

ПАРАДИГМЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И СУБСТАНЦИОНАЛЬНАЯ ТЕМПОРОЛОГИЯ

Левич А.П.

(Москва)

Содержание

Рождение новой парадигмы открытого, генерируемого "временем" Мира.

Компоненты научных теорий.

Постулаты и следствия в конструкции метаболического времени.

Метаболические часы.

Математические проблемы измерения изменчивости, или энтропийная параметризация времени.

Рождение парадигмы открытого, генерируемого "временем" Мира

По отношению к проблемам времени можно сформулировать неявные предпосылки, которые преобладают в нынешнем естествознании:

Изучением времени занимается философия, а не естествознание.

Время в науке — исходное и неопределяемое понятие.

Для измерения времени достаточны физические часы, основанные на гравитационных или электромагнитных процессах.

Проблемы времени в естествознании — это решенные или нерешенные проблемы теории относительности.

Наша Вселенная — изолированная система.

В концептуальном арсенале науки нет места субстанциям типа флогистона, светоносного эфира, энтелехии...

В течение XX века в естествознании возникли тенденции, которые приводят к изменению существующей научной парадигмы (Levich, 2000a). В истории науки часто оказывалось, что наиболее трудные проблемы естествознания требовали для своего решения пересмотра представлений о времени. Это демонстрируют, например, работы Л.Больцмана, А.Эйнштейна, Н.Козырева. Исследования Людвиг Больцмана (1872) по анализу

противоречия между обратимостью во времени уравнений механического движения и необратимостью уравнений статистической физики привели к постановке вопроса "Обратимо ли время?". Для согласования закона сложения скоростей классической механики с явлениями распространения света Альберту Эйнштейну (1905) оказалось достаточно уточнить операциональную процедуру установления одновременности удалённых друг от друга событий и ввести новый тип часов – "световые часы", или часы Ланжвена. Астроном Николай Козырев (On the Way..., 1996; Korotaeв, 2003), исследуя проблему происхождения источников энергии звёзд, пришел к гипотезе существования новой физической сущности, не совпадающей ни с материей, ни с полем, ни с пространством в обычном их понимании. Он назвал эту сущность "потокот времени".

Ко второй половине нынешнего века стало понятно, что исследователи имеют дело не со временем, а с временами. Появились многочисленные публикации о биологическом, психологическом, социальном и многих других "дисциплинарных" временах. Одна из существенных, на мой взгляд, причин повышения интереса специалистов к временным аспектам своих предметных областей — осознание того, что часы, измеряющие изменчивость объектов, могут быть разными. Часы — это не только физические процессы, основанные на действии сил гравитации или на электромагнитном излучении атомов. Это и биологические часы — процессы дыхания, деления клеток, роста организмов, смены поколений или видов... Это геологическая летопись, процессы, происходящие в психике, обществе, истории... Главное, чем могут отличаться типы возможных часов, — равномерность их хода (Левич, 1995). Более строго — промежутки времени, оказывающиеся равными при измерении их одними часами, становятся неравными при использовании других часов. Конвенциональность выбора часов достаточно давно осознана методологами науки (Poincare, 1898; Milne, 1948), но только в последние десятилетия решающая важность такой конвенции была отрефлексирана естествоиспытателями. Естественный мотив применения нефизических способов измерения времени при изучении объектов нефизической природы — надежда (порой не беспочвенная: см. Dettlaff, 1995) обнаружить законы изменчивости этих объектов, или их "уравнения движения". Построение уравнений динамики естественных

систем остается одной из основных задач научного исследования. Обобщенное движение систем, сложное и запутанное при описании с помощью физических часов, может оказаться простым и закономерным при описании в единицах специфического времени, адекватного природе системы.

Ещё одна тенденция нынешнего естествознания, размывающая существующую парадигму, – возрождение субстанциональных воззрений. Широкий круг субстанциональных идей эксплуатирует активные свойства физического вакуума: множится набор скалярных, векторных и тензорных полей, предлагаемых для объяснения явлений космологии, физики элементарных частиц, биологии, психики, коммуникаций и претендующих на онтологическое существование. По существу субстанциональна упомянутая выше концепция Н. Козырева. И. Пригожин, решая проблему необратимости времени, вводит в уравнения общей теории относительности дополнительные члены, описывающие "порождение материи из пространства-времени" в форме частиц с планковскими массами (Prigogine et al., 1989; Prigogine and Stengers, 1994). Замечу, что упомянутые и многие другие субстанциональные концепции тяготеют к представлениям об открытом, а не изолированном по веществу или энергии Мире. Возрождение субстанциональных концепций – своеобразная реакция на долгое парадигмальное господство реляционных взглядов. Впрочем, речь, как правило, не идет о возвращении, например, к упругому светоносному эфиру XIX века. Речь идет о поиске физической структуры пространства и полей. Субстанциональные подходы к природе времени существуют наряду с реляционными теориями (см., например, Аристов, 1995; 2003). Эти подходы не противопоставляются а дополняют друг друга.

На пути содержательного включения проблем времени в собственные проблемы естествознания существует одно, все более четко осознаваемое исследователями препятствие. В нынешней науке время – исходное и неопределяемое понятие. Поэтому основная задача как исследователей времени, так и специалистов-дисциплинариев — создание явной конструкции времени, или его модели. Другими словами, необходима замена времени в исходных понятиях на иные базовые постулаты. По-

сле такой замены свойства самого времени можно будет формулировать не в качестве аксиом, а в качестве теорем дедуктивной теории. Обсуждение каких-либо свойств времени становится возможным только в рамках определенной его модели.

Создание конструкции времени фактически состоит в переделывании всего фундамента понятийного аппарата. Ясно, что такая перестройка неизбежно затрагивает широкий круг базовых понятий естествознания. Среди них — пространство, движение, материя, энергия, взаимодействие, заряды, энтропия, жизнь... Таким образом, речь не может идти о частном исследовании, а обязательно об обширной и глубокой исследовательской программе, для выполнения которой могут потребоваться усилия нескольких поколений исследователей. Однако сейчас в названной задаче главное — понять, что она существует. На это понадобилось не одно столетие.

Ныне, в начале нового века, постепенно вырисовываются черты новой научной парадигмы, осознание которой, возможно, поможет развитию как темпорологии, так и всего естествознания:

Можно говорить о естественных референтах понятия времени. Феномен времени может стать полноправным объектом естествознания.

Время естественных систем имеет структуру и может быть объектом теоретического моделирования.

Эталонные процессы, с помощью которых измеряется изменчивость исследуемого объекта, то есть часы могут иметь совершенно различную природу. Различные часы могут оказаться не соразмерными, а получаемые с их помощью описания законов движения — не сводимыми друг к другу посредством простых преобразований.

Для дальнейшего развития представлений о пространстве, времени, материи, движении и взаимодействии в понятийном базисе естествознания, по-видимому, не хватает каких-либо новых сущностей, появление которых наиболее вероятно в форме субстанциональных подходов.

Радикальное решение проблем течения и необратимости времени, по-видимому, требует отказа от существования изолированных систем и приводит к представлению об открытом,

нелинейном, самоорганизующемся и, возможно, усложняющемся Мире.

Компоненты научных теорий

Цель моего дальнейшего изложения — предложить пример субстанциональной конструкции времени. В рамках имеющегося регламента изложение может быть только фрагментарным. Поэтому я считаю нужным предъявить исследовательский контекст, в который укладываются предлагаемые фрагменты.

Главный для меня мотив изучения времени — надежда обнаружить пути вывода, а не угадывания законов изменчивость объектов Мира или, другими словами, — вывода фундаментальных уравнений их обобщенного движения.

Динамические научные теории обязательно включают ряд компонентов, разработка которых осознанно или чаще неявно выступает в качестве этапов создания теорий (Levich, 1995a):

О-компонент: выбор и описание идеализированной структуры элементарных объектов теории.

S-компонент: описание набора допустимых состояний объектов, называемого пространством состояний теории.

C-компонент: описание способов изменчивости объектов.

T-компонент: отображение процесса изменчивости объектов на изменчивость выбранного эталона (часов).

L-компонент: формулировка закона изменчивости объектов, выявляющего их реальное движение в пространстве состояний. Закон изменчивости, как правило, имеет форму уравнений обобщенного движения теории.

I-компонент: использование набора интерпретирующих процедур, сопоставляющих формальным понятиям теории конкретные объекты предметной области исследования, а последним — величины, измеряемые в эксперименте.

Особое внимание я хотел бы обратить на этапы выбора элементарных объектов, пространства состояний и способов изменчивости объектов теории. A.Newell and H.Simon (1987) назвали совокупность этих этапов качественными структурными принципами теории. Приведу примеры таких принципов: атомистическое учение; материальные точки в фазовом пространстве положений и скоростей классической механики; амплитуды вероятностей в бесконечномерном гильбертовом пространстве кванто-

вой механики; устройство атома и строение атомного ядра; геоили гелиоцентрическая системы ближнего Космоса; космология расширяющейся Вселенной; параллельные Вселенные Эверетта; клеточная теория организмов; бактериальная природа инфекционных болезней; дискретная природа биологической наследственности; популяционная, трофическая и др. структуры экосистем и биосферы Земли; тектоника плит в геологии; классовая теория общества.

Структурные принципы задают рамки, в которых функционируют целые науки. Создание структурных принципов — область, где граничат эмпирические обобщения, наука, интуиция, художественные образы, философия и натурфилософия. Поскольку структурные принципы являются постулатами для будущей теории, то способ их обоснования не так важен, как адекватность самой построенной теории. Без указанных компонентов не существует ни одна научная теория. Можно не осознавать существования качественных структурных принципов, применяя готовую теорию, но нельзя избегать их явной формулировки при создании новых подходов.

В настоящей работе я предлагаю обсудить структурные принципы субстанциональной темпорологии и подходы к параметризации изменчивости, т.е. выбору часов.

Постулаты и следствия в конструкции метаболического времени

Термин "время" включает в себя, по крайней мере, три различных оттенка смысла: время-явление как синоним изменчивости Мира, время-понятие как конструкт человеческого мышления и время-часы как способ измерения изменчивости. Выбирая первое толкование, мы скажем, что время — это реалья и феномен, второе — конвенция и ноумен, третье — операциональная процедура. Можно отказать какому-либо из указанных смыслов в праве носить имя "время", но это соглашение будет касаться употребления слов, а не стоящих за словами реальий. Мне удобно использовать термин "время" во всех трех смыслах, оговаривая нужный контекст. Если описывать время как явление, то следует указать его природный референт, т.е. процесс или "носитель" в материальном мире, свойства которого можно было бы отождествить или корреспондировать со свойствами,

приписываемыми феномену времени. Термин "метаболическое" время восходит к Аристотелю, который, описывая изменение как движение в самом широком смысле, называл его "metabolē".

Приведу постулаты метаболического подхода к описанию субстанциональной природы времени (Levich, 1995b; c):

Все естественные системы иерархичны.

На каждом уровне иерархического строения системы происходит обязательная замена её элементов — генеральный процесс.

На глубинных уровнях строения систем существуют внешние по отношению к системе потоки, генерирующие генеральный процесс. Все системы открыты по отношению к генерирующим потокам. В частности, открытой системой оказывается и наша Вселенная.

Субстанция генерирующих потоков не является субстратом, представленным частицами-фермионами, атомами, молекулами или другими комплексами частиц, обладающими зарядами и участвующими во взаимодействиях. Заряды, ответственные за взаимодействия объектов, есть источники или стоки генерирующих потоков в нашем Миров. (Наглядный образ зарядов — ключевой источник, фонтан или струя, "бьющие" в субстанциональном "водоеме".) Динамические характеристики генерирующих потоков в источниках и стоках формируют свойства частиц-зарядов и механизм их взаимодействия. Таким образом, субстанция генерирующих потоков не есть "весомая" материя, но порождает эту материю; субстанция не участвует в известных ныне взаимодействиях, но обеспечивает реализацию этих взаимодействий. Другими словами, материальность и способность к взаимодействиям для субстанции генерирующих потоков имеют иной бытийный статус, нежели для "весомой" материи.

Совокупность элементов генерирующих потоков образует пространство, или среду системы.

Движение системы в её пространстве (метаболическое движение) происходит не путем "раздвигания" элементов среды, а путем их замены в системе, а именно, — путем "вхождения" в систему одних "точек" пространства и "выхода" других. (Наглядный образ метаболического движения — движение изобра-

жений на экране электронно-лучевой трубки или символов в рекламной "бегущей строке".)

"Вхождение" генерирующих потоков в систему может быть отождествлено с течением времени в системе, т.е. генерирующие потоки представляют собой природные референты течения времени.

Кратко сформулирую некоторые следствия метаболического подхода:

Феномен времени в нашем Мире – следствие открытости Вселенной и всех её подсистем по отношению к субстанциональным генерирующим потокам.

Феномен становления может быть описан и параметризован накоплением или убылью в системе субстанции генерирующих потоков.

Метаболическое движение есть частный случай течения времени – и то, и другое состоят в замене субстанции среды в рассматриваемой системе.

В понятии генерирующего потока оказываются слитыми во-едино следующие представления: о частицах "весомой" материи как о сингулярностях потока; о пространстве как о субстанциональной среде; о времени и движении как о процессах замены элементов субстанции в системах; о взаимодействиях частиц как о проявлении динамических характеристик потока.

Различные "поколения" элементов субстанции генерирующих потоков образуют систему окрестностей частиц-источников в пространстве, порождая понятие "близости" его точек, топологию и метрику.

Субстанция генерирующих потоков, с одной стороны, вездесуща и всепроникающа в нашем Мире, но, с другой стороны, она не взаимодействует обычным образом с "весомой" материей и поэтому не регистрируется обычными приборами.

Поскольку субстанция генерирующих потоков не участвует в обычных взаимодействиях и, "проникая сквозь" объекты, при движении не вызывает обычных для движения в среде эффектов трения или сопротивления, то она не является эфиром XIX века. В понятийном аппарате естествознания наиболее близкими к субстанции понятиями оказываются поле или физический вакуум.

Генерирующие потоки, принадлежащие различным уровням строения материи, единообразно порождают различные и, возможно, несводимые друг к другу типы зарядов, взаимодействий, пространств и времен. Наряду с зарядами физических взаимодействий в качестве специфических зарядов могут быть рассмотрены и живые организмы, и феномен психики.

Время, порождаемое генерирующими потоками, оказывается обратимым или необратимым в той же степени и в том же смысле, в каком обратимы или необратимы сами потоки.

Метаболические часы

Измерение изменчивости, то есть отображение процесса изменения на числовое множество, я называю параметризацией времени. В рамках метаболического подхода изменчивость формализуется заменами элементов системы на различных уровнях ее иерархического строения. Предлагается измерять изменчивость генерального процесса, подсчитывая количество замененных в процессе элементов. А именно, примем следующие определения (Levich, 1995b):

Часы – эталонный объект, принадлежащий определенному уровню строения системы.

Принцип императивности – изменение набора элементов эталонного объекта на один элемент считаются равными и могут быть приняты за единицу измерения времени.

Метаболические часы – природный объект, замена элементов которого принята за эталон равномерной изменчивости.

Событие (момент времени) – акт замены элемента в системе.

Интервал метаболического времени – количество элементов, заменившихся в системе между двумя событиями.

В рамках предложенной модели можно обсуждать свойства метаболического времени:

Поскольку рассматриваемые подходом системы иерархичны, а генеральный процесс происходит на каждом из уровней строения системы, то метаболическое время оказывается многокомпонентным — каждому уровню строения системы соответствует своя компонента метаболического времени.

Поскольку часы, изменчивость которых принята за равномерную, принадлежат одному из уровней системы, то замены элементов на других уровнях могут оказаться неравномерными

относительно этой эталонной изменчивости.

Поскольку эталон времени делегируется конкретным иерархическим уровнем конкретной системы, то и измеряемое им время не универсально, а системоспецифично и даже — "уровнеспецифично".

Если в качестве эталона времени выбран объект определенного уровня естественной иерархии, то события (замены элементов) на более глубинных уровнях иерархии оказываются вневременными, или "мгновенными".

Математические проблемы измерения изменчивости, или энтропийная параметризация времени

Количественный аспект метаболического подхода состоит в подсчете количества элементов в множествах, составляющих систему. Процедура сравнения множеств (конечных и бесконечных) по количеству элементов корректно разработана для бесструктурных множеств. Однако, все теоретическое естествознание построено на описании объектов моделирования какими-либо математическими структурами (множества с отношениями, алгебраические конструкции, топологические пространства и др.). В частности, системы, порождаемые несколькими генерирующими потоками, уже не могут быть представлены как иерархии бесструктурных множеств. Поэтому нетривиальное применение метаболического подхода требует умения сравнивать между собой множества со структурой. Это умение должно заменить метод сравнения бесструктурных множеств по количеству элементов в них.

Необходимое умение задается методом функторного сравнения структур (Levich, 1982; Levich, 1995b; Levich, Solovyov, 1999). Метод состоит в последовательном обобщении понятия мощности бесструктурных множеств на множества со структурой. Аналоги мощностей для структурированных множеств — "структурные числа" — оказываются упорядоченными лишь частично. Следующий шаг на пути к обобщению состоит в построении представления категории структурированных множеств в категорию бесструктурных множеств с помощью одноместного стандартного функтора. Образами структурированных множеств по этому функторному представлению оказываются множества морфизмов, допустимых заданной структурой. Об-

разами структурных чисел оказываются мощности множеств допустимых морфизмов, причем распространение упорядочения указанных мощностей на структурные числа оказывается линейным. Таким образом, количество допустимых морфизмов заменяет понятие "количество элементов".

Поскольку каждый допустимый морфизм переводит систему в новое состояние без изменения ее общей структуры, то число сохраняющих структуру морфизмов можно интерпретировать как число "микросостояний" системы, сохраняющих ее "макросостояние", т.е. общую структуру. Такая интерпретация позволяет назвать логарифм удельного числа преобразований состояния системы его обобщенной энтропией.

Описанная энтропийная параметризация метаболического времени позволяет подойти и к выводу закона изменчивости в теории систем. Этот вывод основывается на постулировании экстремального принципа, определяющего "траекторию" системы в ее пространстве состояний: из заданного состояния система переходит в определяемое доступными ресурсами состояние с наиболее "сильной" структурой. Вышеупомянутый функторный метод сравнения структур позволяет дать энтропийную формулировку экстремального принципа: из заданного состояния система переходит в определяемое доступными ресурсами состояние с наибольшей обобщенной энтропией.

Энтропийный экстремальный принцип вместе с умением выводить, а не угадывать вид экстремизируемого функционала обобщает формализм Е.Джейнса (Janes, 1957) и позволяет ставить вариационные задачи. Вариационное моделирование в приложении к описанию открытых систем позволяет формулировать полезные теоремы в теории систем и находить новые интерпретации экстремального принципа (Levich, Alexeyev, 1997; Alexeyev, Levich, 1997; Levich, 2000b). Решения вариационных задач непосредственно описывают динамику систем в метаболическом времени (Levich, 2000b) или порождают уравнения движения Эйлера-Лагранжа.

Литература.

Alexeyev V.L., Levich A.P. A search for maximum species abundance in ecological communities under conditional diversity optimization // *Bull. of Mathemat. Biology*. 1997. V.59. №4. Pp.649-677.

http://www.chronos.msu.ru/EREPORTS/levich_a_search_for_max/start.htm

Aristov V.V. Relative Statistical Model of Clocks and Physical Properties of Time // *On the Way to Understanding the Time Phenomenon: The Constructions of Time in Natural Science. Part 1. Interdisciplinary Time Studies*. Ed. A.P.Levich. Singapore, New Jersey, London, Hong Kong: World Scientific. 1995. Pp.26-45. http://www.chronos.msu.ru/Public/aristov_relative.html

Aristov V.V. Development of relative statistical space-time concept // *The report in these Proceedings*. Kluwer Academic/Plenum Publishers: New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow. 2003.

Boltzmann L. Weitere Studien über das Warmegleichgewicht unter Gasmolekülen // *Sitzber. Akad. Wiss. Wien*. 1872. Bd.6.S.275-376.

Dettlaff T.A. Clocks for Studying Temporal Laws of Animal Development // *On the Way to Understanding the Time Phenomenon: The Constructions of Time in Natural Science. Part 1. Interdisciplinary Time Studies*. Ed. A.P.Levich. Singapore, New Jersey, London, Hong Kong: World Scientific. 1995. Pp. 85-97.

http://www.chronos.msu.ru/Public/detlaf_clocks.html

Einstein A. Zur Elektrodynamik der Bewegter Körper // *Ann. Phys.* 1905. 17. S.891-921.

Janes E.T. Informational theory and statistical mechanics // *Phys. Rev.* 1957. V.106. Pp.620-630.

Korotaev S.M. Experimental verification of transaction of the dissipative process through the active properties of time // *In these Workshop Proceedings*. Kluwer Academic/Plenum Publishers: New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow. 2003.

Levich A.P. Sets Theory, the Language of Category Theory and Their Applications in Theoretical Biology. Moscow: Moscow University Press. 1982. 182 p. (In Russian).

Levich A.P. Motivations and problems of studying time // *On the Way to Understanding the Time Phenomenon: the Constructions of Time in Natural Science. Part 1. Interdisciplinary Time Studies*. Singapore, New Jersey, London, Hong Kong: World Scientific. 1995a. Pp. 1-

15. http://www.chronos.msu.ru/Public/levich_motivy.html
Levich A.P. Time as Variability of Natural Systems: Ways of Quantitative Description of Changes and Creation of Changes by Substantial Flows // On the Way to Understanding the Time Phenomenon: The Constructions of Time in Natural Science. Part 1. Interdisciplinary Time Studies. Ed. A.P.Levich. Singapore, New Jersey, London, Hong Kong: World Scientific. 1995и. Pp. 149-192.
http://www.chronos.msu.ru/Public/levich_time_as_variab.html
Levich A.P. Generating Flows and a Substantial Model of Space-Time // Gravitation and Cosmology. 1995с. V.1. №3. Pp. 237-242.
http://www.chronos.msu.ru/EREPORTS/levich_generat.flows.htm
Levich A.P. Natural references of time "course" and the birth of paradigm of an open World generating by "time" // MOST. 2000a. №34. Pp.33-35. №35. Pp.33-34. (In Russian).
Levich A.P. Variational modelling theorems and algocoenoses functioning principles // Ecological Modelling. 2000b. V.131. Pp.207-227.
http://www.chronos.msu.ru/Public/levich_variational.html
Levich A.P., Alexeyev V.L. The entropy extremal principle in ecology of communities: results and discussion // Biophysics. 1997. V. 42. №2. Pp.525-532. http://www.chronos.msu.ru/EREPORTS/levich_entrop_ekstrem_prin/levich_entrop_ekstrem_prin.htm
Levich A.P., Solovyov A.V. Category-functor modelling of natural systems // Cybernetics and Systems. 1999. V.30. №6. Pp.571-585.
http://www.chronos.msu.ru/EREPORTS/levich_category-functor/levich_category-functor.htm
Milne E.A. Kinematic Relativity. Oxford. 1948.
Newell A., Simon H.A. The Informatics as Empirical Investigation: Symbol and Search // ACM Turing Award Lectures. New York: ACM Press. 1987.
On the Way to Understanding the Time Phenomenon: The Constructions of Time in Natural Science. Part 2. The "Active" Properties of Time According to N.A.Kozyrev. Ed. A.P.Levich. Singapore, New Jersey, London, Hong Kong: World Scientific. 1996. 201 p.
Poincaré A. La mesuré du témps. Revue de Metaphysique et de Morale. V.6. Pp.1-13.
Prigogine I., Gehenian J. Grunzing E., Nardone P. Thermodynamics and Cosmology // General Relativity and Gravitation. 1989. V.21. P.1

Prigogine I., Stengers I. Time, chaos, quantum. Moscow: Progress. 1994. 272 p. (In Russian).