

**РАВНОМЕРНОСТЬ ВРЕМЕНИ.** - Начиная с Аристотеля, во все последующие времена одним из наиболее важных и фундаментальных свойств времени считалась и по сей день считается равномерность. Однако вплоть до возникновения классической механики не было сколь-либо серьезных попыток обосновать подобное представление. Даже в те далекие времена, когда еще не было механических часов, позволяющих практически измерять интервалы равномерного времени и неограниченно долго вести счет равных друг другу единиц измерения времени, и когда в повседневной практике вынуждены были пользоваться постоянно изменяющимися в течение года и в общем случае не равными друг другу "дневными" и "ночными" часами, мыслители проявляли удивительную уверенность в том, что истинное время на самом деле течет равномерно.

Аристотель рассматривал равномерность в качестве важнейшего, наряду с общедоступностью и максимальной простотой, критерия при поисках движения, наиболее пригодного для измерения времени. Таким движением Аристотель считал суточное вращение небесной сферы, или "сферы неподвижных звезд".

С его точки зрения, равномерность - настолько общеизвестное и самоочевидное свойство времени, что указание на него является веским аргументом при доказательстве истинности тезиса: "время не есть движение". «Изменение и движение каждого [тела], - пишет Философ, - происходит только в нем самом или там, где случится быть самому движущемуся и изменяющемуся; время же равномерно везде и при всем. Далее, изменение может идти быстрее и медленнее, время же не может, так как медленное и быстрое определяется временем: быстрое есть далеко продвигающееся в течение малого времени, медленное же - мало [продвигающееся] в течение большого [времени]; время же не определяется временем ни в отношении количества, ни качества» /Физ,IV,10,218b10-15/.

Согласно данному утверждению, для определения большего и меньшего движения мы должны иметь возможность сравнивать, какое расстояние проходят движущиеся тела за равные или заведомо большие или меньшие по сравнению с данным отрезком времени интервалы, т.е. здесь предполагается, что мы априори умеем оценивать и сравнивать между собой различные интервалы времени. Это возможно только в том случае, если мы допускаем, что время всегда течет одинаково, т.е. равномерно, и что наши единицы измерения времени (например, полные сутки) каждый раз одинаковы по длительности.

Единственное, на чем основывается представление Аристотеля о равномерности времени, - это его интуитивная уверенность в том, что время - это нечто априори равномерное. И это не случайно. Дело в том, что, во-первых, невозможно непосредственно сравнивать между собой, как бы накладывая друг на друга, длительности таких естественных единиц измерения времени, как, например, длительности полных суток; во-вторых, во времена Аристотеля не существовало таких измерителей времени, как механические часы, которые достаточно долго сохраняли бы постоянство своего хода и таким образом давали бы возможность измерять и сравнивать между собой длительности отстоящих друг от друга интервалов времени.

Но проблема равномерности времени не снимается даже после появления механических часов, поскольку для определения постоянства или непостоянства их хода необхо-

димо или непосредственно сравнивать между собой следующие друг за другом отмериваемые ими единицы времени, что в принципе невозможно; или иметь некоторый заведомо равномерный стандарт измерения времени, но тогда проблема равномерности в полной мере переносится на этот стандарт; или, наконец, придумать какие-то особые критерии равномерности. Поэтому было бы тщетно искать у Аристотеля какое-либо обоснование равномерности времени, и, что бы ни думал сам Философ, единственным основанием представления о равномерности как о фундаментальном свойстве времени остается его интуитивная уверенность в том, что "время... равномерно везде и при всем".

Не преуспели в обосновании равномерности времени и более поздние мыслители. Например, ни у Плотина, ни у Аврелия Августина мы не найдем каких-либо попыток разъяснить это свойство времени. Согласно Плотину, равномерность является естественным и самоочевидным свойством тех движений, при помощи которых мы измеряем время /Эннеады, III, 7,9; III, 7, 12/. Что касается самого времени, то оно представляет собой равномерно развертывающуюся «в бесшумно наступающих изменениях» длину жизни души /III, 7, 12/. Точно так же и Аврелий Августин помещает время в душе и тем самым снимает проблему равномерности объективного времени.

Астрономы и философы-номиналисты позднего средневековья<sup>108</sup> продолжают рассматривать равномерность как одно из основных и самоочевидных свойств истинного времени. При определении движения, пригодного для измерения времени "в наиболее собственном смысле", средневековые последователи Аристотеля ради равномерности даже жертвуют таким его требованием к "мировым часам", как общедоступность для наблюдения ("наибольшая известность"), и признают в качестве такого движения вращение невидимой гипотетической "девятой" сферы. В результате происходит отделение равномерного времени от всех чувственно воспринимаемых движений и таким образом формируется идея абстрактного "математического времени", которое, в отличие от "времен", измеряемых при помощи чувственно воспринимаемых движений, протекает равномерно.

Однако средневековые перипатетики, хотя и оказались вынужденными обсуждать вопрос о множественности времен, тем не менее так же, как и Аристотель, не раскрыли природу равномерности "времени в наиболее собственном смысле" (т.е. времени "первого движения") и не смогли обосновать равномерность использования равномерного времени, отсчитываемого при помощи невидимой "девятой сферы", для измерения неравномерных земных движений. Как пишет В.П. Зубов, «позднейшее объяснение арабских мыслителей (Аверроэса), введившее новое произвольное допущение космологического порядка, а именно указание на причинную обусловленность всех "подлунных движений" движением "мировой сферы", также не было ответом на поставленный вопрос. Единственное, что, быть может, заслуживает внимания, это более четкое различие двух видов мер: время обращения мировой сферы есть "внутренняя" мера движения этой самой сферы, для всех же других движений время ее обращения есть "внешняя", или непосредственно не связанная, с ними мера (*mensura separata*)» /Зубов, 1960, с.35/. Нерешенным, по мнению Зубова, остался также вопрос о том, что гарантирует равномерность вращения небесной сферы.

Природа и критерии равномерности времени оставались невыясненными и во времена И. Ньютона.

Так, Джон Локк (1632-1704) считал, что понятия последовательности и продолжительности мы получаем не из наблюдений внешнего движения, а из рефлексии последовательной цепи идей, появляющихся друг за другом в нашем уме /Локк, т. 1, 1985, с.232/. Согласно Локку, цепь идей в уме человека имеет известную степень быстроты. Этот тезис обосновывается тем, что человек не воспринимает как слишком быстрые, так и слишком медленные движения. В первом случае события, слишком быстро следующие друг за другом, занимают время одной идеи и не могут быть различимы людьми. В случае же слиш-

<sup>108</sup> См. статью «*Аристотелевское учение о времени как мере движения*» в книге: Хасанов И.А. *Время как объективно-субъективный феномен*. Словарь. – М.: Прогресс-Традиция, 2011, с. 13-21.

ком медленных движений «...другие идеи наших собственных мыслей имеют... возможность проникать в наш ум между идеями, которые доставляет нашим чувствам движущееся тело...», и "*чувство движения исчезает*»/Там же, с. 235/ (Здесь и далее курсив автора. - И.Х.).

Следующим после приобретения идеи продолжительности естественным делом ума является «приобретение некоторой *меры* для этой общей *продолжительности*, по которой он мог бы судить о ее различной величине и рассматривать определенный порядок, в котором существуют вещи... Такое рассмотрение продолжительности как ограниченной известными периодами и обозначенной определенными мерами, или *эпохами*... и есть то, что мы называем собственно *временем*» /Там же, с.237-238/.

Итак, согласно Локку, время есть измеренная продолжительность. Причем хорошее измерение должно делить всю его продолжительность на равные периоды. Вместе с тем философ прекрасно понимает, что «*мерой продолжительности* может быть только продолжительность...» /Там же, с. 238/ и поэтому невозможно иметь «...какую-нибудь установленную неизменяемую меру продолжительности, состоящей в постоянной текучей последовательности, подобно тому, как мы имеем меры для измерения протяженных величин - дюймы, футы, ярды и т.д., раз отмеченные на прочном материале» /Там же/. Поэтому для измерения времени «может быть пригодно только то, что разделило всю величину его продолжительности на очевидно равные части постоянно повторяющимися периодами» /Там же/.

Такой наиболее подходящей мерой времени, считает Локк, являются вращения Солнца и Луны. Но в результате постоянного измерения времени при помощи этих движений люди стали думать, «будто движение и продолжительность измеряются одно другим, ибо при *измерении величины времени* люди привыкли к идеям минут, часов, дней, месяцев, лет и т.д. и о них начали думать всякий раз при упоминании о времени или продолжительности (а все эти отрезки времени измерялись движением небесных тел). Поэтому они стали склонны смешивать время и движение или по крайней мере думать, что они необходимо связаны друг с другом» /с.238/. На самом же деле, по Дж. Локку, время измеряется не самим движением Солнца, а его периодичностью, и поэтому для измерения времени не обязательно иметь какие-либо движения, а необходимо и достаточно иметь периодические процессы. «И если бы замерзание воды или цветение растения повторялись во всех частях света через равноотстоящие периоды, то они служили бы людям для счета лет так же хорошо, как и движение Солнца» /с.239/. Поэтому «мы... должны тщательно различать саму продолжительность от мер, которыми мы пользуемся для суждения о ее величине. Продолжительность сама по себе должна рассматриваться как движущаяся вперед одним постоянным, ровным и однообразным потоком. Но насколько нам дано знать, такую не способна быть ни одна из тех ее мер, которыми мы пользуемся; не можем мы быть уверены и в том, что их определенные части, или периоды, равны между собой по продолжительности, ибо, как бы мы ни измеряли две последовательные величины продолжительности, никогда нельзя доказать их равенства» /Там же, с. 240/.

В отличие от используемых в качестве меры времени периодических процессов, равенство периодов которых всегда остается под сомнением, понятие самой продолжительности, считает Локк, остается тем не менее ясным. Поскольку нет возможности непосредственно сопоставить длительности двух частей последовательности и поэтому нельзя знать с достоверностью их равенства, то для измерения времени остается только принять за меру времени непрерывные последовательные явления, следующие через периоды, кажущиеся равноотстоящими. Для определения этого равноотстояния «у нас нет другой *меры*, кроме той, которую для нашего убеждения в их равенстве в согласии с другими вероятными доводами запечатлела в нашей памяти *цепь наших собственных идей*» /с.241/. Иными словами, реально существует неограниченно длящаяся как в прошлое, так и в будущее равномерная продолжительность, ясную идею которой человек получает путем рефлексии равномерного потока идей в своем уме. Время же есть ограниченная часть этой

продолжительности, измеренная той или иной относительно точной мерой - часом, сутками, годом и т.д.

Таким образом, согласно Локку, представление человека о равномерной длительности возникает в результате существования у него некоторой "постоянной и правильной последовательности идей", т.е. некоторого внутреннего движения идей или, выражаясь современным языком, "потока сознания". Однако кроме общих заверений, что это так и только так, Дж. Локк не может привести каких-либо разъяснений, почему "цепь наших собственных идей" всегда следует с одной и той же неизменной скоростью.

На протяжении всей доньютоновской истории философии и естествознания единственным основанием представления о равномерности времени (или длительности) оставалось субъективное чувство времени, или интуиция равномерного дления.

Не внес в этот вопрос ясности и Ньютон, который, фактически, постулировал существование, абсолютную равномерность и независимость ни от каких материальных объектов и процессов "абсолютного, истинного математического времени". При этом Ньютон отмечал, что, возможно, и не существует такого идеально равномерного процесса, при помощи которого можно было бы измерять абсолютное время, но он полагал, что достаточно хорошим приближением к абсолютному времени является исправленное при помощи "уравнения времени" относительное время, которое измеряется при помощи вращения Земли вокруг оси.

Сформировавшаяся еще в конце средневековья и на протяжении трех столетий господствовавшая в сознании естествоиспытателей идея "математического времени" как некоторой абстрактной абсолютно равномерной независимой переменной, используемой при расчетах движений небесных тел, в ньютоновской механике обретает субстанциальность и превращается в некую реально существующую и равномерно текущую сущность. Но вместе с тем, хотя между "математическим временем" доньютоновской астрономии и механики и абсолютным временем ньютоновских "Начал" и существует определенная генетическая связь, тем не менее усвоение идеи абсолютного времени, равно как и самих "Начал", несомненно, потребовало от исследователей определенных усилий и достаточно длительного времени<sup>109</sup>. Формальное сходство "математического времени" доньютоновской астрономии и механики с абсолютным временем ньютоновских "Начал" создают иллюзию легкости и беспроблемности для естествоиспытателей XVII века усвоения ньютоновских представлений о времени. Только в работах тех великих последователей И. Ньютона, которые проявили себя не только как естествоиспытатели, но и как философы, задумывавшиеся о содержании и сущности исходных понятий естествознания, можно уловить коллизии протекавшего на протяжении, по крайней мере, первой половины XVII века процесса утверждения ньютоновской концепции времени.

Характерный для естествознания феноменологический подход к времени лишь как к количественной мере движения в сущностном, онтологическом плане дополнялся различного рода философскими и теологическими концепциями, характерной особенностью которых была тенденция субъективизации времени. Поэтому естествоиспытатели, которые не только восприняли ньютоновскую концепцию времени, но и стремились ее обос-

<sup>109</sup> Как отмечают исследователи истории становления и развития классической механики, процесс освоения естествоиспытателями ньютоновских "Начал" растянулся на несколько десятилетий, в течение которых развитие классической механики продолжалось без должного влияния этого гениального произведения (См.: /Погребыский, 1971, стр. 122; Франкфурт, 1978, стр. 158/). Это вполне понятно. Восприятие новых идей даже в современной динамично развивающейся науке требует подчас двух-трех десятилетий, т.е. времени творческой жизни поколения ученых (См.: /Кун, 1977/). В XVI-XVII вв. переходный период от старых идей к новым, несомненно, был значительно более продолжительным. При этом не следует забывать грандиозность масштабов научной революции XVI-XVII вв., важным элементом которой явилась разработка И. Ньютоном исходных понятий, принципов и математического аппарата классической физики.

новать и утвердить, были вынуждены обратить особое внимание на проблему объективности времени.

Так, Леонард Эйлер (1707-1783) в "Механике" (1736) и в "Теории движения твердых тел" (1765) отстаивает идею абсолютно равномерного временного течения и, не называя имен, полемизирует с теми, кто субъективирует время.

У Л. Эйлера сохраняются и некоторые элементы традиционных представлений о времени. В частности, он считает, что человек обладает внутренним, безотносительным к наблюдаемым движениям чувством времени и способностью интуитивно определять равенство различных интервалов длительности. Он пишет, что «если бы у нас, как некоторые склонны думать, не было других средств для определения времени, кроме как из рассмотрения движения, то мы не могли бы признать ни времени без движения, ни движения без времени...» /Эйлер, 1938, с. 278/. Правда, Эйлер отмечает, что делить время мы научились от наблюдений за движением Солнца, но «и без помощи движения мы имеем представление о том, что такое до и после, а отсюда, по-видимому, само собой вытекает понятие последовательности» /Там же/. И хотя более детальным познанием времени мы обязаны рассмотрению движения, «отсюда еще не следует, что время само по себе представляет собой не что иное, как лишь то, что мы воспринимаем. Что представляют собой два равных промежутка времени, это понимает всякий, хотя бы в течение этих промежутков, может быть, и не произошло равных изменений, на основании которых можно было бы прийти к заключению о равенстве этих промежутков времени» /с. 279/.

Вместе с тем Эйлер считает, что «деление времени на части не является чисто умственной операцией, как обыкновенно утверждают те, которые помещают время только в нашем сознании, не отделяя понятия времени от самого времени.

В самом деле, если бы время представляло собой не что иное, как последовательность наступающих друг за другом явлений, и если бы вне нашего сознания не существовало никаких средств для измерения времени, то нам ничто не мешало бы при всяком движении считать равными те части времени, в течение которых проходятся равные пути, так как они кажутся следующими друг за другом через равные промежутки. Следовательно, мы могли бы с одинаковым основанием рассматривать любое движение как равномерное. Однако сама природа вещей достаточно убедительно свидетельствует, что равномерное движение существенно отличается от неравномерного; следовательно, равенство промежутков времени, на котором это основывается, представляет собой нечто большее, чем содержание наших понятий» /с. 284-285/.

Здесь мы наблюдаем, фактически, стремление сочетать представление о времени как о некоторой абстракции от наблюдаемых движений с ньютоновской идеей абсолютного времени.

Развернувшаяся в конце XIX - начале XX вв. критика идеи абсолютного времени классической физики раскрыла несостоятельность представлений о времени как о некоторой самостоятельной равномерно текущей сущности. Однако в период становления и поступательного развития ньютоновской механики даже основоположники позитивизма О. Конт (1798-1857) и Г. Спенсер (1820-1903) не смогли разглядеть в ньютоновских абсолютных пространстве и времени ненавистных им априорных метафизических сущностей. И хотя основоположники позитивизма чувствуют и понимают всю сложность интерпретации понятий пространства и времени, тем не менее им кажется, что за априорными метафизическими идеями абсолютных пространства и времени классической физики скрывается некая реальность.

Так, например, Г. Спенсер считает, что наше сознание непосредственно свидетельствует о том, что «пространство и время существуют не в мысли, а вне ее и столь абсолютно не зависят от нее, что их нельзя понять, как переставшими существовать даже в том случае, если ум перестал существовать» /Спенсер, т.1, с. 28/. Правда, пространство и время как таковые не могут быть познаны ни как сущности, ни как атрибуты сущностей. Они познаются лишь в отношении к сознанию. Время - это абстракт отношения последо-

вательности, а пространство - абстракт отношения сосуществования /с. 93/. При этом понятия пространства и времени, как и другие абстрактные понятия, образуются из отдельных конкретных фактов, но их отличие «состоит в том, что, в данном случае, систематизация опыта прошла через всю эволюцию мышления» /с. 93/.

Что касается критики ньютоновских концепций пространства и времени со стороны Лейбница и Канта, то, как отмечает У.И. Франкфурт /Франкфурт, 1978, с. 157/, эта критика, не имея под собой достаточных оснований для физической дискуссии, осталась на чисто философском уровне и не оказала сколь-либо заметного влияния на сознание естествоиспытателей. В результате ньютоновская идея абсолютного времени вплоть до конца XIX столетия оказывается единственной научной концепцией и в сознании естествоиспытателей настолько естественной, самоочевидной, не требующей никакого обсуждения и обоснования, что становится возможным строить всю аналитическую механику, а в дальнейшем и все другие разделы физики без какого бы то ни было обсуждения свойств и сущности времени<sup>110</sup>.

Ньютоновское представление о времени на протяжении более чем 200 лет оставалось незыблемым как среди естествоиспытателей, так и среди значительной части философов. Правда, в философии параллельно развивались и иные, в частности кантианские, взгляды на время, но до конца XIX столетия они не оказывали заметного влияния на развитие естествознания.

К концу XIX века «механика, идущая по своему победоносному пути в разрешении различных проблем по естествознанию, достигает своего апогея» /Жуковский, 1937, т. IX, с. 245/ и в своем стремлении всяческому физическому явлению давать механическое толкование останавливается перед объяснением некоторых накопленных в физике опытных данных. Возникает необходимость приложить начала классической механики «не к простейшим элементам механики - силе и массе, а к различным физическим элементам: магнитному полюсу, элементу тока, наэлектризованному шарик, электрону, квантам и т.д.» /Там же/. Трудности в объяснении накопленных в физике фактов наводят исследователей на мысль, что, возможно, они не могут быть объяснены с помощью начал классической механики и что для их объяснения нужны некоторые видоизменения этих начал /Там же/.

В этот период начинает осознаваться абстрактность понятий абсолютного пространства и времени; вновь становятся актуальными проблемы измерения времени, определения одновременности пространственно удаленных друг от друга событий и т.д. До естествоиспытателей доходит, наконец, и кантианская критика исходных ньютоновских понятий классической физики. Так, Г.Р. Герц (1857-1894) предпринимает попытку изложить механику, исходя из кантианских представлений о пространстве и времени (См: /Герц, 1959/).

Критический анализ ньютоновских представлений о пространстве и времени одним из первых среди естествоиспытателей начал Эрнст Мах (1838-1916).

Э. Мах отмечает, что равномерное движение - это такое движение, при котором одинаковые приращения пройденного телом пути соответствуют равным изменениям другого тела, служащего в качестве эталона (например, вращение Земли). «Вопрос, равномерно ли движение само по себе, не имеет никакого смысла. В такой же мере мы не можем говорить об "абсолютном времени" (независимо от всякого изменения). Это абсолютное время не может быть измерено никаким движением, и поэтому не имеет никакого ни практического, ни научного значения; никто не вправе сказать, что он что-нибудь о таком времени знает, это праздное "метафизическое" понятие» /Мах, 1909, с. 187/.

<sup>110</sup> В этом отношении характерна работа Ж.Л. Лагранжа (1736-1813) "Аналитическая механика" (1788), в которой автор, не обсуждая проблему времени и даже не определяя понятие времени, активно использует абсолютно равномерную независимую переменную "t".

Идею абсолютного времени подверг критике Анри Пуанкаре (1854-1912). Он пишет, что у человека нет непосредственной интуиции равенства двух промежутков времени, и мы не можем быть уверены в равенстве длительности повторяющихся процессов..

При измерении времени такими движениями, как качания маятника, считает Пуанкаре, мы принимаем постулат, согласно которому *«длительность двух идентичных явлений одна и та же; или, если угодно, что одни и те же причины требуют одного и того же времени, чтобы произвести одни и те же действия»* /Пуанкаре, 1990, с.222/. Однако, пишет он далее, следует быть осторожными. *«Не может ли случиться так, что в один прекрасный день опыт опровергнет наш постулат?»* /Там же/. Подводя итоги обсуждению проблемы измерения времени, А. Пуанкаре делает вывод, что отсутствующую у нас интуицию равенства двух промежутков времени мы заменяем некоторыми правилами, которые мы выбираем *«не потому, что они истинны, а потому, что они наиболее удобны...»* /с. 232/.

Не раскрыл природу равномерности и Альберт Эйнштейн (1879-1955).

В специальной теории относительности (СТО) предполагается, что в каждой точке пространства локальное время течет равномерно, и это фиксируется расположенными в этих точках вполне идентичными часами. Для того чтобы синхронизировать часы, находящиеся в разных точках пространства, достаточно обменяться между этими точками сигналами, фиксируя моменты посылки сигнала, скажем, из точки А в точку В, отражения его в точке В и возвращения в точку А. Иными словами, под синхронизацией часов в СТО понимается установка для них некоторого нуля-пункта, а не выверка разности их хода. Последнее не требуется в силу того, что в СТО предполагается обусловленная равномерностью течения локального времени одинаковость хода идентичных часов в разных точках одной и той же инерциальной системы отсчета. Правда, ход часов меняется при ускоренных движениях, поэтому "расставлять" часы в инерциальной системе отсчета следует с большой осторожностью, а еще лучше предполагать (что обычно и делается), что идентичные часы изначально расположены в каждой точке инерциальной системы отсчета и не совершали никаких перемещений в пространстве.

В общей теории относительности (ОТО) ход часов в каждой точке пространства зависит от силы гравитационного поля, поэтому проблема равномерности времени становится значительно более сложной. В ОТО, несмотря на зависимость метрики времени от силы гравитационного поля, приходится считать, что в каждой точке пространства время течет равномерно. При этом предполагается, что если бы вдруг во всем пространстве исчезло гравитационное поле, то расположенные в каждой точке пространства часы стали бы идти одинаково.

Однако на чем основана подобная уверенность в том, что расположенные в разных точках пространства часы могут идти одинаково? По-видимому, только на одинаковости их устройства и изготовления (См, например: /Сивухин, 1989, с. 25/). Иными словами, предполагается, что длительность идентичных явлений одна и та же /А. Пуанкаре/. Правда, А. Пуанкаре, высказывая сомнение по поводу такого постулата, имел в виду представление об абсолютной истинности этого постулата, тогда как в СТО и ОТО, казалось бы, указаны границы его истинности и выявлены факторы, от которых она зависит. Но тем не менее и в СТО остается нераскрытой природа равномерности времени и, в частности, одинаковости хода "идентичных" часов в разных точках одной и той же инерциальной системы отсчета.

Таким образом, с одной стороны, равномерность со времен Аристотеля и до наших дней считается одним из важнейших свойств времени, а с другой – ни философы, ни естествоиспытатели до конца XX столетия не смогли раскрыть природу равномерности и ответить на вопрос: *«Почему качественно разные процессы (вращение вокруг оси планеты Земля и обращение вокруг общих центров масс космических систем Солнце-Земля и Земля-Луна, колебания маятников и разных молекулярных, атомных, квантово-механических осцилляторов) могут с большей или меньшей точностью протекать равномерно и быть использованы в качестве часов?»*. Поэтому не удивительно, что вплоть до конца XX столе-

тия многие исследователи считали, а некоторые и по сей день считают, что «равномерность» не имеет под собой никакой объективной основы и является конвенциональным свойством эталонных часов.

Разумеется, мы можем договориться считать равными интервалы времени между последующими повторениями любого повторяющегося процесса. Так, используя пример Р. Карнапа /Карнап, 1971/, можем по договоренности считать, что мистер Смит выходит из дома через равные интервалы времени и по его выходам измерять время. Вопрос только в том, какова ценность подобного способа измерения. Не следует, видимо, забывать, что у А. Пуанкаре под "удобством" того или иного способа измерения времени имеется в виду не бытовая комфортность приемов и методов процесса измерения, а степень простоты формулировок законов физики, механики и астрономии, которую обеспечивают эти способы измерения времени (См. :Пуанкаре, 1990, с. 232/). Это не только общеизвестно, но и общепринято. Даже те авторы, которые считают, что равномерность эталонных часов устанавливается по соглашению, далеко не произвольным образом выбирают эталонные часы, а сохраняют в качестве эталонных именно те, которые уже отобраны человечеством на практике и которые как раз и обеспечивают наиболее простую "формулировку естественных законов" природы /А. Пуанкаре/. При этом, однако, удивительным образом не замечается то обстоятельство, что "часами", обеспечивающими подобного рода "удобство", неизменно являются движения или процессы, относящиеся к обширному классу "равномерных" движений и процессов, которые, как писали Л. Эйлер и Ж.-Л. д'Аламбер, по самой их природе весьма существенно отличаются от неравномерных.

Вместе с тем проведенные нами в 70-80-х годах XX столетия исследования проблемы равномерности времени<sup>111</sup> выявило одно удивительное обстоятельство. Оказалось, что еще в 1743 году Ж.-Л. д'Аламбер<sup>112</sup> предложил весьма простой критерий, позволяющий среди всего многообразия материальных процессов выявить равномерные движения тел в пространстве, который легко можно перенести и на более сложные материальные процессы.

Критерий равномерности Ж.-Л. д'Аламбера опирается на важное свойство равномерных движений, заключающееся в том, что отношение расстояний, пройденных двумя равномерно движущимися телами за одни и те же интервалы времени, оказывается величиной постоянной для любых произвольно выбранных (не равных нулю) интервалов длительности<sup>113</sup>.

Д'Аламбер, как и Ньютон, считал, что «время по своей природе течет равномерно» /Даламбер, 1950, с. 19/, но поскольку мы не можем непосредственно воспринимать время, то вынуждены для его измерения прибегать к чувственно воспринимаемым движениям,

<sup>111</sup> Результаты этих исследований впервые были опубликованы в 1998 году в монографии: **Хасанов И.А.** Феномен времени. Часть I. Объективное время. – М., 1998. – 230 с.// [http://www.chronos.msu.ru/Public/khasanov\\_phenomen\\_vremeni.html](http://www.chronos.msu.ru/Public/khasanov_phenomen_vremeni.html)

<sup>112</sup> **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 ремёсел». 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 предварения 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).

<sup>113</sup> Однако в значительном объеме просмотренной нами литературы по проблемам времени не нашлось ни одной работы, в которой упоминался бы критерий равномерности д'Аламбера. Даже Рудольф Карнап, предложивший своего рода критерий дискретной равномерности для циклических процессов, по сути дела, идентичный критерию равномерности д'Аламбера для монотонных процессов, не указывает на д'Аламбера, поскольку, видимо, не был знаком с его критерием равномерности. Создается впечатление, что современники д'Аламбера не обратили особого внимания на его критерий равномерности, а более поздние исследователи вовсе не знали о существовании этого критерия.



причем для этой цели в принципе пригодны любые, в том числе и неравномерные движения. Однако, замечает д'Аламбер, «при помощи неравномерного движения невозможно было бы измерять время, не зная откуда-нибудь заранее, какая связь между отношением времен и отношением пройденных путей соответствует данному движению» /Там же, с.46/. Для того, чтобы использовать неравномерное движение для измерения времени, необходимо знать уравнение этого движения, которое можно рассматривать как уравнение, выражающее «не соотношение между пространством и временем...», а «соотношение между отношением частей времени к единице времени и отношением частей пройденного пространства к единице пространства» /Там же, с.19/. Но уравнение движения, отмечает д'Аламбер, мы можем знать только из опыта, который предполагает, «что уже имеется вполне определенная мера времени» /Там же, с.46/.

Поэтому для измерения времени мы должны искать «такой частный вид движения, при котором связь между отношением промежутков времени и отношением пройденного пути известна независимо от каких бы то ни было допущений, а просто в силу природы самого движения» /Там же, с.45/. А поскольку «длительность или продолжительность существования вещей одна и та же, быстры ли движения (по которым измеряется время), медленны ли, или их совсем нет...» /Ньютон, 1989, с.32/, то искомый частный вид движения должен быть единственным, обладающим указанным выше свойством. «Обоим этим условиям (т.е. требованию априорной известности уравнения движения и условию единственности. - И.Х.) удовлетворяет только равномерное движение» /Даламбер, 1950, с.45/.

«В самом деле, - рассуждает д'Аламбер, - движение тела само по себе будет равномерным...: ускоренным или замедленным оно становится лишь при действии той или иной внешней причины, и тогда это движение может подчиняться бесчисленному множеству законов изменения. Закон равномерности, т.е. равенство отношения между промежутками времени и отношения между пройденными путями, является свойством этого движения, взятого само по себе. Поэтому равномерное движение имеет наибольшее соответствие с длительностью, и вследствие этого оно наиболее пригодно служить мерой этой длительности, поскольку части последней следуют одна за другой также неизменно и равномерно. Напротив, всякий закон ускорения или замедления движения, так сказать, произволен и зависит от внешних обстоятельств. Неравномерное движение не может быть, поэтому, естественной мерой времени» /Там же, с.46/.

Каким же образом убедиться в том, что данное движение является абсолютно равномерным? Вслед за Ньютоном, который предполагал, что, может быть, и «не существует (в природе) такого равномерного движения, которым время могло бы измеряться с совершенной точностью» /Ньютон, 1989, с.32/, д'Аламбер также склоняется к мысли, что, видимо, нельзя найти в точности равномерного движения. «Но, - пишет он, - отсюда вовсе не следует, что равномерное движение не является по своей природе единственной первичной и простейшей мерой времени. Если у нас нет возможности найти точную и строгую меру времени, то мы должны искать, по крайней мере, приближенную меру, - среди движений примерно равномерных» /Там же, с.46/.

Таким образом, "равномерность" рассматривается д'Аламбером как абсолютное свойство некоторого единственного класса движений, в силу чего все наблюдаемые процессы предполагается возможным однозначно разбить на "равномерные" (или, по крайней мере, "приближенно равномерные") и неравномерные. Поэтому мы вправе ожидать, что даламберовские критерии равномерности, помимо деления всех движений на "равномерные" и "неравномерные", позволяют обеспечить также однозначность подобного разбиения.

Но предложенные д'Аламбером три способа определения равномерности тех или иных движений предполагают сравнение между собой двух или нескольких движений (процессов). Эта особенность даламберовских критериев далеко не случайна. Дело в том, что если нам дан один единственный процесс, то мы ничего не сможем сказать о его равномерности или неравномерности, поскольку для этого должны будем сравнивать между

собой периоды времени, на протяжении которых наблюдаемая нами система изменяется одинаковым образом. Но эти периоды времени невозможно сравнивать между собой непосредственно, поскольку они следуют друг за другом во времени. Для решения нашей задачи мы должны были бы иметь некоторый "хранитель длительности", т.е. некоторые "часы", при помощи которых можно было бы сравнивать различные интервалы длительности. Но подобный "хранитель длительности" сам должен быть некоторым процессом, что противоречит нашему условию. Следовательно, вопрос о равномерности или неравномерности тех или иных процессов правомерен лишь в том случае, если мы имеем возможность сравнивать исследуемый процесс с другими материальными процессами. В этом случае мы можем воспользоваться следующим критерием равномерности:

«...Движение можно считать приближенно равномерным, когда мы, сравнивая его с другими движениями, замечаем, что все они управляются одним и тем же законом. Так, 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» /Даламбер, 1950, с.47/. 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).

Действительно, если два тела, движущиеся с постоянными скоростями а и в, начнут синхронно и пропорционально изменять свои скорости с некоторым переменным во времени коэффициентом К(т) и таким образом их скорости станут переменными величинами а\* К(т) и в\* К(т), 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 К(т), не равном нулю ни при каких значениях т), 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 К(т) в общем случае может быть стохастической функцией времени (т), то разные классы соравномерных процессов могут быть взаимно стохастическими.

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/.

Но, 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 делятся 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. Карнапом<sup>114</sup>.

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 определенно-

<sup>114</sup> **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 (1936-1952) и Калифорнийского университета 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.

му числу периодов процесса  $P_1$ , тогда мы говорим, что эти два периодических процесса эквивалентны»<sup>115</sup>.

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 -  $\Delta t$ . Поэтому эквивалентные периодические процессы можно было бы назвать "равномерными периодическими процессами"<sup>116</sup>.

Общепринятый способ измерения времени  $P$ . Карнап считает основанным 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  $P$ . Карнап замечает, что, «насколько мы знаем, существует только *один* обширный класс такого рода» /Там же, с.133. Выделено  $P$ . 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 правомерным 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 соразмерных (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 соразмерных (или эквивалентных) процессов, мы будем обнаруживать, что они между собой не соразмерны (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 сис-

<sup>115</sup> Карнап  $P$ . Философские основания физики. - М.: Прогресс, 1971, с. 133.

<sup>116</sup> 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".

тем, 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 соэквивалентные 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.

Итак, **равномерность** представляет собой *соотносительное свойство как минимум двух сопоставляемых между собой материальных процессов и в принципе возможно существование неограниченного множества классов соравномерных процессов*. При этом "критерии равномерности", которыми мы можем воспользоваться, не позволяют ни один из этих классов выделить как класс "действительно", "истинно" или "абсолютно" равномерных процессов. Что касается вопроса о реальном существовании качественно различных, не сводимых друг к другу классов соравномерных процессов, то современная наука, фактически, уже дала на него положительный ответ. Именно такими специфическими классами являются протекающие в живых организмах определенные совокупности биологических процессов, что позволяет, используя единицы биологического времени, описывать процессы жизнедеятельности и развития живых организмов не как стохастические, каковыми они выглядят при описании их в общепринятых единицах физического времени, а как динамические процессы.

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

**Галилей Г.** Беседы и математические доказательства касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению// Избранные труды в 2-х томах. Т. 2. - М.: Наука, 1964, с. 109-403.

**Герц Г. Р.** Принципы механики, изложенные в новой связи. - М., 1959. - 386 с.

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

**Даламбер Ж.** Динамика. - М.-Л., 1950.

**Жуковский Н.Е.** Старая механика в новой физике (Речь)// Полн. собр. соч. в 10 тт. Т. IX. - М.-Л.: ОНТИ, 1937, с. 245-260.

**Зубов В.П.** Пространство и время у парижских номиналистов XIV в. (К истории понятия относительного движения) //Из истории французской науки. - М.: АН СССР, 1960, с. 39-40.

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

**Кун Т.** Структура научных революций / Второе изд. - М.: Прогресс, 1977. - 300 с.

**Локк Дж.** Сочинения в трех томах. - Т. 1 - М.: Мысль, 1985. - 621 с.; Т. 2 - М.: Мысль, 1985. - 560 с.; Т. 3 - М.: Мысль, 1988. - 668 с.

**Мах, Э.** Механика: Историко-критический очерк ее развития. - СПб, 1909. - 488 с.

**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: АЛТЕИЯ при участии Греко-латинского кабинета (Москва), 1995.

**Погребынский, И.Б.** Становление классической физики// История механики с древнейших времен до конца XVIII века. - М.: Наука, 1971, с. 83-121.

**Пуанкаре А.** О науке: Пер. с фр. / Под ред. Л.С. Понтрягина. - 2-е изд., стер. - М.: "Наука", 1990. - 736 с.

**Сивухин, Д.В.** Общий курс физики. Т. 1. Механика: Уч. пособ. для вузов/ Изд. 3-е испр. и доп. - М.: Наука, 1989. - 576 с.

**Спенсер, Г.** Основные начала // Сочинения. Полные переводы, проверенные по последним английским изданиям. Т. 1. - СПб, 1899. - 337 с.

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

**Франкфурт У.И.** К вопросу о критике учения Ньютона о пространстве и времени в XVIII в. // Механика и физика второй половины XVIII в. / Сборник статей. - М.: Наука, 1978, с. 148-190.

**Хасанов И.А.** Время как объективно-субъективный феномен. Словарь. – М.: Прогресс-Традиция, 2011. – 328 с.

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

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

**Эйлер Л.** Основы динамики точки. - М.-Л., 1938.

**Ильгиз А. Хасанов**