УДК 130.1

А.М. АНИСОВ[1]
[1]*Институт философии Российской академии наук, Москва, Российская Федерация*

ПРОБЛЕМА ВРЕМЕНИ: ГРЯДУЩАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В НАУКЕ

Аннотация. Некоторые свойства времени позволяют представлять их геометрическими, т.е. пространственными средствами. Но было бы ошибочным сводить феномен времени к пространству, как это фактически делается в современной физике с её теорией единого пространства-времени. Если попытаться выразить суть времени в немногих словах, то можно сказать так: время – это вычислительный процесс. Переход от настоящего к прошлому и будущему – это результат вычислений, производимых самой природой. Поэтому в качестве базовых средств представления времени должны использоваться компьютерные модели. Другое дело, что имеющиеся в науке теории вычислимости здесь не очень-то пригодны, но требуют далеко идущих обобщений, ориентированных именно на моделирование времени.
Ключевые слова: Компьютер, универсум, вычислимость, статика, динамика, движение, уникальность.

A.M. ANISOV[1]
[1]*Institute of Philosophy of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

PROBLEM OF TIME: THE FUTURE REVOLUTION IN A SCIENCE

Abstract. Some properties of time may be conceived geometrically, i.e. envisioned with the help of spatial tools. But it would be incorrect to reduce the time phenomenon to space as it is actually assumed in modern physics and in the theory of unified time-space. Attempting to express the essence of time in a few words it is admissible to assert that time is a computation process. A transition from the present to the past and to the future is a result of calculations carried out by nature. Therefore computer models should be utilized as a basic means for presenting time. Unfortunately computation theories available in science today are mostly unsuitable for the purpose and demand far-reaching generalizations that concern modeling time in particular.
Keywords*:* Computer, universe, computability, statics, dynamics, movement, uniqueness.

Основной в данной работе является 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 временн*о*го 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 временн*о*е становление независящей от мышления особенностью, присущей событиям, или видимостью, присущей свойству человеческого понимания?» [16, p. 109]. Возможно, XXI век даст ответ на этот вопрос, что будет революционным переворотом в философии и науке.

В результате образным динамическим представлениям о текущем времени с тремя непременными атрибутами прошлого, настоящего и будущего противопоставляется статическая концепция, с позиции которой становление во времени представляет собой иллюзию чувственного познания. Отличающимся от настоящего прошлому 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 прошлому 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… Время является незначительной и поверхностной характеристикой реальности…» [9, с. 51-52].

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 нового [7], [8].

Исходным пунктом размышлений о будущем онтологии является разрыв представлений о мире, которые предлагает современное точное естествознание, и данными исторических (в широком смысле) наук: геологии, биологии, гражданской истории и т.д. Упомянутый разрыв выражается, прежде всего, в противоречиях между статической и динамической концепциями времени, между статическим и динамическим описаниями движения (зафиксированным ещё в апориях Зенона), между миром повторяющихся фактов и миром, включающим в себя наряду с ними уникальные события, образующие историю той или иной области реальности.

Статическая модель мира хорошо «схватывается» метафорой *Книга Природы* (Г. Галилей и др.). Эта модель не оставалась неизменной и эволюционировала от первоначальных попыток вместить реальность в механическую картину до вполне современных и принятых в науке геометрических моделей мира (например, неевклидово пространство-время теории относительности). В последнее время, однако, намечается тенденция, которую можно выразить метафорой *Компьютер Природы*.

В связи с осмыслением тех интеллектуальных изменений, которые принесла с собой компьютерная революция, начинают появляться ростки негеометрических идей в описании физической реальности ([15], [11], [5], [17]). Однако не стоит преувеличивать их значение: реальных угроз господствующей геометрической парадигме в точном естествознании они пока не представляют.

Наиболее удобными для компьютерного моделирования отдельных физических явлений и даже всего физического универсума оказались так называемые *клеточные автоматы* [10]. Проблема, однако, в том, что порождаемый клеточными автоматами класс вычислимых функций оказывается совпадающим с классом функций, вычислимых по Тьюрингу. Тем самым понятия вычислимости на клеточных автоматах и вычислимости на машинах Тьюринга являются эквивалентными.

Между тем, вычислимости по Тьюрингу (и соответственно, вычислимости на клеточных автоматах) присущ ряд фундаментальных ограничений, затрудняющих или делающих вообще невозможным построение адекватных моделей динамически развивающейся объективной реальности. Отметим среди них *ограничения по памяти* и *ограничения на порядковые типы вычислительных процессов*.

Предпринимаются усилия по созданию обобщённых теорий вычислимости, которые оказываются свободными от некоторых из названных ограничений. К их числу относится, например, теория α–рекурсии, позволяющая выходить за границы натурального ряда ω и вычислять до допустимого ординала $\alpha>\omega$, или теория машин Тьюринга, способных вычислять за трансфинитное время ([13], [14]). Пока эти и им подобные обобщения находятся вне рамок задачи построения компьютерных моделей универсума, но, возможно, это временное положение дел и будущие усовершенствованные теории обобщённой вычислимости окажутся более адекватными для этой цели.

Имеющиеся обобщённые теории вычислимости трудны для понимания и сложны технически. Данное обстоятельство исключает их плодотворные приложения 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 вычислимости, 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 представителей компьютерных наук. Речь идет об *истории*, фундаментальной особенностью которой, часто некритически принимаемой за определение истории, оказывается отнесённость 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 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 реальности основная масса процессов, составляющих историю, находится за пределами требования эффективности описаний? История – это, несомненно, процесс. Но это *неэффективный*, или, проще говоря, не алгоритмический процесс. Значит, необходима *теория неэффективных процессов*, которые выходят за границы детерминизма.

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 имеющихся обобщений понятия вычислимости допустимы, например, процессы, содержащие $\omega+1$ число шагов (ω – это натуральный ряд 0, 1, 2, …, n, … , за которым следует трансфинитный шаг $\omega+1$). В качестве иллюстрации можно привести решение проблемы останова обычной вычислительной машины на обобщенной машине, которое потребует как раз $\omega+1$ шагов. Последний шаг при таком понимании налицо, однако нельзя указать тот конкретный шаг, осуществление которого непосредственно предшествовало выполнению последнего шага.

Автор предлагает в качестве альтернативы построенную им нестандартную теорию индетерминированной вычислимости – АВТ-вычислимости. В нынешнем виде теория АВТ-вычислимости, по видимому, далека от совершенства. И всё-таки это пусть малый, но шаг вперёд в построении возможной будущей онтологии, реализующей метафору *Компьютера Природы*.

Продемонстрируем различие между онтологией «Книги» и онтологией «Компьютера» на трёх примерах. Начнём с онтологической трактовки простейших арифметических операций. Наибольшее натуральное число, которое может быть введено в стандартный калькулятор системы Windows равно 32-разрядному числу 99999999999999999999999999999999. Если операцию сложения ограничить только 31-разрядными или меньшими натуральными числами, то это число не будет превышено при любых слагаемых. Для удобства подсчётов условимся складывать не более, чем 30-разрядные натуральные числа. Сколько тогда существует возможных пар слагаемых? Считая натуральный ряд начинающимся с 0, получим число $10^{30} \times 10^{30} = 10^{60}$, т.е. единицу с 60-тью последующими нулями. В отношении любой пары из этого множества компьютер реально может осуществить операцию сложения.

Как он это делает? В статическом универсуме все возможные результаты сложения уже должны быть прописаны. Должно существовать нечто, напоминающее таблицу сложения. Компьютер просматривает это таблицу, находит нужные слагаемые и выдаёт готовый, предзаданный ответ. Автор ещё застал времена, когда учащиеся именно так могли искать результаты по выдержавшей несколько изданий книге В.М. Брадиса [6].

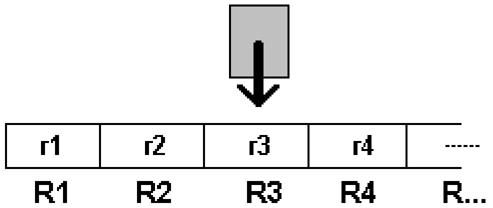
Таблица I. ТОЧНЫЕ ПРОИЗВЕДЕНИЯ ДВУЗНАЧНЫХ ЧИСЕЛ.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	0	99	198	297	396	495	594	693	792	891	
10	990	1089	1188	1287	1386	1485	1584	1683	1782	1881	
20	1980	2079	2178	2277	2376	2475	2574	2673	2772	2871	
30	2970	3069	3168	3267	3366	3465	3564	3663	3762	3861	
40	3960	4059	4158	4257	4356	4455	4554	4653	4752	4851	
50	4950	5049	5148	5247	5346	5445	5544	5643	5742	5841	**99**
60	5940	6039	6138	6237	6336	6435	6534	6633	6732	6831	
70	6930	7029	7128	7227	7326	7425	7524	7623	7722	7821	
80	7920	8019	8118	8217	8316	8415	8514	8613	8712	8811	
90	8910	9009	9108	9207	9306	9405	9504	9603	9702	9801	

Книга была составлена из 22-х таблиц, первая из которых содержала точные произведения двузначных чисел 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.

Тем не менее вышеприведённая трактовка функционирования компьютера заведомо не верна. Более того, при любой степени развития вычислительной техники массив данных размером 10^{60} невозможно будет где-то разместить. Ведь всего в Метагалактике, по уверениям физиков, имеется примерно 10^{80} частиц [12, с. 113]. Их попросту не хватит для представления такого массива. Этот аргумент заставляет отказаться от представления о существовании в универсуме всевозможных результатов суммирования натуральных чисел. Вместо этого посмотрим, как реально вычисляется сложение.

Происходит это путём реализации на вычислительной машине соответствующего алгоритма. Так, при вычислении функции *x*+*y* на МНР-машине (машина с неограниченными регистрами – эквивалентна машине Тьюринга) выполняется следующая МНР-программа [3].



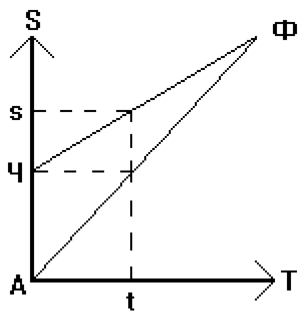
L1: J(3,2,0)
S(1)
S(3)
J(1,1,1)

При этом считается, что до вычисления числа *x* и *y* уже размещены в регистрах 1 и 2 соответственно, и что результат после окончания работы программы содержится в регистре номер 1.

Обозначим эту МНР-программу буквой π. Было сказано, что вычисляется функция *x*+*y*. Но π сама по себе не является функцией. Это программа, алгоритм, правило, закон – здесь более уместны подобного рода термины. В контексте данной работы наиболее подходит понятие *закон*. В π воплощена идеальная и неизменная *структура* закона сложения натуральных чисел. Это, так сказать, статический момент. Но сама структура останется мёртвой и неподвижной, если она не будет *реализована во времени*. Темпоральным аспектом рассматриваемой ситуации и будет процесс реализации структуры π во времени. Реализация же *длится*! Мы должны *подождать*, пока МНР-компьютер, исполняя π, не *породит* результат. Именно *породит*, поскольку в универсуме, представленном данной вычислительной системой, никакого результата сложения $x+y$ до окончания вычислений *не существует в абсолютном смысле*. Правда, он рождается не из ничего, а из начальных данных x и y. Но от этого в принципиальном плане ничего не меняется: раз результат абсолютно не существует до вычислений, он является *абсолютно новым* в данном универсуме после вычислений. И это несмотря на то, что результат порождается *однозначно*.

Лишь воспитанная парменидовской наукой (см. [2]) привычка заставляет многих из нас настаивать, что *в возможности результат уже есть*, т.е. он якобы существует в возможности *до процесса вычислений*. Но где и как он существует? В сверхъестественном смысле? Разве не нелепой выглядит картина, в которой вычисление нужно только для того, чтобы извлечь готовый результат из области возможного и перевести его в область реального? Истолковывая подобным образом работу компьютера, мы искажаем реальность в угоду устаревшим и утратившим жизненность догмам.

Второй пример – проблема движения. Вряд ли элеаты (будь они нашими современниками) стали бы спорить с тем, что в геометрической картине движения есть точка, в которой траектория Ахилла (АФ) пересекает траекторию черепахи (ЧФ). 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. У Зенона речь идёт о движении как о *дискретной последовательности шагов*. Пусть черепаха находится на половине пути, а Ахилл в точке старта. Допустим, черепаха бежит в два раза медленнее, чем Ахилл. Как получается апория? Если Ахилл пробежал половину пути, то черепаха прошла четверть пути. Если Ахилл преодолел четверть, то черепаха – одну восьмую и т.д. Ясно, что если пространство делимо до бесконечности и мы располагаем бесконечным множеством моментов времени, то этот ряд никогда не завершится. Как обычно объясняют эту апорию? Самое распространённое объяснение – указание на то, что бесконечный ряд $\sum_{n=1}^{\infty} 1/2^n$ сходится к единице. Но ведь эта единица лежит за бесконечным числом шагов! Эти «шаги» упорядочены по типу уже упоминавшегося ординала ω+1. Каким же образом это возможно? Разве это адекватное объяснение? Вопрос риторический.

Вместо этого псевдорешения рассмотрим множество, упорядоченное по типу ω+ω*. Эту структуру можно представлять как натуральный ряд, к «концу» которого добавлен ряд отрицательных целых чисел. В отличие от ω+1, в ω+ω* нет выделенных точек в том смысле, что любой элемент α из ω+ω*, имеющий предшествующий элемент, имеет и непосредственного предшественника, а имеющий последующий элемент, имеет и непосредственного последователя.

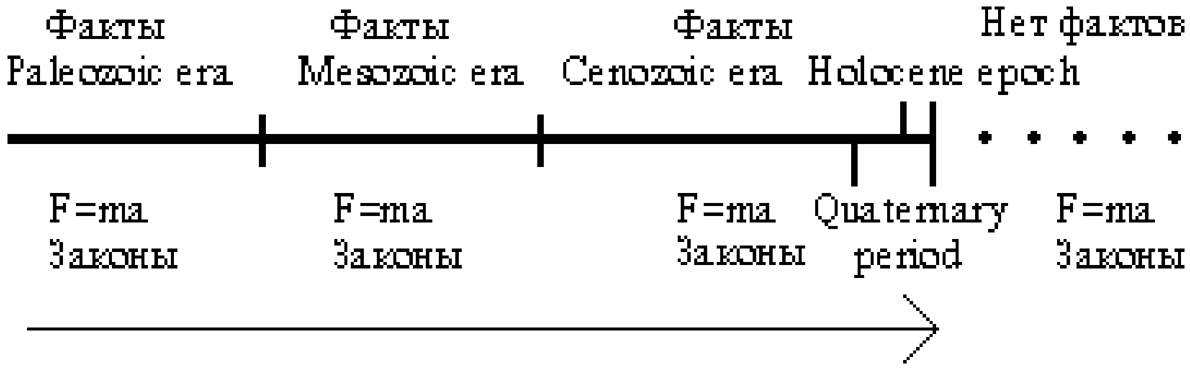
Что произойдёт, если мы заменим все элементы из $\omega+\omega^*$ электрическими лампочками и зажжём первую лампочку, потом вторую, потом третью? Что будет? Интуитивно кажется, что мы будем всё время находиться где-то на каком-то n «внутри» ω. Это так, если эти лампочки зажигаются во времени. А если они сами представляют основания времени? Если это не процесс, протекающий во времени, а если это *само время*, которое так устроено, причём устроено на уровне, гораздо более глубоком, чем нам это дано эмпирически? В таком случае нет никакого противоречия в постулате, что этот процесс последовательного включения и выключения лампочек рано или поздно придёт к концу, и у нас будет гореть в итоге последняя лампочка. И вновь здесь не будет никаких трансфинитных скачков (подобных, например, переходу от ω к $\omega+1$), то есть локально всё происходит совершенно обычным образом, как если бы лампочек было конечное число.

Теперь делаем следующий шаг. Как известно, любая первопорядковая непротиворечивая формальная аксиоматическая теория, имеющая бесконечную модель, по теореме Лёвенгейма-Сколема-Тарского из математической логики, имеет модель *произвольной* мощности. Арифметика – как раз пример такой теории. Ведь натуральных чисел бесконечно много, а разумные люди не сомневаются в непротиворечивости арифметики. Тогда по теореме мы можем взять отрезок натурального ряда 0, 1, 2, …, n, …, N, …, где N будет иметь мощность континуума. Заметьте, этот ряд подчиняется аксиомам арифметики, ничего тут больше нет, никаких других аксиом нет. Значит, ничто не мешает представлять этот ряд полученным *за несчётное число дискретных шагов*. А раз числу N предшествует несчётное множество гипернатуральных чисел, мы можем организовать взаимно однозначное отображение ряда 0, …, N на отрезок обычного линейного континуума.

Тогда мы можем смоделировать движение и решить апорию Зенона в рамках этой модели. Мы можем ситуацию представлять следующим образом. Возьмём очень маленький интервал пространства (он тоже будет иметь мощность континуума), и отобразим его взаимно однозначно на приведённый несчётный отрезок гипернатурального ряда. Потом начинаем двигаться. Как будет происходить это движение? Представьте, что у вас карандаш такой тонкий, что его остриё – одна математическая точка. Ставим карандаш в начальную точку движения. Затем на малом интервале пространства, скажем, квантовой длины или около того, делаем скачок в любую точку этого малого интервала. Далее начинаем заметать этот малый отрезок такими точечными уколами, согласно упомянутому взаимно однозначному отображению, делая при этом неизбежные попятные шаги (когда в последующие моменты времени карандаш окажется в предыдущих точках заметаемого интервала – но это неизбежная цена за дискретный трансфинитный пересчёт континуума).

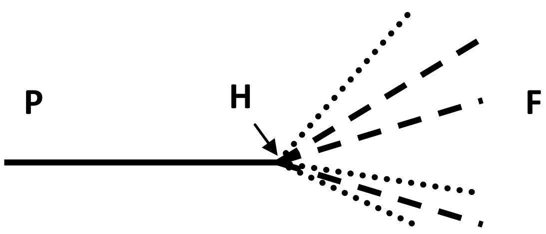
В соответствии с принятым постулатом, этот процесс завершится, и мы таким образом поточечно пересчитаем континуум. Заметьте, это делается в ходе некоего вычислительного процесса. Ничего заранее готового нет, и в конце концов всегда можно поставить вопрос, а не случится ли в ходе этих вычислений что-нибудь, чего мы не предвидели, потому что этот процесс длится, и именно дискретным образом, но тем не менее всё-таки длится. В итоге получающаяся картина движения рисует нам совершенно иной образ универсума.

Последний третий пример. Всё-таки, а что есть в реальности – книга или компьютер? Если мы выйдем за пределы физики и обратимся, например, к геологии, к биологии, то мы увидим, что время там рисуется совсем не так, как в точном естествознании. Обратимся к следующему рисунку. На нём представлены два типа времени. Один из них, наверное, совсем потерялся. Это стрелка физиков (внизу схемы), представляющая их в*и*дение времени. Что там любопытно? В этом геометрическом представлении времени нет ни настоящего, ни прошлого, ни будущего. Вот тут его нет, а в геохронологической шкале (верхняя часть



схемы) – есть!

Геологи и биологи делят время на эры, периоды и эпохи, но это деление на шкале обрывается. А именно: кайнозойская эра, четвертичный период и эпоха голоцен (в которой мы с вами имеем удовольствие жить) – последние в геохронологической шкале. Кстати, геологи эпоху голоцен так и называют эпохой *настоящего*. Но где здесь будущее, почему дальше за настоящим ничего нет? Потому, что универсум истории – компьютерный, он не достроен, находится в процессе построения. Получается, что творение незавершенно! А раз незавершено, то, быть может, и от нас кое-что зависит. Хотя будущее таинственно и не предопределено, человечество в состоянии повлиять на облик следующей геологической эпохи. В какой-то мере повлиять, конечно.



Иными словами, будущее ветвится. В отличие от линейного прошлого (P) и настоящего (H), будущее (F) представлено множеством альтернатив. Изображённая ниже структура совершенно не похожа на стрелу, а скорее напоминает метлу. Царит сметающая людей цивилизации и звёздные миры *метла времени*! В этой связи предлагается устаревшую метафору Эддингтона о стреле времени заменить метафорой *метлы времени*. Стрела времени представляет статический геометрический универсум, в котором всё прописано и всё уже существует. Метла времени – образ динамического, компьютерного универсума, оставляющего место для свободного выбора будущего. Также не исключено, что неудачный выбор заведёт развитие универсума в тупик.

В этом компьютерном универсуме возникают совершенно специфические логические вопросы. А не застрянет ли компьютерное течение времени? Ведь исполняемые компьютером программы обладают свойством зависать не только из-за поломки компьютера, но также из-за логических несоответствий, которые могут быть в этих программах. Поэтому необходимо доказывать формальную корректность программ, моделирующих течение времени, на предмет исключения возможности логического авоста (аварийного останова).

Всё, сказанное выше, остаётся на уровне метафор, пусть даже опирающихся на некоторые научные результаты. Необходима надлежащая обобщённая теория вычислимости, позволяющая перевести интуитивные идеи и метафоры на уровень строгих логико-математических конструкций. Нами была создана такая теория, названная теорией АВТ-вычислимости. На языке программирования АВТ можно формально точно выразить идеи дискретного пересчёта континуума и течения времени. Абстрактные АВТ-компьютеры в ходе выполнения АВТ-программ способны реализовывать дискретные трансфинитные процессы и размещать в своей памяти (если она бесконечна) некоторые бесконечные множества (если их мощность не превышает мощности свободной памяти). К сожалению, рамки статьи исключают возможность сформулировать здесь теорию АВТ-вычислимости, но её подробное описание можно найти в книгах автора [1], [2] и [4].

Приведём примеры простейших АВТ-программ, иллюстрирующие особенности языка АВТ.

($\pi 1$)	($\pi 2$)
I_1 **CHOOSE** X| X |= T	I_1 **CHOOSE** X| X |= T
I_2 **GOTO** I_1	I_2 **DELETE** X
I_3 **DELETE** X	I_3 **GOTO** I_1

($\pi 3$)	($\pi 4$)
I_1 **DELETE** X	I_0 **GOTO** I_1
I_2 **CHOOSE** X| X |= T	I_1 **CHOOSE** X| X |= T
I_3 **GOTO** I_1	I_2 **DELETE** X
	I_3 **GOTO**I_1

Не вникая в технические детали, кратко охарактеризуем результаты попыток выполнения приведённых программ. Программа $\pi 1$ успешно работать не будет в любом случае. Программа $\pi 2$ может породить как имеющий начало бесконечный цикл вида $I_1,I_2,I_3,I_1,I_2,I_3,I_1$, ... , так и не имеющий ни начала, ни конца бесконечный цикл вида ..., $I_1,I_2,I_3,I_1,I_2,I_3,I_1$, ... (возможно также, что на каком-то шаге $\pi 2$ завершится аварийным остановом или авостом при попытке выполнить команду I_1). Программа $\pi 3$ может выполнять только не имеющие начала бесконечные циклы вида ..., $I_1,I_2,I_3,I_1,I_2,I_3,I_1$, ... или вида ..., $I_1,I_2,I_3,I_1,I_2,I_3,I_1,I_2$ (в последнем случае не имеющий начала цикл завершится авостом именно на команде I_2; возможно также, что $\pi 3$ не будет выполняться вообще). Наконец, программа $\pi 4$ может реализовывать только имеющие начало процессы. При этом они могут завершаться авостом, но могут не иметь конца: $I_0,I_1,I_2,I_3,I_1,I_2,I_3,I_1$, ...

Обсуждаемые программы важны 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 $\pi 2$; принятие тезиса об отсутствии начала течения времени заставит прибегнуть к программам типа $\pi 3$. Наконец, программы типа $\pi 4$ выражают идею начала времени. При этом компьютерное моделирование течения времени порождает специфическую проблему: попытка выполнения очередной команды может завершиться авостом. В этом случае модельное становление обрывается, ABT-компьютер зависает, наступает «конец света».

На самом деле ABT-программы, моделирующие протекающие в ходе темпорального становления процессы, более сложны. Так, нижеследующая программа DRIVING.ABT позволяет в ходе трансфинитных вычислений осуществить дискретное движение по континуальному отрезку пространства (при этом ни одна из точек отрезка не будет пропущена).

*Программа***DRIVING.ABT**

I_0**CHOOSE** X | X = t_b
I_1**IF** X = *T′***THENEND**
I_2**CHOOSE** Z | Z = *f′(*X*)*
I_3**CHOOSE** Y | (Y отрезок*T′*) & Y=X^+
I_4**DELETE**X
I_5**DELETE**Z
I_6**CHOOSE** Z | Z = *f′(*Y*)*
I_7**IF** Y = *T′***THENEND**
I_8**CHOOSE** X | (X отрезок*T′*) & X = Y^+
I_9**DELETE**Y
I_{10}**DELETE** Z
I_{11}**CHOOSE** Z | Z = *f′(*X*)*
I_{12}**IF** X = *T′***THENEND**
I_{13}**GOTO**I_3

Тем самым апории о движении получают точное логико-математическое решение. Другой вопрос, что это только первый, хотя и принципиально важный, шаг в построении общей теории дискретного движения в континууме.

ABT-вычислимость позволяет моделировать течение времени. Предложенная нами теория **TS** есть не что иное, как формальное описание *метлы времени*. Аксиомами теории **TS** являются следующие формулы, образующие из-за пункта 1 бесконечный список.

1. □X(m(X) □□x_1□x_2...□x_n(X(x_1) &X(x_2) &...&X(x_n) &□(x_1≈x_2) &□(x_1≈x_3) & … &□(x_1≈x_n) &□(x_2≈x_3) &□(x_2≈x_4) & … &□(x_2≈x_n) & … &□(x_j≈x_{j+1}) &□(x_j≈x_{j+2}) & … &□(x_j≈x_n) & … &□(x_{n-1}≈x_n))) (длякаждогоn> 1 имеемотдельнуюаксиому 1_n)
2. □x□X(m(X) &X(x))
3. □X□(X**E**X)
4. □X□Y□Z(X**E**Y&Y**E**Z□X**E**Z)
5. □X(m(X) □X‖H)
6. □X□Y□Z(Y**E**X&Z**E**X□Y‖Z)
7. □X(m(X) □□Y(Y**E**X&Y|X))
8. □X(□Y(X**E**Y) □□Z(X**E**Z&X|Z))
9. □X□Y(H**E**X&H**E**Y&H|X&H|Y&X□Y)

Метла времени не находится в фиксированном состоянии, а подвергается надлежащим преобразованиям посредством программы BECOMING.ABT, моделирующей течение времени на основе теории **TS**.

*Программа***BECOMING.ABT**

I_1 **DELETE** X

I_2 **CHOOSE** X | (X отрезок LD) & X = Y^+
I_3 **IF** X = LD **THEN END**
I_4 **DELETE** Y
I_5 **CHOOSE** Y | (Y отрезок LD) & Y = X^+
I_6 **IF** Y = LD **THEN END**
I_7 **DELETE**X_1
I_8 **CHOOSE** X_1 | X_1 |= **TS**& X_1- сужение в прошлое для Y_1
I_9 **DELETE** Y_1
I_{10} **CHOOSE** Y_1 | Y_1 |= **TS**& Y_1- переход в будущее относительно X_1
I_{11} **DELETE** X_1
I_{12} **CHOOSE** X_1 | X_1 |= **TS**& X_1- первое расширение в будущее для Y_1
& X_1 корректен & |Mm(X)| × |Mm\(Mm(X) × Mm(Y) × Mm(X_1) × Mm(Y_1))|
I_{13} **DELETE** Y_1
I_{14} **CHOOSE** Y_1 | Y_1 |= **TS**& Y_1- второе расширение в будущее для X1
& Y_1 корректен & |Mm(X_1)| × |Mm(Y_1)|
I_{15} **GOTO** I_1

Вопрос о корректности программы BECOMING.ABT весьма нетривиален, но здесь он обсуждаться не будет.

Как нам представляется, следующая революция в науке окажется связанной с проблемой времени. Темпоральный универсум станет объектом изучения, заменив в этом отношении традиционный статический универсум парменидовской науки. Такие характеристики времени, как прошлое, настоящее и будущее, будут восстановлены в праве считаться фундаментальными атрибутами погруженного во временн*о*й поток бытия. В статическом универсуме нет объективно выделенного настоящего, тем самым, нет прошлого и будущего. Это означает, что статический универсум лишён истории. Но историческое измерение столь же существенно для познания, как и исследование инвариантных черт мирового порядка. Отрыв от истории губителен, поскольку ведёт к не просто к одностороннему, а к искажённому представлению о природе вещей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисов А.М. Время и компьютер. Негеометрический образ времени. М., 1991.
2. Анисов А.М. Темпоральный универсум и его познание. М., 2000.
3. Анисов А.М. Современная логика. М., 2002.
4. Анисов А.М. Феномен течения времени. Логико-философскийанализ. – LAPLAMBERTAcademicPublishing, 2012.
5. Беркович С.Я. Клеточные автоматы как модель реальности: поиски новых представлений физических и информационный процессов. М., 1993.
6. Брадис В.М. Четырехзначные математические таблицы. М., 1970.
7. Павленко А.Н. Бытие у своего порога. М., 1997.
8. Павленко А.Н. Возможность техники. Спб., 2010.
9. Рассел Б. Мистицизм и логика // Рассел Б. Почему я не христианин. М., 1987.
10. Тоффоли Т., Марголус Н. Машины клеточных автоматов. М., 1991.
11. Хармут Х. Применение методов теории информации в физике. М., 1989.
12. Хокинг С. От большого взрыва до черных дыр. М., 1990.

13. Шор Р. Теория α–рекурсии // Справочная книга по математической логике. Ч. III. Теория рекурсии. М., 1982.
14. Hamkins J.D., Lewis A. Infinite Time Turing Machines // The Journal of Symbolic Logic, V. 65, N. 2, June 2000, P. 567 – 604.
15. Poundstone W. The Recursive Universe. Cosmic Complexity and the Limits of Scientific Knowledge. N.Y., 1985.
16. Smith Q. The Mind-Independent of Temporal Becoming. //Philosophical Studies, Dordrecht, 1985, vol. 47, N 1.
17. Wolfram S. A New Kind of Science. – Wolfram Media, 2002.

REFERENCES

1. Anisov A.M. *Vremja i komp'juter. Negeometricheskij obraz vremeni* [Time and the computer. Non-geometric image of time]. Moscow, 1991 (in Russian).
2. Anisov A.M. *Temporal'nyj universum i ego poznanie* [Temporal universe and its knowledge]. Moscow, 2000 (in Russian).
3. Anisov A.M. *Sovremennaja logika* [Modern logic]. Moscow, 2002 (in Russian).
4. Anisov A.M. *Fenomen techenija vremeni. Logiko-filosofskijanaliz* [The phenomenon of the passage of time. Logico-philosophical analysis]. LAPLAMBERT Academic Publishing, 2012 (in Russian).
5. Berkovich S.Ja. *Kletochnye avtomaty kak model' real'nosti: poiski novyh predstavlenij fizicheskih i informacionnyj processov* [Cellular automata as a model of reality: the search for new concepts of physical and information processes]. Moscow, 1993 (in Russian).
6. Bradis V.M. *Chetyrehznachnye matematicheskie tablicy* [Four-digit mathematical table]. Moscow, 1970 (in Russian).
7. Pavlenko A.N. *Bytie u svoego porogam* [It is at its doorstep]. Moscow, 1997 (in Russian).
8. Pavlenko A.N. *Vozmozhnost' tehniki* [Possibility of equipment]. St.Petersburg, 2010 (in Russian).
9. Rassel B. *Misticizm i logika* [Mysticism and Logic]. *Rassel B. Pochemu ja ne hristianin*. Moscow, 1987 (in Russian).
10. Toffoli T., Margolus N. *Mashiny kletochnyh avtomatov* [Cellular automata machines]. Moscow, 1991 (in Russian).
11. Harmut H. *Primenenie metodov teorii informacii v fizike* [Application of information theory in physics]. Moscow, 1989 (in Russian).
12. Hoking S. *Ot bol'shogo vzryva do chernyh dyr* [From the Big Bang to Black Holes]. Moscow, 1990. (in Russian)
13. Shor R. Teorija α–rekursii. Spravochnaja kniga po matematicheskoj logike [Theory α-recursion. Handbook of mathematical logic]. Teoriya rekursii. Part III. Moscow, 1982. (In Russian).
14. Hamkins J.D., Lewis A. *Infinite Time Turing Machines // The Journal of Symbolic Logic* [Infinite Time Turing Machines // The Journal of Symbolic Logic], V. 65, N. 2, June 2000, P. 567 – 604.
15. Poundstone W. *The Recursive Universe. Cosmic Complexity and the Limits of Scientific Knowledge* [The Recursive Universe. Cosmic Complexity and the Limits of Scientific Knowledge]. N.Y., 1985.

16. Smith Q. *The Mind-Independent of Temporal Becoming. //Philosophical Studies* [The Mind-Independent of Temporal Becoming. //Philosophical Studies], Dordrecht, 1985, vol. 47, N 1.
17. Wolfram S. A. *New Kind of Science* [New Kind of Science]. – Wolfram Media, 2002.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Анисов Александр Михайлович – доктор философских наук, профессор, ведущий научный сотрудник сектора логики ИФ РАН.

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Anisov Alexander – Doctor of Philosophy, professor, leading scientific employee of the logic sector IF RAN.