

О

ОДНОВРЕМЕННОСТЬ - существование разных событий в один и тот же момент времени.

В классической физике признавалась абсолютная одновременность событий, протекающих в сколь угодно удаленных друг от друга точках мирового пространства. Это означало, что все события мироздания однозначно делятся на прошедшие, настоящие и будущие.

Подобные представления оставались общепринятыми, пока не появилась позитивистская идея о необходимости их экспериментальной проверки и обоснования. Анализ показал, что в их основе лежит только априорная уверенность в том, что одновременными являются те события, которые могут быть охвачены единым актом сознания. В реальной действительности абсолютная одновременность и однозначное деление всех событий на прошедшие, настоящие и будущие оказываются эмпирически достоверными только при условии, что взаимодействие и обмен информацией между событиями происходит с бесконечной скоростью. При любых конечных скоростях взаимодействия требование эмпирической проверяемости временных отношений между событиями приводит к появлению класса событий, между которыми не существует отношения "раньше (позже), чем", и характер временных отношений между ними оказывается неопределенным.

В специальной теории относительности (СТО) одновременные пространственно удаленные друг от друга события выявляются в ходе синхронизации связанных с этими событиями часов. Предложенная А. Пуанкаре и использованная А. Эйнштейном при разработке СТО процедура синхронизации пространственно удаленных друг от друга часов сводится к следующему.

Пусть в точке А имеются некоторые часы и "точно такие же часы" имеются в точке В. Тогда наблюдатели в точках А и В будут фиксировать события в "А-времени" и "В-времени"... Общее для точек А и В время, считает А. Эйнштейн, можно установить, если ввести определение, что "время", необходимое для прохождения света из А в В, равно "времени", требуемому для прохождения света из В в А /Эйнштейн, СНТ, т. 1, с. 9/. Пусть в момент t_A по "А-времени" луч света выходит из А в В, отражается в момент t_B по "В-времени" от В к А и возвращается назад в А в момент t'_A по "А-времени".

При этих условиях практически добиться того, чтобы часы в точках А и В показывали одно и то же время, можно следующим образом. Пусть между наблюдателями, находящимися в точках А и В, имеется договоренность о том, что наблюдатель в точке В в момент отражения сигнала от В к А выставляет на своих часах заранее договоренное с наблюдателем точки А показание, например, 00 часов, 00 минут, 00 секунд. В этом случае наблюдатель в точке А знает, что часы в точке В в момент $(t'_A - t_A)/2$ по часам точки А показывают 00 часов, 00 минут, 00 секунд, и может соответствующим образом скорректировать показания своих часов. В современной физике предполагается, что одинаковым образом изготовленные и синхронизированные между собой часы, находясь в разных точках инерциальной системы отсчета, будут неограниченно долго показывать одинаковое время.

Именно такой смысл вкладывает А. Эйнштейн в понятие «одновременность». Вполне естественно, что если указанным выше образом синхронизировать часы во всех точках инерциальной системы отсчета, то все они будут одновременно показывать одно и то же время, и мы введем некоторый аналог абсолютного времени, в котором существует "абсолютная одновременность" (одни и те же показания часов) и однозначное деление всех событий на прошедшие, настоящие и будущие. Однако подобная "одновременность" событий в масштабах всей инерциальной системы не имеет в физическом мире практиче-

ского значения, поскольку при таком способе разграничения всех событий на прошедшие, настоящие и будущие далеко не для всех событий разнесенность их в разные времена означает возможность установления однозначных причинно-следственных связей между ними. Так, например, все события, которые имели место в точке А в период, начиная с момента посылки светового сигнала в точку В и до возвращения в точку А отраженного сигнала, не могут иметь причинно-следственных связей с событиями, которые имели место в точке В в момент отражения пришедшего из точки А светового сигнала.

В литературе, посвященной философским проблемам теории относительности, понятие “одновременность” получило более широкое толкование, а именно как совокупность таких событий, между которыми не может быть причинно-следственных связей, а следовательно и однозначных временных отношений, если временные отношения между событиями связывать с реальными или, по крайней мере, потенциально возможными между ними причинно-следственными связями. При таком причинном определении временной последовательности событий все те события, между которыми не могут существовать материальные взаимодействия, можно рассматривать как релятивистский аналог “всемирной одновременности ньютоновской физики”¹ и называть либо “квазиодновременными”², либо “топологически одновременными”³. Учитывая это, **одновременность**, определенную как *одинаковые показания синхронизированных между собой часов*, можно назвать **“формальной одновременностью”**.

В физическом мире “формальная одновременность” не имеет физического смысла. Совершенно иначе обстоит дело в живом организме, в котором каждая клетка содержит копию одной и той же генетической программы, и если эта программа закодирована в единицах метаболического времени, то при существовании формальной одновременности все клетки организма могут точно одновременно совершать те или иные акты при условии, что счет единиц биологического времени ведется непрерывно с самого начала эмбрионального развития организма.

Фрагмент книги: **Хасанов И.А.** Время: природа, равномерность, измерение. – М.: Прогресс-традиция, 2001, с. 213-216.

Лит. **Грюнбаум А.** Философские проблемы пространства и времени. - М.: Прогресс, 1969. - 590 с.

Уитроу Дж. Естественная философия времени. - М.: Прогресс, 1964.- 431 с.

Фок В.Ф. Теория пространства, времени и тяготения /Изд. 2-е, доп. - М.: Физматгиз, 1961.

Ильгиз А. Хасанов

ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ РАВНОМЕРНОСТИ ВРЕМЕНИ - По глубокому убеждению философов и естествоиспытателей разных эпох, равномерность представляет собой одно из фундаментальных абсолютных свойств времени.

Аристотель считал, что равномерность настолько общеизвестное и самоочевидное свойство времени, что указание на него является веским аргументом при доказательстве истинности тезиса: “время не есть движение”⁴.

Согласно Плотину, равномерность является естественным свойством тех движений, при помощи которых мы измеряем время /Эннеады, III, 7,9; III, 7, 12/.

И. Ньютон постулирует равномерность длительности как общеизвестное и самоочевидное свойство в своем знаменитом определении абсолютного времени /Ньютон, 1989, с. 30/.

Тезис о том, что равномерность есть фундаментальное свойство времени, не оспаривается и современными исследователями, хотя при этом иногда указывается на противоречивость представлений о равномерности времени. Характерны в этом

1 **Уитроу Дж.** Естественная философия времени. – М.: Прогресс, 1964, с. 389.

2 **Фок В.Ф.** Теория пространства, времени и тяготения /Изд. 2-е, доп. - М.: Физматгиз, 1961, с. 52.

3 **Грюнбаум А.** Философские проблемы пространства и времени. – М.: Прогресс, 1969, с. 44-48, 435-505.

4 См.: «АРИСТОТЕЛЕВСКОЕ УЧЕНИЕ О ВРЕМЕНИ КАК МЕРЕ ДВИЖЕНИЯ».

отношении рассуждения М.Д. Ахундова о парадоксальности ньютоновского абсолютного времени, которое «по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно, и иначе называется длительностью». /Ньютон/. Во-первых, пишет Ахундов, само рассмотрение *течения* времени уже есть представление времени как процесса во времени, а во-вторых, «трудно принять утверждение о равномерном течении времени, ибо это предполагает нечто, контролирующее скорость потока времени. Если же время рассматривается "без всякого отношения к чему-либо внешнему", то какой смысл может иметь предположение, что оно течет неравномерно?»⁵.

Хотя в наши дни редко в явном виде отстаивается ньютоновская идея о равномерности как об имманентном свойстве самой длительности, тем не менее эта идея неявно сохраняется в широко распространенном представлении о том, что все процессы можно однозначно (по крайней мере, в пределах данной системы отсчета и с определенной степенью точности) разделить на равномерные и неравномерные.

Но мы не можем непосредственно сравнивать следующие друг за другом во временной последовательности интервалы длительности и таким образом определять их равенство или неравенство. Поэтому для определения равенства интервалов длительности необходимо иметь равномерный или строго периодический процесс. Равномерный процесс – это процесс, который за равные интервалы длительности изменяется одинаковым образом. Но поскольку мы не можем определять равенство или неравенство интервалов длительности без обращения к равномерным процессам, то для их выделения необходимо найти такой критерий равномерности, который не предполагал бы умения определять равенство или неравенство интервалов длительности. Именно такой критерий равномерности предложил д'Аламбер⁶. Он заметил, что «если несколько тел движутся таким образом, что пути, проходимые ими за одно и то же время, всегда находятся (точно или приближенно) в одном и том же отношении друг к другу, то считают движение этих тел равномерным или по меньшей мере весьма близким к равномерному»⁷. И далее д'Аламбер следующим образом поясняет эту мысль.

Пусть мы имеем равномерно движущееся тело А, которое за произвольно взятый промежуток времени Т проходит путь Е, а другое тело В, которое также движется равномерно, за тот же промежуток времени проходит расстояние е. «Тогда независимо от того, одновременно ли начали двигаться эти два тела или нет, отношение Е к е будет всегда одним и тем же. И этим свойством обладает лишь равномерное движение» /Там же, с.47/.

Однако нетрудно заметить, что если все равномерные движения одновременно (независимо от того, когда началось то или иное движение) ускоряются или замедляются по одному и тому же закону, то и числитель, и знаменатель отношения Е/е будут умножаться на одну и ту же (постоянную или переменную) величину и отношение останется неизменным (разумеется, при вполне естественном предположении, что рассматриваемые коэффициенты ускорения или замедления движения не обращаются в нуль).

⁵ Ахундов М.Д. Методологические основы ньютоновской теории пространства и времени // Физическая наука и философия. - М.: Наука, 1973, с. 338.

⁶ Д'Аламбер (D'Alembert) Жан Лерон (1717-1783) – французский математик, механик и философ, иностранный почетный чл. Петербургской АН (1764), чл. Парижской АН (1741), Французской академии (1754) и др. академий. С 1751 по 1757 г вместе с Д. Дидро работал над созданием «Энциклопедии наук, искусств и ремесел». Впервые сформулировал (1743) общие правила составления дифференциальных уравнений движения любых материальных систем, сведя задачи динамики к статике. Основные математические труды Д. относятся к теории дифференциальных уравнений. В астрономии Д. обосновал теорию возмущений планет и первым строго объяснил теорию предвращения равноденствия и нутации. Из философских работ наиболее важное значение имеют вступительная статья к «Энциклопедии» «Очерк происхождения и развития наук» (1751), в которой дана классификация наук, и «Элементы философии» (1759).

⁷ Даламбер Ж. Динамика. - М.-Л., 1950, с. 47.

Действительно, если два тела, движущиеся с постоянными скоростями a и b , начнут синхронно и пропорционально изменять свои скорости с некоторым переменным во времени коэффициентом $K(t)$ и таким образом их скорости станут переменными величинами $a * K(t)$ и $b * K(t)$, то движения этих тел не перестанут удовлетворять критерию равномерности д'Аламбера, поскольку отношение расстояний, пройденных этими телами за один и тот же произвольно взятый интервал длительности $\Delta t = t_2 - t_1$ (при $t_2 \neq t_1$ и $K(t)$, не равном нулю ни при каких значениях t), будет константой:

$$\frac{\int_{t_1}^{t_2} a * K(t) * dt}{\int_{t_1}^{t_2} b * K(t) * dt} = \frac{a * \int_{t_1}^{t_2} K(t) * dt}{b * \int_{t_1}^{t_2} K(t) * dt} = \frac{a}{b} = Const$$

Таким образом, критерий равномерности д'Аламбера позволяет устанавливать лишь соравномерность сравниваемых между собой движений, а не их абсолютную равномерность. Поскольку коэффициент $K(t)$ в общем случае может быть стохастической функцией времени (t), то разные классы соравномерных процессов могут быть взаимно стохастичными.

Не позволяют установить "абсолютную равномерность" и два других предлагаемых д'Аламбером критерия равномерности.

Согласно одному из них, «...движение тела можно считать приближенно равномерным в том случае, если тело проходит одинаковые пути за такие промежутки времени, которые мы можем считать одинаковыми. Промежутки же времени мы можем считать одинаковыми в том случае, если многократные наблюдения показывают, что в течение их происходят одинаковые события, которые можно считать длящимися одинаково. Так, мы можем считать, что из одной и той же клепсидры вода вытекает всякий раз за одно и то же время» /Там же, с.47/.

Для того чтобы применять этот критерий равномерности, надо быть уверенным, что существуют процессы, протекающие всякий раз одинаково, при помощи которых можно отождествлять удаленные друг от друга (во времени) временные интервалы. Однако вывод о том, что данный процесс всякий раз протекает одинаково, опирается на наш повседневный опыт и основан, в конечном итоге, на сравнении этого процесса с другими. Но какова гарантия того, что сравниваемые процессы не связаны между собой какими-либо не известными нам фундаментальными законами природы и не входят в один и тот же класс соравномерных процессов?

Аналогичное возражение можно высказать и по отношению к третьему критерию равномерности, согласно которому «...движение можно считать приближенно равномерным, когда мы вправе полагать, что действие ускоряющей или замедляющей причины - если таковая имеется, - может быть только неощутимой» /Там же, с.47/.

Однако, в общем случае, о наличии или отсутствии подобных причин мы можем судить лишь по результатам их действия, т.е. по реальному ускорению или замедлению наблюдаемого движения или процесса, что также требует сопоставления исследуемых объектов с объектами, которые, по нашему мнению, либо не претерпевают никаких изменений, либо одинаковые изменения всякий раз длятся одинаково. Но все те причины, которые одинаково ускоряют или замедляют все сравниваемые процессы, останутся для нас "неощутимыми".

Выделить пригодные для измерения времени строго периодические процессы можно при помощи критерия строгой периодичности, предложенного Р. Карнапом⁸.

Обсуждая вопрос о способах измерения времени, Р. Карнап обращается к периодическим процессам, среди которых различает "слабые периодические процессы", такие, как выходы мистера Смита из дома, пульс человека и т.п., т.е. процессы, у которых периоды могут каким-то образом изменяться, и "сильные периодические процессы", у которых периоды сохраняются постоянными. Для измерения времени желательно было бы взять такой периодический процесс, периоды которого всегда оставались бы неизменными. Но если мы еще не умеем измерять время, то и не можем априори сказать, какие периодические процессы относятся к слабым, а какие - к сильным. С целью выделения последних Р. Карнап вводит понятие эквивалентности периодических процессов. Он пишет: «Если мы обнаружим, что некоторое число периодов процесса P всегда соответствует определенному числу периодов процесса P_1 , тогда мы говорим, что эти два периодических процесса эквивалентны»⁹.

Нетрудно заметить, что это условие эквивалентности периодических процессов тождественно первому условию равномерности д'Аламбера. Только в случае периодических процессов вместо пройденных путей E и e мы берем числа периодов P и P_1 и требуем, как и д'Аламбер, чтобы отношение этих величин, т.е. P/P_1 , оставалось постоянным на любых произвольных интервалах времени - Δt . Поэтому эквивалентные периодические процессы можно было бы назвать "равномерными периодическими процессами"¹⁰.

Общепринятый способ измерения времени Р. Карнап считает основным на том, что эмпирически выявлен большой класс эквивалентных периодических процессов, каждый из которых может быть использован для измерения времени. К этому классу относятся вращательные движения небесных тел, колебания маятников, движения балансирующих колесиков часов и др. При этом Р. Карнап замечает, что, «насколько мы знаем, существует только *один* обширный класс такого рода» /Там же, с.133. Выделено Р. Карнапом/. Если это замечание истинно и существует только один класс эквивалентных процессов (что соответствует утверждению Ж. д'Аламбера о существовании единственного класса равномерных движений), то должна существовать единственная метрика времени, связанная с этим единственным классом эквивалентных процессов. Вопрос об эквивалентности (или равномерности) тех или иных процессов оказывается правомочным

8 **КАРНАП** (Carnap) **Рудольф** (1891-1970) – немецко-американский философ и логик, один из основоположников логического позитивизма, специалист в области философии науки. Преподавал в Венском университете (1926-1931), в Германском университете в Праге (1931-1935). С 1935 г. в США проф. Чикагского университета (1936-1952) и Калифорнийского с 1954 г.

Вместе с другими членами Венского кружка принял участие в разработке неопозитивистской модели научного познания, признававшей основой научных знаний абсолютно достоверные протокольные предложения, к которым должны быть сводимы (верифицируемы) все остальные предложения науки. Предложения, не поддающиеся верификации, объявлялись не имеющими смысла и подлежащими устранению из научных знаний. Позднее Карнап отошел от первоначальных излишне жестких установок Венского кружка. Труды Карнапа способствовали развитию философии науки.

⁹ **Карнап Р.** Философские основания физики. - М.: Прогресс, 1971, с. 133.

¹⁰ Не все эквивалентные периодические процессы являются равномерными. Как отметил еще Г. Галилей, равномерным является лишь такое движение, «при котором расстояния, проходимые движущимся телом в любые равные промежутки времени, равны между собой» /Галилей, 1964, с. 234/. При этом Галилей подчеркивает слово "любые", замечая, что возможны такие движения, когда тело в некоторые определенные равные промежутки времени будет проходить равные расстояния, тогда как в равные же, но меньшие части этих промежутков пройденные расстояния не будут равны /Там же/.

С этой точки зрения, вращение Земли вокруг оси - это действительно равномерный и вместе с тем ритмический процесс, тогда как качание физического маятника не является равномерным движением, поскольку маятник на протяжении каждого периода дважды останавливается, а между этими остановками движется с переменной скоростью. Поэтому, говоря об эквивалентных периодических процессах как о равномерных, мы будем рассматривать их периоды как неделимые "кванты". Именно в этом смысле все эквивалентные периодические процессы будут одновременно и "равномерными".

лишь в том случае, когда мы имеем возможность сравнивать исследуемый процесс с другими процессами. Это наводит на мысль о том, что в принципе возможны различные группы соравномерных (или периодических эквивалентных) процессов, т.е. таких, которые в силу тех или иных причин (например, в силу подчинения общим законам, принадлежности единой целостной системе и т.д.) изменяются совершенно одинаковым образом; поэтому, сравнивая эти процессы друг с другом, мы должны будем убеждаться в том, что они "равномерны" (или "эквивалентны"). Но при сравнении друг с другом процессов, принадлежащих к разным группам соравномерных (или эквивалентных) процессов, мы будем обнаруживать, что они между собой не соравномерны (не эквивалентны). В этом случае должна появиться возможность (а в определенных ситуациях и необходимость) введения различных временных метрик.

Мнение д'Аламбера и последующих мыслителей о существовании одного единственного класса равномерных (и строго периодических) процессов связано, видимо, с тем, что время традиционно рассматривается как нечто универсальное и единое для всего Мироздания и для всех его областей, сфер и материальных систем. При таком понимании времени представляются безосновательными предположения о существовании столь универсальных сил, которые синхронно и с одним и тем же коэффициентом изменяли бы скорости течения всех материальных процессов Мироздания, и даже если подобные силы имели бы место, то их невозможно было бы выявить. При этом, однако, не учитывается возможность существования областей, сфер материального мира или материальных систем, в которых могут иметься универсальные силы или факторы, которые способны синхронно и с одним и тем же коэффициентом изменять течение всех процессов, в силу чего имевшие место в этом регионе равномерные процессы теряют свойство равномерности и становятся в общем случае стохастическими процессами. Это может иметь место в случаях, если все процессы данной области или данной материальной системы подчиняются единым законам или принадлежат одной и той же целостной системе и настолько тесно интегрированы, что ведут себя как единое целое, синхронно и одинаковым образом реагируя на все воздействия; или индуцированы одним и тем же фундаментальным движением и строго повторяют все изменения этого движения.

Таким образом, рассмотренные критерии равномерности и строгой периодичности основаны на сравнении между собой двух или более материальных процессов и позволяют выявить не абсолютно равномерные или строго периодические процессы, а лишь классы соравномерных процессов, в состав которых могут входить как монотонные соравномерные, так и созквивалентные периодические процессы.

Классы соравномерных процессов (КСП) в соответствующих областях материального мира задают специфические стандарты равномерности и могут служить источниками процессов, пригодных для идентификации «равных» или, точнее, конгруэнтных интервалов длительности и установления меры (*единицы измерения*) длительности. Использование по отношению к интервалам длительности математического термина «конгруэнтность» вместо термина «равенство», оправдано также и тем, что равенство интервалов длительности оказалось зависимым от типов движений разных классов соравномерных процессов, так же как равенство отрезков, углов, треугольников и других геометрических фигур и тел в элементарной геометрии от групп движений.

Лит.: Аристотель. Физика // Соч. в 4-х тт. Т. 3. - М.: Мысль, 1981. - 613 с.

Ахундов М.Д. Методологические основы ньютоновской теории пространства и времени // Физическая наука и философия. - М.: Наука, 1973, с. 335-340.

Грюнбаум А. Философские проблемы пространства и времени. - М.: Прогресс, 1969.

Даламбер Ж. Динамика. - М.-Л., 1950.

Р. Карнап. Философские основания физики. - М.: Прогресс, 1971, с. 133 (2-е изд. - М., 2003).

Ньютон И. Математические начала натуральной философии /Пер. с латинского и комментарии А.Н. Крылова: Репринтное воспроиз. изд. 1936 г. - М.: Наука, 1989. - 688 с.

Плотин. Сочинения. Плотин в русских переводах. - СПб: АЛЕТЕЙЯ при участии Греко-латинского кабинета (Москва), 1995.

И.А. Хасанов. Время: природа, равномерность, измерение. – М., 2001, гл. 2, § 1, с. 121-155.

И.А. Хасанов. Феномен времени. Ч. I. Объективное время. – М., 1998, гл. 3, с. 112-137.

Ильгиз А. Хасанов

ОТРЕЗОК ВРЕМЕНИ – закрытый промежуток длительности, включающий в себя конечные мгновения M_1 и M_2 , обозначаемый $[M_1, M_2]$.

Ильгиз А. Хасанов