

Метафизика времени в физических теориях. За и против блок-вселенной.

Эволюция представлений о природе времени – прекрасный пример взаимного влияния физики и метафизики. Особенно интересна дискуссия вокруг концепции блок-вселенной. В философии представления о времени всегда были связаны с проблемой существования вообще. В XX веке философские дискуссии о природе времени сконцентрировались не на его субстанциональности, а на вопросе: происходят ли в природе реальные изменения или изменения – это лишь психологическая иллюзия, и мир не меняется?¹ Дискуссия развернулась между разными версиями двух крайних концепций: объекты существуют только в настоящем времени (*презентизм*), или все прошлые, настоящие и будущие события рассматриваются как равно существующие (*этернализм*).

Среди физиков распространено мнение, что время – лишь операционное понятие без онтологического содержания. Специальная теория относительности (СТО), казалось бы, подтверждает тезис о том, что различие прошлого, настоящего и будущего сводится к отношениям движущихся объектов. Следовательно, эти три времени имеют равную степень реальности. Как выразился А. Эйнштейн: «Для нас, убежденных физиков, различие между прошлым, настоящим и будущим – не более чем иллюзия, хотя и весьма навязчивая»².

Поскольку следствия СТО прекрасно согласуются с экспериментами, большинство физиков, являясь, как и А. Эйнштейн, научными реалистами, приняли его онтологическую схему СТО. В свою очередь, философы - сторонники этернализма использовали СТО как аргумент в пользу метафизической картины, называемой блок-вселенная. Блок-вселенная предполагает, что объекты не существуют в отдельные моменты времени или в отдельных событиях, а существуют мировые линии целиком, которые словно макароны изгибаются при ускорении (в том числе из-за гравитации). Временные отношения не отрицаются полностью, но сводятся к отношению «раньше-позже», определяемому причинно-следственными связями. Направленное становление объявляется субъективным феноменом. Ничего не возникает и не исчезает; сознание лишь встречается с различными событиями и фиксирует их как моменты настоящего. Мы сами проводим границу между прошлым и будущим.

Часть философов науки согласились с таким подходом. Например, Х. Патнэм высказался так: «Проблема реальности и предопределенности будущих событий решена. Кроме того, она решена в физике, а не в философии... . Не думаю, что в

философии еще существует проблема времени. Существуют лишь физические проблемы определения точной физической геометрии четырехмерного континуума, который мы населяем»³.

Однако в последние два десятилетия новые наблюдения и теории в космологии, а также уникальные квантовые эксперименты стимулировали физиков вновь вернуться к, казалось бы, решенной проблеме природы времени. Ярким примером является противоположные мнения на эту тему Дж. Барбура⁴ и Л. Смолина⁵.

В пользу метафизической концепции блок-вселенной можно привести, как минимум, десять аргументов, как физических, так и эпистемологических и даже метафизических.

Аргумент научного реализма. Предполагается, что объекты, постулируемые зрелыми научными теориями, имеют реальное существование, а сами эти теории отражают реальные отношения в природе. С научным реализмом тесно связан *математический реализм*, полагающий, что математический формализм теории, подтвержденной наблюдениями, соответствует реальным отношениям объектов.

Аргумент относительности одновременности. Согласно СТО, одновременность двух событий зависит от системы отсчета и измеряется координатой времени, относительной к скорости движения объекта. Из так называемого аргумента Rietdijk-Putnam следует, что прошлые, настоящие и будущие события относительны к скоростям движения и в равной степени существуют в виде некоего блока пространства-времени, состоящего из множества «одновременных пространств».

Аргумент геометрический. В СТО время – это координата в 4-х мерном пространстве Минковского, имеющая такой же онтологический статус, как и три пространственных, а событие – лишь точка в этом же пространстве. Отсюда делается вывод, что мировая линия каждого объекта, соединяющая все его события, существует целиком. С геометрией связан и *энергетический аргумент*. В СТО рассматривается 4-вектор энергии-импульса, пространственные компоненты которого соответствуют 3-импульсу, а проекция на ось времени – полной энергии тела. В свою очередь, полная энергия (в отсутствие сил и полей) складывается из энергии покоя, пропорциональной массе, и кинетической энергии движения тела как целого. Экспериментально доказано, что покоящееся тело действительно содержит огромное количество внутренней энергии, а релятивистская энергия растет с ростом скорости. Считается, что это доказывает реальность 4-вектора энергии-импульса.

Аргумент обратимости времени в уравнениях. В уравнениях большинства физических теорий знак переменной времени не меняет формы уравнений. Следовательно, направление времени не имеет фундаментального значения. В квантовой механике волновое уравнение Шредингера тоже выглядит как обратимое во времени. Отсюда делается вывод, что и на квантовом уровне время – лишь средство измерения. Причину возникновения направления в наблюдаемых

процессах сторонники Копенгагенской и некоторых других интерпретаций квантовой механики видят в необратимости «коллапса» волновой функции.

Аргумент отсутствия времени в уравнениях для Вселенной. Уравнение Эйнштейна-Гамильтона-Якоби ($H = 0$) является следствием общей ковариантности общей теории относительности. Вселенная как целое нигде не перемещается, ее Гамильтониан равен нулю, следовательно, время для Вселенной отсутствует. В квантовом аналоге этого уравнения – уравнении Уилера-ДеВитта ($\hat{H}\Psi = 0$) – оператор Гамильтона действует на волновую функцию Вселенной, которая описывает все ее возможные 3-геометрии и все возможное содержание материи. Эволюция волновой функции Вселенной отсутствует, значит, для Вселенной времени нет.

Аргумент термодинамический. Наблюдаемое направление процессов не противоречит блок-вселенной, поскольку определяется не уравнениями физических теорий, а макроскопической особенностью термодинамического происхождения. Второе начало термодинамики гласит, что энтропия изолированной системы либо возрастает, либо остается постоянной: $S(t_2) \geq S(t_1)$. Процессы сами собой идут от более упорядоченного состояния к менее упорядоченному, от менее вероятного к более вероятному. Начальная низкая энтропия ранней Вселенной объясняется или случайной флуктуацией или влиянием гравитации.

Аргумент объяснения квантовой нелокальности. Предел скорости света для взаимодействий и передачи сигналов – один из основных постулатов СТО. Однако квантовая механика предсказывает, и эксперименты подтверждают, что между перепутанными состояниями квантовых объектов существует нелокальная корреляция, превышающая скорость света, а значит, такие состояния могут быть разделены пространственно-подобным интервалом. Считается, что такие корреляции не переносят ни энергию, ни информацию, поскольку иначе нарушался бы принцип причинности. И это подтверждается экспериментально для классических объектов (для людей и приборов). О запутанных квантовых объектах говорят, что это один и тот же объект, хоть и разнесенный в пространстве-времени.

Аргумент причинности. Наблюдаемое направление течения времени объясняется не физической теорией, а принципом причинности – причина всегда предшествует следствию во времени. Детерминистическая форма этого принципа звучит так: состояние объекта в момент t_1 и законы физики однозначно определяют состояние объекта в момент t_2 . В вероятностной версии принципа однозначность заменяется различными вероятностными условиями.

Аргумент метафизический. Представление о том, что уже несуществующие прошлые события продолжают влиять на настоящее, а настоящие события влияют на будущее – метафизически противоречиво. Хорошим объяснением этого противоречия может быть предположение, что прошлые и будущие события существуют наравне с настоящими.

Аргумент психологический. Один из самых популярных аргументов утверждает, что наблюдаемое направление процессов и даже причинно-следственные связи – лишь иллюзия восприятия человеческого сознания. Тот факт, что о будущем мы знаем гораздо меньше, чем о прошлом, отражает только эпистемологическую разницу между ними. Причины этой разницы могут быть психологическими (привычка), физиологическими (строение нейронов мозга) или физическими (второе начало термодинамики, квантовые эффекты и т.д.).

В докладе будет показано, что перечисленные аргументы или несостоятельны, или допускают объяснения, не согласующиеся с блок-вселенной. Более того, аргументы, связанные с квантовыми явлениями, космологическими теориями и принципом причинности прямо ей противоречат. Не спасает от трудностей и метафизический компромисс в виде теории растущей блок-вселенной, в которой прошлое существует неизменно, но будущего еще нет. Четырехмерный блок Вселенной или постоянно слой за слоем нарастает, или бесконечно ветвится.

Можно заключить, что концепция блок-вселенной опирается не на физические результаты СТО, а на ее явно устаревшую метафизическую схему. В первую очередь это представление о 4-х мерном пространстве-времени как абсолютной сущности и об однозначном характере причинно-следственных связей вдоль мировых линий. Именно эти представления придают понятию одновременности онтологический статус, тем самым уравнивая в правах на существование прошлое, настоящее и будущее.

История физики неоднократно показывала, что некритический перенос метафизических принципов на физические явления ведет к трудностям в физических теориях. Но верно и обратное, некритическое обобщение даже самой успешной физической теории до метафизической концепции рано или поздно ведет к метафизическим противоречиям.

¹ McTaggart J. E. The unreality of time //Mind. – 1908. – С. 457-474.

² Einstein A., Besso M. A. Albert Einstein, Michele Besso, Correspondence, 1903-1955. – Hermann, 1972. – P. 537–538.

³ Putnam H. Time and physical geometry //The Journal of Philosophy. – 1967. – Т. 64. – №. 8. – P. 240-247.

⁴ Barbour J. The end of time: The next revolution in physics. – Oxford University Press, 2001.

⁵ Смолин Л. Возвращение времени. От античной космогонии к космологии будущего. – Litres, 2017.