизированному чувственному эмпирическому опыту, к физикалистски истолкованному опыту, и лишь во вторую очередь является следствием недостаточной ясности понятия опыта. Однако этот недостаток преодолим уже на уровне здравого смысла. Мы уже говорили в первой части книги о том, как мало поле узко

²³⁷ Гадамер Х.-Г. Истина и метод. М., 1988. С. 409.

понимаемого эмпирического опыта. Можно ли запротоколировать факт существования сознания и самосознания? Установить в эксперименте наличие государств и видов живых организмов? Или эмпирически подтвердить или опровергнуть наличие такой науки, как физика, наряду с другими науками, например, историей? Все перечисленные и многие другие области человеческого опыта явно выходят за рамки физикалистски трактуемого эмпирического подтверждения. Между тем, вряд ли можно считать адекватной доктрину, признающую за названными феноменами лишь спекулятивную основу. Напротив, следует принять в качестве опытных, хотя и не эмпирических, фактов и существование сознания, и существование государств и жизни, и существование различных наук и многое другое, что не наблюдаемо ни непосредственно, ни в каком бы то ни было эксперименте, согласившись в этом вопросе со здравомыслящим большинством цивилизованного человечества (попробуйте, например, усомниться в существовании государства, гражданином которого вы являетесь, посредством нарушения установленных законов, и вас быстро убедят в его реальности).

Вот это на самом деле обширное поле неэмпирического опыта образует фундамент концепций, лежащих между эмпирическими и чисто спекулятивными теориями (наподобие натурфилософии Шеллинга и Гегеля или мифологии психоанализа и марксизма). Граница между опытными в широком смысле и спекулятивными концепциями достаточно ощутима и сводится к критерию фальсифицируемости, хотя и не в столь категорической форме, как у К.Поппера.

Неэмпирический опыт также требует концептуального осмысления, как и опыт наблюдений и экспериментов. Получающиеся в результате концепции должны быть фальсифицируемы, только в случае неэмпирических концепций критерии фальсификации не столь явны и их труднее применить, чем в случае эмпирических теорий. Прежде всего, любая концепция должна быть непротиворечивой. В том случае, если в ней используется неклассическое отрицание, она должна быть, по крайней мере, абсолютно непротиворечивой, то есть в ней необходимо наличие четкой границы между принимаемыми и отбрасываемыми утверждениями; при этом классы принимаемых и отбрасываемых высказываний не должны быть пустыми или наполненными только тривиальными утверждениями.

Далее, концепция должна допускать формулировку фальсифицирующих условий. Так, концепция И.Канта об

априорности евклидовой геометрии была фальсифицирована фактом появления неевклидовых геометрий. Родственная ей концепция априорного времени до сих пор не фальсифицирована. Но допускает ли она фальсификацию в принципе? Вопрос не так прост, так как когда априорной формой чувственности считается евклидово пространство, то точно известно, что это за пространство. С другой стороны, теория времени, которую можно было бы объявить априорной, ни в математике, ни в логике разработана не была. Тем не менее, известно, что как геометрия, так и арифметика могут быть представлены в виде совершенно однотипных аксиоматических систем, для которых не существует постулируемого Кантом различия между якобы априорно пространственными суждениями геометрии и априорно темпоральными суждениями арифметики. Одно это обстоятельство наносит по кантовскому априоризму в отношении времени ощутимый удар. Более того, наличие компьютеров, с их «умением» решать геометрические и арифметические задачи, кажется, не оставляет почти ничего от кантовских априорных форм чувственности. То же самое касается априоризма в отношении форм рассудка, поскольку Кант в качестве априорной схемы принял аристотелевскую силлогистику, являющуюся, по меткому выражению Я.Лукасевича, «убогим фрагментом» логики²³⁸. К тому же появились неклассические логические системы, которые были для традиционной логики тем же, чем неевклидовы геометрии были для геометрии евклидовой.

Возможно, предыдущие аргументы были не столь убедительны именно в отношении времени как априорной формы чувственности, поскольку основывались лишь на фальсификации частного следствия кантовской философии (тезиса о том, что арифметика, в отличие от геометрии, основывается на времени). Интуиционисты (в первую очередь Брауэр), отказавшись от этого следствия, выход нашли в том, чтобы всю математику обосновать на идее времени. Однако идущий более двух тысячелетий спор о природе времени, особенно о статусе становления во времени, делает проблематичной саму мысль о том, что мы обладаем одной и той же научно ориентированной интуицией времени.

В результате априоризм в кантовском варианте явно рушится. Утешительный момент в этой истории – то, что кантовская концепция априорных форм чувственности и рассудка оказалась фальсифицируемой и тем самым научной, а отнюдь не спекулятивной.

²³⁸ Лукасевич Я. Цит. соч. С. 194-195.

Кант осмысливал не эмпирические свидетельства, а широко понимаемый опыт. Другое дело, что в рамках опыта того времени единственно возможной логикой считалась аристотелевская силлогистика, а единственно возможной геометрией – евклидова геометрия. У Канта не было весомых оснований в этом сомневаться. Более того, усомниться в этом – значило пойти именно наперекор опыту. Не напоминает ли ситуация судьбу эмпирических теорий, не выдерживающих напора новых, неизвестных прежде опытных данных? Вспомним, например, теорию теплорода!

Итак, фальсифицируемы не только эмпирические теории, но и теории, опирающиеся на широко понимаемый опыт. Я намереваюсь предложить такую теорию или, лучше сказать, концепцию (поскольку предметом изучения в этой концепции будут, в частности, такие объекты, как теории), исходным пунктом которой является несомненный опытный (хотя и не эмпирический) факт существования не только *законов*, описывающих вещи и события объективного мира, но и *истории* вещей и событий. Совокупность определённых законов образует теорию соответствующей области явлений. Но те же самые явления могут иметь аспект, выпадающий из номологического анализа и доступный только идиографическому описанию.

Таким образом, теория состоит из номологических утверждений или законов, а история – из идиографических высказываний, законами не являющимися. Остаётся спорным, можно ли из истории извлечь законы. Однако из опыта известно, что из законов нельзя дедуцировать историю. Лаплас был не прав, думая, что это возможно. Сейчас с данным выводом согласны все (или почти все). Но как-то не замечается, остается в тени тот факт, что история развёртывается в полном согласии с законами (если, конечно, эти законы истинны). Получается, что история соблюдает законы (физики, например), но не исчерпывается ими. Так что же в истории *сверхзаконного*? И почему это сверхзаконное не способно вступать в конфликт с законом и находится с ним в противоречии?

Обычными в эпистемологии являются три следующих позиции: 1) речь ведут только о теоретическом знании, забывая или не замечая знание историческое; 2) анализируется историческое познание и только; 3) теория и история рассматриваются в сопоставлении; при этом либо приходят к мысли об их полной противоположности (например, неокантианцы баденской школы), либо различия между историей и теорией нивелируются (например, марксистская историография).

Ни одна из перечисленных позиций не ставит вопрос: а почему, собственно, реальность требует как номологического, так и идиографического описания; какой должна быть реальность, способная к историческому развитию с соблюдением законов? Если описание этой реальности ограничивается совокупностью законов, то теряется исторический аспект. Если же писать историю, то в стороне остаются универсальные законы. Если, наконец, соединить и первый, и второй способы описания, то не окажется ли результат механическим объединением того и другого?

В духе кантовской философии поставленный вопрос можно переформулировать следующим образом: *как возможна история, соответствующая законам, но не сводимая к ним?* Поскольку, повторяем, и номологический, и исторический аспекты мира являются фактическими (но не эмпирическими) данностями человеческого опыта, они побуждают к постановке вопросов и поисков ответов на них, состоящих в создании соответствующей концепции связи исторического и теоретического.

Вариантом такой концепции является предложенная выше теория АВТ-вычислимости. С помощью аппарата АВТ-вычислимости удастся избежать как Сциллы несопоставимости теории и истории, так и Харибды их неразличимости. Впадение и в ту, и в другую крайность на деле означает, что связь между теорией и историей установить не удалось. Мы предлагаем механизм, который не может быть отнесен ни к области теоретического знания, ни к области исторического описания. Речь идет о процессах выполнения АВТ-компьютерами соответствующих программ. Данные процессы нельзя описать ни теоретически, ни исторически в том смысле, что такие описания будут односторонними. Адекватное описание АВТ-процессов потребует сочетания теоретического и исторического подходов.

§3. Познание прошлого: переоценка и индетерминизм

В числе неудавшихся попыток объяснения особенностей познания прошлого (кроме мейеновской темподесиненции) отметим подходы фон Вригта и Я.Лукасевича. Начнем с первого из названных авторов.

Согласно фон Вригту, «пересмотр отдаленного прошлого в свете более недавних событий в высшей степени характерен для научного

исследования, именуемого историографией». Данным обстоятельством фон Вригт объясняет невозможность полного и окончательного описания исторического прошлого. Дело, поясняет он, не только в тривиальном явлении открытия новых фактов о прошлом. «Нетривиальное основание заключается в том, что в процессе понимания и объяснения более недавних событий историк приписывает прошлым событиям такую роль и значение, которыми они не обладали до появления этих новых событий. А поскольку полностью будущее нам неизвестно, мы не можем сейчас знать все характеристики настоящего и прошлого». Более того, «можно было бы сказать, что полное понимание исторического прошлого предполагает, что будущего нет, что история окончена»²³⁹.

Но не будет ли все новая и новая переоценка прошлого историком субъективной? Нет, отвечает фон Вригт (хотя он и признает неизбежность присутствия элемента субъективности): «Например, утверждение, что более раннее событие сделало возможным позднее событие, может быть, и нельзя окончательно верифицировать или опровергнуть. Но это утверждение основано на фактах, а не на том, что думает историк об этих фактах»²⁴⁰.

В этих рассуждениях фон Вригта не видно обоснования характерных особенностей историографии. В самом деле, разве физики не переоценивают время от времени открытые ими законы, уточняя эти законы или даже отбрасывая их вовсе? Можно возразить в этой связи, что изменяются не объективные законы, а способы их описания, отменяются неверные или неточные формулировки, тогда как в случае с историографией изменяется сама историческая реальность. Я не могу сказать, осознавал ли фон Вригт, что принятие его объяснения ведёт к выводу об изменчивости прошлого, причем не в смысле указания на своеобразный рост прошлого за счет бывшего настоящего и будущего. С таким смыслом согласится любой сторонник динамической концепции времени, признающий объективность становления или течения времени, то есть объективность перехода настоящего и будущего в прошлое с течением времени.

Вывод, следующий из рассуждений фон Вригта, гораздо более радикальный: прошлое растёт, увеличивается в объеме не просто за счет добавления новых фактов, прежде имевших статус настоящих или будущих, а, кроме того, посредством изменения уже

²³⁹ Вригт Г.Х. фон. Логико-философские исследования. М., 1986. С. 184.

²⁴⁰ Там же.

находившихся в прошлом фактов как таковых. Например, ни один из живущих сегодня молодых людей не является прадедом кого бы то ни было. Однако с течением времени положение дел может измениться, и некто может стать, уже будучи в прошлом, возможно, уже не числясь среди живущих, прадедом какой-либо знаменитости. Получается, что он обретает новый предикат, отсутствовавший у него до этого. Запишем сказанное на языке логики предикатов. Пусть истинно, что b умер, и что b не является ничьим прадедом: $Умер(b) \ \& \ \forall x \neg Прадед(b, x)$. По прошествии времени может оказаться, что $Умер(b) \ \& \ \exists x Прадед(b, x)$. Получается, что предикат *Прадед* был обретен индивидом b несмотря на то, что актуально он уже не существует. Как раз это обстоятельство и позволяет «переоценить» значение b в пределах только объективных фактов. Получается, стало быть, что прошлое изменяется: утверждение, ранее бывшее истинным высказыванием о прошлом, может с течением времени стать ложным.

Полученные выводы неверны, и, следовательно, рассуждения фон Вригта также ошибочны. Ошибка заключается в том, что такие характеристики времени, как прошлое, настоящее и будущее либо должны определяться однозначно, либо не использоваться вообще. Настоящий момент, в который пишутся эти строки, единственный. Других «настоящих» просто нет. А посему и прошлое, и будущее (которые однозначно определяются моментом настоящего) также единственны. Когда историк переоценивает исторические факты и выводы, сделанные его предшественником, он имеет дело с другим настоящим, и, следовательно, с другим прошлым и будущим. У этих историков нет единого прошлого, относительно которого они могли бы обменяться мнениями. Поэтому разные поколения историков имеют дело с разным прошлым. Если есть историк I_1 и живший после него историк I_2 , то необходимо учесть, что имеется прошлое P_1 и прошлое P_2 и $P_1 \neq P_2$. Между тем, в рассуждениях фон Вригта фигурирует единое прошлое, прошлое как таковое. Но введение двух разных прошлых ведет к признанию наличия двух разных настоящих. Но из этих «настоящих» как минимум одно не настоящее, поскольку настоящее, если признается его объективное существование, может быть только одно (всё остальное будет не настоящим, то есть является прошлым или будущим, или вообще безвременным). Выход состоит в том, чтобы переформулировать наши высказывания таким образом, чтобы они утратили темпоральный характер (в науке чаще всего именно так и поступают): $Умер(b, t) \ \& \ \forall x \neg Прадед(b, x, t)$, $Умер(b, t) \ \& \ \exists x Прадед(b, x, t^*)$, где t и

t^* – моменты времени, причем $t \neq t^*$, так как в противном случае возникает логическое противоречие. Так что же в таком случае подверглось переоценке – первое высказывание или второе? Ясно, что никакого изменения прошлого не произошло: оба высказывания могут быть истинными, относясь к разным временам.

Динамический взгляд на время позволяет указать на более тонкое разрешение обсуждаемой ситуации. Из двух историков, принадлежащих к разным поколениям, разделённым толщей времени, только один может существовать в объективном настоящем. Конечно, это последний по времени существования историк, но никак не первый, который уже в объективном прошлом и актуально не существует. Тогда может случиться так, что $Умер(b, t) \& \forall x \neg Прадед(b, x, t)$ истинно, но истинно также $Умер(b) \& \exists x Прадед(b, x)$, если последнее относится к настоящему (момент t тогда – это момент прошлого). Действительно, то, что происходит у нас на глазах, в объективном настоящем, не требует непременно указания на момент времени. Можно, впрочем, и первое высказывание избавить от указания на конкретный момент, сказав: *Было, что $Умер(b) \& \forall x \neg Прадед(b, x)$* . Разумеется, правомерно также добавление: *А сейчас верно, что $Умер(b) \& \exists x Прадед(b, x)$* . Того самого x , существование которого утверждается во втором высказывании, действительно не было (по условию рассматриваемого примера) в прошлом, поэтому квантификация в первом и во втором высказывании должна вестись по разным областям (точнее, первая область есть собственная часть второй).

Итак, объективная переоценка прошлого в строгом смысле невозможна, поскольку *прошлое неизменно: прошлые истины не могут стать ложью, прошлая ложь никогда не станет истиной*. Как указывалось выше, *изменение прошлого возможно только в отношении утраты определённости истинностных характеристик*.

На первый взгляд, более удачный вариант объяснения специфики познания прошлого выдвинул Я.Лукаевич²⁴¹. Согласно Лукаевичу, хотя каждое событие имеет причину в прошлых событиях, есть такие бесконечные причинно-следственные цепочки, которые целиком содержатся в будущем. Лукаевич представляет время в виде прямой линии, изоморфной множеству действительных чисел. Поэтому некоторый отрезок времени можно упорядочить как отрезок $[0, 1]$ (точки 0 и 1 принадлежат отрезку), в котором точка 0 является настоящим, а 1 – будущим. В отрезке $[0, 1]$ числа, большие $1/2$,

²⁴¹ Лукаевич Я. О детерминизме.

образуют полуинтервал $(1/2, 1]$ (точка $1/2$ не принадлежит этому полуинтервалу), не имеющий начала, но имеющий конец в точке 1. Допустим, что эти числа соответствуют причинам события, происшедшего в момент 1. Тогда перед нами бесконечная цепь уходящих в прошлое причин, но вся эта цепь целиком находится в будущем (относительно момента 0), так что событие в 1 невозможно предсказать, находясь в 0.

Допуская транзитивность причинных связей, то есть допуская, что из «*A* причина *B*» и «*B* причина *C*» следует, что «*A* причина *C*» (по-видимому, Лукасевич это подразумевает, хотя в явном виде не говорит о свойстве транзитивности каузальных связей), получаем, что тезис «Каждое событие имеет причину в более раннем по времени событии» не равнозначен утверждению «Каждое событие имеет причину в сколь угодно далеком прошлом». «Такая точка зрения, — пишет Я.Лукасевич, — представляется не только логически возможной, но и действительно кажется более умеренной, нежели высказывание, что даже мельчайшее будущее событие имеет свою причину, действующую с сотворения мира» и «то, что такая-то и именно такая муха, которая сегодня еще вообще не существует, зажуужит мне над ухом в самый полдень 7 сентября будущего года, этого еще никто сегодня предвидеть не в силах, а высказывание о том, что это будущее поведение этой будущей мухи имеет уже сегодня свои причины и имело их извечно, кажется скорее фантазией, чем утверждением, имеющим хотя бы тень научного обоснования»²⁴².

Очевидно, что двойственным образом сказанное о будущих причинных цепях относится и к бесконечным причинным цепям, целиком находящимся в прошлом: если «начинающиеся в будущем причинные цепи принадлежат сегодня сфере возможного, то и из прошлого реально сегодня лишь то, что еще сегодня действует в своих следствиях»²⁴³. Лукасевич не уточняет смысл сказанного о прошлом. По-видимому, имеются в виду полуинтервалы типа $[-1, -1/2)$ при условии, что 0 по-прежнему момент настоящего. Такая причинная цепь бесконечна в будущее, однако не достигает точки 0. Вновь получается, что принимаемая Лукасевичем модель времени и свойство транзитивности каузальных связей позволяет различать утверждения «Каждое событие является причиной более позднего по времени события» и «Каждое событие имеет следствия в сколь угодно далеком будущем».

²⁴² Там же. С. 199.

²⁴³ Там же. С. 205.

В целом у Я.Лукасевича получается, что незначительное событие m (вроде жужжания мухи) может не иметь первой причины и последнего следствия, но всё это бесконечное число причин и следствий уместается в конечном временном интервале (t, t^*) , причем $t < m < t^*$. Описанная позиция вызывает два возражения. Во-первых, в силу существования k и l таких, что $t < k < m < l < t^*$, вместо интервала (t, t^*) можно рассмотреть интервал (k, l) , который содержит не имеющую начала и конца причинно-следственную цепь, связанную с событием m . Относительно события k верно, что k – причина события m , поскольку k принадлежит причинной цепи $(t, m]$, приведшей к появлению события m . Вместе с тем, полуинтервал $(k, m]$ целиком лежит в будущем относительно события k и, согласно точке зрения Я.Лукасевича, не может быть причиной события m . То же самое противоречие возникает при рассмотрении следствий события m . Полуинтервал $[m, t^*)$ по условию содержит следствия события m , и событие l является одним из таких следствий, поскольку l принадлежит $[m, t^*)$. Но цепь следствий $[m, l]$ целиком располагается в прошлом относительно события l , в силу чего l не может быть следствием этой цепи и, в частности, не может быть следствием m .

Можно попытаться обойти возникшие противоречия за счет указания на то, что интервал (t, t^*) по исходному предположению содержит все причины и следствия события m , тогда как включенный в него интервал (k, l) этому требованию не удовлетворяет и потому ссылаться на интервал (k, l) нельзя. Даже если эта уловка помогает избежать противоречий, она как минимум снижает ценность объясняющей индетерминизм модели Я.Лукасевича. В самом деле, либо нахождение в будущем или в прошлом соответствующей бесконечной причинно-следственной цепи является основой индетерминизма, либо нет. Поэтому, если мы принимаем, что не всякая целиком лежащая в будущем или в прошлом бесконечная каузальная цепь обеспечивает индетерминизм, то ссылка на такие цепи при объяснении индетерминизма мало что даёт. Короче говоря, если мы принимаем (а это в точности соответствует обсуждаемой точке зрения Я.Лукасевича), что событие t не является причиной события m потому, что полуинтервал $(t, m]$ лежит в будущем относительно t (двойственным образом, событие t^* не является следствием m потому, что полуинтервал $[m, t^*)$ лежит в прошлом относительно t^*), то тогда то же самое рассуждение должно быть верным для любого аналогичного причинно-следственного полуинтервала, целиком лежащего в будущем (в прошлом)

относительно события t (или t^*). В противном случае обсуждаемая модель индетерминизма дефектна, так как основана на механизме, который иногда действует, а иногда нет.

Во-вторых, модель индетерминизма Я.Лукасевича приводит к странной картине ускорения или замедления причинных взаимодействий. Пусть M – множество событий настоящего и $[t, M)$ – каузальная цепь, вызванная событием t как причиной. Эта цепь целиком лежит в прошлом, поэтому установить в настоящий момент времени факт существования t невозможно: следствия события t не достигают настоящего. Пусть со времени совершения события t до настоящего момента прошел 1 час. Можно указать следствие t^* события t , наступившее через 30 минут. Однако событие t^* уже не имеет следствия, появившегося через 30 минут! Действительно, если бы такое следствие t^{**} имело место, оно принадлежало бы настоящему M . В силу транзитивности из t причина t^* и t^* причина t^{**} следовало бы, что t причина t^{**} , в противоречии с условием. Зато t^* имеет следствие t^{**} , наступившее, скажем, через 15 минут. Однако ситуация повторяется: у события t^{**} нет следствия, наступившего через 15 минут. И так далее. Всякий раз можно указать временной отрезок $[n, m]$ длины $k > 0$, содержащийся в полуинтервале $[t, M)$, в течение которого некоторое событие n вызывало следствия вплоть до m включительно, такой, что не существует отрезка $[m, p]$ длины k , содержащегося в полуинтервале $[t, M)$. Зато существует отрезок $[m, q]$, длины меньшей, чем k . Данное рассуждение напоминает апорию «Ахилл и черепаха» Зенона Элейского, причем мы соглашаемся с Зеноном, что точка настоящего не будет достигнута – ведь, по условию, наша причинная цепь целиком в прошлом. Получается, однако, что последующие события цепи порождают всё более короткие по времени появления следствия.

Двойственным образом, причинная цепь $(M, f]$, целиком лежащая в будущем и также имеющая продолжительность существования в 1 час, будет идти от практически мгновенных причин к более продолжительным причинным связям: события, близкие к M , будут причинно порождаться за сколь угодно малые промежутки времени, тогда как для событий, близких к f , можно будет указать реалистические времена их причинного порождения. Опять-таки это напоминает апорию «Дихотомия» Зенона и вновь его заключение об отсутствии начала ряда не оспаривается. Странность в другом: индетерминизм по Я.Лукасевичу ведёт к выводу о существовании упорядоченных рядов событий, которые либо порождают все более

короткие следствия во времени (ряд $t, t^*, t^{**}, \dots$), либо вызываются все более долгими во времени причинами (ряд $\dots, f^{**}, f^*, f$, рассматриваемый слева направо в соответствии с направлением стрелы времени). Представляется, что вытекающий из концепции Я.Лукасевича вывод о ведущих себя подобным образом причинных рядах является артефактом, которому в реальности ничто не соответствует. Попробуйте, например, воспроизвести индетерминистскую цепь причин появления будущей мухи, цепь, не имеющую начала во времени и в которой предыдущие события обусловлены более короткими каузальными связями, чем последующие.

Отметим, что наша критика индетерминистских каузальных цепей Я.Лукасевича не затрагивала весьма спорное в концептуальном плане отождествление времени с действительной прямой, поскольку такое отождествление остается распространенным приёмом современной науки и не свойственно только разбираемой теории индетерминизма. Речь шла только о дефектах и артефактах, специфичных для данной теории.

#Глава 18. Логика неопределённости

§1. Семантика неопределённости

В предыдущей главе с содержательной точки зрения были проанализированы рассуждения в условиях неопределённости, связанной с течением времени и, в частности, с изменением свойств предикации в отношении объектов и событий прошлого. На самом деле неопределённость такого рода возникает в более обширном классе ситуаций. В заключительной главе, которая носит технический характер, мы построим формальную семантическую теорию неопределённости и продемонстрируем аксиоматизируемость свойства «быть общезначимой формулой» в этой семантике.

Пусть L – язык исчисления предикатов первого порядка произвольной сигнатуры, не содержащий функциональных констант²⁴⁴. Будем обозначать символом L_n язык, отличающийся от L

²⁴⁴ Это не приводит к потере общности, поскольку каждую n -местную функциональную константу можно представить в виде $n+1$ -местного предикатного символа.

лишь наличием формул вида nA , где "н" – новый одноместный логический оператор.

Структурой для языка L_n назовем пару $M_n = (U, \{F_i\} \ i \in J)$, где J – множество индексов, такую, что:

- а) $|J| > 1$;
- б) $F_i \neq F_j$, если $i \neq j$;
- в) каждое $M_i = (U, F_i)$ является структурой²⁴⁵ для языка L ;
- г) если c – индивидуальная константа, то $F_i(c) = F_j(c)$ для всех $i, j \in J$.

Областью определения всех функций интерпретации F_i ($i \in J$) является множество дескриптивных символов языка L_n , а области значений различаются для каждой функции. Неформально говоря, структура для языка L_n – это не менее, чем двухэлементное множество стандартных структур для языка L , имеющих один и тот же универсум и отличающихся друг от друга интерпретацией хотя бы одного предикатного (но не индивидуального) символа языка L .

Оценка f определяется обычным образом: это отображение множества индивидуальных переменных языка L в универсум U . Если A – формула языка L , то определение выполнимости A в структуре (U, F_i) при оценке f стандартное. Расширим его на случай формул вида nA : формула nA *выполнена* в структуре (U, F_i) при оценке f , если существуют $j, k \in J$ такие, что A выполнена в (U, F_j) при f и A не выполнена в (U, F_k) при f .

Формула A в структуре $M_i = (U, F_i)$ *принимает значение 1* (0), если A (не) выполнена в M_i при любых f .

Каждую структуру $M_i = (U, F_i)$ из структуры $M_n = (U, \{F_i\} \ i \in J)$ будем называть *возможным миром* из M_n , поскольку эти структуры попарно отличаются интерпретацией хотя бы одной предикатной (но не индивидуальной) константы.

Формула A в структуре $M_n = (U, \{F_i\} \ i \in J)$ *принимает значение 1* (0), если A принимает значение 1 (0) в каждом из возможных миров; если же A принимает значение 1 в одних возможных мирах и значение 0 во всех остальных возможных мирах, то A *принимает значение 1/0* в M_n . Значение 1 отождествляется с истинностью, значение 0 – с ложностью, а значение 1/0 – с неопределённостью.

Иначе говоря, в структуре $M_n = (U, \{F_i\} \ i \in J)$ формула A *истинна* (принимает значение 1), если для всех $i \in J$ A истинна (принимает значение 1) в (U, F_i) ; A *ложна* (принимает значение 0), если для всех $i \in J$ A ложна (принимает значение 0) в (U, F_i) ; наконец, A

²⁴⁵ См. Шенфилд Д. Математическая логика. М., 1975.

неопределённая (принимает значение 1/0), если существуют $j, k \in J$ такие, что A истинна (принимает значение 1) в (U, F_j) и A ложна (принимает значение 0) в (U, F_k) , и при этом для каждого $i \in J$ либо A истинна (принимает значение 1) в (U, F_i) , либо A ложна (принимает значение 0) в (U, F_i) .

Пусть T – множество формул языка L_n и M_n – структура для L_n . Назовем M_n моделью T , если все формулы из T истинны в M_n . Если T одноэлементное множество, будем говорить о модели соответствующей формулы.

В классической логике введение новых предикатных констант в исходный язык L не расширяет существенным образом класс моделей для формулы A языка L : если $L \subset L'$ и $M' = (U, F')$ – структура для L' , являющаяся моделью A , то пара $M = (U, F)$, полученная сужением функции F' на L , будет структурой для языка L в том же самом универсуме U , также являющейся моделью A . В построенной н-семантике ситуация иная. Пусть, например, язык L_n содержит единственную одноместную предикатную константу P , а L'_n , наряду с P , одноместную предикатную константу Q (так что $L_n \subset L'_n$). Положим $U = \{u\}$, $F'_0(P) = U$, $F'_1(P) = U$, $F'_0(Q) = U$, $F'_1(Q) = \emptyset$. Пара $M'_n = (U, \{F'_i \mid i \in \{0, 1\}\})$ будет структурой для L'_n и моделью формулы $P(x)$. Однако сужение F_i интерпретации F'_i на L_n ни к чему хорошему не приведет: пара $M_n = (U, \{F_i \mid i \in \{0, 1\}\})$ не только не будет моделью формулы $P(x)$, но даже не будет структурой для языка L_n , поскольку в любой структуре M_n для L_n с одноэлементным универсумом U в силу пункта (б) определения структуры интерпретация единственного предикатного символа P должна быть разной в разных мирах. Но для этого есть лишь две возможности: либо $P = U$, либо $P = \emptyset$. В первом случае формула $P(x)$ будет выполнена при любой оценке f , во втором – не выполнена при всех f . Поэтому формула $P(x)$ примет значение 1/0 в любой структуре M_n для L_n с одноэлементным универсумом U .

Отмеченное обстоятельство заставляет принимать во внимание не только язык, на котором записана некоторая формула, но и расширения этого языка. Заметим также, что подобно тому, как формула со свободными переменными может не быть ни истинной, ни ложной в классической структуре M , такая формула может не быть ни истинной, ни ложной, ни неопределённой в структуре M_n . Однако для замкнутых формул²⁴⁶ гарантировано определённое истинностное

²⁴⁶ Как обычно, замкнутая формула или предложение – это формула без свободных переменных.

значение в любых структурах, содержащих интерпретацию соответствующих дескриптивных символов.

Предложение 1. Если A – замкнутая формула языка L_n , $L_n \subset L_n$ и M_n – структура для L_n , то A принимает в M_n только одно из трех значений: либо значение 1, либо значение 0, либо значение $1/0$.

Доказательство очевидным образом вытекает из определений. В самом деле, индуктивное определение выполнимости формулы A в структуре (U, Fi) при оценке f позволяет однозначным образом решить вопрос о выполнимости формул любого вида в каждом из возможных миров. Для предложения A в силу тех же причин, что и в случае классической логики, выполнимость в мире w либо будет иметь место для всех оценок (тогда A будет истинно в w), либо ни для одной из них (тогда A будет ложно в w). Остается посмотреть, будет ли предложение A истинно во всех возможных мирах, ложно в каждом из них, либо же окажется в одних мирах истинным, а в других – ложным.

Предложение 1 показывает, что мы не нуждаемся в понятии выполнимости в структуре M_n для определения истинностных значений замкнутых формул.

Будем называть логическую связку *табличной*, если она может быть представлена функцией из $\{0, 1/0, 1\}$ в $\{0, 1/0, 1\}$.

Предложение 2. а) унарные связки $\neg$ и n табличны; б) бинарные связки не табличны.

а) Пусть A и B – формулы языка L_n , принимающие одно из трех истинностных значений в M_n , являющейся структурой для L_n . Покажем, что связки $\neg$ и n могут быть представлены следующими табличными функциями.

A	$\neg A$	nA
1	0	0
$1/0$	$1/0$	1
0	1	0

Действительно, если A приняла в M_n значение 1 (0), то A истинна (ложна) в каждом из возможных миров. Тогда ее отрицание $\neg A$ будет ложно (истинно) в каждом из миров и $\neg A$ получит значение 0 (1) в M_n . Если A имеет в M_n значение $1/0$, то A истинна в одних возможных мирах и ложна во всех других. Следовательно, $\neg A$ будет ложна в первых мирах и истинна во вторых, откуда в M_n $\neg A$ примет значение $1/0$.

Если A приняла в M_n значение 1 или 0, то A в каждом из возможных миров примет одно и то же истинностное значение: либо

1, либо 0. Стало быть, при всех оценках f не существуют $j, k \in J$ такие, что A выполнена в (U, F_j) при f и A не выполнена в (U, F_k) при f – и формула nA не будет выполнена ни в одном из возможных миров при всех f , то есть будет ложной в каждом из миров $и$, тем самым, окажется ложной в M_n . Если же A истинна в одних мирах и ложна во всех других, то формула nA будет выполнена в каждом из миров при всех оценках f , то есть окажется истинной в M_n .

б) Возьмем предложения $P(a)$ и $P(b)$, где a и b – индивидуальные константы. Рассмотрим структуру $M_n = (U, \{F_1, F_2\})$ и структуру $M'_n = (U, \{F'_1, F'_2\})$, где $U = \{1, 2\}$, $F_1(P) = F'_1(P) = \{1\}$, $F_2(P) = F'_2(P) = \{2\}$, $F_1(a) = F_2(b) = 1$ (так как индивидуальные константы по определению интерпретируются одинаково во всех возможных мирах, из последнего равенства сразу следует, что $F_1(b) = F_2(a) = 1$), $F'_1(a) = 1$, $F'_2(b) = 2$ (вновь отсюда получаем $F'_1(b) = 2$, $F'_2(a) = 1$).

Вычислим истинностное значение предложений $P(a)$ и $P(b)$ в M_n . В мире (U, F_1) формула $P(a)$ истинна, поскольку $F_1(a) \in F_1(P)$, но в мире (U, F_2) $P(a)$ ложна, так как $F_2(a) \notin F_2(P)$. Следовательно, $P(a)$ принимает значение $1/0$ в M_n . Аналогичным путем убеждаемся, что $P(b)$ принимает значение $1/0$ в M_n : $F_1(b) \in F_1(P)$, $F_2(b) \notin F_2(P)$.

Дизъюнкция $P(a) \vee P(b)$ истинна в (U, F_1) , поскольку $P(a)$ истинна. Но в (U, F_2) формула $P(a) \vee P(b)$ ложна ввиду ложности $P(a)$, и $P(b)$. Отсюда получаем, что истинностное значение формулы $P(a) \vee P(b)$ в структуре M_n равно $1/0$.

Истинностное значение предложений $P(a)$ и $P(b)$ в M'_n вновь оказывается равным $1/0$, так как $F'_1(a) \in F'_1(P)$, $F'_2(a) \notin F'_2(P)$ и $F'_1(b) \notin F'_1(P)$, $F'_2(b) \in F'_2(P)$. Проверим истинностное значение дизъюнкции $P(a) \vee P(b)$ в структуре M'_n . $P(a) \vee P(b)$ истинна в мире (U, F'_1) , так как $P(a)$ истинна в (U, F'_1) . Далее, $P(a) \vee P(b)$ истинна в мире (U, F'_2) , так как $P(b)$ истинна в нем. Следовательно, дизъюнкция $P(a) \vee P(b)$ принимает в M'_n значение 1.

Таким образом, зная о том, что значение A равно $1/0$ и значение B равно $1/0$, невозможно в общем случае ответить на вопрос об истинностном значении дизъюнкции $A \vee B$, так что оператор дизъюнкции $\vee$ не является табличным. Аналогичным образом, подбирая простые структуры, можно показать, что остальные бинарные булевы связки также не являются табличными. В этом одно из отличий предлагаемой семантики от обычных семантических конструкций для модальных логик, в которых все булевы связки табличны.

Пусть $\#$ – произвольная (возможно, пустая) комбинация знаков $\neg$, $\wedge$ и кванторов.

Предложение 3. Для каждой оценки f формула вида $\#nV$ языка L_n либо выполнена во всех мирах при f , либо не выполнена во всех мирах при f в любой структуре M_n для языка L'_n такого, что $L_n \subset L'_n$.

Из определений вытекает, что если формула nV выполнена в структуре (U, Fi) при оценке f , то для любого $j \in J$ формула nV будет выполнена в структуре (U, Fj) при f . И наоборот, если nV не выполнена в структуре (U, Fi) при оценке f , то для любого $j \in J$ формула nV не будет выполнена в структуре (U, Fj) при f . Отсюда если формула nV (не) выполнена хотя бы в одной структуре при всех оценках f , то она (не) будет выполнена во всех структурах при всех f . Таким образом, формула вида nV либо выполнена во всех мирах при оценке f , либо не выполнена во всех мирах при f , какова бы ни была оценка f . Покажем, что навешивание на nV отрицаний, знаков неопределённости и кванторов сохраняет свойство формулы выполняться или не выполняться во *всех* мирах. Рассмотрим формулу $\#nV$ в предположении, что формула $\_nV$, где через $\_$ обозначена последовательность, получающаяся из комбинации $\#$ стиранием ее левого знака (если таковой имеется), обладает требуемым свойством.

Навешивание отрицания на $\_nV$ изменит “знак” выполнимости $\_nV$ на противоположный, но также во всех мирах. Предположим, введение квантора всеобщности привело к тому, что формула $\forall x\_nV$ выполнена в мире v при f и не выполнена в мире w при f . Это означает, что формула $\_nV$ выполнена в v при любой оценке, отличающейся от f самое большее значением на x , и не выполнена в w при некоторой оценке g , также отличающейся от f самое большее значением на x . Тогда $\_nV$ выполнена в v при g и не выполнена в w при g , в противоречии с допущением индукции. Рассмотрим формулу $\exists x\_nV$. Допустим, что она выполнена в мире v при f и не выполнена в мире w при f . Следовательно, существует оценка g , отличающаяся от f самое большее значением на x , такая, что $\_nV$ выполнена в v при g , и не существует оценки, отличающейся от f самое большее значением на x , которая выполняла бы $\_nV$ в w , что вновь противоречит индуктивному допущению. Отсюда вытекает, что формула вида Kx_nV (где K есть либо $\forall$, либо $\exists$) сохраняет свойство выполняться или не выполняться во всех мирах. Остался случай формулы вида n_nV , но он сводится к базисному: пусть C есть $\_nV$, и тогда n_nV есть просто nC .

Таким образом, при любой оценке f формула вида $\#nB$ либо выполняется во *всех* мирах, либо не выполняется во *всех* мирах.

Следствие. Если все предикатные символы формулы B находятся в области действия оператора n , то любая формула вида $\#nB$ является ложной в каждой структуре M_n для языка L'_n такого, что $L_n \subset L'_n$.

Рассмотрим формулу $\#B$, все предикатные символы которой находятся в области действия по крайней мере одного оператора n . Значит, $\#B$ можно представить в виде булевой комбинации подформул типа $\#_1nC_1, \#_2nC_2, \dots, \#_n nC_n$, каждая из которых, по только что доказанному, либо выполняется во всех мирах, либо не выполняется во всех мирах. Отсюда и $\#B$ либо выполняется во всех мирах, либо не выполняется во всех мирах при любой оценке f . Поэтому формула $\#nB$ окажется ложной во всякой структуре M_n .

В частности, любая формула языка L_n вида $\#nB$ является ложной в каждой структуре M_n для языка L'_n такого, что $L_n \subset L'_n$. Иными словами, комбинация двух и более операторов “ n ”, с возможно находящимися между ними знаками отрицания или кванторами, ведет себя как оператор ложности.

Назовем формулу A языка L_n *L_n -общезначимой*, если A принимает значение 1 во всех структурах M_n языка L_n . Назовем формулу A языка L_n *n -общезначимой*, если каков бы ни был язык L'_n такой, что $L_n \subset L'_n$, A принимает значение 1 во всех структурах M_n языка L'_n .

В классической логике, если формула A языка L принимает значение 1 во всех структурах этого языка, то A принимает значение 1 и во всех структурах любого языка L' такого, что $L \subset L'$. Поэтому разницы между L -общезначимостью и общезначимостью в классической логике нет. В рассматриваемой n -семантике положение сложнее. Разумеется, каждая n -общезначимая формула является и L_n -общезначимой, однако не наоборот.

Предложение 4. Существуют L_n -общезначимые, но не n -общезначимые формулы.

Пусть, например, L_n содержит одноместный предикатный символ P и не имеет других предикатных констант. Тогда в любой структуре M_n языка L_n формула $\exists x nP(x)$ будет принимать значение 1, то есть будет L_n -общезначимой, так как в силу пунктов (а) и (б) определения структуры для языка L_n хотя бы один предикатный символ должен быть проинтерпретирован по-разному в каждой структуре этого языка. Но в данном случае предикат P единственный, поэтому он получит различные интерпретации в любом из возможных миров в

каждой структуре M_n рассматриваемого языка L_n . Следовательно, найдется индивид u из универсума структуры такой, что u обладает свойством P в некотором мире и не обладает этим свойством в каком-либо другом мире. В соответствии с определениями, это означает, что формула $\exists x_n P(x)$ будет истина во всех структурах M_n языка L_n , то есть будет L_n -общезначимой. Но она не является n -общезначимой. Например, в структуре $M_n = (U, \{F_1, F_2\})$ для языка $L'_n = \{P, Q\}$ такой, что $F_1(Q) \neq F_2(Q)$, но $F_1(P) = F_2(P)$, предложение $\exists x_n P(x)$ оказывается ложным.

Аналогичным образом, для любого языка L_n , содержащего лишь *конечное* число предикатных символов $\{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ формула $\exists x_1 \exists x_2 \dots \exists x_{n_1} \neg P_1(x_1, x_2, \dots, x_{n_1}) \vee \exists x_1 \exists x_2 \dots \exists x_{n_2} \neg P_2(x_1, x_2, \dots, x_{n_2}) \vee \dots \vee \exists x_1 \exists x_2 \dots \exists x_{n_m} \neg P_m(x_1, x_2, \dots, x_{n_m})$ (где значение n_i соответствует количеству мест у предиката P_i) будет L_n -общезначимой. Содержательный смысл этой формулы заключается в указании на то, что по крайней мере какой-либо один предикат должен быть проинтерпретирован неоднозначно (или, как мы предпочитаем говорить, неопределённым образом) в каждой структуре M_n языка L_n . И вновь формула $\exists x_1 \exists x_2 \dots \exists x_{n_1} \neg P_1(x_1, x_2, \dots, x_{n_1}) \vee \exists x_1 \exists x_2 \dots \exists x_{n_2} \neg P_2(x_1, x_2, \dots, x_{n_2}) \vee \dots \vee \exists x_1 \exists x_2 \dots \exists x_{n_m} \neg P_m(x_1, x_2, \dots, x_{n_m})$ не обязана быть истинной в структуре M_n для языка $L' = \{P_1, P_2, \dots, P_{m+1}\}$. Зато L_n -общезначимой будет формула $\exists x_1 \exists x_2 \dots \exists x_{n_1} \neg P_1(x_1, x_2, \dots, x_{n_1}) \vee \exists x_1 \exists x_2 \dots \exists x_{n_2} \neg P_2(x_1, x_2, \dots, x_{n_2}) \vee \dots \vee \exists x_1 \exists x_2 \dots \exists x_{n_m} \neg P_m(x_1, x_2, \dots, x_{n_m}) \vee \exists x_1 \exists x_2 \dots \exists x_{n_m} \exists x_{n_m+1} \neg P_{m+1}(x_1, x_2, \dots, x_{n_m}, x_{n_m+1})$, которая снова не является n -общезначимой.

Между тем, n -общезначимые формулы в рассматриваемой семантике существуют, как это вытекает из следующего утверждения.

Предложение 5. Множество L_n -общезначимых формул является консервативным расширением множества общезначимых формул языка L .

Общезначимая формула языка L – это общезначимая формула классической логики предикатов. Связки “ $\neg$ ” она не содержит. В любой структуре $M = (U, F)$ для языка L' , если $L \subset L'$, такая формула истинна. Стало быть, общезначимая формула языка L будет истинна в каждой структуре $M_i = (U, F_i)$ для языка L' из структуры $M_n = (U, \{F_i\} \mid i \in J)$ для языка L'_n (см. пункт (в) определения структуры), причем $L_n \subset L'_n$. Таким образом, всякая общезначимая формула языка L является n -общезначимой формулой языка L_n и, тем более, L_n -общезначимой (поскольку, как было отмечено выше, класс n -общезначимых формул языка L_n содержится в классе L_n -

общеэзначимых формул). Следовательно, мы имеем дело с расширением класса общеэзначимых формул языка L .

Покажем теперь, что это расширение консервативно. Допустим, напротив, что формула A языка L L_n -общеэзначима, но не общеэзначима в смысле классической логики предикатов (это допущение уместно, поскольку A не содержит вхождений связки “ $\neg$ ”). Тогда существует структура $M=(U, F)$ и оценка f такие, что A не выполнена в M при f . Пусть, далее, P – какой-либо предикатный символ, содержащийся в A . Построим структуру $M_n=(U, \{F, F'\})$ для языка L_n такую, что F совпадает с F' во всем, за исключением интерпретации предиката P : $F(P) \neq F'(P)$. В этой структуре формула A либо не выполнена в $M=(U, F)$ при оценке f и выполнена в $M'=(U, F')$ при f , либо не выполнена как в $M=(U, F)$ при f , так и в $M'=(U, F')$ при f . В любом случае формула A не примет значения 1 в структуре M_n для языка L_n , что противоречит допущению о ее L_n -общеэзначимости.

Следствие. Множество n -общеэзначимых формул языка L_n является консервативным расширением множества общеэзначимых формул языка L .

Так как множество n -общеэзначимых формул является подмножеством множества L_n -общеэзначимых формул, сформулированное утверждение немедленно следует из предложения 5.

Только что доказанное предложение и его следствие позволяют оставить привычное обозначение $\models A$ для n -общеэзначимых формул, а через $L_n \models A$ будем обозначать L_n -общеэзначимость формулы A .

По определению, L_n -теория – это произвольное подмножество множества предложений языка L_n . Чтобы указать, что теория T является L_n -теорией в тех случаях, когда точная фиксация ее языка не существенна или очевидна, будем использовать запись “ T_n ” или выражение “ n -теория”.

L_n -теории оказываются существенно неконструктивными (или антиконструктивными) в следующем смысле.

Предложение 6. Существует L_n -теория T такая, что а) $(Pc \vee \neg Pc) \in T$, б) $\exists x Px \in T$, в) T имеет модель; но L_n -теории $T \cup \{Pa\}$, $T \cup \{\neg Pa\}$ не имеют моделей, какова бы ни была индивидуальная константа $a \in L_n$.

Пусть $L_n = \{P, c\}$, где P – одноместный предикатный символ, а c – индивидуальная константа, и $M_n = (\{a, b\}, \{F_i\}_{i \in \{0,1\}})$, $F_0(c) = F_1(c) = a$, $F_0(P) = \{a\}$, $F_1(P) = \{b\}$. Ясно, что M_n – модель L_n -теории $T = \{(Pc \vee \neg Pc), \exists x Px, \forall x \neg Px\}$. Но ни $T \cup \{Pc\}$, ни $T \cup \{\neg Pc\}$ моделей не имеют, как бы

мы ни определяли значение $F_i(c)$ в произвольной структуре M_n для языка L_n .

Действительно, истинность предложения $\forall x \neg P_x$ в модели $M_n = (U, \{F_i \mid i \in J\})$ теории T влечет, что $\forall x \neg P_x$ выполнена в $M_i = (U, F_i)$ для каждого $i \in J$ при всех оценках f . Но выполненность $\forall x \neg P_x$ в $M_i = (U, F_i)$ при всех f означает, что $\neg P(x)$ выполнено в $M_i = (U, F_i)$ при всех f . Следовательно, при любой оценке f найдутся $j, k \in J$ такие, что формула $P(x)$ выполнена в (U, F_j) при f и $P(x)$ не выполнена в (U, F_k) при f . Отсюда получаем, что какова бы ни была интерпретация индивидуальной константы c , найдутся индексы j, k , для которых предложение $P(c)$ будет выполнено в (U, F_j) и не выполнено в (U, F_k) , то есть $P(c)$ будет истинно в (U, F_j) и ложно в (U, F_k) . Значит, в любой модели теории T истинным будет предложение $\neg P(c)$, а предложение $P(c)$ получит неопределённую оценку $1/0$. Так как для всякого A оценка $1/0$ влечет принятие значения $1/0$ и для $\neg A$, ясно, что предложение $\neg P(c)$ также не может быть истинным ни в какой модели теории T , что и требовалось доказать.

Предложение 7. Существует L_n -теория T , не имеющая модели, тогда как каждое ее собственное подмножество имеет модель.

Пусть алфавит языка L_n не содержит других предикатных символов, кроме $P_1, P_2, \dots, P_n$, и пусть $T = \{\forall x P_1 x, \forall x P_2 x, \dots, \forall x P_n x\}$. Тогда T – искомая теория. В самом деле, каждое предложение $\forall x P_i x$ будет истинным в возможном мире $j \in J$ в том и только в том случае, если интерпретация $F_j(P_i)$ совпадает с универсумом модели U . Но пункт (б) определения структуры требует, чтобы для любых двух различных возможных миров v и w произвольной структуры M_n языка L_n нашелся по крайней мере один предикатный символ, интерпретация которого в мире v отличалась бы от его интерпретации в мире w . Следовательно, для некоторого i будет либо $F_v(P_i) = U$ и $F_w(P_i) \neq U$, либо $F_v(P_i) \neq U$ и $F_w(P_i) = U$, либо (что возможно при $|U| > 1$) $F_v(P_i) \neq U$ и $F_w(P_i) \neq U$. В первом случае предложение $\forall x P_i x$ будет ложным в мире w , во втором в мире v , а в третьем – и в v , и в w . Значит, в любом случае $\forall x P_i x$ не будет истинным в рассматриваемой структуре M_n . Теперь удалим какое-нибудь конкретное предложение $\forall x P_k x$ из теории T . Полученная теория T' уже имеет модель. Возьмем непустое множество U и положим $M'_n = (U, \{F_0, F_1\})$, причем для всех i $F_0(P_i) = U$, но $F_1(P_i) = U$ только в том случае, если $i \neq k$. А $F_1(P_k)$ пусть равно $\emptyset$. Очевидно, что построенная структура M'_n языка L_n является моделью теории T' : все предложения $\forall x P_i x$, кроме $\forall x P_k x$, будут истинны в M'_n , а это в точности все предложения из T' .

Таким образом, теорема компактности не верна для рассматриваемой семантики. В доказательстве данного факта использовалось свойство формул вида $\forall xPx$ иметь не более одной модели (в смысле классической теории моделей) в каждом универсуме. Уточним сказанное. Назовем формулу A языка L классического исчисления предикатов *абсолютно категоричной*, если а) теория $\{A\}$ имеет модель; б) для любых двух структур $M_1=(U,F)$ и $M_2=(U,G)$ языка L таких, что $F \neq G$, либо A ложно и в M_1 , и в M_2 , либо A истинно в точности в одной из этих структур.

Пусть язык L классического исчисления предикатов первого порядка содержит двухместный предикатный символ R и не содержит других предикатных и функциональных символов и индивидных констант. Тогда верен следующий факт.

Предложение 8. Множество абсолютно категоричных замкнутых формул языка L неразрешимо²⁴⁷.

Возьмем произвольное множество формул Γ языка L_n и формулу A этого же языка. Если для любой структуры M_n языка L_n и любой оценки f выполнимость всех формул из Γ в каждом возможном мире из M_n при f влечет, что A также выполнена в каждом возможном мире из M_n при f , то A будем называть *следствием* Γ (или говорить, что из Γ *следует* A) и использовать привычную запись $\Gamma \models A$. Применительно к теориям это означает, что формула A следует из L_n -теории T языка L_n , если A принимает значение 1 во всех моделях теории T .

Вновь в соответствии с обычной практикой будем рассматривать записи вида $T \vdash A$ как указание на то, что существует (в некотором исчислении) *конечная* последовательность формул, называемая *выводом* формулы A в теории T . В классической логике предикатов первого порядка имеет место следующая теорема: если $T \models A$, то $T \vdash A$. Имея в виду финитное отношение выводимости, будем говорить, что отношение выводимости $\vdash$ *формализует* отношение логического следования $\models$, если верна упомянутая теорема.

Предложение 9. Определённое в n -семантике отношение логического следования $\models$ не формализуемо.

Докажем это утверждение. Рассмотрим язык L_0 , содержащий только следующие одноместные предикатные символы: $P_0, P_1, \dots, P_n, \dots$ и язык L_1 , который содержит только двухместный предикатный

²⁴⁷ Доказательство данного предложения мы здесь приводить не будем. Его можно найти в: Анисов А.М. Семантический анализ неконструктивных способов рассуждений. // Исследования по неклассическим логикам. М., 1989.

символ R . Пусть оба языка не содержат других символов, кроме указанных, а также классических логических связок, кванторов, индивидуальных переменных и технических символов. Положим $L_n = L_0 \cup L_1 \cup \{n\}$. Построим в языке L_n теорию T следующего вида:

$$\begin{aligned} \forall x P_0 x &\leftrightarrow A_0, \\ \forall x P_1 x &\leftrightarrow A_1, \\ \forall x P_2 x &\leftrightarrow A_2, \\ &\dots\dots\dots, \\ \forall x P_n x &\leftrightarrow A_n, \\ &\dots\dots\dots, \end{aligned}$$

где все формулы A_i сформулированы в языке L_1 . Отметим, что хотя в действительности теория T содержит только формулы классического исчисления предикатов первого порядка, мы считаем ее L_n -теорией и будем пытаться строить для T соответствующие неклассические модели. Для L_n -теории T возможны три исхода: а) T не имеет модели; б) T имеет модель и для всех i, j за *единственным* исключением k выполняется $A_i \leftrightarrow A_j$; в) остальные случаи, которые не представляют для нас интереса.

Покажем, что исходы (а) и (б) возможны. Для первой ситуации просто: если каждая формула A_i логически общезначима, то мы имеем дело с уже рассматривавшимся случаем (см. утверждение о некомпактности).

Пусть теперь все формулы A_i общезначимы за исключением одной формулы A_k , которая ложна в бесконечном универсуме при некоторой интерпретации F . Возьмем бесконечный универсум U . Так как модель для T должна быть M_n -структурой, осуществим "раздвоение" интерпретации F на F_1 и F_2 следующим образом. Пусть $F(R) = F_1(R) = F_2(R)$. Истинность эквивалентностей $\forall x P_i x \leftrightarrow A_i$ при $i \neq k$ обеспечить несложно: достаточно проинтерпретировать предикатный символ P на всем универсуме U , приняв равенство $F_1(P_i) = F_2(P_i) = U$. Рассмотрим теперь эквивалентность $\forall x P_k x \leftrightarrow A_k$. Положим $F_1(P_k) = \emptyset$ и $F_2(P_k) = V \neq U$, $V \subset U$, $V \neq \emptyset$. Структура $M_n = (U, \{F_1, F_2\})$ будет моделью теории T .

В самом деле, $\forall x P_i x$ истинно как в (U, F_1) , так и в (U, F_2) для $i \neq k$. Точно так же A_i истинно и в (U, F_1) , и в (U, F_2) , поскольку A_i логически общезначима. Следовательно, для $i \neq k$ истинна эквивалентность $\forall x P_i x \leftrightarrow A_i$.

Рассмотрим теперь оставшуюся эквивалентность $\forall x P_k x \leftrightarrow A_k$. По построению формула A_k ложна как в (U, F_1) , так и в (U, F_2) . Точно так

же $\forall x P_k x$ ложна и в (U, F_1) , и в (U, F_2) , откуда истинна эквивалентность $\forall x P_k x \leftrightarrow A_k$.

Таким образом, M_n является моделью теории T . В этой модели истинна формула $\exists x P_k x$, поскольку в (U, F_1) формула $\exists x P_k x$ ложна, тогда как в (U, F_2) она истинна. Более того, $\exists x P_k x$ истинна во *всякой* модели $(U, \{F_i\} \ i \in J)$ L_n -теории T , поскольку только лишь для предикатного символа P_k возможна различная интерпретация в (U, F_i) и (U, F_j) при некоторых $i, j \in J$ (какова бы ни была мощность множества индексов J), необходимая для построения модели. Но различная интерпретация приводит к неопределённости по крайней мере для одного индивида $\alpha \in U$: найдутся $i, j \in J$ такие, что либо $\alpha \in F_i(P_k)$ и $\alpha \notin F_j(P_k)$, либо, наоборот, $\alpha \notin F_i(P_k)$ и $\alpha \in F_j(P_k)$, что влечет истинность формулы $\exists x P_k x$.

Получаем, таким образом, $T \models \exists x P_k x$. При этом существенно, что все формулы A_i , кроме A_k , общезначимы. Ведь если заменить какую-нибудь формулу $\forall x P_j x \leftrightarrow A_j$ при $j \neq k$ на формулу $\forall x P_j x \leftrightarrow A_k$, из получившейся теории T' предложение $\exists x P_k x$ уже не следует, как не следует и предложение $\exists x P_j x$. Действительно, построенную выше модель для T легко превратить в следующие две модели для T' . Первая модель M_1 получается из M_n заменой равенств $F_2(P_k) = V$ и $F_1(P_j) = F_2(P_j) = U$ на равенства $F_2(P_k) = \emptyset$ и $F_1(P_j) = \emptyset$, $F_2(P_j) = V$, где $V \neq U$, $V \subset U$, $V \neq \emptyset$. При этом сохраняется равенство $F_1(P_k) = \emptyset$, так что формула $\exists x P_k x$ окажется ложной в M_1 , но формула $\exists x P_j x$ будет истинной. Вторая модель M_2 получается из M_n заменой равенств $F_1(P_j) = F_2(P_j) = U$ на равенства $F_1(P_j) = F_2(P_j) = \emptyset$. Теперь $\exists x P_j x$ ложна, а $\exists x P_k x$ истинна. Итак, если в моделях для T лишь один предикат P_k должен был интерпретироваться неопределённым способом, то в моделях для T' такую интерпретацию получают либо P_k , либо P_j , либо оба они вместе, откуда имеем следование $T' \models (\exists x P_k x \vee \exists x P_j x)$.

Итак, чтобы убедиться в наличии следования $T \models \exists x P_k x$, необходимо установить, что имеется в точности одна необщезначимая формула A_k . Однако построить за конечное число шагов вывод о том, что все формулы A_i , за исключением одной, являются общезначимыми, невозможно. Поэтому невозможно формализовать отношение логического следования: $T \models \exists x P_k x$ не влечет $T \vdash \exists x P_k x$, каково бы ни было финитное отношение $\vdash$.

Аналогичным образом, в случае (а) невозможно за конечное число шагов установить, что все формулы A_i логически общезначимы и, следовательно, что L_n -теория T не имеет моделей.

Оба последних факта отличаются от положения дел в классической логике предикатов первого порядка. Там $T \models A$ влечет $T \vdash A$, т.е. логическое следование преобразуется в конечный вывод, и отсутствие модели у теории T доказуемо за конечное число шагов (отсутствие модели в классике равнозначно противоречивости, а противоречие выводится за конечное число шагов, коль скоро оно имеется).

Итак, отношение логического следования в построенной н-семантике неформализуемо и эта семантика неполна относительно отношения выводимости.

Пусть $\boxdot$ обозначает произвольную бинарную булеву связку. Тогда верно следующее утверждение.

Предложение 10. $\models (n(A \boxdot B) \rightarrow (nA \vee nB))$.

Предположим, н-общезначимости нет, то есть в некоторой структуре M_n формула $n(A \boxdot B)$ выполнена при оценке f , а формула $(nA \vee nB)$ не выполнена в M_n при f . Отсюда ни nA , ни nB не выполнены в M_n при f . Значит, A либо выполнено во всех возможных мирах из M_n при f , либо не выполнено в каждом из миров при f , и B также либо выполнено во всех возможных мирах из M_n при f , либо не выполнено в каждом из миров при f . Тогда булева комбинация $(A \boxdot B)$ либо будет выполнена во всех мирах при f , либо не будет выполнена во всех мирах при f . В любом случае формула $n(A \boxdot B)$ окажется не выполненной в M_n при f в противоречии с предположением.

§2. Аксиоматизация семантики неопределённости

Назовем формулу A языка L_n *2-общезначимой*, если A истинна во всех структурах $M_n = (U, \{F_i\} \ i \in J)$ языка L_n таких, что $|J| = 2$ или, иными словами, во всех структурах языка L_n , содержащих ровно два возможных мира. Назовем такие структуры *2-структурами*. Обозначим 2-общезначимость A через $2 \models A$. Очевидно, что всякая н-общезначимая формула является 2-общезначимой, то есть $\models A$ влечет $2 \models A$. Может показаться неожиданным тот факт, что верно и обратное: 2-общезначимость влечет н-общезначимость.

Предложение 11. Формула A н-общезначима тогда и только тогда, когда A 2-общезначима.

Допустим, что $2 \models A$, но неверно $\models A$. Следовательно, существует структура $M_n = (U, \{F_i\} \ i \in J)$, содержащая более двух возможных миров ($|J| > 2$), в которой A проваливается при некоторой оценке f , то есть A

не будет выполнена по крайней мере в одном из миров $\alpha = F_k$ ($k \in J$) при f . Возьмем мир α и любой другой возможный мир $\beta = F_j$ ($j \in J$) из M_n , отличный от α ($k \neq j$). Построим структуру $M'_n = (\alpha, \beta) = (U, \{F_i\} \mid i \in \{k, j\})$. Полученная структура M'_n содержит ровно два возможных мира. Так как в α A не выполнена при f , то независимо от выполнимости A в β при f A не примет в M'_n значение 1, в противоречии с допущением о ее 2-общезначимости.

С философской точки зрения развиваемая здесь логическая теория исходит из тезиса, что для возникновения неопределённости минимальным условием является наличие хотя бы двух альтернатив. Только что доказанный факт устанавливает, что это условие также и достаточно в отношении описывающих неопределённость логических законов. Добавление новых альтернатив к уже имеющимся не приводит к новым закономерностям. Законы неопределённости остаются инвариантными при любом наборе возможностей, лишь бы их было не менее двух. Если же альтернатив нет и мы имеем лишь одну возможность, то законом станет, например, предложение $\neg nP(c)$, не являющееся общезначимым в построенной семантике неопределённости. В этом случае оператор n будет просто оператором ложности. Таким образом, законы 1-общезначимости уже не будут инвариантными для n -общезначимости при $n > 1$, хотя это имело место для 2-общезначимости. Точнее говоря, при условии $n \geq 2$ законы остаются одними и теми же независимо от значения n , так что доказанное предложение можно обобщить до утверждения $\models A \Leftrightarrow n \models A$ ($n \geq 2$).

Аналогичным образом доказывается следующее утверждение.

Предложение 12. Не существует формулы A в языке L_n такой, что $\models_n A$.

Допустим, что $\models_n A$. Тогда в любой структуре для L_n формула A будет принимать значение 1/0. Возьмем структуру M_n , содержащую три мира. Имеются ровно две возможности для A : либо A истинна в одном мире и ложна в двух других, либо истинна в двух мирах и ложна в оставшемся. В первом случае выбросим мир, в котором A истинна. Получим 2-структуру, в которой A ложна в противоречии с допущением. Во втором случае удалим мир, в котором A ложна. В образовавшейся 2-структуре A окажется истинной, опять вопреки допущению.

Выше мы видели, что отношение логического следования в n -семантике нельзя формализовать. Однако отсюда нельзя извлечь никаких выводов в отношении вопроса о возможности формализации

свойства н-общезначимости. Можно ли синтаксическими средствами распознавать н-общезначимость? Используя полученные результаты мы покажем, что проблема установления н-общезначимости формулы A языка L_n сводится к проблеме поиска доказательства некоторой формулы A^* в языке классической логики предикатов первого порядка L° и, таким образом, поддается формализации.

Язык L° получается из языка L_n следующим образом. Во-первых, уберем из языка связку неопределённости n . Во-вторых, каждому предикатному символу P языка L_n сопоставим предикатный символ P° той же местности. Таким образом, L° содержит все предикатные символы языка L_n , плюс эти же символы, помеченные знаком $^\circ$.

Введем операцию $*$, переводящую формулы языка $L_n \cup L^\circ$ в формулы языка L° . Операция $*$, примененная к формуле A языка $L_n \cup L^\circ$, ничего не меняет, если A не содержит символа n . Итак, если в A отсутствует связка n , то $A^* = A$. Далее для любых формул B и C (возможно, содержащих связку n) положим $(Kx B)^* = Kx(B^*)$, $(\neg B)^* = \neg(B^*)$, $(B \sqcap C)^* = (B^* \sqcap C^*)$ и $(nB)^* = (n(B^*))^*$.

Лишь в том случае, если A содержит n , происходят изменения, устраняющие вхождения связки n . Но прежде, чем их описать, введем следующее определение.

Назовем предикатные символы *отмеченными*, если они находятся в формуле, являющейся результатом операции $*$, примененной к формуле вида nA . Иными словами, в $(nA)^*$ все предикатные символы из A считаются отмеченными. Чтобы удобнее было фиксировать отмеченные предикаты, будем иногда использовать подчеркивание, как показано ниже (на практике подчеркивания облегчают преобразования формул в случае вложенных друг в друга вхождений связки n).

Допустим, получена формула A^* , то есть A^* является формулой языка классической логики предикатов L° и потому не содержит связки n . Предположим, что некоторые (а, может быть, и все) вхождения предикатных символов в A^* не являются отмеченными. Тогда $(n(A^*))^*$ преобразуется в $(A^* \& \neg A^* \backslash)^* \vee (\neg A^* \& A^* \backslash)^*$, где $A^* \backslash$ получается из A^* заменой каждого *неотмеченного* предикатного символа языка L_n соответствующим символом со знаком $^\circ$ языка L° . При этом все предикатные символы становятся отмеченными: $(nA)^* = (n(A^*))^* = (A^* \& \neg A^* \backslash)^* \vee (\neg A^* \& A^* \backslash)^*$.

Предположим теперь, что в формуле A^* все вхождения предикатных символов являются отмеченными. Это означает, что в A^* каждый предикатный символ находился в области действия связки

н и все вхождения этой связки уже устранены посредством операции *. Тогда $(\neg(A^*))^*$ преобразуется в $A^* \& \neg A^*$ и все предикатные символы в формуле $A^* \& \neg A^*$ считаются отмеченными: $(\neg A)^* = (\neg(A^*))^* = \underline{A^* \& \neg A^*}$.

Заметим, что формула вида $\neg(A^*)$ может не быть формулой языка L_n (если A^* содержит предикатные символы со знаком $^\circ$) и заведомо не является формулой языка L° (так как содержит связку $\neg$). Тем не менее, это правильно построенная формула языка $L_n \cup L^\circ$.

Менее формально, определим A^* как конечный результат последовательной замены каждой входящей в A подформулы вида $\neg B$, такой, что B не содержит $\neg$, подформулой $(\neg B)^*$. Иначе говоря, в ходе преобразования * нужно выполнить следующую последовательность шагов. Вначале все подформулы вида $\neg B$, в которых B не содержит связки $\neg$, заменяются на $(\neg B)^*$. Если в результате вновь возникли подформулы вида $\neg B$, в которых B не содержит связки $\neg$, вновь заменяем их на $(\neg B)^*$. Действуем так до тех пор, пока вхождения связки $\neg$ не будут полностью элиминированы. Получившаяся формула и будет A^* .

Например, пусть дана формула $\forall x \neg P(x)$. Выполним операцию *: $(\forall x \neg P(x))^* = \forall x ((P(x) \& \neg P^\circ(x)) \vee (\neg P(x) \& P^\circ(x)))$. Еще один пример. Вычислим $(\neg \neg \neg P(x))^*$. На первом шаге получаем формулу $\neg \neg (P(x) \& \neg P^\circ(x)) \vee (\neg P(x) \& P^\circ(x))$. Подформулу $(P(x) \& \neg P^\circ(x)) \vee (\neg P(x) \& P^\circ(x))$, в которой все предикатные символы отмечены и которая поэтому далее не меняется, обозначим через P. На втором шаге имеем $\neg(\underline{P} \& \neg \underline{P})$. Так как все предикатные символы по-прежнему отмечены, на последнем, третьем, шаге получаем: $(\neg \neg \neg P(x))^* = (\underline{P} \& \neg \underline{P}) \& \neg(\underline{P} \& \neg \underline{P})$. Рассмотрим последний пример. Формула $\neg \neg (P(t) \rightarrow \neg Q(t))$ будет преобразована следующим образом: $(\neg \neg (P(t) \rightarrow \neg Q(t)))^*$ трансформируется в $\neg \neg \{P(t) \rightarrow [(\neg Q(t) \& \neg \neg Q^\circ(t)) \vee (\neg \neg Q(t) \& \neg Q^\circ(t))]\}$. Формула $[(\neg Q(t) \& \neg \neg Q^\circ(t)) \vee (\neg \neg Q(t) \& \neg Q^\circ(t))]$, в которой все предикатные символы отмечены, вновь дальнейшим преобразованиям не подлежит. Поэтому обозначим ее через Q. Получаем $\neg \neg (P(t) \rightarrow \underline{Q})$. Далее устраняем подформулу $\neg (P(t) \rightarrow \underline{Q})$: $\neg \neg \{[(P(t) \rightarrow \underline{Q}) \& \neg (P^\circ(t) \rightarrow \underline{Q})] \vee [\neg (P(t) \rightarrow \underline{Q}) \& (P^\circ(t) \rightarrow \underline{Q})]\}$. Так как не отмеченных предикатных символов не осталось, последняя связка $\neg$ устраняется введением противоречия: $(\neg \neg (P(t) \rightarrow \neg Q(t)))^* = \neg \{ \{[(P(t) \rightarrow \underline{Q}) \& \neg (P^\circ(t) \rightarrow \underline{Q})] \vee [\neg (P(t) \rightarrow \underline{Q}) \& (P^\circ(t) \rightarrow \underline{Q})]\} \& \neg \{[(P(t) \rightarrow \underline{Q}) \& \neg (P^\circ(t) \rightarrow \underline{Q})] \vee [\neg (P(t) \rightarrow \underline{Q}) \& (P^\circ(t) \rightarrow \underline{Q})]\} \}$. Получившаяся формула записана на языке L° , что и требовалось.

В общем случае множество индексов J в структурах для языков L_n было неупорядоченным. Для дальнейшего нам понадобятся 2-структуры, в которых индексы были бы представлены упорядоченной парой вида $\langle a, b \rangle$. Это не приводит к потере общности. Напротив, вместо одной неупорядоченной 2-структуры мы будем иметь две: упорядоченную 2-структуру $M_n = (U, \langle F_a, F_b \rangle)$ языка L_n и, положив $G_a = F_b$ и $G_b = F_a$, упорядоченную 2-структуру $M'_n = (U, \langle G_a, G_b \rangle)$.

Пусть дана упорядоченная 2-структура $M_n = (U, \langle F_a, F_b \rangle)$ языка L_n . Назовем структуру $M^\circ = (U, F)$ языка классической логики предикатов L° структурой, ассоциированной с M_n , если для каждого предикатного символа P из L_n $F(P) = F_a(P)$ и $F(P^\circ) = F_b(P)$.

Значение введенных определений и преобразований становится ясным из следующих утверждений.

Предложение 13. Формула A языка L_n выполнена при оценке f в первом из возможных миров (U, F_a) упорядоченной 2-структуры $M_n = (U, \langle F_a, F_b \rangle)$ для L_n , тогда и только тогда, когда формула A^* выполнена при f в ассоциированной с M_n структуре $M^\circ = (U, F)$ языка L° .

Докажем это утверждение двойной индукцией по числу вхождений n связки $\wedge$ в формулу A языка L_n и по длине m формулы A .

Пусть $n=0$ и m какое угодно. Любая формула A языка L_n , не содержащая связки $\wedge$, является одновременно формулой языка L° и при этом $A^* = A$. Отсюда и из равенства $F(P) = F_a(P)$, верного для всех предикатных символов из L_n , получаем, что A выполнена в (U, F_a) при f тогда и только тогда, когда A^* выполнена при f в ассоциированной с M_n структуре $M^\circ = (U, F)$.

Пусть $n=1$, m любое и A есть nB . Тогда B уже не содержит вхождений $\wedge$, и $A^* = (nB)^*$ есть формула $(B \& \neg B^*) \vee (\neg B \& B^*)$ ²⁴⁸. В данном случае B^* получается заменой *всех* предикатных символов из B на соответствующие символы со знаком $^\circ$. Так как A имеет вид nB , A либо выполнена в обоих мирах, либо не выполнена ни в одном из них. Предположим, A выполнена при f . Значит, либо B выполнена в (U, F_a) при f и не выполнена в (U, F_b) при f , либо наоборот, B не выполнена в (U, F_a) при f и выполнена в (U, F_b) при f . В первом случае ввиду равенства $F_a(P) = F(P)$ B будет выполнена в M° при f , а равенство $F_b(P) = F(P^\circ)$ обеспечит отсутствие выполнимости формулы B^* в M° при f . Значит, $\neg B^*$ будет выполнено в M° при f . Отсюда $(B \& \neg B^*)$ выполнено и вся дизъюнкция выполнена в M° при f .

²⁴⁸ В подчеркивании отмеченных предикатных символов мы сейчас не нуждаемся.

Аналогичным образом, используя эти же равенства, получаем, что во втором случае B не будет выполнена в M° при f , а B^* будет выполнена в M° при f . Тогда выполнимость дизъюнкции обеспечит второй ее член $(\neg B \ \& \ B^*)$.

Предположим теперь, что A не выполнена при f . Следовательно, либо B при f выполнено в каждом из миров, либо не выполнено в каждом из миров. Рассуждая, как и в предыдущей ситуации, в обоих случаях проваливаем дизъюнкции $(B \ \& \ \neg B^*) \vee (\neg B \ \& \ B^*)$. В первом случае равенство $F_b(P) = F(P^\circ)$ (верное для всех предикатных символов P из L_n) гарантирует выполнимость формулы B^* , но тогда $\neg B^*$ и конъюнкция $(B \ \& \ \neg B^*)$ не будут выполнены. В свою очередь, равенство $F_a(P) = F(P)$ (для всех P) обеспечит выполнимость формулы B , но $\neg B$, а вместе с ней и конъюнкция $(\neg B \ \& \ B^*)$ не будут выполнены. Второй случай разбирается аналогично. Итак, если A не выполнена при f в любом из миров структуры M_n , то A^* не выполнена в структуре M° при f .

Допустим, что для всех $i < n$ и всех $j < m$ наше утверждение доказано. Пусть каждая из формул B и C содержит менее n вхождений связки $\sqcap$ и имеет длину менее m . Ясно, что если формула A имеет вид KxV , $\neg V$ или $(B \ \sqcap \ C)$, то утверждение вновь выполняется. Действительно, $(KxV)^* = Kx(V^*)$, $(\neg V)^* = \neg(V^*)$ и $(B \ \sqcap \ C)^* = (B^* \ \sqcap \ C^*)$. Но, по допущению, B^* и C^* выполняются в зависимости от выполнимости B и C .

Осталось рассмотреть случай, когда A есть nB . Для B существуют две возможности. Во-первых, B^* может содержать только отмеченные предикатные символы. Это означает, что в формуле B каждый предикатный символ находится в области действия одной или нескольких связок n . В силу следствия из предложения 3, формула nB будет ложной в каждой структуре M_n . Но $A^* = (nB)^* = (nB^*)^* = \underline{B^* \ \& \ \neg B^*}$, и противоречивая формула $B^* \ \& \ \neg B^*$ также будет ложной во всякой структуре M° .

Во-вторых, B^* может содержать неотмеченные предикатные символы. Тогда $A^* = (nB)^* = (n(B^*))^* = \underline{(B^* \ \& \ \neg B^*)^*} \vee (\neg B^* \ \& \ B^*)^*$. Выберем все подформулы вида $\#nD$ формулы B такие, что $\#nD$ не находится в области действия связки n . В формуле B может не быть таких подформул (тогда возвращаемся к уже рассмотренному случаю $n=0$). Если же такие подформулы “верхнего уровня” есть, сопоставим каждой подформуле $\#nD$ ее образ $(\#nD)^*$, являющийся подформулой формулы B^* . По предположению индукции, если $\#nD$ (не) выполнена в первом мире при f , то ее образ $(\#nD)^*$ также (не) выполнен в M° при

f. Значит, если выполнимость формулы A в первом мире при f не влечет выполнимости A^* в M° при f , то это может быть обусловлено только интерпретацией неотмеченных предикатных символов. Однако, как мы уже видели в случае $n=1$, их интерпретации в структурах M_n и M° согласованы между собой: дизъюнкт $(B^* \ \& \ \neg B^* \setminus *)$ описывает средствами структуры M° ситуацию, в которой формула B выполнена в первом мире и не выполнена во втором. Соответственно, дизъюнкт $(\neg B^* \ \& \ B^* \setminus *)$ указывает на невыполненность B в первом мире и выполненность во втором. Следовательно, если формула nB выполнена в каком-то мире из M_n при f , то один из дизъюнктов будет выполнен в M° при f . Если же nB не выполнена в некотором мире из M_n при f , то оба члена дизъюнкции $(B^* \ \& \ \neg B^* \setminus *) \vee (\neg B^* \ \& \ B^* \setminus *)$ не будут выполнены в M° при f : если B в обоих мирах выполнена, $\neg B^* \setminus *$ провалит первый дизъюнкт, а $\neg B^*$ второй; если же B в обоих мирах не выполнена, то невыполнимость дизъюнкции обеспечат формулы B^* и $B^* \setminus *$.

Следствие. Формула A n -общезначима, тогда и только тогда, когда формула A^* доказуема в классическом исчислении предикатов первого порядка.

Пусть A языка L_n n -общезначима. Тогда она 2-общезначима, и каковы бы ни были упорядоченная 2-структура M_n для L_n и оценка f , A будет выполнена в первом мире M_n при f . В соответствии с предложением 13, формула A^* будет выполнена в ассоциированной с M_n структуре M° при f . Осталось убедиться в том, что не была потеряна ни одна структура для языка L° . Пусть дана произвольная структура $M^\circ = (U, F)$ для L° . Положив для каждого предиката P из L° $F(P) = F_a(P)$ и $F(P^\circ) = F_b(P)$, получим упорядоченную 2-структуру $M_n = (U, < F_a, F_b >)$ для языка L_n , в которой A выполняется в первом мире для любой оценки f , причем M° будет структурой, ассоциированной с M_n . Значит, A^* также выполняется в M° при f . Получается, что A^* выполняется в любой структуре при всех оценках f , что обуславливает общезначимость формулы A^* . По теореме полноты классической логики предикатов это означает, что A^* доказуема.

Пусть теперь формула A языка L_n не является n -общезначимой. По предложению 11, A не является 2-общезначимой, то есть A не будет выполнена в некоторой 2-структуре $M'_n = (U, \{F, G\})$ при какой-то оценке f . Тогда A не выполнена при f по крайней мере в одной из интерпретаций F или G . Если это F , положим $F = F_a$, $G = F_b$. Если же это G , но не F , полагаем $G = F_a$, $F = F_b$. В любом случае имеем упорядоченную 2-структуру $M_n = (U, < F_a, F_b >)$, в которой A не

выполнено при f в первом из миров. В соответствии с предложением 13, формула A^* не будет выполнена в ассоциированной с M_n структуре M° при f . Значит, A^* не будет общезначимой и, следовательно, A^* не доказуемо в исчислении предикатов.

Таким образом, множество n -общезначимых формул оказывается рекурсивно перечислимым.

Основываясь на этом результате, дадим явную формулировку аксиоматического исчисления неопределённости, сводящих семантическую проблему общезначимости к синтаксическому вопросу построения соответствующих формальных доказательств.

Обозначим через $АИН^\circ$ систему в языке $L_n \cup L^\circ$, содержащую следующие схемы аксиом и правила вывода.

Тавтологии классической логики;

$\forall x A(x) \rightarrow A(t), \quad A(t) \rightarrow \exists x A(x);$

Правила вывода

$$\frac{A \rightarrow B, A}{B} \quad \frac{A \rightarrow B(x)}{A \rightarrow \forall x B(x)} \quad \frac{B(x) \rightarrow A}{\exists x B(x) \rightarrow A}$$

(в двух последних правилах индивидуальная переменная x не свободна в A);

Правило (*):

$$\frac{A^*}{A}$$

(где A – формула языка L_n).

Ограничение на правило вывода (*) объясняется тем, что операция * применяется лишь к формулам языка L_n .

Коротко говоря, $АИН^\circ$ получается из классического гильбертовского аксиоматического исчисления предикатов первого порядка добавлением четвертого правила вывода (*), позволяющего при условии построения доказательства формулы A^* считать доказанной также саму формулу A при условии, что A сформулирована в языке L_n . При этом понятия доказательства остается стандартным. Обозначения $\vdash_{АИН^\circ} A$ и $\vdash_{КИП^\circ} A$ указывают на доказуемость формулы A в $АИН^\circ$ и в $КИП^\circ$ (классическом исчислении предикатов первого порядка в языке L°) соответственно. Назовем использование правила вывода (*) в доказательстве (выводе) формулы A *существенным*, если A не доказуемо (выводимо) без применения (*).

Замечание 1. Отметим, что в $АИН^\circ$ будут доказуемы и формулы, не являющиеся формулами языка L_n . Например, $\vdash_{АИН^\circ} \forall x (P^\circ(x) \rightarrow P^\circ(x))$, $\vdash_{АИН^\circ} \exists x (nP^\circ(x) \vee \neg nP^\circ(x))$, $\vdash_{АИН^\circ} \forall x ((P^\circ(x) \rightarrow P^\circ(x)) \rightarrow (nP(x) \rightarrow nP(x)))$ и т.д. Однако для нас с содержательной стороны интересны

лишь формулы языка L_n , тогда как формулы, построенные с использованием символов из $L^\circ - L_n$, имеют сугубо техническое значение, призванное обеспечить построение доказательств формул языка L_n .

С учетом сделанного замечания сформулируем несколько результатов, касающихся свойств построенного исчисления.

Нам понадобятся следствия предложений 5 и 13, которые мы сведем вместе под пунктами (а) и (б) соответственно:

(а). Множество n -общезначимых формул является консервативным расширением множества общезначимых формул.

(б). Формула A языка L_n n -общезначима тогда и только тогда, когда формула A^* доказуема в классическом исчислении предикатов первого порядка.

Предложение 14. Если $\vdash_{\text{АИН}^\circ} A$, то A n -общезначима.

Проверка n -общезначимости тавтологий, аксиом $\forall x A(x) \rightarrow A(t)$ и $A(t) \rightarrow \exists x A(x)$ и того, что стандартные правила вывода сохраняют n -общезначимость, осуществляется также, как в классическом случае проверка общезначимости и потому тривиальна.

Осталось рассмотреть 4-ое правило (*). Осуществим индукцию по длине доказательства и по числу применений в нем правила (*). В качестве базиса индукции возьмем такие доказательства, в которых правило (*) существенно использовалось только на последнем шаге. Это означает, что доказательство посылки A^* правила (*) проводилось в классическом исчислении предикатов первого порядка, обеспечивающем переходы от общезначимых формул к общезначимым. Тем самым $\vdash_{\text{КИП}^\circ} A^*$ и формула A^* общезначима. Но всякая общезначимая формула по пункту (а) будет n -общезначимой. Поэтому в базисном случае осуществлялись переходы от n -общезначимых формул к n -общезначимым формулам. На последнем шаге имеем $\vdash_{\text{АИН}^\circ} A$. По пункту (б) формула A также будет n -общезначимой.

Допустим теперь, что доказательство длины m содержит n применений правила (*). По индукционному предположению, все входящие в доказательство формулы n -общезначимы. Если шаг $m+1$ состоит в применении аксиомы или правила вывода классического исчисления предикатов, то формула номер $m+1$ также будет n -общезначимой. Если же шаг $m+1$ состоит в $n+1$ применении правила (*), то на шаге m мы доказали в АИН° формулу A^* , которая, по индукционному предположению, n -общезначима. Поскольку A^* формула первопорядкового языка классической логики предикатов L° ,

в силу пункта (а) A^* является общезначимой формулой. Отсюда A^* доказуема в классическом исчислении предикатов первого порядка (т.е. $\vdash_{\text{КИП}^\circ} A^*$). По пункту (б) формула A будет n -общезначимой, что и требовалось.

Следствие 1. Исчисление АИН $^\circ$ непротиворечиво.

Последнее утверждение можно усилить:

Следствие 2. Множество теорем исчисления АИН $^\circ$ является консервативным расширением множества теорем классического первопорядкового исчисления КИП $^\circ$.

В противном случае нашлась бы теорема $\vdash_{\text{АИН}^\circ} A$, сформулированная в первопорядковом языке L° , для которой неверно, что $\vdash_{\text{КИП}^\circ} A$. Но тогда формула A не является общезначимой и, следовательно, не является n -общезначимой, что противоречит предположению 1.

Предложение 15. Если формула A языка L_n n -общезначима, то $\vdash_{\text{АИН}^\circ} A$.

Если n -общезначимая формула A является формулой первопорядкового языка L , то A общезначима (пункт (а)). Следовательно, $\vdash_{\text{АИН}^\circ} A$, поскольку АИН $^\circ$ содержит КИП $^\circ$, а КИП $^\circ$ содержит КИП (классическое исчисление предикатов в языке L).

Если n -общезначимая формула A языка L_n содержит вхождения оператора « n », то A^* будет доказуемо в КИП $^\circ$ (пункт (б)). Следовательно, $\vdash_{\text{АИН}^\circ} A$, поскольку АИН $^\circ$ содержит КИП $^\circ$.

Предложения 14 и 15 устанавливают непротиворечивость и полноту исчисления АИН $^\circ$ относительно языка L_n и семантики неопределённости.

Замечание 2. Предположим, что $\vdash_{\text{АИН}^\circ} A$, причем при доказательстве A существенно использовалось правило (*). Тогда формула A будет n -общезначимой в силу предложения 1. Однако в АИН $^\circ$ невозможно (из-за ограничения на применение правила (*)) доказать n -общезначимую формулу A° , полученную из A заменой каждого атомарного предикатного символа P языка L на атомарный предикатный символ P° языка L° . Поэтому, хотя всякая теорема исчисления АИН $^\circ$ n -общезначима, обратное не верно, если n -общезначимость рассматривать на всем множестве формул данного исчисления, которое строится в языке $L_n \cup L^\circ$. Но, как уже указывалось в замечании 1, мы интересуемся только фрагментом L_n .

Предложение 16. Если A – формула языка L_n , то $\vdash_{\text{АИН}^\circ} (\neg nnA)$. Покажем, что $\vdash_{\text{АИН}^\circ} (\neg nnA)$. В предположении, что в A^* не все предикатные символы отмечены, имеем $(\neg nnA)^* = \neg (nnA)^* = \neg [n((A^*$

$\& \neg A^* \setminus *) \vee (\neg A^* \& A^* \setminus *)]]^*$. Так как в полученной формуле все предикатные символы отмечены, обозначим подчеркнутую часть через $\underline{A}$. Тогда $\neg[\underline{nA}]^* = \neg[\underline{A} \& \underline{\neg A}]$. Но формула вида $\neg[A \& \neg A]$ доказуема. Если же в A^* все предикатные символы отмечены, имеем $(\neg nnA)^* = \neg(nnA)^* = \neg[n(A^* \& \neg A^*)] = \neg[(A^* \& \neg A^*) \& \neg(A^* \& \neg A^*)]$, что вновь доказуемо.

Предложение 17. Если A и B – формулы языка L_n , то $\vdash_{\text{АИН}^\circ} (n(A \sqcap B) \rightarrow (nA \vee nB))$.

Если в A^* и в B^* все предикатные символы отмечены, то $(n(A^* \sqcap B^*))^*$ преобразуется в противоречивую формулу $(A^* \sqcap B^*) \& \neg(A^* \sqcap B^*)$, а из противоречия вытекает все, что угодно. Предположим, что в A^* содержатся неотмеченные предикатные символы, а в B^* все они отмечены. Тогда $(n(A \sqcap B) \rightarrow (nA \vee nB))^* = (n(A \sqcap B))^* \rightarrow (nA \vee nB)^* = [[(A^* \sqcap B^*) \& \neg(A^* \setminus * \sqcap B^*)] \vee [\neg(A^* \sqcap B^*) \& (A^* \setminus * \sqcap B^*)]] \rightarrow [(A^* \& \neg A^* \setminus *) \vee (\neg A^* \& A^* \setminus *)] \vee (B^* \& \neg B^*)]$. Отбрасывая противоречивый дизъюнктивный член, получаем $[(A^* \sqcap B^*) \& \neg(A^* \setminus * \sqcap B^*)] \vee [\neg(A^* \sqcap B^*) \& (A^* \setminus * \sqcap B^*)] \rightarrow [(A^* \& \neg A^* \setminus *) \vee (\neg A^* \& A^* \setminus *)]$. Эта формула является тавтологией независимо от того, какой конкретно бинарной булевой связкой является $\sqcap$. Предположим теперь, что в A^* все предикатные символы отмечены, а в B^* не все. Тогда (снова отбрасывая противоречивый дизъюнкт в консеквенте) $(n(A \sqcap B) \rightarrow (nA \vee nB))^* = [[(A^* \sqcap B^*) \& \neg(A^* \setminus * \sqcap B^*)] \vee [\neg(A^* \sqcap B^*) \& (A^* \setminus * \sqcap B^*)]] \rightarrow [(B^* \& \neg B^* \setminus *) \vee (\neg B^* \& B^* \setminus *)]$, и опять получаем тавтологию независимо от $\sqcap$. Наконец, если и в A^* , и в B^* есть неотмеченные предикатные символы, имеем $(n(A \sqcap B) \rightarrow (nA \vee nB))^* = [[(A^* \sqcap B^*) \& \neg(A^* \setminus * \sqcap B^* \setminus *)] \vee [\neg(A^* \sqcap B^*) \& (A^* \setminus * \sqcap B^* \setminus *)]] \rightarrow [[(A^* \& \neg A^* \setminus *) \vee (\neg A^* \& A^* \setminus *)] \vee [(B^* \& \neg B^* \setminus *) \vee (\neg B^* \& B^* \setminus *)]]$. Последняя импликация вновь является тавтологией.

Предложение 18. $\vdash_{\text{АИН}^\circ} (n\exists xP(x) \rightarrow \exists x nP(x))$.

Рассмотрим $n\exists xP(x) \rightarrow \exists x nP(x)$. Имеем $(n\exists xP(x) \rightarrow \exists x nP(x))^* = (n\exists xP(x))^* \rightarrow \exists x (nP(x))^* = [(\exists xP(x) \& \neg \exists xP^\circ(x)) \vee (\neg \exists xP(x) \& \exists xP^\circ(x))] \rightarrow \exists x [(P(x) \& \neg P^\circ(x)) \vee (\neg P(x) \& P^\circ(x))]$. Последняя формула доказуема в логике предикатов, откуда $\vdash_{\text{АИН}^\circ} n\exists xP(x) \rightarrow \exists x nP(x)$.

Предложение 19. Формулы $\exists x nP(x) \rightarrow n\exists xP(x)$, $\forall x nP(x) \rightarrow n\forall xP(x)$, $n\forall xP(x) \rightarrow \forall x nP(x)$ не являются доказуемыми в АИН^o.

Рассмотрим формулу $\exists x nP(x) \rightarrow n\exists xP(x)$ и n -структуру, в которой имеется два возможных мира, на которых интерпретируется предикатный символ P . Пусть в первом мире $F_1(P) = S$ и $S \neq \emptyset$, а во втором мире $F_2(P) = S'$, причем $S \subset S'$ и $S \neq S'$. Тогда теоретико-множественная разность $S' - S$ непуста. Элемент из $S' - S$ это тот

самый x , который не обладает свойством P в первом мире, но обладает этим свойством во втором, обеспечивая истинность антецедента $\exists x P(x)$. Однако консеквент $\neg \exists x P(x)$ в данной n -структуре ложен, поскольку утверждение $\exists x P(x)$ истинно в каждом из миров. Таким образом, $\exists x P(x) \rightarrow \neg \exists x P(x)$ не является n -общезначимой. По предложению 15, формула $\exists x P(x) \rightarrow \neg \exists x P(x)$ не является теоремой АИН°.

Преобразуем формулу $\forall x P(x) \rightarrow \neg \forall x P(x)$. Получим $(\forall x P(x) \rightarrow \neg \forall x P(x))^* = \forall x (P(x))^* \rightarrow (\neg \forall x P(x))^* = \forall x [(P(x) \& \neg P^\circ(x)) \vee (\neg P(x) \& P^\circ(x))] \rightarrow [(\forall x P(x) \& \neg \forall x P^\circ(x)) \vee (\neg \forall x P(x) \& \forall x P^\circ(x))]$. Последняя импликация не доказуема в исчислении предикатов, так что $\forall x P(x) \rightarrow \neg \forall x P(x)$ не будет n -общезначимой. По предложению 15, $\forall x P(x) \rightarrow \neg \forall x P(x)$ не теорема АИН°.

Наконец, рассмотрим формулу $\neg \forall x P(x) \rightarrow \forall x P(x)$. Снова возьмем n -структуру с двумя мирами. Положим теперь $S = U$, $S' \subset S$ и $S \neq S'$. Утверждение о том, что все объекты обладают свойством P становится неопределённым: оно истинно в первом мире и ложно во втором. Таким образом, антецедент $\neg \forall x P(x)$ принимает значение «истинно». Но консеквент $\forall x P(x)$ оказывается ложным в этой n -структуре, поскольку элементы из $S \cap S'$ обладают свойством P в каждом из миров и потому определённо обладают свойством P . Значит, не всем x неопределённо присуще P , вопреки консеквенту. Поэтому формула $\neg \forall x P(x) \rightarrow \forall x P(x)$ также не будет n -общезначимой и, следовательно, $\neg \forall x P(x) \rightarrow \forall x P(x)$ не доказуема в АИН° согласно предложению 15.

Предложение 20. Не существует формулы A такой, что $\vdash_{\text{АИН}^\circ} \neg A$.

Согласно предложению 12, не существует формулы A в языке L_n такой, что $\neg A$ n -общезначима. Следовательно, по предложению 15, ни одна формула вида $\neg A$ не является доказуемой в АИН°.

Заключение. Реальность течения времени

Как мы видели, проблема становления включает в себя два фундаментальных вопроса. Первый - это вопрос о том, какие концептуальные средства необходимы, чтобы выразить идею становления или течения времени. Второй вопрос коротко можно сформулировать как проблему реальности становления. Ясно, что без соответствующего понятийного каркаса предметный разговор о проблеме становления попросту невозможен. Поэтому поиск ответа на второй вопрос не будет успешным вне решения в той или иной форме первого вопроса. Понятийный каркас не только способствует прояснению сути обсуждаемой проблемы, но и очерчивает круг тех объективно существующих реалий, которые имеют или могут иметь отношение к течению времени. При этом, однако, сам факт наличия теории становления не превращает её автоматически в адекватное средство описания реальности. Требуется еще убедиться в том, что построенная теория соответствует действительности. Но таков удел теоретического знания вообще, так что теория становления не составляет здесь исключения. Внутренние качества теории (ее непротиворечивость, степень разработанности, «стыкуемость» со смежными разделами знания и т.д.) являются необходимым, но, увы, недостаточным условием для решения вопроса о том, верна теория или не верна, выражает она объективную истину или же нет. Процедуры проверки теорий на предмет соответствия реальному положению дел далеко не всегда в состоянии гарантировать однозначное решение вопроса. Более того, для некоторых типов теорий такие процедуры фактически вообще отсутствуют. К их числу относятся и теории логического характера (если они вообще претендуют на роль средства описания реальности). Между тем тот понятийный аппарат, который использовался для экспликации идеи становления, явно имеет логическую природу, что, по-видимому, исключает саму мысль о возможности экспериментальной проверки. Тем не менее есть ряд соображений, которые проливают некоторый свет на второй из поставленных вначале вопросов. Во-первых, остается несомненным факт реальности становления как психической данности. Самого по себе этого факта недостаточно для окончательного вывода, однако обоснования требует скорее тезис об иллюзорности становления, чем противоположное утверждение. Ведь если считать, что феномен течения времени осознается в результате

восприятия времени, то аргумент об отсутствии воспринимаемого процесса в объективной действительности требует, как минимум, указания на причины всеобщего заблуждения по поводу становления. Поскольку в большинстве типичных случаев механизмы восприятия отличаются надежностью, было бы интересным узнать, что может вызывать такого масштаба систематический промах в восприятии времени. Во-вторых, многие трудности в объяснении становления были вызваны отсутствием средств анализа данной проблемы. С появлением соответствующего концептуального аппарата стали ясно видны как причины игнорирования становления специальными теориями времени, так и те особенности нашего универсума, которые обуславливают наличие в нем течения времени. В первую очередь, как было показано, существование становления объясняется фактором ограниченности ресурсов, не позволяющим реальному универсуму распоряжаться ими столь же свободно, как это делают приверженцы тотальной геометризации действительности. Конечно, если оспорить принципиальное положение о нехватке ресурсов, то данный аргумент в пользу объективной реальности становления отпадёт. Однако трудно предвидеть, какие возражения можно тут предъявить. Буквально каждый новый день напоминает человеку о том, что бесконтрольная и бездумная трата ресурсов приводит к печальным последствиям. Быть может, настала пора сделать вывод о нелокальности фактора ограниченности ресурсов и придать ему поистине универсальное значение. В свете этих соображений становление становится неизбежным: изменяющийся мир, которому систематически не хватает ресурсов, не мог бы иначе существовать. Ему негде было бы размещать свои новые состояния. В этих условиях компьютерная метафора становится чем-то большим, чем просто метафора.

Темпоральный универсум становится объектом изучения, заменив в этом отношении традиционный статический универсум парменидовской науки. Такие характеристики времени, как прошлое, настоящее и будущее, отныне восстановлены в праве считаться фундаментальными атрибутами погруженного во временной поток бытия. В статическом универсуме нет объективно выделенного настоящего, и, тем самым, нет прошлого и будущего. Это означает, что статический универсум лишен истории. Мы же утверждаем, что историческое измерение столь же существенно для познания, как и исследование инвариантных черт мирового порядка. Отрыв первого от второго или второго от первого в равной степени губителен,

поскольку ведёт к не просто к одностороннему, а к искаженному представлению о природе вещей.

Но разве возможны были бы успехи в практическом освоении окружающего мира и самих себя, если бы они основывались на по сути ложных идеях и представлениях? Разумеется, нет. Реальная практическая деятельность всегда вольно или невольно опирается не только на знание закона, но и на знание исторического факта. Ни одно техническое устройство не может быть создано без исторической памяти. Существование серпов и молотов, автомобилей и самолетов, компьютеров и биотехнологий не выводимо в качестве следствий физических законов. Бытие цивилизации – факт истории, а не физики. Это было почти очевидно применительно к человеческому обществу, однако до сих пор отвергается в отношении природы. Скажите, что вы – историк, и вас поймут в том смысле, что вы описываете деяния людей. Идея о том, что природа тоже имеет историю, пробивает себе дорогу с трудом. Дело тут не только в нежелании понять и не только в приверженности привычным познавательным стереотипам. Проблема в отсутствии понятийного аппарата, способного непротиворечиво совместить теоретическое и историческое знание. Ясно, что в реальности физический закон и исторический факт совмещены. Но каким образом, какими средствами можно непротиворечиво соединить то, что многим представляется находящимся в непримиримом противоречии? Блестящие достижения теоретического познания оставляли историю как дисциплину в стороне, выставляя её в качестве недоразвитой науки. Попытка придать истории подлинно научный статус (в марксизме, например) обернулась неудачей, поскольку и в истории хотели видеть законы и ещё раз законы, сводя историческое к сполна оправдавшему себя теоретическому.

Однако исторические описания и теоретические умозаключения существуют на разных основаниях. В истории невозможно уйти от темпорального среза бытия, тогда как теория неизбежно отвлекается от становления во времени. Осознание этого разрыва является исходным проблемным пунктом данной книги. Выход был найден в построении *логической метатеории*, в которой историческое и теоретическое предстали в виде объектов исследования. Подобный приём не нов; одним из первых его использовал А.Тарский, предложивший метатеорию истины, избавлявшую от парадокса Эвбулида. В нашем случае на пути стояли парадоксы движения, известные с античности как апории Зенона Элейского. Движение нами рассматривалось как процесс, протекающий во времени, и потому

недетерминированный. Понятие недетерминированного процесса было уточнено в нестандартной теории вычислимости. Точнее, была построена *метатеория* вычислимости, поскольку операторы языка программирования АВТ могли по предъявленной *теории* в языке исчисления предикатов недетерминированным образом искать модель (реализацию) этой теории, благодаря чему в процессе получения последовательности сменяющих друг друга моделей возникала *история*, реализованная на базе исходной теории. Тем самым теории и истории оказывались «внутри» теории вычислимости, что и позволяет приписать последней статус метатеории.

Наличие различных отношений ко времени позволило заключить, что неверно как то, что универсум целиком захвачен становлением, так и то, что он неподвижен и неизменен. В реальности универсум представлен, с одной стороны, как история с её неопределённостью и непредсказуемостью, с другой – как совокупность инвариантных черт, фиксируемых теорией. Принятие во внимание, наряду с темпоральностью, атрибута пространственности, позволило выделить три типа существования, отнесенные к двум различным мирам. Темпоральное и идеальное существование обуславливает своеобразную неустранимую двойственность знания, остававшуюся либо незамеченной, либо затушеванной попытками объединить то, что в действительности соединить невозможно.

Какие методы использовались в исследовании темпорального универсума в онтологическом и эпистемическом аспектах? Методологии науки известны два способа построения теории: генетический и аксиоматический²⁴⁹. Метатеория нестандартной вычислимости была построена генетическим методом. Утверждения об объектах этой метатеории и их свойствах основывались на мысленных экспериментах, которые, однако, приводили к выводам, выходящим за пределы классической логики. Аналогичным образом, историческое познание также требует применения неклассических способов рассуждений. Особенности рассуждений о темпоральном универсуме обусловлены необходимостью учёта возникающего в нём фактора неопределённости. В этой связи была предложена неклассическая логика неопределённости, при построении которой был применен аксиоматический метод. Таким образом, метатеория темпорального универсума в её формальной части была построена с использованием как генетического, так и аксиоматического методов.

²⁴⁹ Подробнее см.: Анисов А.М. Аксиоматические и генетические теории // Владимир Александрович Смирнов. М., 2010. С.155–201.

Особо хотелось бы подчеркнуть, что без формального аппарата все разговоры о темпоральном универсуме остаются лишь выражениями интуитивных представлений, смысл которых в силу присущей естественному языку неточности и неоднозначности остаётся неясным. Но если неясно, что именно сказано, значит, это необоснованно, а если это необоснованно – значит, не понято. К сожалению, не всякий формальный аппарат адекватен той проблеме, которую с его помощью пытаются решать. Удалось ли достичь адекватности хотя бы в первом приближении в нашем случае – решать не нам.

Список литературы

1. *Августин А.* Исповедь. М., 1991.
2. *Александров П.С.* Введение в теорию множеств и общую топологию. М., 1977.
3. *Аллисон А., Палмер Д.* Геология. М., 1984.
4. *Анисов А.М.* О возможности построения моделей динамической концепции времени // Многозначные, релевантные и паранепротиворечивые логики. М., 1984. С.100 - 109.
5. *Анисов А.М.* Понимание математических доказательств и ЭВМ. // «Вопросы философии», 1987, №3. С.29-40.
6. *Анисов А.М.* Семантический анализ неконструктивных способов рассуждений. // Исследования по неклассическим логикам. М., 1989.
7. *Анисов А.М.* О бессубъектности научного знания. // Онтологическая проблема и современное методологическое сознание. М., 1990.
8. *Анисов А.М.* Время и компьютер. Негеометрический образ времени. М., 1991.
9. *Анисов А.М.* Может ли пространство быть непрерывным, а время - дискретным? // Логические исследования. Вып.1. М., 1993. С.210-221
10. *Анисов А.М.* Проблема познания прошлого // Философия науки. Вып. 1: Проблемы рациональности. М., 1995. С.243-268.
11. *Анисов А.М.* Абстрактная вычислимость и язык программирования АВТ // Логические исследования. Вып. 3. М., 1995. С.233-256.
12. *Анисов А.М.* Концепция научной философии В.А.Смирнова // Философия науки. Вып.2: Гносеологические и логико-методологические проблемы. М., 1996.
13. *Анисов А.М.* Направленность и обратимость времени // Логические исследования. Вып.6. М., 1999. С.195-217.
14. *Анисов А.М.* Аксиоматическое исчисление неопределенности // Логические исследования. Вып.7. М.: Наука, 2000. С.164-173.
15. *Анисов А.М.* Апории Зенона и проблема движения. // Труды научно-исследовательского семинара Логического центра Института философии РАН. Вып. XIV. М., 2000. С. 139-155.
16. *Анисов А.М.* Феномен времени // «Credo», 2000, № 6. С. 5-21.
17. *Анисов А.М.* Темпоральный универсум и его познание. М., 2000.
18. *Анисов А.М.* Время в физике и время в истории // Уранос и Кронос. Хронотоп человеческого мира. М., 2001. С. 83-97.
19. *Анисов А.М.* Свойства времени // Логические исследования. Вып. 8. М., 2001. С. 5-25.
20. *Анисов А.М.* Типы существования // «Вопросы философии», 2001, № 7. С. 100-112.
21. *Анисов А.М.* Креативность // «Credo new», 2002, № 1. С. 103-116.
22. *Анисов А.М.* Логика неопределенности и неопределенности во времени // Логические исследования. Вып. 9. М., 2002. С. 5-31.
23. *Анисов А.М.* Современная логика. М., 2002.
24. *Анисов А.М.* Базовые свойства времени // Изучение времени: концепции, модели, подходы, гипотезы и идеи: сб. науч. тр. Шахты, 2005. С. 8-14.
25. *Анисов А.М.* Время как вычислительный процесс // Замысел Бога в теориях физики и космологии. Время. СПб., 2005. С.53-71.

26. *Анисов А.М.* Понятие реальности и логика // Логические исследования. Вып. 12. М., 2005. С. 14-31.
27. *Анисов А.М.* Абстрактная недетерминированная вычислимость // «Credo new», 2009, № 1. С. 81-102.
28. *Анисов А.М., Смирнов А.В.* Логические основания философии времени мутазилизов // «Философский журнал», 2009, № 2 (3). С. 132-163.
29. *Анисов А.М.* Креативная недетерминированная вычислимость // «Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Философия», 2009, № 3. С. 80-92.
30. *Анисов А.М.* Аксиоматические и генетические теории // Владимир Александрович Смирнов. М., 2010. С.155-201.
31. *Анисов А.М.* Время как процесс вычислений // Время и информация. Новочеркасск, 2011. С. 180–192.
32. *Аристотель.* Физика. М., 1937.
33. *Аристотель.* Соч.: в 4-х т. М., 1976-1984. Т.2.
34. *Ахундов М.Д.* Концепции пространства и времени: истоки, эволюция, перспективы. М., 1982.
35. *Бергсон А.* Время и свобода воли. М., 1910.
36. *Бергсон А.* Опыт о непосредственных данных сознания // *Бергсон А.* Соч., т.1. М., 1992.
37. *Берке У.* Пространство-время, геометрия, космология. М., 1985.
38. *Беркович С.Я.* Клеточные автоматы как модель реальности: поиски новых представлений физических и информационный процессов. М., 1993.
39. *Блок М.* Апология истории или ремесло историка. М., 1986.
40. *Блохинцев Д.И.* Пространство и время в микромире. М., 1982.
41. *Бом Д.* Специальная теория относительности. М., 1967.
42. *Брадис В.М.* Четырехзначные математические таблицы. М., 1970.
43. *Бунге М.* Причинность. Место принципа причинности в современной науке. М., 1962.
44. *Бунге М.* Философия физики. М., 1975.
45. *Ваганов П.А.* Физики дописывают историю. Л., 1984.
46. *Виндельбанд В.* Прелюдии. Философские статьи и речи. СПб, 1904.
47. *Винер Н. Я* - математик. М., 1967.
48. *Войшивило Е.К.* Еще раз о парадоксе движения, о диалектических и формально-логических противоречиях // “Философские науки”, 1964, №4.
49. *Вопенка П.* Математика в альтернативной теории множеств. М., 1983.
50. *Вригт Г.Х. фон.* Логико-философские исследования. М., 1986.
51. *Вяльцев А.Н.* Дискретное пространство – время. М.,1965.
52. *Гаврилов В.П.* Путешествие в прошлое Земли. М., 1986.
53. *Гадамер Х.-Г.* Истина и метод. М., 1988.
54. *Гильберт Д., Бернайс П.* Основания математики. Логические исчисления и формализация арифметики. М., 1979.
55. *Гильберт Д., Кон-Фоссен С.* Наглядная геометрия. М., 1981.
56. *Глушков В.М., Иванов В.В., Яненко В.М.* Моделирование развивающихся систем. М., 1983.
57. *Гоббс Т.* Левиафан, или материя, форма и власть государства церковного и гражданского. // Избр. произведения: В 2-х т. М., 1964. Т. 2.
58. *Голдблатт Р.* Топосы. Категорный анализ логики. М., 1983.
59. *Гранатовский Э.А.* Послесловие // *Бойс М.* Зороастрийцы. Верования и обычаи. М., 1988.
60. *Грант В.* Эволюционный процесс: Критический обзор эволюционной теории. М., 1991.

61. Грюнбаум А. Философские проблемы пространства и времени. М., 1969.
62. Даан-Дальмедико А., Пейффер Ж. Пути и лабиринты. Очерки по истории математики. М., 1986.
63. Девис М. Прикладной нестандартный анализ. М., 1980.
64. Джеймс У. Многообразие религиозного опыта. М., 1993.
65. Дойч Д. Структура реальности. Москва-Ижевск, 2001.
66. Драгалин А.Г. Математический интуиционизм. Введение в теорию доказательств. М., 1979.
67. Исповедь Блаженного Августина. М., 1914.
68. Йех Т. Теория множеств и метод форсинга. М., 1973.
69. Карнап Р. Философские основания физики. М., 1971.
70. Карпенко А.С. Фатализм и случайность будущего: Логический анализ. М., 1990.
71. Катленд Н. Вычислимость. Введение в теорию рекурсивных функций. М., 1983.
72. Кейслер Г., Чэн Ч.Ч. Теория моделей. М., 1977.
73. Кекрис А., Московакис Я. Рекурсия в высших типах // Справочная книга по математической логике. Ч.III. Теория рекурсии. М., 1982.
74. Комарова В.Я. Учение Зенона Элейского. Л., 1988.
75. Кун Т. Структура научных революций. М., 1977.
76. Куратовский К., Мостовский А. Теория множеств. М., 1970.
77. Лакатос И. Доказательства и опровержения. Как доказываются теоремы. М., 1967.
78. Лейбниц Г. Соч.: В 4-х т. Т.I. М., 1982.
79. Лейстнер Л., Буйташ П. Химия в криминалистике. М., 1990.
80. Лукасевич Я. О детерминизме. // Логические исследования. Вып.2. М., 1993.
81. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции. М., 1986.
82. Малиюкова О.В. Эпистемология времени и физическая картина времени. М., 2010.
83. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. Учеб. пособие для вузов. М., 1976.
84. Мейен С.В. Исторические реконструкции в естествознании и типология // Эволюция материи и ее структурные уровни. М., 1981.
85. Меркулов И.П. Когнитивная эволюция. М., 1999.
86. Месарович М., Такаха Я. Общая теория систем: математические основы. М., 1978.
87. Минский М. Вычисления и автоматы. М., 1971.
88. Молчанов Ю.Б. Четыре концепции времени в философии и физике. М., 1977.
89. Молчанов Ю.Б. Проблема времени в современной науке. М., 1990.
90. Николов Т. Дилгий путь жизни. М., 1986.
91. Павленко А.Н. Европейская космология: основания эпистемологического поворота. М., 1997.
92. Павленко А.Н. Бытие у своего порога. М., 1997.
93. Павленко А.Н. Возможность техники. Спб., 2010.
94. Павлов С.А. Анализ семантики, онтологии и синтаксиса логики высказываний // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Философия. 2011, № 3. С. 111 – 119.
95. Парменид. О природе // Фрагменты ранних греческих философов. М., 1989.
96. Пенроуз Р. Сингулярности и асимметрия по времени // Общая теория относительности. М., 1983.
97. Пенроуз Р. Тени разума: в поисках науки о сознании. Москва-Ижевск, 2005.
98. Платон. Соч.: в 4-х т. М., 1990-1994. Т.2.

99. *Поппер К.* Логика и рост научного знания. М., 1983.
100. *Пригожин И.* От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. М., 1985.
101. *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. М., 1986.
102. Пропедевтика внутренних болезней. М., 1982.
103. *Пуанкаре А.* О науке. М., 1983.
104. *Рассел Б.* История Западной философии. М., 1959.
105. *Рассел Б.* Мистицизм и логика // *Рассел Б.* Почему я не христианин. М., 1987.
106. *Рассел Б.* Введение в математическую философию. М., 1996.
107. *Рейхенбах Г.* Философия пространства и времени. М., 1985. С. 15.
108. *Роджерс Х.* Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость. М., 1972.
109. *Сидоренко Е.А.* Логические выводы, доказательства и теория дедукции. // Логика научного познания. М., 1987.
110. *Сидоренко Е.А.* О парадоксах и о том, как Ахиллу догнать черепаху. // «Философские исследования». № 3. М., 1999.
111. *Смирнов В.А.* Логические методы анализа научного знания. М., 1987.
112. *Тейлор Э., Уилер Дж.* Физика пространства-времени. М., 1971.
113. *Тернер Ф., Пёппель Э.* Познания, мозг и время. // Красота и мозг. Биологические аспекты эстетики. М., 1995.
114. *Уиттроу Дж.* Естественная философия времени. М., 1964.
115. *Уоллич П.* Кремневые создания. // «В мире науки», 1992, № 2.
116. *Федер Е.* Фракталы. М., 1991.
117. *Фейерабенд П.* Избр. тр. по методологии науки. М., 1986.
118. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. М., 1976.
119. *Фоули Р.* Еще один неповторимый вид. Экологический аспект эволюции человека. М., 1990.
120. *Френкель А.А., Бар-Хиллел И.* Основания теории множеств. М., 1966.
121. *Хайтун С.Д.* Механика и необратимость. М., 1996.
122. *Хармут Х.* Применение методов теории информации в физике. М., 1989.
123. *Хилл Т.И.* Современные теории познания. М., 1965.
124. *Хинтикка Я.* Время, истина и познание у Аристотеля и других греческих философов // *Хинтикка Я.* Логико-эпистемологические исследования. М., 1980.
125. *Хокинг С.* От большого взрыва до черных дыр. М., 1990.
126. *Чернин А.Д.* Физика времени. М., 1987.
127. *Черч А.* Введение в математическую логику. М., 1960.
128. *Черчленд П.М., Черчленд Л.С.* Может ли машина мыслить? // В мире науки. 1990. N3.
129. *Шенфилд Д.* Математическая логика. М., 1975.
130. *Шенфилд Дж.Р.* Аксиомы теории множеств // Справочная книга по математической логике. Теория множеств. М., 1982.
131. *Шкловский И.С.* Вселенная, жизнь, разум. М., 1987.
132. *Шор Р.* Теория α -рекурсии // Справочная книга по математической логике. Ч. III. Теория рекурсии. М., 1982.
133. *Эйнштейн А., Инфельд Л.* Эволюция физики. М., 1965.
134. *Элиаде М.* Космос и история. М., 1987.
135. *Якобс К.* Машины Тьюринга и случайные 0 – 1 последовательности // Машины Тьюринга и рекурсивные функции. М., 1972.

136. Яновская С.А. Преодолены ли в современной науке трудности, известные под названием «апоории Зенона»? // Проблемы логики. М., 1963.
137. Anisov A. Time as Computation Process // Замысел Бога в теориях физики и космологии. Время. СПб., 2005. С. 72-88.
138. Barwise J., Perry J. Situations and Attitudes // J. Philos. 1981. Vol. 78, N 11. P. 668 – 691.
139. Bull W. Time, tense and the verb. Los Angeles, 1968.
140. Gödel K. An Example of a New Type of Cosmological Solutions of Einstein's Equations of Gravitation. "Reviews of Modern Physics", Vol. XXI, 1949.
141. McTaggart J.E. The Nature of Existence. Cambridge, 1927.
142. Nowakowska M. Perception of Time – A New Theory. //Kodikas / Code, Tübingen, 1982, vol. 4/5, N 3/4, p.207-219.
143. Poundstone W. The Recursive Universe. Cosmic Complexity and the Limits of Scientific Knowledge. N.Y., 1985.
144. Smith Q. The Mind-Independent of Temporal Becoming. //Philosophical Studies, Dordrecht, 1985, vol. 47, N 1.
145. Wolfram S. A New Kind of Science. Wolfram Media, 2002.
146. Wuketits F.M. Evolutionary Epistemology and Its Implications for Humankind. N.Y., 1990.



MoreBooks!
publishing



yes **i want morebooks!**

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн – в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов! окружающей среде благодаря технологии Печати-на-Заказ.

Покупайте Ваши книги на
www.more-books.ru

Buy your books fast and straightforward online - at one of world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at
www.get-morebooks.com



VDM Verlagsservicegesellschaft mbH

Heinrich-Böcking-Str. 6-8
D - 66121 Saarbrücken

Telefon: +49 681 3720 174
Telefax: +49 681 3720 1749

info@vdm-vsg.de
www.vdm-vsg.de

