

Конструкции времени в естествознании: на пути к пониманию феномена времени. Часть I. Междисциплинарное исследование. М.: Изд. Моск. ун-та. 1996. С. 9-27.
© А.П.Левич

МОТИВЫ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ВРЕМЕНИ

А. П. Левич

§1. Два лика времени

В парадигме современного естествознания время — исходное и неопределенное понятие. Любая наука базируется на подобных предположениях.

В геометрии неопределяемые понятия — точка, линия, преобразование..., в теории множеств — элемент, принадлежность, множество, упорядоченная пара элементов..., в механике — материальная точка, расстояние, взаимодействие, время...

В дедуктивных науках на основе исходных фундаментальных понятий (используемых как очевидные и — по неявному соглашению — как одинаково понимаемые всеми исследователями) строится логический каркас науки.

Задавая вопрос: “Что есть время?” — мы ожидаем получить ответы, по крайней мере, в двух смыслах. Первый — каково происхождение динамической изменчивости Мира? Откуда берется последовательность событий? Почему за любым моментом наступает следующий? Почему все сущее меняется и невозможен Мир во всем постоянный?

Второй смысл термина “время” — количественная мера изменчивости объектов. Как сопоставить изменению — число? Как сравнить изменения различных объектов? Опыт научного познания Мира подсказывает, что, не научившись корректно измерять проявления изменчивости, мы рискуем не проникнуть и в то, что хотим понимать под ее “происхождением”.

Попытка экспликации понятия времени должна привести к расщеплению его, по крайней мере, на две ипостаси: *предвремя* — как обозначение существующего в Мире феномена изменчивости и *параметрическое время* — как способ количественного описания изменчивости с помощью изменчивости эталонного объекта, называемого обычно часами. На математическом языке идеализацией предвремени обычно выступает отношение порядка на множестве событий (последовательность со-

бытий), а параметрического времени — метрика на этом множестве (“дление” событий).

В нынешней науке нет точки зрения на природу времени, понимаемую как существование механизмов происхождения нового и источников изменений в мире. В донаучном (или вненаучном) познании роль таких механизмов обычно играет демиург, в компетенции которого находятся как создание объектов Мира, так и повороты их судьбы.

§2. Мотивы изучения времени

2.1. Углубление специальных научных представлений

Естествознание использует представление о времени, сформировавшееся в первую очередь в физических науках. Во всех построениях теоретической физики время всегда является исходным базовым понятием, лежащим в основе всех динамических построений — последние вообще приобретают физический смысл благодаря понятию времени, так что структура самого времени как физического объекта с самого начала постулируется максимально простой с точки зрения его элементарных физических свойств (Акчурин, 1974).

Физика отождествляет время с множеством действительных чисел. Математическая архитектура действительных чисел очень разнообразна: в их конструкции тесно переплетены структуры порядка, топологии, несколько алгебраических структур. Видимо, математические структуры действительной прямой должны соответствовать реальным свойствам физического времени. Структура порядка порождает последовательность моментов времени. Аддитивная группа сложения чисел представляет метрику для измерения длительности промежутков физического времени. Мультипликативная группа умножения позволяет выбирать произвольные единицы его измерения. Топология действительной прямой индуцирует непрерывность физического времени... Но в физике отсутствует анализ необходимости и достаточности аксиоматики действительной прямой (насчитывающей полтора-два десятка постулатов) свойствам самого времени. Причина этого — отсутствие, как правило, в физике явно выраженных нематематических представлений о времени (попытки физического осмысливания представлений о времени см. у Н.А.Козырева (1991), Ю.И.Кулакова (1982), а также в настоящей книге главы Ю.С.Владимирова и В.В.Аристова). Физическое “время событий — это одновременное с событием показание покоящихся часов, которые находятся в месте события...” (Эйнштейн, 1965, с.10), т.е. свойства физического времени совпадают со свойствами физических часов.

В качестве часов физика предлагает набор операциональных способов измерения промежутков времени, основанных на эталонах изменчивости исключительно физических объектов.

Умение измерять какую-либо величину не служит гарантией понимания ее “природы”. Классический пример несоответствия умения пониманию — термометр, который прекрасно измерял температуру как во времена флогистона, так и после появления молекулярно-кинетической теории.

Естествоиспытателей не всегда устраивает физический контекст представлений о времени, которое измеряется физическими часами и мыслится точками действительной оси. Физика “опространствливает” время, исключая становление — свойство времени, описываемое не в терминах “раньше — позже”, а посредством представлений о прошлом, настоящем и будущем. В естествознании, где любые объекты бранны, где так существенно неизбежны начала и концы всех реалий, где необратимость явлений — правило, а не исключение, опространствленное видение времени может резко сузить возможности экстраполяции физических представлений о времени за рамки специальной теории относительности. “Интерпретация времени как внутреннего свойства физической системы выходит за рамки традиционного физического описания” (Пригожин, 1985, с.218). Вопрос о том, является ли время физики временем естествознания, по-видимому, еще не решен, хотя и неоднократно поставлен (Бергсон, 1923; Вернадский, 1975; Мейен, 1983; Пригожин, 1985).

Неудовлетворенность естествоиспытателей в физических экспликациях феномена времени приводит к попыткам ввести представления о специфических научных временах. В некоторых областях знания время становится не фоновым, а сущностным фактором функционирования природных объектов. В первую очередь таковы, конечно, объекты биологии (Бэр, 1861; Вернадский, 1975). Специфическое время биологии возникло под именем органического (Backman, 1943) или физиологического (Нобу, 1936) времени и продолжает фокусировать внимание исследователей (более подробные ссылки можно отыскать в работах А.М.Маурина, 1986). Только в 70-е годы нашего столетия опубликовано около 25 книг и 11 тысяч журнальных работ по тематике, связанной с проблемами времени в биологии (Study of Time IV, 1981).

Представления о специфическом времени геологии (Neumaier, Pauli, 1875; Вернадский, 1975) становятся рабочим инструментом изучения геосферы (Развитие учения о времени в геологии, 1982; Симаков, 1994; Оноприенко и др., 1984; Харленд и др., 1985). Объем публикаций по психологическому времени — например, за те же 70-е годы появилось 35 книг и более тысячи журнальных статей (Study of Time IV, 1981) —

говорит о важной роли понятия времени в формировании представлений о психике человека (см. также обширную библиографию в работах Doob, 1971; Головаха, Кроник, 1984). Нередки упоминания о географическом (Марков, 1965; Рычков, 1984), экономическом и социальном (Study of Time, 1972; 1975; 1978; 1981) временах.

В нынешнем естествознании параллельно с изучением специальных научных времен часто ведется исследование временных характеристик объектов в рамках различных разделов ритмологии, где исследуется изменчивость, синхронная или кратная астрономическим циклам. Но в естествознании важную роль играют ациклическая изменчивость, нерегулярные и уникальные временные характеристики. Они не затрагиваются ритмологией, но изучаются в более широкой исследовательской программе изучения времени — темпорологии (Мауринь, 1986). Представления о времени неодинаковым образом наполняются смыслом в интуиции исследователей различных фрагментов реальности. Поэтому и в рамках темпорологии содержательное обсуждение представлений о времени невозможно, пока время оказывается среди неопределяемых категорий понятийного аппарата науки.

Область человеческой деятельности, связанная с построением компьютерных “баз знаний”, “искусственного интеллекта”, в отличие от многих естественных наук обязательно требует алгоритмизируемой конструкции реального времени (Кондрашина и др., 1989).

2.2. Измерение возраста естественных систем

“Истинный” возраст системы может быть измерен не в астрономической шкале, а лишь в шкале собственного времени системы. Но для этого “собственная шкала” должна быть обоснована и сконструирована.

В прикладных вопросах геронтологии необходимы маркеры биологического возраста организма. Именно характеристики биологического, а не астрономического возраста важны при определении временных границ профессиональной пригодности человека. В решении основной проблемы геронтологии акцент все чаще переносится с попыток достижения астрономического долголетия на способы расширения границ плодотворного биологического возраста. Собственный возраст и собственные стадии развития имеют любые экономические и социальные системы. Знание естественных длительностей этапов функционирования социальных систем — необходимый компонент планирования развития экономических систем. Альтернатива научному познанию временной структуры социальных систем — волонтаристическое назначение сроков начала или завершения этапов развития. Без маркеров стадий духовного развития личности невозможна реалистическая концепция обучения и тем самым модель школы, адекватная временным характеристикам субъектов обучения (нынешняя модель ориентирована не на естественные характеристики развивающихся индивидов, а на этапы обучения, уравнительные в астрономической шкале времени).

2.3. Научное прогнозирование

Предсказание хода событий — одна из основных функций науки. Беспомощность ученых в прогнозах экологических последствий человеческой деятельности, сейсмических и климатических событий на Земле, научно-технического и политического развития общества обостряет проблемы выживания человечества. По мнению А.М.Маурина (1986), наиболее общим фактором, пробуждающим интерес человечества к проблемам времени, является резкое ускорение социальных процессов, которое приводит к “шоку от столкновения с будущим” (Тофлер, 1972). В любых научных методах прогнозирования неявно содержится исповедуемая исследователем концепция времени.

Р.Розен вскрывает это имплицитное содержание на примере метода моделирования (Rosen, 1980). Динамические модели включают время как существенную переменную и служат решающим фактором для управления, осуществляемого на основе прогнозирования. Но для их изучения требуется аккуратное исследование самого понятия времени, того, что за этим понятием скрывается. Оказывается, что время само является сложной категорией в том смысле, что допускает много различных моделей и представлений, его объясняющих. Так, например, время в классической механике... неявно определяется канонической гамильтоновой системой дифференциальных уравнений... такая форма резко отличается от модели времени, используемой при описании стохастических процессов. И время, которое мы находим в статистической термодинамике, оказывается как формализм совершенно несравнимым с “гамильтоновым” временем. Еще один тип времени — это так называемое логическое время, связанное с понятием логического предшествования. В высшей степени интересны те взаимосвязи, которые существуют между всеми этими различными формами времени. Они находят самое фундаментальное проявление в трактовах динамических моделей и в природе прогнозов, получаемых с помощью этих моделей.

Проблему прогнозирования можно сформулировать и в гораздо более широком исследовательском контексте. Речь идет о поиске причин, порождающих саму динамику и эволюцию объектов мира, т.е. о поиске принципов детерминации, или причинности событий.

2.4. Манипуляции со временем

Подчеркивая важность проблемы изучения времени, И.Пригожин (1986), ссылаясь на капитальный труд Дж.Нидэма (Needham, 1969), обратил внимание на то, что высшей целью еще китайских алхимиков было умение манипулировать со временем — подчинять своей воле биологическое время собственного организма. Знания о происхождении временных характеристик систем могут привести к возможности решения прикладных вопросов по управлению или овладению временем, точнее — к научным путям замедления или ускорения естественного развития систем. Скорости собственной изменчивости природных объектов крайне различны, и изучение времени должно ответить на вопросы о причинах разли-

чий, а также о принципиальных возможностях воздействия на собственные времена объектов (возрастные пределы, скорости развития, относительные темпы протекания различных стадий). Если влиять на темпоральные характеристики систем невозможно, то понимание этого также, по-видимому, составит важное научное достижение.

В 70-е годы нынешнего века появилась надежда на то, что экспериментальное изучение времени может стать предметом нормального физического исследования. Н.А.Козырев, опираясь на гипотезу о субстанциональной природе времени, обнаружил влияние земных и космических необратимых процессов на вес покоящихся и вращающихся тел, на некоторые свойства вещества — плотность, упругость, вязкость, электропроводность и др., на состояние живых систем. Действующий фактор необратимых процессов Н.А.Козырев связал с “активными” свойствами времени, с причинностью и с дополнительными к уже известным источниками физической энергии (Козырев, 1982; 1991; Еганова, 1984). К настоящему моменту сохранились сомнения в том, учтены ли все возможные традиционные причины при объяснении наблюдавшихся эффектов. Также требует скрупулезного объяснения отсутствие наблюдения эффектов Козырева в регулярных прецессионных и других экспериментах в лабораториях мира. Например, в опытах Шоу (Пирагас, 1971) по влиянию неравновесного процесса нагревания тел на величину гравитационной постоянной продемонстрирована неизменность показаний равноплечных крутильных весов с точностью до $1,6 \times 10^{-6}$, в то время как эффекты Козырева имеют порядок $10^{-4} - 10^{-5}$. Дискуссия об аномальном весе гидротаксонов, обнаруживаемом или необнаруживаемом в современных высокоточных экспериментах, продолжается и в настоящее время (Hayasaka, Takeuchi, 1989; Quinn, Picard, 1990; Faller *et. al.*, 1990; Nitschke, Willmarth, 1990; Imanishi *et. al.*, 1991). Однако отсутствует и корректное объяснение экспериментов Н.А.Козырева более прозаическими, чем “активные” свойства времени, гипотезами. Обсуждению “активных” свойств времени, по Н.А.Козыреву, посвящена готовящаяся к выходу в свет вторая часть настоящей книги.

Прикладные вопросы изучения времени могут получить адекватное решение лишь вместе с развитием теоретического знания, для которого разработка конструктивных представлений о времени составляет в настоящий момент, по-моему, первоочередную задачу.

2.5. *Время — компонент теоретического знания*

Задачу научного подхода в естествознании можно сформулировать как умение предсказывать разнообразие и изменчивость объектов мира.

Главный, на мой взгляд, мотив при изучении феномена времени — надежда обнаружить пути отыскания законов изменчивости. Получение таких законов составляет одну из основных целей науки, без достижения которой невозможно выполнение прогностической функции познания. Поиск законов изменчивости, по-видимому, невозможен без корректного каузального и параметрического описания времени.

Динамическая теория любого фрагмента реальности обязательно включает ряд компонентов, разработка которых осознанно или чаще неявно выступает этапами создания теории. Неизбежность решения некоторых из указанных ниже классов методологических проблем при построении теории убедительно выявил И. А. Акчурин (1974).

О-компонент состоит в описании идеализированной структуры элементарного объекта теории.

S-компонент заключается в перечислении допустимых состояний объектов теории. Другими словами, о компоненте S говорят как о пространстве состояний исследуемой системы.

C-компонент фиксирует способы изменчивости объектов и исправляет чрезмерную идеализацию, связанную с выделением объектов, поскольку в мире нет объектов, а есть лишь процессы, абстракцию от которых составляют представления об объектах. C-компонент вводит в теорию процессы, изменчивость, “предвремя”.

Вместо строгих дефиниций приведу примеры элементарных объектов и их изменчивости.

В классической механике элементарными объектами являются материальные точки вместе с их положениями и скоростями в физическом пространстве. Например, планеты Солнечной системы. Изменчивость задается траекториями точек. Пространство состояний есть шестимерное фазовое пространство — произведение трехмерного евклидова пространства на трехмерное пространство скоростей.

В квантовой механике элементарные объекты — амплитуды вероятностей состояний микрообъектов (например, энергетических состояний атома). Изменчивость в пространстве состояний задается траекториями векторов в бесконечномерном гильбертовом пространстве.

В теории ядра элементарные объекты — нуклоны и некоторые другие элементарные частицы, обладающие специфическим набором квантовых чисел. Изменчивость — взаимные превращения частиц и излучений. Пространство состояний ограничивается допустимыми согласно законам сохранения комбинациями квантовых чисел для совокупностей превращающихся частиц.

В эмбриологии роль элементарного объекта играет живая клетка, а роль изменчивости — процесс деления клеток. Пространство состояний описывается морфологическими признаками архетипов зоологических систематик.

В экологии сообществ объект — популяция организмов. Изменчивость складывается из процессов рождения и гибели особей. Пространство состояний — набор всевозможных векторов (n_1, n_2, \dots, n_w) , где n_i — численность популяции вида i , входящего в сообщество. Набор ограничен доступными организмам ресурсами среды.

T-компонент теории состоит во введении часов и параметрического времени в описание функционирования систем. Параметрическое время предлагается понимать как образ меняющихся объектов при отображении процесса изменчивости в линейно упорядоченное, обладающее метрикой (как правило, числовое) множество. Обычно изменчивость избранного объекта принимается за эталон, и с ее помощью измеряются иные изменчивости. Часы и есть естественный объект, изменчивость которого служит эталоном и операциональным способом устройства нужного отображения.

Традиционные часы естествознания основаны на физических процессах — конструирования с упругими или гравитационными маятниками; астрономических системах, фиксирующих вращение Земли вокруг оси или вокруг Солнца; цезиевых или иных источников электромагнитных колебаний; интенсивно обсуждающемся в последние годы пульсарном эталоне сверхстабильных периодов; радиоактивном распаде вещества. Вот как А.А.Фридман (1966, с.50-53) описывает появление физических часов: “Сопоставим ... каждой физической точке M пространства определенное основное движение и назовем часами данной точки M инструмент, показывающий длины дуг t , проходимых материальной точкой по траектории в основном движении... Величину t ... назовем физическим местным временем точки M ...

Рассмотрим прежде всего звездное время... За основное движение примем движение конца стрелки определенной длины, направленной из центра Земли на какую-либо звезду. Звездное время t_z будет длиной пути, описываемого концом указанной стрелки. Звездное время t_z будет одно и то же во всех точках пространства, это будет универсальное время... Рассмотрим теперь другое время, которое мы для краткости назовем гравитационным временем... Положим, что материальная точка падает в постоянном поле тяготения, и выберем это движение за основное; часы покажут длину пути t_r , пройденную этой точкой. Эта величина и будет гравитационным временем... по отношению к гравитационному времени звезды движутся неравномерно... Введем ... время маятниковое. Построим значительное количество одинаковых часов с маятником и примем за основное движение конец секундной стрелки часов с маятником, помещенным в этой точке. Путь, пройденный концом секундной стрелки наших часов с маятником от некоторой начальной точки, обозначим t_M и назовем маятниковым временем... в отличие от универсальных звездного или гравитационного времен маятниковое время будет местным и на разных широтах будет различным.”

Параметризация изменчивости с помощью физических часов пронизывает почти все контролируемое сознанием человека бытие — науку, культуру, быт... Однако изменения, происходящие в мире, не сводятся к механическим перемещениям: существуют, например, химиче-

ские превращения веществ, геологическая летопись Земли, развитие и гибель живых организмов и целых сообществ, нестационарность вселенной и социогенез... Не правильнее ли признать, что часы, которые мы устанавливаем в системах отсчета, чтобы описать изменчивость природных объектов, могут быть различными? Можно ли при этом утверждать, что одни из этих часов, например, физические, — это "хорошие" часы, а непохожие на них часы — "плохие"?

Такая оценка была бы понятной, если бы относилась, например, к Галилею, пытавшемуся установить закономерность механического движения маятника — храмовой люстры, пользуясь "физиологическими часами" — ритмом собственного сердца.

Еще А. Пуанкаре подчеркивал (Poincaré, 1898), что не существует способа измерения времени, который был бы более правильным, чем другой. Тот, который принимается, лишь более удобен. Сравнивая часы, мы не имеем права сказать, что одни из них идут хорошо, а другие плохо, мы можем только сказать, что предпочтение отдается показаниям одних из них. В нефизических областях естествознания все чаще возникает необходимость в часах, которые не должны быть синхронизированы с физическими эталонами, но оказываются более удобными и адекватными, чем последние, при описании нефизических форм движения.

В эмбриологии развитие различных организмов эффективно описывается с помощью единицы биологического времени, равной интервалу между одноименными фазами делений дробления (Детлаф, 1982; см. также главу в настоящей книге). Эта единица ("детлаф") зависит от температуры и видоспецифична, поэтому закономерности развития, описываемые в детлафах, не обнаруживаются при использовании шкалы астрономического времени. Популяционное время в экологии (Абакумов, 1969), этнографии (Алексеев, 1975), генетике (Свирижев, Пасеков, 1982) удобно измерять количеством сменившихся поколений. Хроностратиграфическая шкала геологического времени образована последовательностью горных пород со стандартизированными точками, выбранными в разрезах с максимально полными сохранившимися пограничными областями (Харленд и др., 1985). Для стратиграфии, базирующейся на палеобиологической основе, длительности геологических эпох Земли могут измеряться вертикальной толщиной слоев, в которых встречаются организмы ископаемых видов (Симаков, 1977).

В модели психологического времени (Головаха, Кроник, 1984) длительности промежутков между значимыми для личности событиями измеряются количеством межсобытийных связей.

L-компонент теории представляет собой формулировку закона изменчивости, выделяющую реальное обобщенное движение объектов в пространстве состояний из всех возможных движений (термин "обобщенное движение" употреблен как синоним изменчивости объектов).

В механике, теории поля такой закон чаще всего имеет вид "уравнений движения", которые являются постулатами теории, например, уравнения Ньютона для движений макрообъектов с небольшими скоростями и в несильных полях или уравнения Шредингера в нереле-

лятивистской квантовой механике, уравнения Максвелла, Эйнштейна, Дирака и т.д. Закон может быть сформулирован не в виде уравнений, а, скажем, в форме экстремального принципа, например, принципа минимального действия (реальная траектория, для которой интеграл по времени от разности кинетической и потенциальной энергий минимален). Формулировки закона изменчивости в виде уравнений движения и в виде экстремальных принципов равносильны. Для “вывода” функционалов, используемых в экстремальных принципах, нередко привлекают соображения, основанные на принципах инвариантности пространственно-временных или полевых переменных.

Если известен вид функционала действия исследуемой системы, то динамические уравнения, (например в квантовой механике), могут быть получены методом Фейнмана (Feynman, Hibbs, 1965) с помощью интегрирования по траекториям. Принцип наименьшего действия оказывается частным случаем принципа Фейнмана.

Нетрадиционный способ получения законов изменчивости, в частности, и в форме уравнений движения Ньютона, Дирака, возникает в теории физических структур и бинарной геометрофизике (Кулаков и др., 1992; см. также главу Ю.С.Владимирова в настоящей книге). Формально законы выглядят как требование равенства нулю специально сконструированного определителя Грама.

Для многих областей естествознания (в частности, в приводившихся примерах для теории ядра, эмбриогенеза, экологии) формулировка законов изменчивости составляет цель построения теории. Эта цель недостижима без корректного решения классов проблем, составляющих разработку O -, C -, S - и T -компонентов теории. В методологии естествознания наименее разработаны C - и T -компоненты. Существует тесная взаимосвязь между выбором этих компонентов и способом получения L -компонента. По А.А.Шарову (см. главу настоящей книги), закон движения это есть описание изменчивости исследуемого объекта с помощью изменчивости эталонных часов, поэтому от степени адекватности выбора часов исследуемым процессам может зависеть способность обнаружить закон изменчивости. Законы движения влияют на способы измерения времени в тех областях, где T - и L -компоненты теории согласованы (Время и современная физика, 1970), например: одновременность двух событий или порядок их следования, равенство двух длительностей должны определяться таким образом, чтобы формулировка естественных законов была бы настолько простой, насколько это возможно (Poincare, 1898).

По-видимому, трудности получения уравнений движения во многих областях науки связаны как раз с несогласованностью физических способов измерения времени с нефизической природой исследуемых закономерностей.

Наконец, I -компонент теории составляет набор интерпретирующих процедур. Во-первых, это процедура сопоставления формальным, как правило, математическим конструкциям теории абстрактных понятий предметной реальности, во-вторых, — правила соотнесения предметных понятий с экспериментально измеряемыми величинами.

Так, аппарат квантовой механики в качестве формальных объектов работает с комплекснозначными волновыми функциями и действующими на них операторами. Переход к понятиям макрофизической реальности осуществляется постулируемыми правилами: квадрат волновой функции есть вероятность обнаружить микрочастицы в определенной точке пространства и времени, а собственное значение оператора есть количественное значение соответствующей физической характеристики. Для наблюдения вероятностных распределений требуются, например, интерференционные эксперименты с прохождением частиц через препятствия. Энергетические характеристики атома определяются через расстояние между спектральными линиями в экспериментах по испусканию или поглощению излучения атомами.

I-компонент — обязательная составная часть теории. Именно интерпретирующие процедуры превращают формальную теоретическую схему в науку о реальности. Возможности развития *I*-компонента теории, особенно в части экспериментальных идентификаций, зависят не только, а порою не столько от достоинств теоретической схемы и ее создателей, сколько от “суммы технологий”, достигнутой всей цивилизацией.

Гипотезе Демокрита об атомном строении вещества понадобились тысячелетия, чтобы превратиться в верифицированную теорию.

Огромный накопленный опыт рентгеноструктурного анализа оказался необходимым, чтобы гипотеза о дискретном наследственном веществе почти через сто лет после возникновения оформилась в конструктивную модель двойной спирали дезоксирибонуклеиновой кислоты.

Интерпретационные процедуры крайне неоднозначны. Разработка *I*-компонента часто оказывается наиболее трудным и самым уязвимым этапом создания работающей теории.

§3. Основные задачи изучения времени

Содержательное решение теоретических и практических вопросов, связанных с изучением времени, невозможно, пока время остается среди неопределяемых базовых представлений науки. В нынешней научной парадигме феномен времени имплицитно содержится в объяснении практически всех проявлений бытия. В научном естествознании, по-видимому, не хватает сущностей и (или?) элементов понятийного аппарата, чтобы существование времени было объяснено с их помощью. Основная задача изучения времени, по-моему, состоит в том, чтобы создать явную конструкцию времени, которая дала бы язык, достаточно богатый для обсуждения интуитивных представлений о времени у исследователей различных областей реальности. В настоящий момент главное в поставленной проблеме — понять, что она существует.

Нетривиальность такого понимания на примере генетического кода подчеркнул М.Ичас (1971, с.23): “Самым трудным в “проблеме кода” было понять, что код существует. На это потребовалось целое столетие”.

Работа по созданию конструкции времени, удовлетворяющей широкому кругу запросов, по-видимому, еще не завершена. Подытоживая точки зрения исследователей времени, основатель Международного общества по изучению времени Дж.Т.Фрейзер полон оптимизма: “Не существует всеми признанной универсальной конструкции времени, которая могла бы объединить множество точек зрения на природу времени и направить исследовательские работы. Видимо, невозможно рассматривать физические, биологические, психологические, исторические, литературные и философские концепции времени с единой точки зрения. Все же обзор темпорологической литературы не оставляет нас в полной безнадежности, скорее вызывает ощущение того, что исследователи еще не полностью проанализировали неумещающийся поток данных. Несомненно, есть универсальные истины, которые будут открыты; должна быть конструкция, скрытая среди множества фактов, выводов и предположений” (Fraser, 1981, p. 14; перевод О.В.Маркова).

Представления о времени тесно взаимосвязаны с понятиями движения, пространства, взаимодействия, энергии, энтропии... И конструкция времени должна быть согласована с конструкциями этих и многих других общенаучных понятий. Замена постулата времени в понятийном фундаменте естествознания повлечет существенное переосмысление всего концептуального каркаса науки. Опыт науки показывает, что, несмотря на сложность задачи, переделывания понятийного базиса отдельных дисциплин нередки.

Со времени выхода работ Г.Кантора до 60—70-х годов нашего столетия теория множеств рассматривалась как базис современной математики (см. трактат “Начала математики” Н.Бурбаки, 1965). Исключительно важное для математики понятие отображения конструируется в теории множеств из неопределяемых понятий, таких, как элемент, множество, упорядоченная пара и др. В последние десятилетия в математической литературе все чаще появляется ориентация на теорию категорий и функторов в качестве концептуального базиса математики. В теории категорий морфизмы (аналоги отображений) с необходимыми свойствами ассоциативной композиции появляются аксиоматически как исходные неопределяемые понятия. Теория категорий позволяет уже конструировать, а не постулировать категории множеств, состоящих из аналогов элементов. Подход с точки зрения категорий позволяет очень естественно формулировать понятие математической структуры. Язык теории категорий, возможно, более чем язык теории множеств, адекватен проблемам естествознания.

§4. Свойства и проблемы времени

По-видимому, возможны различные варианты конструкции времени. Каковы критерии работоспособности создаваемых конструкций? Предлагается проблемный подход к ревизии разрабатываемых моделей: чтобы быть принятой, разработка должна описывать определенные свойства времени, решать заданный круг проблем времени и по возможности

давать ключ к выводу законов изменчивости природных объектов или открывать путь к экспериментальному изучению времени.

Априорный выбор верифицирующих критериев зависит, конечно, от интуитивных установок относительно содержания феномена времени. Предлагаю читателю набор свойств и проблем времени, выдвинутый инициативной группой общемосковского междисциплинарного Семинара по изучению проблем времени в естествознании (М.А. Аркадьев, А.Д. Арманд, В.А. Володин, А.А. Кроник, А.П. Левич, Г.Е. Михайловский, В.М. Сарычев, Д.А. Черепанов, А.А. Шаров).

Свойства времени:

- Универсально время или специфично для различных систем? В последнем случае, какой смысл вкладывается в представление о специфичности естественно-научных времен, например, биологического, геологического, физического и др.? Как соподчиняются и согласуются неуниверсальные времена отдельных систем?

- Дискретно или непрерывно время?

- Однородно или качественно дифференцировано?

- Обратимо или однонаправлено?

- Ограничено или беспредельно?

- Какова размерность времени?

- Как описывать неравномерность хода собственного времени систем?

Статус времени:

- Время — это реалья или конвенция?

- Время — это субстанция или реляция?

- Зависит ли время от материи? Или, другими словами, “требует ли изменчивость особой внешней причины или является следствием внутренней независимой активности материи” (Пригожин, Стенгерс, 1986, с.362)?

Эта проблема может быть поставлена и иначе. М.А. Аркадьев объединяет понятия материи и времени, говоря, что, изучая Мир, мы изучаем “материю-время”. Объединение этих понятий в одно оправдывается фундаментальным фактом — материя не дана нам вне имманентной ей процессуальности, а процессуальность, или изменчивость, в рамках естественных наук не дана вне материи.

- Как естественные системы “организуют” или “производят” время?

Проблемы времени:

- Каково происхождение становления или течения времени? В чем причина изменчивости Мира? Почему невозможен Мир во всем постоянный?

- “Почему все события в Мире не происходят одновременно” (Уитроу, 1964, с.352)? Откуда берется последовательность событий? Почему за любым моментом обязательно наступает следующий?

- Почему наступающий момент единствен? Чем определяется линейная упорядоченность событий?

- Возможно ли вневременное бытие?

Замечу, что эта проблема имеет прямое отношение к конструкциям времени: “Сделаем небольшой экскурс в гносеологию. Спросим себя, что доступно непосредственному наблюдению? Оказывается, это не предмет, а границы предметов. Мы видим воду моря, небо над землей, ибо они граничат с берегами, воздухом, горами. Но пелагические рыбы могли бы догадаться о существовании воды только будучи выловлены и вытянуты на воздух. Так, мы знаем, что как категория время есть, но не видя его границ, не имеем возможности дать времени общепонятное определение. И чем сильнее контраст, тем яснее для нас предметы, которые мы не видим, а додумываем...” (Гумилев, 1979, с.41).

- Почему все сущее брэнно?

- Как связаны время и причинность?

По мнению Д.А.Черепанова, естествознание, тяготеющее к идеальным представлениям классической физики, рассматривает все процессы как детерминированные, тем самым из научной картины Мира удаляется становление, возникновение нового. Время поэтому выступает только как параметр, характеризующий последовательность однозначно связанных, друг из друга вытекающих событий. Развитие естественных наук привело, однако, к осознанию, что такое представление о причинности и времени не более чем удобная идеализация, что в природе действительно происходит становление нового, что наше интуитивное ощущение качественного различия прошлого и будущего, особой выделенности момента настоящего должно быть явно введено в научное описание. К такому пересмотру “ньютонского” времени внутренне готовы квантовая механика и теория относительности, статистическая физика и теория информации, теоретическая биология и геология. Очевидно, что осуществить конструктивный переход к новому понятию времени крайне нелегко, но даже негативный результат — определение возможных границ детерминистического описания действительности — был бы чрезвычайно полезным для дальнейшего развития естествознания. Примером такого изменения наших представлений о соотношении причинности и случайности может быть бурное развитие неравновесной статистической физики и нелинейной термодинамики (Пригожин, 1994). Таким образом, изучение времени имеет одним из своих аспектов пересмотр классических представлений о причинности.

- Каким образом время входит в понятийный базис естествознания? А именно, как время связано с иными фундаментальными конструкциями естествознания, например с пространством, движением, уровнями строения материи, жизнью, энергией, массой, энтропией, взаимодействием и др.?

По сути, задумываясь о дефиниции или природе времени, мы обязаны выстраивать заново всю картину Мира. Вот что по этому поводу писал (частная переписка) один из наи-

более глубоких исследователей времени естествознания, наш современник С.В.Мейен (см. главу А.А.Шарова в настоящей книге): “Каждый раз, когда я читаю слова “что такое” или “что есть”, у меня возникает вопрос: что означают эти слова? Какой ответ хочет получить человек в ответ на них? Просто определение? Но в отношении философских категорий и естественных таксонов определения невозможны. У меня есть сильное подозрение, что по отношению к содержательным понятиям ответ на вопрос “что есть” означает изложение крупного фрагмента мироздания (мироощущения и др.) с помещением характеризуемого объекта в этот фрагмент. Так, нельзя дать определения Луне, подсолнечнику, силе тяжести и т.д. Надо изложить куски астрономии, ботаники, физики и вложить в эти куски соответствующие понятия, указать их место. То же и со временем. Чтобы ответить на вопрос, что такое время, надо излагать кусок мировоззрения (общего, специально научного и др.) и поместить время в нем”.

Ю.С.Владимиров (1982) следующим образом обрисовывает альтернативные концепции построения физической картины Мира:

- Общепринятая концепция предполагает элементарность трех физических категорий: пространства-времени, физических полей — переносчиков взаимодействий и частиц материи.

- Сугубо геометрическая концепция, основанная на понимании пространственно-временного многообразия как субстанции, из которой в виде проявления некоторых геометрических или топологических свойств формулируются все виды материи. В наиболее экстремальной форме этот подход провозглашен школой Уилера (1962): построение “материи без материи”, “зарядов без зарядов” и т.д., т.е. в геометрической концепции в качестве элементарных сущностей присутствуют пространство–время и переносчики взаимодействий, а частицы с ненулевой массой покоя должны стать конструктом теории.

- Согласно концепции, точнее теории, прямого межчастичного взаимодействия постулируются пространство-время и частицы, которые взаимодействуют друг с другом не через поле, а непосредственно. Категория поля переносчиков взаимодействия в этой теории носит произвольный характер.

- Имеет право на существование и четвертая концепция, в которой в качестве элементарных категорий выбираются частицы и переносчики взаимодействий, а пространственно-временные отношения должны возникать как следствие из этих двух элементарных категорий. В работе 1992 г. (Кулаков и др., 1992, с.142 — 147) Ю.С.Владимиров описывает уже десять исследовательских программ, отличающиеся наборами исходных физических сущностей.

- Как соотносятся в системах их “координатное” время (серия “раньше — позже”) с “собственным” временем (серия “прошлое — настоящее — будущее”)?

- Что определяет различия “собственных” времен систем и процессов (времена существования, релаксации, развития...)?

Само собой разумеется, что предложенные списки не исчерпывают ни мыслимых свойств, ни возможных проблем времени. Любопытный читатель в поисках полноты картины должен обратиться к фундаментальным руководствам Дж.Уитроу (1964), Ю.Б.Молчанова (1977; 1990), Дж.Фрейзера (Fraser, 1990), В.П.Казарян (1980) и К.В.Симакова (1994). Ну, а сами проблемы бросают вызов естествоиспытателям: какая конструкция времени сможет их разрешить?

ЛИТЕРАТУРА

- АБАКУМОВ В.А. Длина и частота поколений // Тр. ВНИРО. 1969. Т.67. С.344 — 356.
- АКЧУРИН И.А. Единство естественно-научного знания. М., 1974.
- АЛЕКСЕЕВ В.П. Вектор времени в таксономическом континууме // Вопр. антропологии. 1975. Вып.49. С.65 — 77.
- БЕРГСОН А. Длительность и одновременность. Спб., 1923.
- БУРБАКИ Н. Теория множеств. М., 1965.
- БЭР К. Какой взгляд на живую природу правильный и как применять этот взгляд к энтомологии. Речь, говоренная при открытии Русского энтомологического общества в октябре 1860 г. // Зап. Русск. энтомологического о-ва. 1861. №1. С.1 — 39.
- ВЕРНАДСКИЙ В.И. Размышления натуралиста. Пространство и время в живой и неживой природе. М., 1975.
- ВРЕМЯ И СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА. Под ред. Дж.Ригала. М., 1970.
- ГОЛОВАХА Е.И., КРОНИК А.А. Психологическое время личности. Киев, 1984.
- ГУМИЛЕВ Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. Вып.1. 1979. Деп. ВИНТИ, №1001 — 79.
- ДЕТЛАФ Т.А., ДЕТЛАФ А.А. Безразмерные критерии как метод количественной характеристики развития животных // Математическая биология развития. М., 1982. С.25 — 39.
- ЕГАНОВА И.А. Аналитический обзор идей и экспериментов современной хроногеометрии. Новосибирск. 1984. Деп. ВИНТИ, №6423 — 84.
- ИЧАС М. Генетический код. М., 1971.
- КАЗАРЯН В.П. Понятие времени в структуре научного знания. М., 1980.
- КОЗЫРЕВ Н.А. Время как физическое явление // Моделирование и прогнозирование в биоэкологии. Рига, 1982. С.59 — 72.
- КОЗЫРЕВ Н.А. Избранные труды. Л., 1991.

- КОНДРАШИНА Е.Ю., ЛИТВИНЦЕВА Л.В., ПОСПЕЛОВ Д.А. Представление знаний о времени и пространстве интеллектуальных систем. М., 1989.
- КУЛАКОВ Ю.И. Время как физическая структура // Развитие учения о времени в геологии. Киев, 1982. С.126 — 150.
- КУЛАКОВ Ю.И., ВЛАДИМИРОВ Ю.С., КАРНАУХОВ А.В. Введение в теорию физических структур и бинарную геометрофизику. М., 1992.
- МАРКОВ К.К. Пространство и время в географии // Природа. 1965. №5.
- МАУРИНЬ А.М. Становление концепции биотемпорализма // Темпоральные аспекты моделирования и прогнозирования в экологии. Рига. 1986. С.3 — 30.
- МЕЙЕН С.В. Понятия времени и типология объектов (на примере геологии и биологии) // Диалектика в науках о природе и человеке. М., 1983. С.311 — 317.
- МОЛЧАНОВ Ю.Б. Четыре концепции времени в философии и физике. М., 1977.
- МОЛЧАНОВ Ю.Б. Проблема времени в современной науке. М., 1990.
- ОНОПРИЕНКО В.И., СИМАКОВ К.В., ДМИТРИЕВ А.Н. Методология и понятийный базис геохронологии. Киев, 1984.
- ПИРАГАС К.А. Экспериментальные основы общей теории относительности (обзор). Киев, 1971.
- ПРИГОЖИН И. От существующего к возникающему. М., 1985.
- ПРИГОЖИН И., СТЕНГЕРС И. Порядок из хаоса. М., 1986.
- ПРИГОЖИН И., СТЕНГЕРС И. Время, хаос, квант. М., 1994.
- РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О ВРЕМЕНИ В ГЕОЛОГИИ. Киев, 1982.
- РЫЧКОВ Ю.Г. Пространство и время в геногеографии // Вестн. АМН СССР. 1984. №7. С.11 — 16.
- СВИРИЖЕВ Ю.М., ПАСЕКОВ В.П. Основы математической генетики. М., 1982.
- СИМАКОВ К.В. Теоретические основы подразделения геологического времени // Геология и геофизика. 1977. №4. С.49 — 57.

- СИМАКОВ К.В. К проблеме естественно-научного определения времени. Магадан, 1994.
- ТОФЛЕР О. Столкновение с будущим // Иностранная литература. 1972. №3. С.228 — 249.
- УИТРОУ Дж. Естественная философия времени. М., 1964.
- ФЛЕЙШМАН Б.С. Темпорально-биологический “закон логарифма” как следствие общесистемного гиперболического закона надежности регенерирующих систем // Темпоральные аспекты моделирования и прогнозирования в экологии. Рига. 1986. С.85 — 97.
- ФРИДМАН А.А. Мир как пространство и время. М., 1965.
- ХАРЛЕНД У.Б., КОКС А.В., ЛЛЕВЕЛЛИН П.Г., ПИКТОН К.А.Г., СМИТ А.Г., УОЛТЕРС Р. Шкала геологического времени. М., 1985.
- ЭЙНШТЕЙН А. К электродинамике движущихся тел // Собрание научных трудов. Т.1. М., 1965. С.7 — 35.
- BACKMAN G. Wachstum und Organische Zeit. Leipzig, 1943.
- DOOB G.W. Pattering of Time. London, 1971.
- FALLER J.E., HOLLANDER W.J., NELSON P.G., MCHUGH M.P. Gyroscope-weighing experiment with a null result // Phys. Rev. Lett. 1990. V. 64, №8. P.825 — 826.
- FEYNMAN R.P., HIBBS A.R. Quantum Mechanios and Path Integrals. N.Y., 1965.
- FRASER J.T. Of Time, Passion and Knowledge. Princeton, 1990.
- FRASER J.T. A Backward and Forward Alance // Study of Time IV. N.Y., 1981.
- HAYASAKA H., TAKEUCHI S. Anomalous weight reduction on a gyroscope’s right rotations around the vertical axis on the Earth // Phys. Rev. Lett. 1989. V. 63, №25. P.2701 — 2704.
- IMANISHI A., MARUYAMA K., MIDORIKAWA S., MORIMOTO T. Observation against the weight reduction of spinning gyroscopes // J. Phys. Soc. Jap. 1991. V.60, №4. P.1150 — 1152.
- NEEDHAM J. Science and Society in East and West. The Grand Titration. L., 1969.

- NEUMAYER M., PAULI C.M. Die Congerien und Paludinenchichten Slavonies und deren Faunen. Ein Beitrag zur Deszendens-Theories. D.K.K. geol. Reichsandstatt. Bd. 7. №3. Wien, 1875.
- NITSCHKE J.M., WILMARTH P.A. Null result for the weight change of a spinning gyroscope // Phys. Rev. Lett. 1990. V.64, №18. P.2115 — 2116.
- NOÛY L.P. Biological Time. London, 1936.
- POINCARÉ H. La Mesure du Temps // Revue de Metaphysique et de Morale. 1898. T.6. P.1 — 13 (см. кн.: Принцип относительности. М., 1973. С.12 — 21).
- QUINN T.J., PICARD A. The mass of spinning rotors: no dependence on speed or sense of rotation // Nature. 1990. V.343, №6260. P.81 — 94.
- ROSEN R. Anticipatory Systems in Retrospect and Prospect // General Systems Yearbook. 1980. №24. P.11 — 23.
- STUDY OF TIME I. Proc. 1th Conference of the International Society for the Study of Time. N.Y., 1972.
- STUDY OF TIME II. Proc. 2th Conference of the International Society for the Study of Time. N.Y., 1975.
- STUDY OF TIME III. Proc. 3th Conference of the International Society for the Study of Time. N.Y., 1978.
- STUDY OF TIME IV. Proc. 4th Conference of the International Society for the Study of Time. N.Y., 1981.