

ОТ РЕДАКЦИИ

Настоящий номер журнала посвящен обсуждению метафизических аспектов категории времени. Выделение времени может вызвать недоумение, поскольку в современной физике принято считать, что с созданием специальной теории относительности произошло объединение категорий времени и пространства в единую категорию 4-мерного пространства-времени. Так, Герман Минковский, выступая в 1908 г. на 80-м собрании немецких естествоиспытателей и врачей в Кельне, заявил: «Милостивые господа! Воззрения на пространство и время, которое я намерен перед вами развить, возникли на экспериментально-физической основе. В этом их сила. Их тенденция радикальна. Отныне пространство само по себе и время само по себе должны обратиться в фикции и лишь некоторый вид соединения обоих должен сохранить самостоятельность» [1. С. 167]. В значительной степени Герман Минковский был прав. Действительно, создание как специальной, так и общей теории относительности убедительно продемонстрировало неразрывную связь и удивительную симметрию понятий пространства и времени в широком круге физических обстоятельств.

Однако полной симметрии нет! Прежде всего, это выражается в сигнатуре (+ – – –) 4-мерного пространства времени. Кроме того, после создания общей теории относительности, построенной на 4-мерной симметрии, оказалось необходимым дополнить её математический аппарат методами задания систем отсчёта, которые позволяют описывать время и 3-мерное пространство используемой системы отсчёта. Фактически методы задания систем отсчёта означают обратную процедуру 1+3-расщепления 4-мерного пространства-времени на время и пространство. Без использования понятий систем отсчёта нельзя корректно описать физически наблюдаемые понятия в общей теории относительности.

Заметим, что до появления методов задания систем отсчёта в работах ряда авторов, в том числе и самого Эйнштейна, допускалось досадное смешение понятий координатных систем и систем отсчёта, что приводило к ряду недоразумений. Как неоднократно подчеркивал В.А. Фок: «Понятие физической системы отсчёта (лаборатории) не равносильно, в общем случае, понятию системы координат, даже если отвлечься от всех свойств лаборатории, кроме её движения как целого» [2. С. 5]. «Опространствованная» теорией относительности координата x^0 в общем случае не является временем

системы отсчёта. Эта связь может быть установлена, однако это делается на основе особых соглашений в монадных методах хронометрических или кинеметрических инвариантов. Только после добавления к общепринятому аппарату общей теории относительности методов задания систем отсчёта эта теория приобретает смысл, заключенный, по замыслу Эйнштейна, в её названии, то есть характер общей теории, справедливой в произвольных системах отсчёта.

Есть достаточно оснований утверждать, что в современной общей теории относительности время имеет выделенный характер. Эту точку зрения отстаивал известный ирландский физик-гравитационист Дж. Синг, книга которого «Общая теория относительности» переведена на русский язык. Он считал, что ключевыми понятиями в общей теории относительности являются: события, материальная частица, мировая линия материальной частицы, временная последовательность событий, прошлое и будущее, собственное время. Он писал: «Для нас единственной *основной мерой является время*». Именно через собственное время в работах Синга задается важное понятие его формулировки теории – мировая функция. «Длина (или расстояние), поскольку возникнет необходимость или желательность их введения, будет рассматриваться как строго производное понятие... Фактически мы имеем дело с римановой *хронометрией*, а не с *геометрией*, и слово *геометрия*, внушающее опасение, что нам, чего доброго, придется возиться с измерениями *длин* с помощью *метровой линейки*, можно было бы в этой связи полностью исключить из употребления, если бы грубое буквальное значение понятия геометрии не приобрело глубокой связи с абстрактными математическими определениями “пространства”, “метрик” и т. д.» [3. С. 101]. В справедливости позиции Синга можно убедиться хотя бы на том примере, что, например, расстояние до Луны или других космических объектов можно измерить лишь по показаниям часов, отправляя и принимая отраженные от них световые сигналы.

На основе ключевого понятия времени можно переформулировать всю общую теорию относительности. Об этом также писалось в работах отечественного физика-релятивиста Л.Я. Аристова [4].

Обсуждая роль времени в общей теории относительности, следует упомянуть также точку зрения по этому вопросу другого известного датского физика-гравитациониста Х. Мёллера, автора переведенной на русский язык монографии «Теория относительности». Особенностью его подхода к теории гравитации является умаление 4-мерной пространственно-временной симметрии. Он писал: «Конечно, четырехмерная формулировка, основанная на лоренцевой симметрии пространства-времени, является изящным способом выражения принципа относительности на математическом языке, и, кроме того, она позволяет кратчайшим путем перейти к формулировке общековариантной теории. В ранних руководствах по теории относительности естественно было специально подчеркивать

именно эту симметрию пространственно-временного многообразия. Я полагаю, однако, что в современных руководствах полезно делать акцент именно на различии между пространственными и временными переменными, которое так легко теряется в четырехмерном формализме» [5. С. 8].

Данная точка зрения Мёллера сложилась отчасти из занятия вопросами законов сохранения в ОТО, а отчасти из его исследований по релятивистской термодинамике. На эту тему он в 1968 г. выступал на 5-й Международной гравитационной конференции в Тбилиси, где показал, что в рамках теории относительности нельзя осуществлять преобразования температуры при переходе в другую систему отсчёта. Остается возможность лишь говорить о температуре в собственной системе отсчёта рассматриваемой термодинамической системы.

Нельзя не упомянуть и точку зрения по этому вопросу П.А.М. Дирака. Всему миру известны носящие его имя уравнения и многие его труды в области квантовой механики и квантовой теории поля, но мало кто знает, что послужило лейтмотивом для получения ряда его результатов. Оказывается, Дирак всю жизнь был одержим идеей об отсутствии симметрии между пространством и временем в микромире. Эта точка зрения Дирака послужила исходным мотивом при написании уравнений, носящих его имя. Сначала они были записаны в несимметричном виде. Многие авторы в книгах с такой записи и начинают излагать уравнения Дирака. Но потом показывают, что они всё-таки являются релятивистски инвариантными.

Дирак серьёзно полагал, что 4-мерная пространственно-временная симметрия, лежащая в основе теории относительности, имеет место только в макромире. Так, в своей работе «Теория гравитации в гамильтоновой форме» он писал: «Мы склонны считать, что четырехмерная симметрия не является фундаментальным свойством физического мира. Эйнштейн показал, и в этом состоит его огромная заслуга, что каждое индивидуальное решение уравнений движения, которые представляют законы природы, проявляют четырехмерную симметрию. Однако мы теперь знаем, что физическое состояние соответствует не отдельному решению уравнений движения, а некоторому семейству всех решений, относящихся к одной и той же основной функции Гамильтона; это такое семейство, которое соответствует волновой функции в квантовой теории, в то время как индивидуальное решение не имеет квантового аналога. Чтобы иметь дело с семейством решений, необходимо пользоваться методами гамильтонова формализма. Настоящая работа показывает, что эти методы, будучи выражены в своей простейшей форме, *вынуждают отказаться от четырехмерной симметрии* (курсив – П.А.М. Дирака)» [6. С. 157]. Исходя из таких представлений, Дирак развил гамильтонову формулировку общей теории относительности, с помощью которой он корректно исключил четыре компонента метрического тензора из числа динамических гравитационных переменных. При этом он подчеркивал, что «это

существенное упрощение, однако оно может быть получено только ценой отказа от четырехмерной симметрии» [6. С. 157].

Следует отметить, что в работах Дирака, как и у самого Эйнштейна, проявлялась постоянная путаница понятий координатной системы и системы отсчёта. Например, в своих лекциях по гравитации он утверждал, что компоненты метрического тензора как «потенциалы описывают не только гравитационное поле, но и координатную систему. Гравитационное поле и система координат в эйнштейновской теории неразрывно связаны, и их не удастся описать независимо друг от друга» [7. С. 29]. Видимо, здесь на самом деле Дирак имел в виду связь гравитации и инерции, то есть следовало говорить о неинерциальных системах отсчёта. Это важно подчеркнуть в связи с тем, что полученный Дираком результат фактически основан на использовании так называемых нормальных систем отсчёта (без вращения), что явно раскрывается в кинеметрической калибровке монадного метода задания систем отсчёта, развитого в цикле наших отечественных исследований [8; 9]. Исключенные из числа динамических степеней свободы четыре компонента метрического тензора описывают 4-скорость используемой нормальной системы отсчёта. Этот факт остался незамеченным как в работах Дирака, так и коллективами других авторов (Р. Арновитт, С. Дезер, Ч. Мизнер, А. Шильд), занимающихся построением канонического (гамильтонова) формализма общей теории относительности.

Из изложенного и из ряда других соображений, которых касаются авторы статей данного номера журнала, становится понятным важность обсуждения метафизических аспектов времени. Среди них выделим следующие:

1. История и эволюция понимания сущности времени в естествознании.
2. Время и пространство в современной фундаментальной теоретической физике: их симметрия и различия.
3. Реляционный и субстанциальный подходы к природе времени (пространства-времени).
4. Вопрос о непрерывности или дискретности времени.
5. Конкретные способы описания времени в теориях унарных и бинарных систем отношений.
6. Время в современной космологии: вопросы о «начальной» стадии развития Вселенной, её расширении и ускорении.
7. Время и проблема сущности жизни.

Перечисленные и ряд других метафизических аспектов времени и сопутствующих им фундаментальных проблем обсуждаются в статьях данного номера журнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Минковский Г.* Пространство и время // Принцип относительности. – М.: Атомиздат, 1973.
2. *Фок В.А.* Об основных принципах теории тяготения Эйнштейна // Современные проблемы гравитации. – Тбилиси: Изд-во Тб. гос. ун-та, 1967.
3. *Синг Дж.* Общая теория относительности. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1963.
4. *Аристов Л.Я.* Общая теория относительности и тяготение. – Ташкент: Изд-во «ФАН», 1983.
5. *Мёллер К.* Теория относительности. – М.: Атомиздат, 1975.
6. *Дирак П.А.М.* Теория гравитации в гамильтоновой форме // Новейшие проблемы гравитации. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1961.
7. *Дирак П.А.М.* Общая теория относительности. – М.: Атомиздат, 1978.
8. *Владимиров Ю.С.* Системы отсчёта в теории гравитации. – М.: Энергоиздат, 1982.
9. *Владимиров Ю.С.* Геометрофизика. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.