

**Проблема интерпретации понятия времени в некоторых концепциях современной физики\***

**И.А. Карпенко**

Статья посвящена проблеме времени в контексте некоторых теорий современной физики. Рассматриваются традиционные постановки вопроса о сущности и свойствах времени в историко-философской перспективе и в свете актуальных физических концепций. Осуществляется интерпретация и принципиально новых представлений о времени, возникающих в современной науке. Предпринимается попытка прояснения возможности ответа на вопрос: “Что такое время с точки зрения философии физики?” В ходе анализа помимо классических привлекаются самые последние исследования, прямо или косвенно затрагивающие проблему времени.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** время, пространство, философия науки, апории Зенона, космология, современная физика, стрела времени.

**КАРПЕНКО Иван Александрович** – кандидат философских наук, доцент Национального исследовательского университета “Высшая школа экономики”.

Цитирование: *Карпенко И.А.* Проблема интерпретации понятия времени в некоторых концепциях современной физики // *Вопросы философии. 2016. № 9. С. ?–?*

*Voprosy Filosofii. 2016. Vol. 9. P. ?–?*

**Concept of Time Problem Interpretation in Several Modern Physics Theories**

**Ivan A. Karpenko**

The article deals with the problem of time in the context of several theories of modern physics. The traditional statements on time nature and characteristics are analyzed according to historical and philosophical perspective and in relation to current physics concepts. Interpretation of arising in modern science innovative time concepts has been conducted. Attempt to clarify the possible answers to the question of what the time is in terms of the philosophy of physics has been made. In addition to the classics, the most recent research, directly or indirectly concerned to the time problem, is under consideration in the analysis.

**KEY WORDS:** time, space, philosophy of science, Zeno’s paradoxes, cosmology, modern physics, the arrow of time.

**KARPENKO Ivan A.** – CSc in Philosophy, Associated Professor, National Research University Higher School of Economics.

[gobzev@hse.ru](mailto:gobzev@hse.ru)

Citation: *Karpenko I.A.* Concept of Time Problem Interpretation in Several Modern Physics Theories // *Voprosy Filosofii. 2016. Vol. 9. P. ?–?*

---

© Карпенко И.А., 2016 г.

\* Статья подготовлена в ходе проведения исследования (№ 15-01-0071) в рамках Программы “Научный фонд Национального исследовательского университета “Высшая школа экономики” (НИУ ВШЭ)” в 2015–2016 гг. и с использованием средств субсидии на государственную поддержку ведущих университетов Российской Федерации в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров, выделенной НИУ ВШЭ. The article was prepared within the framework of the Academic Fund Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE) in 2015- 2016 (grant №15-01-0071) and supported within the framework of a subsidy granted to the HSE by the Government of the Russian Federation for the implementation of the Global Competitiveness Program.

# Проблема интерпретации понятия времени в некоторых концепциях современной физики

И.А. КАРПЕНКО

Как заметил Д. Уитроу, автор фундаментальных работ о времени [Whitrow 1976; Whitrow 1980; Whitrow 2004], для физики в принципе характерна геометризация времени. То же самое отмечал и А. Эйнштейн [Einstein 1954, 141]. Если пространство мы привыкли мыслить с помощью системы координат, в терминах измерений и расстояний, то никаких специфических понятий, характеризующих именно время, нет. Отчасти этим объясняется и трудность толкования времени в различных теориях физики, поскольку оно не имеет эндемичных признаков. Именно из-за отсутствия сущностных свойств, время подверглось геометризации. Особенно очевидно это в пространстве Минковского (построенного на основе работ А. Пуанкаре и Эйнштейна Г. Минковским), где оно представляет собой четвертую координату и имеет вид произведения скорости света и времени события. В теории относительности проблема решается радикально – время фактически устраняется, оно не более чем иллюзия восприятия.

Традиционный анализ времени порождает чисто пространственные вопросы: дискретно оно или непрерывно, возможно ли его отождествлять с изменением (последовательностью событий) и длительностью, является ли оно объективным или субъективным, относительным или абсолютным, фундаментальным или нет, и т.п. Эти вопросы проистекают из классической интеллектуальной интуиции, которую мы встречаем ещё у Зенона, затем у Аристотеля, у стоиков, позже у Августина, и, что интересно, почти такой же она сохраняется у Г. Галилея и И. Ньютона.

Показательно, что в тех работах, где отрицается пространственный способ мышления о времени и постулируется его объективность (см., например, современный обширный труд Л. Смолина о времени [Smolin 2013]), ничего не говорится о том, что оно есть и каковы его свойства.

В этом свете самыми главными вопросами о времени оказываются следующие: какова его природа и реально ли оно? Разумеется, настоящее исследование не ставит целью дать однозначный ответ. Однако анализ понятия времени и его возможных характеристик, возникающих в современных физических теориях, позволит приблизиться к ответу вплотную.

## Краткая история проблемы

Проблема времени с точки зрения дискретности и непрерывности, по всей видимости, впервые затрагивается у Зенона Элейского, в его знаменитых парадоксах. Апории “Ахиллес”, “Дихотомия”, “Стрела”, “Стадий” направлены против движения. В первых двух движение отрицается, если пространство и время рассматриваются как непрерывные, во вторых двух – как дискретные. А. Койре в работе “Заметки о парадоксах Зенона” [Койре 1985, 27–51] сделал важное замечание относительно того, что эти апории, по сути, не имеют отношения к движению и касаются его лишь постольку, поскольку движение происходит в пространстве и времени. Можно абстрагироваться от понятий пространства и времени и рассматривать вместо этого математический континуум, не лишая апорий исходного смысла. Проведя такую трансформацию, Койре приходит к выводу, что проблема намного глубже, чем то представляли исследователи и критики Зенона, и обнаружи-

вает (переведя апории на язык математики), что эти апории "...в скрытом виде коренятся во всякой геометрической теореме, во всякой алгебраической формуле, во всяком арифметическом предложении" [Там же, 38]. Другими словами, проблема в принципе присуща математике и геометрии, но в математическом представлении она перестаёт быть проблемой, так как в самой по себе непрерывности, с точки зрения математики, нет ничего парадоксального. Напрашивается вывод о том, что наше традиционное понимание движения, времени и пространства требует серьёзной коррекции – и только тогда апории перестанут быть таковыми. Или, что то же самое, апории и порождены неверным представлением о движении, пространстве и времени.

Другой вопрос, отсылающий к парадоксам Зенона: «Должно ли время в принципе "течь"»? Б. Рассел не видел проблемы в том, что стрела как бы скачет из одного положения в другое, т.е. движение во времени можно понимать, как смену позиций, по примеру секундной стрелки. Быстрая смена позиций воспринимается, как гладкое движение [Рассел 1959, 813]. При таком взгляде на проблему в движении нет собственно того, что интуитивно понимается под движением. В каждый момент времени стрела покоится в новом месте. Но можно заключить, что это и есть движение.

Первую попытку научного анализа времени предпринял, по-видимому, Аристотель в "Физике". Он выступил против платоновского понимания времени. В "Тимее" (37a – 38c) говорится о вечности и её подобиях – время вращающегося неба, движение от числа к числу, т.е. время и есть движение. Для Аристотеля же время и движение связаны, но не тождественны. Время Аристотеля "есть число движения" [Аристотель 1981, 150] (и оно, кстати, непрерывно). Временем измеряется движение, а движением определяется время. Необходимое же условие движения – пространство, следовательно, без пространства нет и времени. Значит ли это, что время производно от пространства, остается не прояснённым.

Плотин не согласен с Аристотелем. Его время (в платоновском духе) производно от вечности. Но у него время не движение и не мера движения (не число движения) (Епп. III, 7). Вкратце его возражения против времени как движения и числа движения можно охарактеризовать так: движение предполагает время, однако время не требует с необходимостью движения, а может вполне совместиться и с покоем. "Если предположить, что возможно движение вне времени, то приравнивание ему времени станет еще более непонятным, так как получится, что время – одно, а движение – совсем другое" [Лосев 2000, 442]. Итак, время – это одно, а движение – это другое. Плотин показывает, что поскольку движения могут быть разными, т.е. за одно время могут преодолеваться разные расстояния, то и времена должны быть разными, а это невозможно (интересно, что здесь уже возникает идея относительности времени, производная от движения, хотя и отрицаемая). Значит, и расстояние тоже не может мыслиться как время. Это уже можно трактовать как первый протест против пространственного мышления о времени. Плотин показывает, что время не есть число, аргументируя это тем, что числами измерять можно всё что угодно, а не только время, таким образом, время есть время, а число есть число. Время у Платона есть протяжение вечной жизни души (но, опять же, протяжение – возвращение к пространственной характеристике).

Особое место в истории изучения времени занимают размышления Августина. В его представлении нет реального прошлого и нет реального будущего, но есть настоящее. Однако настоящее лишено длительности, оно мгновенно, т.е. его тоже как бы нет. Но все три времени, прошлое, настоящее и будущее, существуют в душе. Хотелось бы это трактовать как утверждение иллюзорности, субъективности времени, но Августин не говорит этого. Время всё-таки есть, и он выражает это в знаменитой формуле: "...время существует только потому, что оно стремится исчезнуть" [Августин 1997, 217]. Он, скорее, раскрывает психологию восприятия времени – образ настоящего, возникающий в душе, позволяет по подобию (такая своеобразная индукция) мыслить о прошлом и будущем. Но есть у Августина и новаторство, которое можно отнести непосредственно к физике. Отвечая на популярный в то время вопрос "Что делал Бог до сотворения мира?", он смело заявляет:

ничего. По той простой причине, что время было сотворено вместе с миром, а как можно говорить о “до” и “после”, если нет времени? Эти понятия вне времени просто не имеют смысла. Августин, таким образом, утверждает (если выразаться современным языком) следующую идею: нет внешнего вечного фундаментального времени, как арены действий физических законов. Время возникает вместе со Вселенной.

У неоплатоника Прокла (по всей видимости, следующего в своей концепции за Ямвлихом) в комментарии к платоновскому “Тимею” [Proclus 2011] разрабатывается своеобразная диалектика времени и вечности. Время для него – длительность, текучесть, непрерывность. Время есть (как и для Платона) подвижный образ вечности, а вечность – неподвижный образ времени. Время связано с движением, и чтобы оно текло, нужно нечто, что заставляло бы каждое событие двигаться, так как каждое событие нуждается в причине движения. Первопричина же движения – вечность.

Дамаский развивает эти идеи, но он вводит кванты времени [Лосев 2000, 436–439]. Если время состоит из не имеющих длительности моментов настоящего, то не получится сложить из них длительность: сколько ни складывай не имеющих размера частей, всё равно получится ничто. Таким образом, время должно состоять из неделимых отрезков настоящего, имеющих длительность. Иначе говоря, время движется скачками. Дамаский показывает это на примере мышления: вроде бы мысль непрерывна, однако она не созерцает всё сразу одновременно, сначала она обращена на одно, потом на второе, потом на третье. Эту позицию можно интерпретировать как попытку доказательства дискретности времени. Более того, скорость скачкообразных движений времени приводит к тому, что у разных движений разные времена (то, что отрицал Плотин). По существу это означает утверждение того, что время относительно, и его относительность обусловлена скоростью движения (хотя, очевидно, Дамаский руководствовался совершенно иными основаниями в своей интуиции, чем поздние релятивисты).

Последующие философы и учёные (Средних веков и Нового времени) углубляли уже существующие идеи или полемизировали с ними, но в основном оставались в рамках указанной проблематики. Тем не менее представляется важным указать ещё некоторые взгляды на время, которые определили современные подходы. Речь идёт о позициях Канта, Лейбница, Ньютона и Эйнштейна.

Ньютон настаивал на объективном статусе времени. Правда, он не говорил, что такое время, а только то, что оно есть и что оно абсолютно. “Абсолютное, истинное, математическое время само по себе и по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему протекает равномерно и иначе называется длительностью” [Ньютон 1989, 30]. Оппонент Ньютона, Лейбниц, напротив, постулировал относительность времени (выводя её из принципа достаточного основания и тождества неразличимых). Можно сказать, он углубил аргументацию Августина в вопросе о том, что делал Бог до сотворения мира [Полемика Г. Лейбница и С. Кларка 1960, 56] – вне событий, вещей (мира), нет времени. Но это не значит, что Лейбниц его отрицает, время есть – и более того, оно универсально (из этого очевидно, что ничего общего в понимании времени у Лейбница и Эйнштейна нет).

Кант вновь поставил объективность времени под сомнение (интересно, что Лосев делает довольно резкое замечание по поводу концепции априорности времени у Канта, утверждая, что она целиком позаимствована у Плотина [Лосев 2000, 447]). Для Канта время – априорная форма чувственности, позволяющая упорядочивать опыт взаимодействия с миром в нашем восприятии [Кант 1994, 56–58]. Оно не объективно, времени как такового нет. Поэтому и разговор о природе времени, его сущности, свойствах, бессмысленный – он должен сводиться к нашему восприятию, к деятельности сознания.

Эйнштейн, развивая идею относительности, сформулировал последнюю принципиально новое представление о времени. Новаторство сделанного им шага заключается в утверждении относительности одновременности, положения, согласно которому одни и те же события кажутся для разных наблюдателей разделёнными во времени по-разному, в зависимости от скорости (включая направление) движения наблюдателей.

## Современное состояние проблемы

*Дискретность и непрерывность.* Игнорируя, по примеру Рассела, апории Зенона, можно полагать, что квант времени (“хронон”) имеет порядок планковской величины. Здесь, однако, возникают сразу две трудности. Первая, самая очевидная – это спорное пространственное представление о единице времени как кванте, т.е. чем-то, имеющем фиксированный размер. В этом случае опять же время предстаёт лишь особым измерением пространства, в котором происходит специфическое передвижение. Тогда можно сказать: от точки (события) А до точки (события) В столько-то квантов времени. В принципе, здесь нет парадоксальности, движение во времени можно представлять как скачкообразное (квантованное) движение в состоянии покоя при максимально допустимой скорости. Когда нечто находится в точке трёхмерного пространства, это можно интерпретировать в СТО так, что оно движется со скоростью света во времени, а, следовательно, движется и в пространстве, так как пространство в ходе времени меняется.

Отсюда возникает другая трудность. Если время квантуется, что означает изменение пространства во времени? Существует ли оно в “промежутках” между квантами времени? В таком случае придётся признать интервалы существования пространства не во времени, что кажется абсурдным, потому что это навязывает принятие ещё одного рода времени, и так далее. Если же в промежутках время не существует, то мир создаётся заново в каждое мгновение. Непрерывность не позволяет избежать этой проблемы – любая делимость ставит вопрос об интервалах. Действительно, как показал Койре в упомянутом эссе, дискретность и непрерывность в определённом контексте могут рассматриваться как эквивалентные точки зрения.

Альтернативой делимому и бесконечно делимому времени может выступать время в принципе неделимое. Это вариант “длительности” по А. Бергсону [Bergson 1971], который изначально позиционировался как оппозиция научному мировоззрению и с точки зрения физики рассматриваться не может. Более понятные дискретность и непрерывность, по крайней мере, предполагают физическую длительность.

*Длительность и локальность.* Понятие длительности как характеристики времени тесно связано с представлением о локальности. Классическая физика, начиная с работ Галилея, Ньютона (интересно, что вселенная Ньютона не совсем локальна – гравитация в его теории распространяется мгновенно; в теории относительности она ограничена скоростью распространения электромагнитных волн) и включая Эйнштейна, указывает на локальность времени. Это в принципе соответствует нашей интуиции. Суть локальности в том, что для того, чтобы попасть из точки А в точку Б, нужно преодолеть некоторое расстояние. Но поскольку максимально возможная скорость конечна (скорость распространения света), локальность предполагает и необходимость затратить время для преодоления любого расстояния.

Нелокальность возникает в квантовой механике (её установил сам же Эйнштейн [Einstein, Podolsky, Rosen 1935, 777–780], полагая, что таким образом он демонстрирует неполноту квантовой теории). Она означает, что для путешествия из точки А в точку Б фотону не нужно преодолевать расстояние, он оказывается в ней мгновенно – следовательно, не требуется временных затрат. Более широкое понимание нелокальности (см., например, [Chanda, Smolin 2009 web]) означает, что между элементарными частицами во Вселенной существуют нелокальные связи, и чем их больше, тем более ярко выражены другие измерения. Иначе говоря, если бы помимо трёх развернутых измерений для перемещения макрообъектов было бы открыто ещё одно или несколько, это означало бы наличие нелокальности. Здесь любопытным образом пересекаются квантовая механика и теория относительности. В реляционной теории, как уже отмечалось, нет собственно времени, но есть пространство-время. Таким образом, всякое движение есть движение в пространстве-времени. Если допустить существование дополнительных измерений (что, кстати, уже пытался сделать Эйнштейн на основе гипотезы Калуцы – Клейна) и добавить квантово-меха-

ническую нелокальность, то получается, что нелокальность означает движение в других измерениях. Эксперименты, подтверждающие нелокальность (квантовая телепортация) проводились уже неоднократно, последний совсем недавно [Bussières, Clausen, Tiranov, Korzh, Verma, Sae Woo Nam, Marsili, Ferrier, Goldner, Herrmann, Silberhorn, Sohler, Afzelius, Gisin 2014, 775–778]. Интерпретация этих экспериментов представляет серьёзную сложность. На их основе можно, например, сделать вывод о том, что понятия расстояния (как характеристики пространства) и длительности (как времени) некорректны, являются особенностями нашего восприятия. И, значит, есть только одно место, где всё и происходит (если в таком случае вообще можно говорить о месте). Однако квантовая телепортация означает создание дубликата исходного объекта в *другом месте*. Наличие этого другого места сразу же подрывает идею об иллюзорности расстояния. В противном случае следует считать, что это не другое место, а то же самое, и фотон в точности тот же самый, и их не два, а он один. Но тогда возникает вопрос: а была ли телепортация? Что за манипуляции производили экспериментаторы, если ничего не изменилось по сравнению с исходным состоянием?

Проблема снимается при принятии абсолютного пространства Ньютона (и пространства-времени Эйнштейна в ОТО). Необязательно считать, что нелокальность означает нахождение в одном и том же месте, просто частицы мгновенно обмениваются информацией через любое расстояние. Да, частицы неразличимы, но принцип Лейбница не нарушается, потому что различные положения в пространстве – это тоже характеристика фотона (правда, в таком случае непонятна функция пространства, оно становится ещё более искусственным, чем знаменитый эфир старой физики – там хотя бы эфир был необходим для распространения световых волн с конечной скоростью). Но время устраняется полностью. Таким образом, при объединении реляционной и квантовой интерпретации нелокальности время не существует, и говорить о каких-то его характеристиках, признаках и свойствах бессмысленно. Более подробно о нелокальности см. [Карпенко 2015, 36–81]. О проблеме времени в квантовой космологии см. [Севальников 2013, 104–121].

*“Течение” и стрела времени.* Вселенную общей теории относительности иногда называют “блочной”, подразумевая единое пространство-время, в котором нет, собственно, времени. Блок можно “нарезать” под разными углами (“нарезанию” соответствует скорость и направление движения) – этим будет обусловлена относительность одновременности. Для разных наблюдателей разные события будут восприниматься, как происходящее в разном временном порядке: то, что для одних случилось раньше, для других позже (порядок событий неизменен только в границах одного светового конуса). Здесь ключевое слово “восприниматься”, так как в блочной Вселенной все события уже заданы, они есть, и наше восприятие в зависимости от определённых условий замечает их в некотором порядке. В этой модели нет течения времени (как последовательности событий), нет здесь и длительности.

Картина, предлагаемая ОТО, не всех устраивает. Причина заключается в наличии так называемой “стрелы времени”. Дело в том, что наблюдатели, как бы и куда бы они ни двинулись, будут наблюдать одно и то же её направление – из прошлого в будущее (в том смысле, что прошлое отлично от будущего). Хотя законы физики обратимы во времени, в реальности наблюдается необратимость. Порядок переходит в состояние хаоса и очень редко наоборот. Об этом говорит второй закон термодинамики – энтропия всегда растёт. Даже если происходит самоорганизация, рост степени порядка, она предполагает использование энергии, а затраченная качественная энергия приводит к выделению некачественной (тепловой), и энтропия (как мера беспорядка) обязательно больше возрастания порядка.

В данном случае важно, что второй закон возможно было бы рассматривать как свидетельство течения времени или, более смело, как описание самого времени. Время можно было бы понимать в этих рамках как переход от менее вероятных состояний к более вероятным, а самое вероятное состояние – это состояние равновесия, когда последователь-

ность событий завершается распадом всех сложных структур на элементарные частицы. Однако в таком случае придётся признать, что в равновесном состоянии время останавливается или начинает идти сразу в разных направлениях. Потому что в состоянии равновесия нет выделенного направления последовательности событий, а в любом состоянии происходят флуктуации, кратковременно понижающие в своей области энтропию. Но время при этом в обратную сторону не идёт. Таким образом, второй закон не есть время, но работает во времени.

Другая проблема заключается в том, что признание стрелы времени предполагает выбор начальных условий с высокой степенью порядка. Если наиболее вероятное состояние равновесное, то для того, что мы наблюдаем сейчас (определённая степень порядка), исходное состояние должно было быть упорядоченным. Или же оно было неупорядоченным, но периодически происходят масштабные флуктуации в различных частях Вселенной, которые повышают порядок (идея Больцмана) [Lebowitz 1993]. Такое допущение требует вечного прошлого, так как вероятность гигантских флуктуаций крайне мала, и за 14 миллиардов лет они едва ли могли произойти. В случае же выбора особых (упорядоченных) начальных условий после Большого взрыва, необходимо объяснить, откуда взялся первоначальный порядок, задавший направление стрелы времени. Возможно, гравитация и есть тот самый фактор порядка в начальных условиях. Изначальное равновесное состояние после Большого взрыва не является равновесным при наличии гравитационного взаимодействия, которое заставляет элементы притягиваться и образовывать сложные структуры. В таком случае, возможно, что время связано с гравитацией и, возможно, производно от неё (в ОТО так и есть). Если это так, то следует прояснить, что же такое гравитация. Рассматривать её в смысле ОТО, как искривление пространства-времени, значит опять исключить время.

*Время как проекция.* Другая современная концепция, в которой время не реально, связана с рассмотрением Вселенной как голограммы. Этот подход сформировался в результате исследований чёрных дыр, начатых Я. Бекенштейном [Bekenstein 1973] и Ст. Хокингом [Hawking 1974], продолженных Г. 'т Хоофтом [Stephens, 't Hooft, Whiting 1994] и Л. Сасскиндом [Susskind 1995], и завершённые Э. Виттеном [Witten 1998] и Х. Малдасеной [Hogowitz, Maldacena, Strominger 1996]. 'Т Хоофт и Сасскинд показали, что вся информация о любом объекте может быть, грубо говоря, записана на площади его поверхности. Это означает, что, возможно, арена физических законов – это как раз граница, а наблюдаемая трёхмерная реальность – голографическая проекция. Малдасена, основываясь на принципах Виттена, показал возможность дуального описания реальности – его струнная теория (струны в балке) идентична квантовой теории поля. Это стало возможным благодаря тому, что для описания происходящего внутри мира Малдасены и происходящего на границе этого мира используется один и тот же математический словарь. Таким образом, обе теории по сути одно и то же, но описывают реальность с разных позиций. Сущность концепции в том, что происходящее *внутри* можно описать происходящим *снаружи* (и наоборот). Например, это может означать, что чёрная дыра является голографической проекцией газа на её поверхности – в таком случае, чёрные дыры предстают вполне тривиальными объектами. В конечном итоге, всю вселенную можно описывать как голограмму, т.е. как проекцию с далёкой плоской поверхности.

Какова же роль времени в такой модели описания реальности? Нужно ли считать, что время – это тоже проекция? В духе Платона и платоников можно ответить – проекцией вечности, но с точки зрения физики этот ответ, конечно же, не конкретен. Наверно, правильным будет сказать в таком случае, что на поверхности времени нет, оно лишь свойство трёхмерной проекции. Проекция движется, здесь “всё течёт, все меняется”, как сказал бы Гераклит, но сама граничная поверхность неизменна (потому что вневременна). Это означает, что время не фундаментально, а является производным от чего-то ещё, что закодировано на удалённой поверхности. Что это может быть, пока не ясно.

*Циклическое время.* Другой вариант (на самом деле более отвечающий теории струн) состоит в том, что время (и пространство) – это некий заданный фон, арена событий. Это характерно, например, для теорий циклических вселенных (вариант в струнной космологии [Khoury, Ovrut, Steinhardt, Turok 2001 web]). К теориям, более доступным экспериментальной проверке, можно отнести идею Р. Пенроуза [Penrose 2011]. В его концепции новая Вселенная это результат флуктуации (по сути Большого Взрыва), которая неизбежна спустя *бесконечное* время после достижения теплового равновесия. После достижения теплового равновесия, поздняя вселенная становится неотличима от ранней. Таким образом, конец – это начало. В пользу этой теории (несмотря на очевидно странную необходимость истечения бесконечного времени) может говорить обнаружение гравитационных волн и концентрических кругов от столкновения нескольких пар черных дыр. Есть данные, что такие свидетельства получены [Eriksen, Wehus 2011 web].

Но любая циклическая модель, на чём бы она ни основывалась, требует наличия времени вне вселенной, изначально заданного, которое не рождается и не умирает вместе со вселенной. Действительно, циклический сценарий не имеет смысла, если время возникает вместе с возникновением вселенной. Как можно сказать, что раньше уже были вселенные, если время исчезло вместе с ними? Если между вселенными возникают интервалы безвремени (а это само по себе нечто абсурдное), то уже нельзя говорить о “раньше”, “было” и т.п.

Такие сценарии только усложняют вопрос о времени. Время здесь предстает некоей фундаментальной, заведомо непознаваемой величиной, поскольку оно ставится вне мира. То же относится и к различным концепциям мультивселенных (о них см., например, [Karpenko 2015, 150–166]) – если исключить внешнее время, оставив только собственное время каждого мира, то возникает вопрос: как миры соотносятся друг с другом во времени? В теории вечной инфляции [Guth 1997] можно поставить вопрос: есть ли время в поле инфлатона или там царит платоновская вечность, а время появляется лишь вместе с мирами? В таком случае миры, будучи разделены безвременьем, несравнимы во времени, и нельзя сказать, что в мирах разное время, как и то, что одно же. Этот вопрос не теряет актуальности и в случае многомировой интерпретации, струнного ландшафта и некоторых других теорий мультивселенных.

*Время микромира.* Особой спецификой обладает интерпретация времени в квантовой теории поля. Уравнение Шрёдингера описывает волновую функцию частицы до акта её измерения, в момент же измерения происходит коллапс волновой функции, и в права вступают правила для макромира. Таким образом, время играет ключевую роль в акте измерения. Измерение меняет будущее. Если до измерения прошлое частицы размыто (она может находиться где угодно с некоторым числом наиболее вероятных положений, а, точнее, и находится одновременно где угодно, если не допускать скрытых параметров), то в мгновение измерения она обнаруживается где-то, и правила микромира для неё перестают работать. Если бы измерение не проводилось, частица и дальше описывалась бы волновой функцией. В данной ситуации момент измерения обладает особыми полномочиями, определяя будущее – это есть миг настоящего, разделяющий прошлое и будущее. Только, исходя из него, мы не можем реконструировать прошлое и можем только статистически предсказать будущее. Прошлое и будущее всегда размыто, есть только настоящее.

С точки зрения теорий скрытых параметров [Bohm 1983] акт измерения, конечно, ничем особым не выделяется. Он всего лишь позволяет узнать неизвестное прежде положение частицы. В концепции Х. Эверетта [Everett 1957] измерение не обладает особым статусом, а является одной из возможных реализаций в параллельных вселенных. Большинство других интерпретаций квантовой механики также относится к проблеме измерения [Bell 1987]. В стандартной же квантовой теории поля приходится признавать выделенный момент времени (важно, что он выделен наблюдателем, т.е. объектом макромира). В микромире время проявляет себя только во взаимодействии с макромиром – тогда, когда вмешивается наблюдатель. Значит ли это, что понятие времени осмысленно только в ма-

кроме и не имеет смысла в микромире? Такая точка зрения существует довольно давно (см. об этом [Владимиров 2014, 58–61]). Действительно, классические представления о пространстве и времени, вероятно, не имеют смысла на масштабах планковской величины. (О проблеме измерений см. [Кагренко 2014].)

*Реальное время.* В качестве альтернативы общей теории относительности с её уничтожением времени ряд физиков предлагают формодинамику [Barbour, Koslowski, Mercati 2014 web]. Принципиальное отличие формодинамики в том, что время признаётся универсальным, а пространство – относительным. Это значит, что существует выделенный наблюдатель и, соответственно, выделенное время. Относительность пространства означает, что в разных местах Вселенной размеры одних и тех же объектов могут быть разными, или, точнее, понятие размера на больших расстояниях не имеет самостоятельного смысла, как понятие одновременности событий в теории относительности. Глобальное время и одновременность наблюдений возможны благодаря, например, выбору универсальной системы отсчёта: микроволнового фонового излучения. Наблюдатели будут регистрировать одну и ту же его температуру во всех направлениях вселенной, таким образом, существуют выделенные наблюдатели (что, правда, вводит асимметричность в ОТО). Важно, что формодинамика – это дуальное описание ОТО: относительность времени заменяется относительностью пространства, но две теории эквивалентны друг другу.

Постулирование абсолютного времени, первичного по отношению к законам физики, приводит к интересным следствиям – законы могут меняться во времени, т.е. законы оказываются не неизменными, не фундаментальными основами, которые сами задают время, а разворачивающимися во времени. Это, безусловно, интересный подход, который позволяет по-новому взглянуть на эволюцию Вселенной. Но он совсем не объясняет, что такое время само по себе. Напротив, допущение изменения законов физики во времени требует объяснения механизма этого изменения, т.е. нужен некий закон (метазакон) эволюции законов во времени.

Другая важная черта формодинамики (собственно, позволяющая реконструировать события прошлого) заключается в том, что она согласуется с теорией скрытых параметров в квантовой механике, т.е. с положением о том, что все частицы имеют положение и скорость в любой момент времени (такое допущение с необходимостью предполагает опять же выделенного наблюдателя). Это как раз то, что требовал от теории Эйнштейн, но что стало возможным только в дуальном описании его теории. Но позволит ли такая реконструкция дойти до *момента* возникновения времени – трудный и противоречивый вопрос, поскольку само время не является процессом во времени и значит, нельзя зафиксировать его начало.

## Заключение

По мере роста научного знания интеллектуальная интуиция приспособляется к формулировке новых понятий или модернизации старых (верна и обратная зависимость). С появлением новых физических теорий (необязательно экспериментально обоснованных) часто требуется корректировка традиционных постановок вопросов. Так, например, теория относительности вводит понятие относительности одновременности – шаг принципиально новый в науке и требующий переосмысления категории времени (что и происходит – время в ОТО устраняется). Другой пример – квантовая теория поля: время как различие прошлого и будущего возникает только при переходе с микроуровня на макроуровень. Голографический принцип, выросший из возможности дуального описания физических систем, опять же совершенно по-новому предлагает взглянуть на время: взгляд на время как на проекцию. Концепции мультиверса (и циклических вселенных) поднимают принципиальный вопрос о глобальном времени – есть ли в каждой вселенной своё время или же оно общее для всех.

Наконец, действительно новым является вопрос о размерности времени. Время традиционно рассматривалось либо как круг (циклическое), либо как стрела. Если время может иметь большую размерность, по аналогии со свёрнутыми пространствами в теории суперструн, то это, скорее, подтвердит правомерность геометризации понятия времени и покажет необоснованность поиска сущности временных категорий. Другими словами, возможно, что время это разновидность пространства, возникающее в его особом измерении.

Но, как можно было убедиться, большая часть вопросов, связанных со временем, не претерпела существенных изменений по сравнению с ранними попытками его философского осмысления. В этом свете ответ на ключевой вопрос, сформулированный в начале – существует ли время, не имеет положительного решения. В тех теориях, где ответ “да”, оно фундаментально (в том смысле, что оно первично). Такой вариант ничего не может сказать о том, что есть время, а наоборот, делает шаг назад в попытке ответить на этот вопрос. Объяснив нечто первичным, далее возможно говорить об этом только в духе негативной теологии, так как ничто не является его причиной.

В тех же концепциях, где время возникает, имеет смысл говорить о том, что оно есть, но пока что единственный претендент на объяснение – это пространство. Однако понимание времени (совсем не новое) как движения в пространстве (последовательности событий в пространстве, или даже особой разновидности пространства) опять же устраняет время, ибо отрицается его собственная (временная) специфика.

Представляется вероятным, что отчасти проблема кроется в современной неспособности интеллектуальной интуиции выйти за пределы обыденного представления о времени и в желании вписать его в привычный фон макромира. В этом случае будет эффективной формулировка новых понятий времени и пространства на основе результатов эксперимента и математического описания, порывающих с той традицией мышления, которая породила проблемы, сформулированные Зеноном. В определённом смысле суть его апорий как раз и указывает на несоответствие интеллектуальной интуиции физической реальности, а не на невозможность движения.

### *Ссылки (References in Russian)*

- Августин 1997 – *Августин Аврелий*. Исповедь. М.: Канон+, 1997.  
Аристотель 1981 – *Аристотель*. Физика // Аристотель. Соч.: В 4 т. Т. 3. М.: Мысль, 1981.  
Владимиров 2014 – *Владимиров Ю.С.* Природа пространства и времени. М.: URSS, 2014.  
Кант 1994 – *Кант И.* Критика чистого разума. М.: Мысль, 1994.  
Карпенко 2015 – *Карпенко А.С.* В поисках реальности: Исчезновение // *Философия науки и техники*. 2015. Т. 20. № 1. С. 36–81.  
Койре 1985 – *Койре А.* Очерки истории философской мысли. М.: Прогресс, 1985.  
Лосев 2000 – *Лосев А.Ф.* История античной эстетики. Поздний эллинизм. Т. 6. М.: Фолио, 2000.  
Ньютон 1989 – *Ньютон И.* Математические начала натуральной философии. М.: Наука, 1989.  
Полемика Г. Лейбница и С. Кларка 1960 – *Полемика Г. Лейбница и С. Кларка по вопросам философии и естествознания*. Ленинград: Ленинградский университет, 1960.  
Рассел 1959 – *Рассел Б.* История западной философии. М.: Издательство иностранной литературы, 1959.  
Севальников 2013 – *Севальников А.Ю.* Время в квантовой космологии // *Метавселенная, пространство, время*. М.: Институт философии РАН, 2013. С. 104–121.

### *References*

- Aristotle*. Compositions in Four Volumes. V. 3. Moscow: Mysl, 1981 (in Russian).  
*Augustine of Hippo*. Confessions. Moscow: Renaissance, 1991 (in Russian).  
Barbour, Koslowski, Mercati 2014 web – *Barbour J., Koslowski T., Mercati F.* The solution to the problem of time in shape dynamics [Classical and Quantum Gravity. 2014. Vol. 31, No. 15] // <http://arxiv.org/abs/1302.6264>  
Bekenstein 1973 – *Bekenstein J.* Black Holes and Entropy // *Physical Review*. 1973. Vol. 7. Issue 8. P. 2333–2346.

- Bell 1987 – *Bell J.S.* Speakable and Unspeakable in Quantum mechanics. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- Bergson 1971 – *Bergson H.L.* The Creative Mind. Westport: Greenwood Publishing Group, 1971.
- Bohm 1983 – *Bohm D.* A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of “Hidden” Variables. I and II // Quantum Theory and Measurement, eds. J.A. Wheeler and W.H. Zurek. Princeton: Princeton University Press, 1983. P. 166–193.
- Bussi eres, Clausen, Tiranov, Korzh, Verma, Sae Woo Nam, Marsili, Ferrier, Goldner, Herrmann, Silberhorn, Sohler, Afzelius, Gisin 2014 – *Bussi ere, F., Clausen C., Tiranov A., Korzh B., Verma V., Sae Woo Nam, Marsili F., Ferrier A., Goldner P., Herrmann H., Silberhorn C., Sohler W., Afzelius M., Gisin N.* Quantum Teleportation from a Telecom-Wavelength Photon to a Solid-State Quantum Memory // Nature Photonics. 2014. no 8(10). P. 775–778.
- Chanda, Smolin 2009 web – *Chanda P.-W., Smolin L.* Disordered Locality as an Explanation for the Dark Energy [Physical Review. 2009. D 80. 063505] // <http://arxiv.org/abs/0903.5303v1>
- Einstein 1954 – *Einstein A.* Relativity: The Special and the General Theory. London: Methuen, 1954.
- Einstein, Podolsky, Rosen 1935 – *Einstein A., Podolsky B., Rosen N.* Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? // Physical Review. 1935. 47. P. 777–780.
- Eriksen, Wehus 2011 web – *Eriksen H. K., Wehus I.K.* A search for concentric circles in the 7 year WMAP temperature sky maps [The Astrophysical Journal Letters. 2011. Volume 733. L 29] // <http://arxiv.org/abs/1012.1268>.
- Everett 1957 – *Everett H.* ‘Relative State’ Formulation of Quantum Mechanics // Reviews of Modern Physics. 1957. 29 (3). P. 454–462.
- Guth 1997 – *Guth A.* The Inflationary Universe. London: Jonathan Cape, 1997.
- Hawking 1974 – *Hawking S. W.* Black Hole Explosions? // Nature. 1974. No. 248 (5443). P. 30–31.
- Horowitz, Maldacena, Strominger 1996 – *Horowitz G.T., Maldacena J., Strominger A.* Nonextremal Black Hole Microstates and U-Duality // Physical Letters B. 1996. Vol. 383. Issue 2. P. 151–159.
- Kant I.* Critique of Pure Reason. Moscow: Mysl, 1994 (in Russian).
- Karpenko 2014 – *Karpenko I.* Question of Consciousness: to Quantum Mechanics for the Answers // Studia Humana. 2014. Vol. 3. No. 3. P. 16–28
- Karpenko A.S.* In Search of Reality: Disappearance // Filosofija nauki i tehniki. 2015. Vol. 20. No. 1. P. 36–81 (in Russian).
- Karpenko 2015 – *Karpenko I.* Notion of Space in Some Modern Physics Theories // Epistemology & Philosophy of Science. 2015. Vol. XLV. No. 3. P. 150–166.
- Koir e A.*  tudes d’histoire de la pens e philosophique. Paris, 1961 (Russian Translation 1985).
- Khoury, Ovrut, Steinhardt, web Turok 2001 web – *Khoury J., Ovrut A.B., Steinhardt P.J., Turok N.* Ekpyrotic universe: Colliding branes and the origin of the hot big bang [Physical Review. 2001. D 64. 123522] // <http://arxiv.org/abs/hep-th/0103239>
- Lebowitz 1993 – *Lebowitz J. L.* Boltzmann’s Entropy and Time’s Arrow // Physics Today. 1993. 46 (9). P. 32–38.
- Losev A.F.* History of Ancient Aesthetics. Late Hellenism. Vol. 6. Moscow: Folio, 2000 (in Russian).
- Newton I.* Mathematical Principles of Natural Philosophy. Moscow: Nauka, 1989 (in Russian).
- Penrose 2011 – *Penrose R.* Cycles of Time: An Extraordinary New View of the Universe. New York: Knopf, 2011.
- Proclus 2011 – *Proclus.* The Commentaries of Proclus on the Tim eus of Plato. London: British Library, Historical Print Edition, 2011.
- Russel B.* A History of Western Philosophy and Its Connection with Political and Social Circumstances from the Earliest Times to the Present Day. New York: Simon and Schuster, 1945 (Russian Translation).
- Sevalnikov A.Y.* Time in Quantum Cosmology // Metauniverse, Space, Time. Moscow.: IFRAS, 2013. C. 104–121 (in Russian).
- Smolin 2013 – *Smolin L.* Time Reborn: From the Crisis in Physics to the Future of the Universe. New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2013.
- Stephens, ’t Hooft, Whiting 1994 – *Stephens C.R., ’t Hooft G., Whiting B.F.* Black Hole Evaporation without Information Loss // Classical and Quantum Gravity. 1994. No. 11 (3). P. 621–648.
- Susskind 1995 – *Susskind L.* The world as a hologram // Journal of Mathematical Physics. 1995. Vol. 36. Issue 11. P. 6377–6396.
- The Leibniz – Clarke correspondence.* Leningrad: Leningradskii universitet, 1960 (in Russian).
- Vladimirov Y.S.* The Nature of Space and Time. Moscow: URSS. 2014 (in Russian).
- Whitrow 1976 – *Whitrow G.J.* The Nature of Time. London: Penguin Books, 1976.
- Whitrow 1980 – *Whitrow G.J.* The Natural Philosophy of Time. Oxford: Oxford University Press, 1980.
- Whitrow 2004 – *Whitrow G.J.* What is time? The Classic Account of the Nature of Time. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- Witten 1998 – *Witten E.* Anti de Sitter space and holography // Advances in Theoretical and Mathematical Physics. 1998. Vol. 2. No. 2. P. 253–291.