

УДК 167:530.1

ВРЕМЯ КАК ФИЛОСОФСКАЯ КАТЕГОРИЯ И КАК ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

Б. М. Моисеев

Костромской государственной университет имени Н. А. Некрасова

Поступила в редакцию 26 марта 2013 г.

Аннотация: *в статье анализируются понятия «время» и «пространство-время». Предложена мировоззренческая и общезначимая оценка этих понятий, показано, что современные представления, считающиеся общепринятыми, во многом спекулятивны и не соответствуют опытному познанию природы.*

Ключевые слова: *время, пространство-время, релятивистское изменение времени.*

Abstract: *the article analyzes the concept of «time» and «space-time». Proposed worldview and general physical assessment of these concepts, shown that the modern idea is widely accepted, largely speculative and inconsistent with empirical knowledge of nature.*

Key words: *time, space-time, relativistic time change.*

На протяжении тысячелетий человечество пытается найти ответ на вопрос – что такое время? Начиная от античных мыслителей (Гераклит, Платон, Архимед) и заканчивая учеными XX века (Г. Минковский, А. Эйнштейн, А. Фридман, Д. И. Блохинцев, В. П. Бранский, А. А. Логунов, А. М. Мостепаненко и др.) было написано множество книг, трактатов и статей, выдвинуто большое количество гипотез, теорий и просто отдельных мыслей о понимании сущности времени. Блаженному Августину, например, приписывают следующее высказывание: «Я прекрасно знаю, что такое время, пока не думаю об этом. Но стоит мне задуматься – и вот я уже не знаю, что такое время» [1].

Современные представления о времени зависят от того, в рамках какой науки это понятие рассматривается. Свое специфическое понимание времени вводится в географических, геологических, биологических и социальных науках. Появились понятия экономического и психологического времени. Время стало объектом междисциплинарного исследования [2]. Разнообразие подходов усложняет и без того трудную задачу осмысления времени как категории мышления.

В современном естествознании *время* – исходное и неопределяемое понятие. Такие понятия существуют в базисе любой науки. Например, в энциклопедическом физическом словаре [3] в статье «Пространство и время» о времени сказано, что оно определяет порядок смены явлений. Действительно, содержание результатов многих наблюдений и экспериментов состоит в фиксации пространственных и временных совпадений.

Но, задавая себе вопрос «Что такое время?», мы ожидаем получить ответы, по крайней мере, в двух смыслах.

Первый – каково происхождение динамической изменчивости мира? Откуда возникает последовательность событий? Почему за одним моментом наступает следующий? Почему все меняется и невозможен мир, во всем постоянный? Почему невозможно проследить события в обратной последовательности? Все эти вопросы относятся к философии и должны рассматриваться в рамках метанауки.

Второй смысл термина *время* – количественная мера изменчивости объектов наблюдения. Как сопоставить изменению – число? Как сравнить изменения различных объектов, измерить их длительность и классифицировать по очередности? Эти вопросы – чисто физические, но решать их можно по-разному, и в итоге прикладная физическая проблема может перерасти в проблему абстрактно-умозрительную, создав новый феномен, требующий самостоятельного изучения. В некотором смысле именно это произошло в физике XX столетия, поэтому проблема правильного методологического понимания и методики объяснения термина *время* весьма актуальна – и в научных исследованиях, и в процессе профессиональной подготовки будущих специалистов, прежде всего физиков. Не менее важна эта проблема и для общекультурного пространства. Растрачивая время и энергию на абстрактные псевдонаучные измышления, научное сообщество создает иллюзию научного поиска, а фактически отвлекает интеллектуальные силы от решения глобальных задач, связанных с выживанием человечества и сохранением цивилизации как основного фактора, выделяющего человека в биологическом мире. Разумеется, цивилизации модифицированной, так как современные ее формы, связанные с все возрастающим потреблением, обречены, но это тема отдельного обсуждения.

В рамках статьи невозможно рассмотреть все теоретические и методологические проблемы, связанные с понятием *время*, поэтому коснемся только двух аспектов данной темы. С некоторой долей условности назовем их *концепцией Эйнштейна* и *концепцией Минковского*.

Время в концепции Эйнштейна

А. Эйнштейн считал, что временная длительность физического события определяется показаниями покоящихся часов, которые находятся в месте события. Другими словами, *время – это показание часов, и свойства физического времени совпадают со свойствами физических часов*. При таком определении времени все становится предельно простым, но возникает, по крайней мере, два неприятных момента, каждый из которых добавляет, как в поговорке, *каплю дёгтя в бочку с мёдом*.

Во-первых, что такое часы? Это прибор, в котором совершается некий циклический процесс, и в этом циклическом процессе мы выделяем *тики* – единицы времени. Сам прибор и происходящий в нем процесс может быть основан на различных физических явлениях, но любой прибор чувствителен к физическому окружению. Например, если это маятнико-

вые часы, то они должны идти с различной скоростью у подножия горы и на вершине. Часы другого типа могут зависеть от других физических условий, но в любом случае возникает естественный вопрос – меняется ли с изменением скорости физического процесса, то есть с изменением хода часов, скорость *течения времени*? В эйнштейновском смысле ответ утвердителен. Поскольку время – это показание часов, то с изменением хода часов меняется и ход времени. Парадоксальность и непрактичность такого подхода можно проиллюстрировать простым примером. Если в одном и том же месте, в одних и тех же физических условиях находятся синхронизованные часы разного типа, то при изменении физических условий синхронизация может нарушиться. Часы разного типа будут показывать разную скорость хода и, соответственно, длительность наблюдаемых физических явлений.

Второй неприятный момент связан с движением. Если измеряется длительность физического процесса в экспериментальной установке, которая движется вместе с собственными часами мимо относительно неподвижного наблюдателя, у которого есть часы такого же типа, то информация о начале и конце физического процесса приходит к относительно неподвижному наблюдателю из разных точек пространства. Поскольку сам сигнал движется с конечной скоростью, возникают *эффекты запаздывания*, и длительность одного и того же процесса по часам двух наблюдателей (внутри и вне движущейся экспериментальной установки) будет разной. При эйнштейновском определении времени получается, что в двух движущихся относительно друг друга инерциальных системах отсчета (ИСО) ход времени разный, к тому же разность хода времени зависит от относительной скорости ИСО. Более того, каждый из наблюдателей, находящихся в разных ИСО, будет утверждать, что быстрее идут его часы по сравнению с часами в движущейся относительно него ИСО, то есть быстрее *течет время* у него, чем у *иносистемного* наблюдателя.

Парадоксальность и непрактичность эйнштейновского определения времени демонстрируется, в частности, еще одним примером. Если часы сломались, то, соблюдая методологическую последовательность, это событие следует интерпретировать как остановку времени. Замечено множество и других парадоксов, нашедших отражение во множестве публикаций. В первые годы после создания теории относительности проблема времени и другие вопросы-парадоксы «терзали» физическую общественность. Например, В. Гейзенберг писал: «...Лежащая в основе ТО математическая схема не представляет для меня трудности, но при всем том я, пожалуй, все же еще не понял, почему движущийся наблюдатель под словом *время* имеет в виду нечто иное, чем покоящийся. Эта путаница с понятием времени меня по-прежнему беспокоит, оставаясь до сих пор чем-то непостижимым» [4].

Сейчас без проведения тщательных и объективных исторических исследований трудно определить однозначно, что появилось раньше – теория относительности или физический позитивизм как мировоззренческая установка ученых-физиков, но то, что они связаны между собой и

адекватны друг другу, не вызывает сомнений. По-видимому, позитивизм как философская идея все-таки появился раньше, но сейчас мы обсуждаем *результат* влияния этой идеи на процесс создания физических теорий, а это произошло позднее. В той же работе [4] автор приводит ответ Паули Гейзенбергу на вышеприведенный вопрос – ответ в духе позитивизма: «...Если ты овладел математической схемой теории, то это означает, что ты в состоянии для каждого данного эксперимента рассчитать, что будет воспринимать или измерять покоящийся наблюдатель и что – движущийся. Ты знаешь также, что у всех нас есть основания ожидать от реального эксперимента точно тех результатов, какие предсказывает расчет. Что тебе еще нужно?».

Вышеприведенный обмен мнениями между Гейзенбергом и Паули хорошо демонстрирует какофонию интерпретаций, сумбур и растерянность, которые существовали в рядах физиков после появления теории относительности, и это продолжалось достаточно долго. Современная физика трактует релятивистскую концепцию времени более осмысленно, можно сказать – материалистически. «...Изменение хода часов ... не имеет ни малейшего отношения к какому-либо нарушению *темпа часов* в той или иной системе. Как и в случае изменения длины линейки, речь идет просто о разных способах измерения времени. Все часы во всех системах отсчета идут идеально точно», – пишет В. А. Угаров в популярном университетском учебнике по теории относительности [5]. Но в других научных, учебных и тем более в популярных публикациях до сих пор встречается не материалистическая, а позитивистская апологетика, и в этих условиях исключительно важна роль мировоззренческих, философских аспектов при подготовке физиков. Мировоззренческая направленность мышления особенно важна в фундаментальных исследованиях, в которых непосредственным образом проявляются усвоенные со студенческой скамьи интерпретация и осмысление – формальное или неформальное, основополагающих понятий физической науки. Формальный подход не препятствует получению результатов расчетов, которые можно сравнивать с экспериментом, но при таком подходе на выходе с равной вероятностью получаются как *отражение объективной реальности*, так и *информационные шумы*. При отсутствии критики со стороны, которая затруднена математически сложным характером исследований или устойчивыми стереотипами, наука может уйти в сферу абстракций, не имеющих к реальности никакого отношения.

Время в концепции Минковского

Теперь обсудим, что нового предложил Минковский. Если придер-живаться исторической точности, то впервые идею о возможности рассмат-ривать время как четвертое измерение выдвинул не Минковский, а Даламбер, который писал об этом в очерке «Измерение», помещенном в «Энциклопедию» [6]. Даламбер – математик, и его предложение типично для математика, не учитывающего физическую природу понятий, стоящих за математическими символами. В начале XX века ту же идею

предложил математик Минковский. В 1908 году на съезде германского общества натуралистов и физиков он выдвинул постулат: «...Отныне пространство само по себе и время само по себе обратились в простые тени, и только какое-то единство их обеих сохранит независимую реальность» [7].

Сегодня можно надеяться, что субстанциальная концепция пространства и времени – пройденный этап в развитии физики [8]. Однако в литературе – учебной, научной и популярной – еще попадаются отголоски прошлого. Остались они и в языке. Когда мы используем термины *время течет*, *время ускоряет свой ход*, мы невольно используем терминологию эпохи субстанциального отношения к понятию *время*. Сегодня для многих становится очевидным, что время – это не субстанция, а логический инструмент познания, элемент метрической системы. В природе нет материи, называемой *время* или *пространство-время*. Объединенное *пространство-время* конструктивно математически, но неправомерно физически, так как объединять можно только родственные субстанции и процессы. Произведение скорости на время ct , хотя и имеет размерность, совпадающую с размерностью координаты, тем не менее, имеет совершенно другой, отличный от понятия координаты, физический смысл. Это не *длина*, а *оптическая длина*, которая в зависимости от скорости может иметь различную пространственную протяженность при одной и той же временной длительности. Связано это с тем, что скорость приближения или удаления фронта светового сигнала зависит от скорости наблюдателя. Данный факт легко усматривается в электродинамике движущихся тел (специальной теории относительности), в которой есть две скорости – $(c + v)$ и $(c - v)$, приводящие в конце цепочки математических преобразований к лоренц-фактору.

Когда свет пересекает границу двух разнородных оптических сред, изменяется длина волны, связанная со скоростью, а не частота электромагнитного (ЭМ) излучения. Частота связана со временем – с периодом одного колебания ЭМ волны. Другими словами, временная характеристика излучения не меняется при переходе в другую среду, но меняется оптическая длина пути. Пространственный интервал, например толщина кристалла, не зависит от того, проходит через него свет или не проходит. Вывод: длина и оптическая длина – разные понятия, и их некорректно объединять в рамках пространственно-временного интервала.

Пространственный интервал не изменяется также в зависимости от скорости наблюдателя [5] – меняется лишь *результат измерения* пространственной протяженности. Но так и должно быть – результаты любого измерения должны зависеть от условий измерения. В данном случае результат измерения зависит от характера движения измерительной установки относительно измеряемого объекта. В позитивистском смысле – это *релятивистское изменение длины объекта*. В *материалистической интерпретации* – это информационное искажение, которое вносит движение в процесс измерения. Линза, например, также приводит к информационному искажению, но в случае с линзой факт визуально-

го искажения признается всеми, а в случае с движением факт влияния движения на результаты измерений создает питательную почву для появления математических и философских спекуляций, связанных с преобразованиями Лоренца. Оптическая длина действительно может меняться, она зависит от физических условий измерения, но из этого следует лишь то, что понятия *пространство-время* и *пространственно-временной интервал* физически некорректны.

Как заметил Гельвеций, неверные мысли нуждаются в неясном изложении. Идея о релятивистском искажении пространственных и временных интервалов отвлекает от возможности обратить внимание на то, что пространство и время, длина и оптическая длина – разные физические понятия. Выше мы отметили современную точку зрения: реально никаких релятивистских изменений пространственных и временных величин нет, а преобразования Лоренца для таких величин – это всего лишь кинематические пересчетные формулы, связанные с запаздыванием получения информационных сигналов из движущейся системы отсчета.

Благодаря математикам, в первую очередь Минковскому, расчетный прием объявлен объективной реальностью. Инструмент познания превратился в исследуемый объект. Но разве можно смешивать вопросы «где?» и «когда»? Разве умозрительная материализация воображаемых многомерных пространств, то есть перевод физики в область иррациональных исследований, продвинула человечество в понимании физической природы наблюдаемых фактов? Нет, конечно же; в современной физике все больше и больше манипулирования символами (даже не вычислений, а именно символьных преобразований), но она все дальше и дальше от понимания физической природы явлений, от причинно-следственных цепочек теоретического осмысления. Если не принимать всерьез афоризм: «Вычислить – значит понять».

В учебниках и популярных изданиях единый континуум *пространство-время* все еще выдается за величайшее достижение физико-математической науки, однако даже беглый взгляд на научные публикации показывает, что это понятие исчерпало себя. В современной физике идет борьба между желанием сохранить макроскопические представления о пространстве-времени и желанием изменить их [8]. «...Главная проблема современной физики в том, чтобы разрушить пространственно-временной континуум» [9, р. 48]. Один из предлагаемых способов – введение пространственно-временной решетки. Но решетка – не решение проблемы; это всего лишь то, что в теоретической физике называют *регуляризацией* – промежуточной процедурой, введенной для проведения вычислений [10, с. 42]. Другое предложение – вернуться от рассмотрения континуума *пространство-время* к математическим понятиям *пространство* и *время*, несмотря на парадоксальность этого предложения (все-таки возврат к прошлому!), – заслуживает внимательного рассмотрения [11]. Тамм заметил: «...Я глубоко убежден, что создание новой фундаментальной теории потребует коренного пересмотра наших представлений о пространстве и времени..., пересмотра и видоизменения их

не менее радикального, чем то принципиально новое, что принесли с собой теория относительности и квантовая теория» [12, с. 452]. Возможно, Тамм имел в виду еще более крутую форму радикализма, еще более экзотическое изменение представлений о пространстве и времени по сравнению с тем, что внесла в науку позитивистская интерпретация специальной теории относительности. Сторонники таких подходов сегодня есть, они вводят в качестве математической конструкции и время-вектор, и трехмерное время, и ряд других абстрактных идей. Однако, с нашей точки зрения, радикальный пересмотр действительно необходим, но *ретроспективный* – в сторону возвращения к локальным понятиям *пространство и время*.

К приведенным выше аргументам и цитатам можно добавить, что когда математики, в первую очередь Минковский, взялись за математическую обработку специальной теории относительности, Эйнштейн был против слияния понятий *пространство* и *время* в одно понятие, но повлиять на развитие событий он не смог. Как видно из современных научных публикаций, необходимо обращаться к классическим понятиям *пространство* и *время* как всеобщим и неизменным категориям мышления. Такое методологическое изменение по масштабу и радикальности способно дать научный прорыв к новому знанию. Проблема пространства и времени – пример надуманной проблемы: сначала выдумали субстанцию *пространство-время*, а затем ломаем голову над тем, как она *расщепляется на пространство и время*. Экзотичность исходных идей и математическая строгость выводов, полученных на их базе, – не лучшие критерии истины в научном познании законов реального материального мира.

Итак, возможны следующие выводы:

1. В природе не существует субстанции, называемой *время*. Не существует также субстанции *пространство-время*. Это устаревшие философские концепции и пройденный этап развития естествознания.

2. Время вообще, время как категория мышления и время как математический параметр t , как точка на временной числовой оси, в естественнонаучном смысле рассматриваться не могут. Физический смысл имеет лишь разность двух таких параметров Δt , то есть длительность физического процесса, измеренного в *тиках* физического прибора, выbranного в качестве часов.

3. Релятивистского искажения времени не существует. Формула для релятивистского преобразования времени

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

где Δt – длительность события по часам относительно неподвижного наблюдателя, а Δt_0 – длительность того же самого события по часам наблюдателя, движущегося с относительной скоростью v , – это всего лишь кинематический способ пересчета значений одной и той же физической

величины, измеренной в разных системах отсчета (в разных физических условиях). По определению, в таких случаях результаты измерения обязаны быть разными.

4. Понятие *пространство-время* конструктивно математически, но оно не имеет физического смысла.

5. Многочисленные философские и математические спекуляции на тему «Что такое время?» не имеют никакого отношения к физике как экспериментальной науке и к рациональному методу мышления в целом. А поскольку запретить спекулятивное фантазирование невозможно, в методологическом смысле такую деятельность следует четко дистанцировать от науки.

Литература

1. *Мартыненко А. С.* Что же это такое – время? / А. С. Мартыненко, В. В. Руденко. – Луганск : Свитлиця, 2001.

2. Конструкции времени в естествознании : на пути к пониманию феномена времени. – Ч. 1 : Междисциплинарное исследование. – М. : Изд-во МГУ, 1996.

3. Физика : Большой энциклопедический словарь. – М. : Большая Рос. энцикл., 1999.

4. *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое / В. Гейзенберг. – М. : Наука, 1989.

5. *Угаров В. А.* Специальная теория относительности / В. А. Угаров. – М. : Едиториал УРСС, 2005.

6. *Франкфурт У. И.* Очерки по истории специальной теории относительности / У. И. Франкфурт. – М. : Изд-во АН СССР, 1961.

7. *Черников Г. Б.* Теория относительности – расчетный прием / Г. Б. Черников. – М. : Компания Спутник+, 2001.

8. *Бранский В. П.* Теория элементарных частиц как объект методологического исследования / В. П. Бранский. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1989.

9. *Finkelstein D.* Concept of particle in quantum mechanics / D. Finkelstein, G. McCollum // Quantum theory and structure of time and space. – München, 1977. – Vol. 2.

10. *Ребби К.* Решеточная теория удержания кварков / К. Ребби // В мире науки. – 1983. – № 4.

11. *Брусин Л. Д.* Иллюзия Эйнштейна и реальность Ньютона / Л. Д. Брусин, С. Д. Брусин. – М. : [б. и.], 1993.

12. *Тамм И. Е.* Собрание научных трудов / И. Е. Тамм. – М. : Наука, 1975. – Т. 2.

Костромской государственный университет имени Н. А. Некрасова

Моисеев Б. М., кандидат технических наук, доцент кафедры общей и теоретической физики

E-mail: ipmbm@yandex.ru

Tel.: (4942) 31-82-91; 8-905-150-16-71

Kostroma State University named after N. A. Nekrasov

Moiseev B. M., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the General and Theoretical Physics Department

E-mail: ipmbm@yandex.ru

Tel.: (4942) 31-82-91; 8-905-150-16-71