

РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ ИЗМЕРЕНИЯМИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ В ЛАБОРАТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ И ИЗМЕРЕНИЯМИ ВРЕМЕНИ В НАУКАХ О ЖИЗНИ И ГУМАНИТАРНЫХ НАУКАХ

Элизабета Левин

Резюме: Эта статья развивает три взаимосвязанных идеи об измерениях длительностей, календарных времен и времени в исторических процессах. Показано, что, хотя невозможно заранее предсказать, какие именно изменения произойдут в ноосфере, мы можем оценить периодичность радикальных изменений, происходящих в истории культуры.

Ключевые слова: время, длительность, определение времени, измерение времени, философия времени, часы Феникса, тета-фактор, кодоны времени.

1. Введение

В последние несколько десятилетий в физике ведется оживленная дискуссия о природе времени. Так, Т. Вейссерт предположил: «Возможно, нам стоит вообще отказаться от времени и принять более сложную концепцию, которая бы полнее охватывала современные понятия» [1]. А. П. Левич считал, что «в нефизических науках растет потребность в часах, которые бы не сводились к синхронизации с некими физическими стандартами» [2]. М. Лашьез-Рей (Lachière-Rey) обратился к ученым с эмоциональным призывом: «Анализируйте мир при помощи четко определенных понятий длительности, причинности, движения, эволюции <...> но забудьте о времени!» [3]. Тем не менее, согласно Р. М. Унгеру и Л. Смолину, верно обратное: несмотря на то, что именно время является действительностью, физики отказались от его реальности, потому что подменили сложность наблюдаемого мира идеальной математической моделью [4].

Цель настоящей статьи – навести мосты между различными точками зрения, обсудив для этого некоторые практические аспекты измерения времени в лабораторных условиях и в повседневной жизни.

В контролируемых лабораторных условиях время относится к длительности. Любой запланированный эксперимент начинается в конкретный начальный момент

T_i , и когда кратковременный эксперимент проводится бесперебойно до конца, его длительность Δt может быть измерена одним типом референтных устройств (песочных, механических или атомных часов).

В соответствии с подходом редукционизма такая длительность стала упрощенным понятием физического линейного, одномерного и непрерывного времени, связанного с действительными числами.

Вне лабораторных стен картина иная. Например, рассмотрим, казалось бы, простой вопрос: как часто нужно менять моторное масло в наших автомобилях? Поразительно, но производители не могут указать рекомендуемый интервал в виде конкретного числа или даты, выраженной в единицах измерения времени. Вместо этого они предлагают сохранить золотую середину между возрастом машины и её пробегом, меняя масло не реже, чем каждые 5000 миль или каждые шесть месяцев, в зависимости от того, что произойдет раньше. Заметим, что «миля» вообще не является единицей «времени», а длина календарного месяца варьируется от месяца к месяцу.

Автомобиль представляет собой менее сложную систему, чем живой организм или человеческое общество, но для поддержания режима его обслуживания нам необходимо связать «время», по крайней мере, с двумя

несоизмеримыми и взаимодополняющими аспектами хронологии конкретной машины.

Подобно автомобилям, все живые организмы являются иерархическими системами. Это приводит, в частности, к тому, что измерения в биологии и в гуманитарных науках важно проводить на нескольких уровнях, характеризуемых как интервальными и пропорциональными, так и номинальными и порядковыми шкалами. Жизнь во всем её многообразии можно рассматривать как набор различных согласованных процессов, описываемых различными временными алгоритмами. Для их изучения было предложено ввести «кодоны времени» (Time-codons, TC) – комплексное понятие для измерения обобщенного времени (Generalized Time, GT) [5, 6]. Вкратце, TC представляет собой набор алфавитно-цифровых цепочек, определяющих типы и последовательности протекания процессов или их фаз, происходящих в заданном пространственно-временном домене. В случае лабораторных экспериментов, такой TC может быть сведен к скаляру типа Δt . В гуманитарных и общественных науках такой кодон времени может (в зависимости от сложности системы и числа её иерархических уровней) быть вектором, тензором или оператором. В качестве меры времени (например, календарной даты 10.00 утра 9 сентября 2017 г.) TC не могут быть сведены к действительным числам.

Я также полагаю, что для того, чтобы стать эффективным инструментом для исследований в области гуманитарных наук, такое обобщенное время и кодоны времени должны отражать динамику реальных пространственно-временных процессов, а не оставаться лишь абстрактными понятиями.

«Часы Феникса» [7] показывают, что когда набор референтных часов выбран верно, модель TC позволяет рассматривать события в соответствующей им пространственно-временной структуре и выявлять скрытый порядок в наборе, казалось бы, разрозненных наблюдений.

2. Контролируемые лабораторные эксперименты

В физике лабораторная среда идеализируется как изолированная система. Любой контролируемый эксперимент исследует закономерности в малой ограниченной подсистеме окружающего лабораторию мира, в течение коротких и предположительно стабильных периодов мировой истории. В лаборатории мы предполагаем возможность произвольно устанавливать начальные и граничные условия, а также выбирать изучаемые переменные и их гипотетические взаимосвязи. Вдобавок полагается, что мы можем повторять эксперимент любое число раз, наблюдая те же закономерности, называемые неизменными законами природы. В таком представлении эксперимент становится своего рода вневременным событием, которое может быть повторено с одинаковыми результатами в любое начальное время $\tau_i = 0$, независимо от исторического стартового времени T_i .

Проведение экспериментов в замкнутой и неизменной области пространства-времени предполагает наличие в ней объектов с неизменными свойствами и процессов, контролируемых неизменными законами. Внутри такого изолированного домена не остается никаких сомнений или начинаний, ценностей или значимости. Все там предопределено лишь одним изменяющимся параметром τ , и нет там места для каких-либо проявлений свободы воли. Временной алгоритм становится своеобразным всемогущим правителем данного домена, и с точки зрения редукционизма, такая власть порой именуется единым понятием ВРЕМЯ. Это тот беспощадный тип времени, о котором писал Шекспир в сонете № 19: «Ты притупи, о время, когти льва».

В рамках более широкого иерархического подхода лабораторный домен образует подсистему внешнего мира с заданными начальными условиями. Длительность Δt любого эксперимента обусловлена границами такой области, и эти граничные условия, в свою очередь, должны подчиняться временным алгоритмам,

управляющим законами вне лабораторного домена. Иными словами, T_i , которое считается нулевой точкой продолжительности Δt в лабораторном домене, должно быть совместимо с временными ограничениями вне этого домена, что позволяет проводить контролируемый эксперимент в конкретный момент универсального или космического времени.

В классической физике предполагается, что внешние условия остаются стабильными во время всего эксперимента или их изменения пренебрежимо малы. Это означает, что стартовые точки лабораторных экспериментов как бы остаются вне хода развития ноосферы. Хотя такой подход может (в определенной степени) обоснованно применяться к контролируемым лабораторным условиям, он вводит нас в заблуждение, когда мы расширяем рамки его применения и переносим его в условия живых организмов с их врожденной внутренней динамикой и их непредсказуемыми взаимоотношениями с внешним миром. В последнее время также имеются убедительные свидетельства того, что вне лабораторий большие временные масштабы играют важную роль, и что в свете эмпирических данных гипотеза о неизменности законов должна быть пересмотрена [8]. По мнению Р. М. Унгера, новые открытия неизбежно приводят к необходимости «признать исторический характер мира» [4].

В основе экспериментальных наук лежит человеческий фактор. С одной стороны, успех любого эксперимента обусловлен навыками экспериментатора, исправностью оборудования и множеством непредсказуемых внешних обстоятельств. С другой стороны, любому лабораторному эксперименту сопутствует огромное количество согласованных исторических предпосылок, и его успех обусловлен бытующими научными представлениями, технологиями и организационными возможностями. Иными словами, точные науки, подобно гуманитарным, обусловлены "духом времени" (Zeitgeist). Следовательно,

в то время как редукционизм связывает длительность лабораторного эксперимента с воздействием одного параметра, время в науках о жизни должно быть связано со слиянием нескольких параметров. В следующем разделе обсуждается пример моделирования иерархического времени с несколькими параметрами.

3. Пример комплексной системы автомобиля-водителя

Измеренные по одометру и календарю соответственно, пробег машины и её возраст – это два различных показателя износа автомобиля. С одной стороны, автомобиль изнашивается, даже если не покидает гаража. Это внутреннее свойство «старения» ассоциируется с «возрастным временем» Пригожина; оно зависит от даты выпуска автомобиля, параллельной в ноосфере времени рождения человека или его тета-фактору [5]. С другой стороны, чем больше километраж автомобиля, тем значительнее износ его деталей. В то время как возраст автомобиля растет по отношению к календарному времени, его пробег увеличивается в зависимости от образа жизни и / или свободной воли его владельца. Постольку, поскольку взаимосвязи между этими двумя факторами не установлены, не существует и алгоритма перехода от «возраста по году выпуска» автомобиля к его «возрасту по пробегу»; и оба измерения необходимы для выбора надлежащего режима обслуживания.

В действительности дата выпуска и пробег не являются достаточными факторами для эффективного обслуживания. Временной интервал замены моторного масла может существенно меняться из-за различных условий эксплуатации, таких как смена климата или качество дорог. Фактически рекомендации по возрасту/пробегу являются «эмпирическим правилом» для идеальных условий эксплуатации, и обязанностью водителя является проверка объективного состояния масла, каждый раз, когда этого требуют конкретные обстоятельства.

Чтобы оценить реальное состояние автомобиля, желательно объединить факторы возраста и пробега в единую кодификацию, известную в математике как функцию приспособленности (fitness function). Это может быть сделано, например, путем подсчета числа замен моторного масла. Это новое «всё включающее в себя время» заменяет пару «возраст/ пробег» и измеряется дискретными числами; 1, 2, 3 и т. д. Подразумевается, что чем выше количество отсчетов, тем старше автомобиль. С иерархической точки зрения, это эмерджентное свойство принадлежит более высокому уровню системы «машина-водитель». Каждый новый отсчет такого дискретного счётчика времени сопровождается разрывом прежнего сплошного «потока времени» путем возврата в нулевую позицию стрелок обоих счётчиков более низкого иерархического уровня системы.

Независимо от предыстории, каждый последующий цикл повторяет те же правила отсчета возраста / пробега и следует той же логике установления интервала между заменами масла. Тем не менее, этот процесс вряд ли можно считать сугубо циклическим, так как начальные условия системы различны в каждом новом цикле. Они претерпевают сдвиг по отношению, по крайней мере, к одной из шкал нижнего уровня за счет «скачка во времени», образовавшегося при аннулировании показаний той шкалы, которая не достигла предельного порога в момент замены масла. История или «Время» шкалы более высокого уровня будут относиться к процессам шкал нижнего уровня как к безразмерным событиям и в итоге сотрут их специфическую динамику.

Несмотря на то, что система «машина-водитель» представляет собой сложную комбинацию спонтанных исторических (возрастных) и управляемых свободной волей (пробег) процессов, мы могли бы оптимизировать оценку старения машины, приняв трехэтапную процедуру. Во-первых, следует определить, какие процессы имеют решающее значение для износа машины и

ввести надлежащие измерительные приборы («часы») для каждого из них. Если они предоставляют необходимую и достаточную информацию о динамике системы, их можно считать кодами времени. Во-вторых, следует сравнивать текущие измерения ТС с их максимальными величинами, установленными заводом-изготовителем. Как только какое-либо из измеренных показаний достигнет порогового значения, следует произвести замену масла. Затем следует третий шаг, когда количество замен масла растёт на единицу, а все остальные показания часов аннулируются.

Будучи эмерджентным свойством, отсчет замен масла не может служить показателем ни возраста, ни пробега автомобиля, но зато он служит эффективным индикатором его общего износа. Хотя мы помним, что это новое «всеобъемлющее время» не течёт непрерывно, математически оно создает иллюзию континуума целых чисел.

4. Часы Феникса

Теперь мы готовы подойти к шкале поколений и рассмотреть, какие наборы референтных часов могут быть полезны для исторических процессов в гуманитарных науках. Во-первых, как указывал выдающийся физик А. Фридман, такие часы должны, по крайней мере, в принципе существовать в природе [9]. Они также должны оставаться неизменными и наблюдаемыми в пределах достаточно долгих временных интервалов. Во-вторых, их динамика должна отражать причудливый и, казалось бы, абсолютно произвольный исторический ландшафт. С одной стороны, они должны быть в синхронизации с большими циклами, соответствующими периодическому зарождению новых парадигм в истории наук, искусств и социальных структур. С другой стороны, они должны отражать эмпирические наблюдения иррегулярности динамики культурного роста, сопровождающейся попеременными пиками рождаемости творческих личностей и последующими периодами долгих лет застоя [10].

При отсчете далеких исторических времен современная хронология в значительной степени опирается на астрономические модели затмений и на цикл Метона – период около 19 лет, по завершении которого лунные фазы (определяемые углом между Солнцем и Луной) повторяются в том же порядке. Этот цикл был использован для построения точного солнечно-лунного календаря, отражающего сезонные изменения в природе и в жизни животных. Однако по сравнению с медленными темпами эволюции в ноосфере этот цикл слишком короток. Вдобавок он не отражает причудливости приливов и отливов культурной эволюции.

Выдающийся средневековый философ, астроном и поэт Авраам Ибн Эзра расширил этот подход, построив календари, основанные на соединениях между различными небесными телами [11]. Он утверждал, что в случае отдаленных планет с целочисленным отношением между их периодами, такие календари приведут к воссозданию адекватной картины развития человечества.

В модели часов Феникса такой календарь был построен на основе относительных вращений Плутона и Нептуна, принадлежащих к семейству небесных часов, образованных сетью взаимоотношений между всеми небесными телами. Уникальность этой резонансной системы заключается в том, что за каждые два оборота вокруг Солнца, завершённые Плутоном, Нептун завершает три оборота. В результате видимый угол (аспект), наблюдаемый с Земли между этими двумя небесными телами, аннулируется строго периодически, примерно раз в 493 солнечно-лунных календарных года. Я назвала этот интервал между двумя смежными «планетарными затмениями» Нептуна-Плутона «годом Феникса».

Записанная история человечества насчитывает 12 лет Феникса. Поразительно, что начало каждого из этих 12 годов Феникса сопровождалось рождением новых парадигм [7]. Точнее, каждый раз, когда угол между Нептуном и Плутоном был менее 10°

– период так называемого "часа Феникса" – население Земли переживало глубокий культурный кризис. Нумерация этих ключевых периодов (каждый из которых длится в нашу эпоху около 15 лет) создает иллюзию линейного непрерывного потока эволюционного времени. Тем не менее, это не совсем так, потому что, как и в случае с заменой масла, год Феникса не является идентично повторяющимся циклом. Каждый конкретный год Феникса отличается от других своими начальными условиями и особой внутренней структурой по отношению к солнечно-лунному календарю. Обсудим поочередно оба этих отличия.

Нынешний мегацикл Нептуна-Плутона начался около 3500 г. до н. э., когда соединение этих планет наблюдалось в начале Овна. В следующий час Феникса соединение Нептуна-Плутона было в том же знаке, но со сдвигом примерно на $5-6^\circ$. Так продолжалось примерно до 1071 г. до н. э. На протяжении последующих 2500 лет подобная серия часов Феникса наблюдалась в следующем зодиакальном знаке. Примерно через 29600 лет Нептун и Плутон вновь соединятся в Овне, но их точка соединения будет смещена относительно начала предыдущего мегацикла.

Говоря о внутренней структуре цикла Нептуна-Плутона, как и в цикле Метона, чередование видимых углов между Нептуном и Плутоном приводит к разделению года Феникса на восемь последовательных фаз: от нулевой (затмение) до VII фазы. Рис. 1 иллюстрирует смену этих фаз в прошлом году Феникса, длившемся между 1398-1891 гг. нашей эры. Сплошная и пунктирная линии представляют собой соответственно наблюдаемые углы Нептуна и Плутона относительно точки их соединения на эклиптике в период соответствующего часа Феникса. Дискретные точки на графике показывают наблюдаемый угол между Нептуном и Плутоном. Из-за вытянутости эллиптической орбиты Плутона этот угол, который можно рассматривать как эмерджентное свойство системы Нептуна-Плутона, изменяется

нерегулярно.

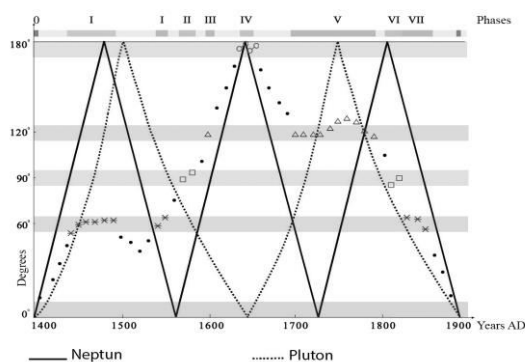


Рис. 1. Структура года Феникса

С исторической точки зрения в «Часах Феникса» было показано, что на разных этапах года Феникса человеческие культуры развиваются кардинально отличными способами. Эти различия не произвольны, а подчинены определенным закономерностям [5, 6, 7].

Важно отметить, что такое разделение года Феникса на восемь неравных фаз, зависящих от начальных условий, согласуется с основной идеей теории сложности о том, что взаимодействие во времени даже очень простых явлений может привести к сложным последствиям. Подобные закономерности для эмерджентных явлений были описаны, например, в генетике С. Кауффманом в его теории самоорганизации [12].

5. Кодоны времени

Первым шагом в обсуждении различий между длительностью и временем должно быть четкое определение обоих понятий. В противном случае мы можем отказаться от любых попыток измерений времени, так как по слова философа Т. Гоббса, «время всегда было тем, чем каждый хотел его видеть».

В гуманитарных науках различные процессы, составляющие жизнь, могут принадлежать к разным иерархическим уровням и описываться своими временными масштабами, характеризующимися различными метриками. Следовательно, каждое событие можно рассматривать как часть большего мира, все составляющие процессы которого (независимо от их характера) находятся в

причинно- следственном соотношении друг с другом и в ходе совместной эволюции.

Качественно, «обобщенное время» (GT) - это способ маркировки событий или процессов, а также способ их упорядочивания или координации.

Количественно, GT сложной системы может быть представлено кодами времени (ТС): то есть алфавитно-цифровыми цепочками измеренных, вычисленных, оцененных или даже ad hoc установленных соотношений между различными составляющими систему процессами.

На практике ТС измеряются путем подсчета временных меток, связанных с событиями или подпроцессами исследуемой сложной системы, и / или путем введения функций приспособленности в качестве измеримых расстояний (метрик) между ними. Такой ТС может предоставить набор необходимых и достаточных алгоритмов, описывающих устройство и организацию ограниченного домена изучаемой природы.

В отличие от длительности лабораторного эксперимента, являющейся одномерным параметром, ТС может быть n-мерной конструкцией, где n является необходимым и достаточным числом составляющих процессов, выбранных для характеристики динамики сложной системы. В реальном мире существует множество ограничений, гарантирующих возможности совместной эволюции различных подпроцессов системы и законов, регулирующих их. В зависимости от сложности рассматриваемых подсистем и количества их иерархических уровней, адекватный набор референтных часов может рассматриваться не как абсолютно независимые подпроцессы, а как часть взаимосвязанной, хотя порой и довольно свободной реляционной сетки.

Ранее я писала, что требование существования единой вселенной требует от GT вести себя как алгоритм алгоритмов или мега-алгоритм [5]. Такой подход перекликается с определением реального времени Р. М. Унгера как трансформации трансформаций [4].

Суммируя вышесказанное, кодоны времени, отвечающие растущим требованиям обеспечения координации между процессами с различной ритмичностью, открывают новые перспективы в построении моделей времени для сложных систем. Надеюсь, что предлагаемый набор определений поможет гармонизировать точные науки с гуманитарными и применить научные подходы к повседневной жизни.

6. Заключение

Сложность реальных явлений требует разработки более сложных моделей и определений времени, чем линейная стрела времени, предполагаемая радикальным редуccionизмом. Основная идея настоящей работы состоит в том, что хотя время, понимаемое как управляющий алгоритм сложных процессов, является реальным, его измерения выходят за рамки действительных чисел.

Время в физических законах – это математическая абстракция, которую нельзя измерить, поскольку предполагается, что она ad hoc является параметром. В отличие от этого, обобщенное время, в его представлении кодами времени, является набором измеряемых величин.

Согласно аксиомам метрологии, любые измерения являются приблизительными и неполными [13]. Следовательно, до тех пор, пока наш многоуровневый мир со своей ноосферой будет оставаться постоянно изменяющейся сложной системой с обновляющимися эмерджентными свойствами, обобщенное время будет приблизительным и неполным описанием действительности. Однако это не мешает поискам оптимального набора референтных часов и разумной меры редуccionизма для конструкции кодонов времени, способных служить эффективным индикатором динамики в сложных системах.

Новый подход к определению времени и его измерениям способен приблизить научный подход к таким предметам, которые обычно считаются вне рамок науки. Нынешние результаты предполагают, что

хотя нам не дано предвидеть детали событий, мы можем открывать закономерности, управляющие динамикой сложных иерархических систем, таких как человеческая культура и общественная структура.

6. Литература

[1] **T. Weissert.** Conjugating Motion, *KronoScope*, Vol. 4, Issue 2, 2004, pp. 269 – 296.

[2] **A. P. Levich.** Towards a Dynamic Theory. // *Lectures in Theoretical Biology*, Tallin, Estonian Academy of Sciences. 1993. pp. 33-50.

[3] **M. Lachièze-Rey.** Forget Time. *KronoScope*, Vol.16, Issue 2, 2016, p. 209.

[4] **R. M Unger & L. Smolin.** *The Singular Universe and the Reality of Time*. Cambridge University Press, 2014, 566 p.

[5] **E. Levin.** *Prostranstvo-vremya v Vysokorazvitych Biologicheskich Sistemah*, Jerusalem, Health & Healing Ltd, 2012, 64 p..

[6] **E. Levin.** Measuring Personal and Collective History.// *Metrology and Metrology Assurance*, September 7-11, 2016, Sozopol, Bulgaria, 2016, pp. 307-311.

[7] **E. Levin.** *Chasy Feniksa*, Jerusalem: Milky Way, 2013; Moscow: Avvalon-LoScarabeo, 2014, 496 p. The Hebrew version: *Shaon HaPhoenix*, Tel-Aviv: Yediot Ahronot, 2014, 348 p.

[8] **S. E. Shnoll.** *Cosmophysical Factors in Stochastic Processes*, American Research Press, 2012. 433 p

[9] **A. A. Friedmann,** *The World as Space and Time*. Minkowski Institute Press, 2014, 102 p.

[10] **V. M. Petrov.** *Sotsialnaja I kulturnaja dinamika: bystrotekuschie protsessy (informatsionnyi podhod)*, SPb, Alteya, 2008 (a), 336 p.

[11] **S. Sela.** *Abraham Ibn Ezra Book of the World*. Brill., 2009, 356 p.

[12] **S. Kauffman.** *Reinventing the Sacred: A New View of Science, Reason, and Religion*. Basic Books, 2010, 336 p.

[13] **I. F. Shishkin,** *Teoreticheskaya Metrologiya. Ch. 1. Obshtaya Teotiya Izmereniy*. Piter, 2010. – 192 s.

Авторы:

Elizabetha Levin, BSc in Physics (1978),
DSc. in Material Science and Engineering

(1988). Scientific field and interests:
temporology, time-related issues in history,
culture, biographies and synchronicity.
e-mail address: elizabethalevin@gmail.com