

ГИПОТЕЗА МНОГОМЕРНОГО ВРЕМЕНИ В КОНТЕКСТЕ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ*

ЧАСТЬ II. МНОГОМЕРНОЕ ВРЕМЯ В МИКРОМИРЕ

О.Л. Артеменко, А.Н. Спасков

Рассматриваются особенности пространственно-временной структуры микромира. На основе сравнительного анализа проблем физики элементарных частиц и логического анализа темпорологической структуры квантового события делается вывод о макроскопической природе одномерности, линейного порядка и необратимости классического времени. Анализируются возможность реализации гипотезы многомерного времени на микромасштабах и ее согласование с концепцией одномерного макроскопического времени.

Ключевые слова: пространство, время, микромир, размерность, физика

Темпорологические особенности микромира

Прежде чем обсуждать эвристические возможности гипотезы многомерного времени [1] в случае микромира, следует оценить границы применимости классических и релятивистских пространственно-временных представлений на микромасштабах, а также характерные особенности микропроцессов, не поддающиеся адекватному описанию в рамках традиционной пространственно-временной парадигмы.

На неудовлетворительность обычных пространственно-временных представлений применительно к области микромира обращали внимание многие ученые [2]. Так, в частности, Л. де Бройль считал необходимым введение новых, более адекватных представлений о пространстве и времени [3], однако даже А. Эйнштейн не видел конечных путей решения данной проблемы, — это вопрос, который до сих пор остается открытым [4].

Согласно квантовой механике в каждый момент времени частица находится одновременно в нескольких состояниях с разной степенью

* Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, договор № Г08Р-011 от 01.04.2008.

вероятности. Поэтому критерий одномерности времени, который связывался с фактом непрерывного существования последовательных состояний материальных объектов, в области микромира оказывается неприменимым, и, следовательно, одномерное и линейное время уже нельзя вводить как микроскопический параметр, внутренне присущий квантовому объекту и выражающий факт его непрерывного существования.

Я.Ф. Аскин, например, связывал одномерность времени с невозможностью присутствия частицы в один и тот же момент в двух разных местах [5], а А.М. Мостепаненко и М.В. Мостепаненко полагают, что «одномерность времени связана со свойством самостоительности, которое присуще всем явлениям макромира» [6].

Сама волновая функция является непрерывной функцией времени, и ее темпоральная эволюция описывается дифференциальным уравнением Шредингера. Однако время в квантовой механике вводится как макроскопический параметр, измеряемый лабораторными часами, и оно, следовательно, не является внутренним параметром частицы, детектируемым с помощью прибора. Эту особенность времени и отсутствие симметрии между пространством и временем отмечал еще Л. де Бройль [7].

Хотя эволюция волновой функции между двумя последовательными измерениями строго детерминирована, после каждого измерения частица переходит в новое состояние, для описания которого необходимо заново определить волновую функцию. Таким образом, согласно квантовой механике поведение частиц в микромире индетерминировано. Это означает, в частности, что в основание временного порядка, а значит, и одномерности микровремени уже нельзя положить непрерывную причинно-следственную связь состояний квантовых объектов, поскольку она отсутствует в описании микрочастиц.

Специфика микромира состоит также в том, что в нем неприменимо второе начало термодинамики, и говорить о термодинамической необратимости времени по крайней мере не имеет смысла. С точки же зрения квантовой теории поля вакуум представляет собой равновесное состояние виртуальных частиц, а описание виртуальных движений обладает полной симметрией по отношению к временному порядку.

Нетривиальное представление времени вытекает также из концепции Мультиверсума Х. Эверетта [8], предложившего многомировую интерпретацию квантовой механики. Согласно данному подходу,

в акте редукции волновой функции с каждым последующим наблюдением (или взаимодействием) наблюдатель «расщепляется» на множество различных состояний. Такое «ветвление» равносильно одновременному сдвигу в отдельных «ветвях» времени, соответствующих различным параллельным мирам.

Еще более серьезные трудности появляются в релятивистской квантовой теории, где в случае малых длин волн энергия фотона становится достаточной для порождения электрон-позитронной пары, в результате чего пространственно-временная картина искажается.

В глобальном смысле квантовая теория поля пытается вскрыть глубинные механизмы движения и взаимопревращения микрообъектов. Между тем пространственно-временные представления остаются в ней, по существу, макроскопическими [9]. Так, например, согласно принципу неопределенности возможно самопроизвольное изменение энергии микрообъекта, за счет которой могут возникнуть ненаблюдаемые в принципе виртуальные частицы [10]. В связи с этим вполне правомерен вопрос о «виртуальных» пространстве и времени, в которых могут существовать виртуальные частицы, что логически приводит к проблеме размерности пространства и времени.

На неприменимость евклидовой геометрии к миру атомов указывал еще Э. Мах [11], а А. Эйнштейн хотя и не конкретизировал, но также допускал существенные изменения характера протяженности и длительности в микромире [12]. Ссылаясь на фактическое отсутствие эталонов длины и времени при очень малых масштабах, А.Л. Зельманов предположил, что метрические отношения там вообще не существуют [13]. На отсутствие в микромире элементов, между которыми можно было бы установить метрические отношения, обращает внимание также И.З. Цехмистро [14]. По мнению А.И. Осипова, в случае микромира необходимо отказаться от представления о точечных частицах, локальности взаимодействия и пересмотреть традиционные представления о структуре, пространстве, времени и взаимодействии [15].

Другие исследователи, в частности Э.Дж. Циммерман и Дж.Ф. Чу, вообще отказываются от пространственно-временных представлений применительно к микромиру, полагая, что пространство и время суть макроскопические феномены, имеющие статистическую природу [16]. Циммерман предлагает вывести понятия пространства и времени как макроскопический результат взаимодействия между частицами на основе внепространственных и вневременных понятий (спин, заряд и т.д.). Его коллега Чу связывает дальнейший прогресс в теории эле-

ментарных частиц с отказом от ненаблюдаемого континуума и построением теории в терминах измеримых величин.

Еще в 1930 г. В.А. Амбарцумян и Д.Д. Иваненко предложили модель, в которой пространство и время рассматривались как кубическая решетка [17]. С тех пор появилось множество вариантов гипотезы дискретного пространства-времени, однако все они сталкиваются с серьезными трудностями и не имеют достаточного обоснования [18].

Возможное нарушение временного порядка следует из гипотезы Р. Фейнмана и Э. Штукельберга, согласно которой позитрон интерпретируется как электрон, движущийся назад во времени [19]. По мнению Г. Рейхенбаха, такая интерпретация означает не просто обращение направления времени, но и отказ от временного порядка [20], что говорит о возможности многомерной интерпретации микровремени.

В период формирования теории относительности была осознана фундаментальная роль пространственно-временной симметрии. В теории элементарных частиц был открыт новый тип симметрии, которая указывает на наличие некоторой внутренней, фундаментальной симметрии, лежащей в основе классификации микрочастиц и физического смысла и природа которой остаются до сих пор невыясненными [21].

В 1920-х годах возникли у Т. Калуцы – О. Клейна идеи о дополнительных пространственных измерениях, которые, как полагалось, компактифицировались в пределах микромасштабов [22]. Данный подход получил дальнейшее развитие в связи с существенным прогрессом в физике элементарных частиц [23]. В это же время в теоретическую физику начали проникать идеи математической теории расслоенных пространств, одним из достоинств которых является то, что дополнительные измерения ненаблюдаемы в макропространстве. Они проявляют себя либо на малых масштабах, либо в слоях, заданных на базе обычного пространства [24].

Таким образом, анализ свойств элементарных частиц показывает ограниченность классических и релятивистских представлений о времени в области микромира. Мы полагаем, что расширение представлений о размерности пространства и времени является одним из очень перспективных направлений современных научных исследований.

Структура квантового времени

Как известно, А. Эйнштейн при анализе понятия одновременности основывался на двух представлениях времени. Первое из них – это соб-

ственное время инерциальной системы отсчета. Для измерения этого времени он использовал абстракцию равномерно идущих часов. При этом Эйнштейн сознательно отказывался от анализа природы течения собственного времени и от выяснения его сущности [25].

Эталоном точного времени являются атомные часы, которые основаны на квантовом стандарте частот [26]. Точность и стабильность этих часов обусловлены устойчивостью энергетических уровней в атомах, а в качестве эталона частоты используется частота электромагнитной волны, состоящей из фотонов, испущенных в результате переходов атомов между состояниями со строго определенными энергетическими уровнями.

Таким образом, эталон макроскопической длительности имеет квантовую природу. Но годится ли этот эталон для измерения микроскопического времени? И вообще, имеет ли смысл само понятие микровремени?

Другое представление времени, использовавшееся Эйнштейном, – это световое время, которое связывает время распространения в пространстве световой волны с длиной пройденного пути и определение которого основано на фундаментальном значении скорости света в вакууме. Последняя является константой и не зависит от скорости источника. Уникальные свойства светового времени позволяют синхронизировать удаленные друг от друга часы и придают операциональный смысл понятию единого времени.

В целом как световое, так и собственное время имеет естественный референт – квант света. Однако между этими двумя понятиями есть существенная разница. Определение светового времени основано на представлении о распространении электромагнитной волны. Это время непрерывно, может быть сколь угодно большим, а минимальное его значение ограничено периодом световой волны.

Между тем определение собственного времени основано на представлении о процессах испускания световых квантов, которые реализуются в атомных часах. В известном смысле квант света является также и квантом времени, или, точнее, референтом элементарной длительности, содержащей в себе основные черты макроскопического времени.

Следует отметить, что само по себе световое время предполагает события испускания и поглощения света. Но сами эти события считаются мгновенными, т.е. не имеющими длительности.

Рассмотрим темпорологическую структуру кванта света и попробуем определить, какие свойства реального макроскопического времени она содержит. Первым таким свойством является, очевидно, непрерывность длительности, которая связана с неделимостью и элементарностью фотона. Но эта неделимость – внутреннее свойство фотона. Во внешнем времени его испускание имеет начало и конец, связанные с энергетическими состояниями атома. Эти состояния задают временной порядок «раньше – позже», а весь процесс испускания можно определить в терминах временной связи «прошлое – настоящее – будущее». Здесь прошлое и будущее – это начальное и конечное стационарные состояния атома, а настоящее – непрерывная длительность испускания фотона.

Существенным моментом в нашем анализе является то, что весь период испускания фотона есть непрерывное настоящее и его нельзя характеризовать в бинарных терминах «раньше – позже» и «прошлое – будущее». Это означает, что внутри периода нет каких-либо выделенных моментов времени, которые можно наблюдать и на основании которых можно определить временной порядок.

Существует два классических определения времени. Согласно первому, время – это длительность, что означает некоторую «протяженность». Согласно второму определению, время – это последовательность событий. Нетрудно сделать вывод, что в нашем случае анализа темпорологической структуры события испускания фотона подходит только первое определение, поскольку событие нельзя представить как последовательность событий. Поэтому внутри события нельзя определить реально наблюдаемый временной порядок. Этот факт обычно игнорируется, так как в классической и релятивистской теориях событие считается мгновенным. Однако в случае микромира это уже недопустимо.

Рассмотрим, однако, вопрос о том, является ли квант света референтом такого свойства макроскопического времени, как одномерность. На первый взгляд, период световой волны можно представить как некоторую временную протяженность, геометрической моделью которой является прямолинейный отрезок. Насколько оправданно подобное представление?

Размерность – это топологическое свойство континуума, которое остается инвариантным при любых непрерывных и взаимно-однозначных отображениях. Согласно этим представлениям, отрезок имеет мощность одномерного континуума. Свойство одномерности означает, что в бесконечно малой окрестности любой внутренней точки отрезка всегда можно найти по крайней мере две соседние точки.

Континуум – это идеальное математическое понятие. Вопрос о том, обладают ли реальное пространство и реальное время свойствами континуума, либо они дискретны, далеко не однозначный. По нашему мнению, его можно разрешить только в рамках дискретно-непрерывного дуализма. В случае если мы примем гипотезу дискретного пространства и времени на микромасштабах, то вопрос о размерности приобретает другой смысл, так как теория размерности разработана только для непрерывных множеств.

Существуют серьезные трудности в определении размерности пространства в микромире. В случае же времени это определение еще более осложняется проблематичностью геометрического описания времени. Ведь понятие множества предполагает одновременное существование всех его элементов. Но одновременное существование означает и их нулевую временную протяженность, что эквивалентно вневременному существованию.

С другой стороны, хронологическая нерасчлененность кванта света означает, что длительность испускания фотона – это целостный эффект макроскопического восприятия, измеряемый макроскопическими часами. Неделимая длительность фотона представляется как единое настоящее, – это точка в геометрическом представлении, и здесь не годится геометрическая модель отрезка.

Для кванта света длительность не имеет смысла, так как он появляется и исчезает весь целиком и в нем нет никаких промежуточных состояний, что означает его неизменность. Это же справедливо и для световой волны, так как в системе отсчета, связанной с нею, собственное время останавливается и равно нулю. Таким образом, понятие времени как внутреннего свойства фотона и световой волны не имеет смысла.

В квантовом мире нет референтов таких атрибутов времени, как одномерность, упорядоченность, направленность и необратимость, которые существенно связаны с наблюдаемыми эффектами реального макроскопического времени. Для того чтобы они обрели смысл, необходимо некое кооперативное, согласованное действие квантовых объектов, связывающих их в систему. Поэтому время, в нашем понимании его свойств, не имеет смысла для квантовых объектов, и применительно к микромиру следует вводить другие темпорологические представления либо вообще отказаться от понятия времени.

Одномерное необратимое время – это макроскопическое свойство, которое проявляется в результате согласованного действия сис-

темы достаточно большого числа частиц. Это время, или длительность, как эволюционный параметр не может быть внутренним свойством частиц. Однако отсюда не следует, что мы не можем ввести время как внутреннюю характеристику частицы. Это может быть скрытый параметр, который характеризует некое ненаблюдаемое внутреннее движение, подобно тому как вводится гипотеза ненаблюдаемых кварков. Такое скрытое движение может формировать целостный эффект, например спин, и быть причиной внутренних симметрий, которые приобретают в данной интерпретации не статический, а динамический характер.

В отношении времени свойство одномерности означает, что для любого момента времени всегда существует бесконечно близкие предыдущий и последующий моменты. Таким образом, размерность времени, так же как впрочем, и размерность пространства, определяется на микромасштабах. Это указывает на решающее значение микромира в обосновании размерности макровремени. Более того, ключевую роль в определении размерности микромира играют, как мы полагаем, квантовые события.

Для лучшего понимания проблемы размерности выделим некоторые существенные особенности микромира.

Первое: мы не можем бесконечно делить пространство и время, так как для этого, согласно принципу неопределенности, потребуются бесконечно большая энергия.

Второе: сам квант света неделим. Это значит, что мы не можем представить длительность испускания как непрерывный континуум моментов и, следовательно, применить к ней критерий одномерности. Более того, длительность измеряется макроскопическими часами и не является внутренним свойством фотона или атома в отдельности. Она обнаруживает себя как целостный эффект в процессе взаимодействия атома и фотона. То, что время не является внутренним свойством фотона, видно уже из того, что согласно специальной теории относительности собственное время фотона равно нулю.

Третье: связь квантовых состояний и событий взаимодействия в микромире имеет индетерминированный, нелинейный и нелокальный характер.

Отсюда следует, что мы не можем определить понятия мгновения и бесконечно малой длительности в терминах классического макровремени. Возможно, что мгновенные в макроскопическом прибли-

жении события имеют нетривиальную темпорологическую структуру. К таким же выводам приходят А.М. Мостепаненко и М.В. Мостепаненко, полагая, что одномерность макроскопического времени обусловлена фундаментальными процессами в микромире [27].

Можно согласиться с выводами Э.Дж. Циммермана и Дж.Ф. Чу относительно макроскопической природы времени, но это относится лишь к модели одномерного необратимого времени. Отсюда не следует, что нужно отказаться от понятия времени вообще.

В микромире нет устойчивых, однонаправленных и необратимых изменений, поэтому применительно к нему мы не можем ввести понятие времени как эволюционного параметра. Но с другой стороны, микромир характеризуется неуничтожимостью движения, а значит, и времени. Это движение можно определить как состояние динамического хаоса, в котором происходят постоянные флуктуации, рождение и исчезновение виртуальных частиц. Поэтому для микромира более естественно, по нашему мнению, использовать различные нетривиальные модели времени, такие как, например, циклическое время, ветвящееся, хаотически меняющее направление, многомерное. По крайней мере, эти представления требуют глубокого философского осмысления и детального теоретического анализа.

Мы полагаем, что используя эти первичные представления, можно будет показать, как на основе микровремени возникает макроскопическое время. По нашему мнению, также следует различать три уровня темпорологической реальности, которые описываются различными моделями.

Первый – это внутреннее время элементарных частиц, которое характеризует ненаблюдаемые внутренние движения и проявляется в стабильности и устойчивой воспроизводимости фундаментальных частиц. Наиболее адекватной моделью такого времени является модель замкнутого циклического времени.

Второй уровень характеризует состояние вакуума на микромасштабах, взаимодействие и взаимопревращение реальных и виртуальных частиц. Для описания этого уровня можно использовать модели ветвящегося, нелинейного и хаотически меняющего направление времени.

Третий уровень характеризуется согласованным поведением микрочастиц, образующих эволюционирующую макросистему. В результате реализуется модель одномерного, линейного и необратимого времени.

Гипотезы многомерного времени в микромире

Анализ новых геометрических идей, расширяющих представления о размерности, до сих пор осуществлялся лишь в приложении к пространственным измерениям. Между тем распространение этих идей в отношении времени представляет несомненный интерес и открывает новые возможности в описании внутренних движений элементарных частиц.

Так, М. Бунге считал, что движение частиц, обладающих спином, может быть описано с помощью представлений о двумерном, точнее комплексном времени, состоящем из двух компонент: внешнего переменного времени t и внутреннего постоянного времени τ , которое относится к внутреннему движению частицы. Для электрона это внутреннее постоянное время характеризуется величиной порядка 10^{-21} с и может быть интерпретировано «как спиновая составляющая электрона» [28].

Гипотеза двумерного комплексного времени была предложена Х. Доббсом. В ней одно темпоральное измерение названо «транзитивным временем», а другое – «фазовым временем». Доббс полагал, что физическим аналогом восприятия настоящего является соотношение неопределенности Гейзенберга, согласно которому состояния движения атомной системы должны рассматриваться как нечто целое, но в то же время они имеют внутреннюю структуру, охватывающую периодически повторяющиеся фазы. Ряд таких фаз, образуя единый период, должен быть взят вместе как сосуществующее целое, поэтому не имеет смысла спрашивать, в какое конкретное время присутствуют отдельные фазы [29].

В.С. Барашенков и М.З. Юрьев пишут, что «проявление скрытых от нас измерений времени возможно также в макроскопических процессах, где сохранение энергии и необратимость времени (при очень малых Δx и Δt) виртуально нарушаются. Исследование связанных с этим явлений требует разработки многовременной квантовой теории» [30]. После изучения решений многовременного уравнения Дирака они пришли к выводу, что «в теории многомерного времени пока не удастся обнаружить каких-либо противоречий» [31].

Сравнительно недавно Х. Чен предложил новую интерпретацию квантовой теории, в которой две дополнительные временные степени свободы вводятся как скрытые параметры. Используя это представление, он вывел уравнение дираковского поля на основе

принципов классической физики и экстраполировал предложенный метод на квантовые поля с произвольным значением спина. В результате было показано, что спин частицы является естественным топологическим свойством 3-мерного времени и 3-мерного пространства. Таким образом, квантовая физика отдельной частицы может, по мнению этого автора, интерпретироваться как поведение частицы в 3+3-мерном пространстве-времени [32].

Следует упомянуть также работу Ж.М. Ромеро и А.Э. Замора, которые вводят две временные переменные при разработке концепции некоммутативного пространства-времени Снайдера [33]. Представления с двумя временами используют также при разработке суперструнных теорий. Так, например, И. Барс построил модель твисторной суперструны в физике с двумя временами [34]. Он же совместно с Уен-Чен Куо разработал вариант теории поля с двумя временными переменными на основе группы калибровочной симметрии $SP(2,R)$. Полученная этими авторами формула действия открывает возможности для исследования теоретико-полевых моделей с двумя временными измерениями, где взаимодействия на квантовом уровне могут описываться с использованием интегралов по траекториям [35].

Одним из авторов данной статьи был предложен вариант построения модели внутренних движений элементарных частиц в многообразии M_{1+3} , соответствующему одномерному пространству и трехмерному времени. В этой модели два дополнительных временных измерения скомпактифицированы и образуют циклический слой, базой которого является обычное линейное время. При этом вектор линейного времени определяется как аксиальный вектор, направление которого задается ориентацией циклического времени [36].

В рамках такой модели можно построить последовательную теорию спина. При этом спин определяется как момент вектора энергии, а дискретный набор спиновых проекций определяется двумя возможными проекциями фундаментального спина $S = \pm 1/2$ на ось линейного времени. Подобное представление связывает внешнее линейное и одномерное время с внутренним циклическим временем. В данной интерпретации одномерность времени – это проявление причинно-следственного характера взаимодействия, который определяет линейный порядок последовательности событий. В то же время спин – это проявление внутреннего циклического и ненаблюдаемого времени. При этом его ненаблюдаемость означает, что

оно не имеет протяженности во внешнем времени и его невозможно измерить как длительность и последовательность событий.

Кроме того, эту модель можно использовать при описании внутренних симметрий. Если обычный формализм изотопического спина основан на статической симметрии, то в данном подходе в основание статической симметрии положена более фундаментальная динамическая симметрия. При этом группу внутренних симметрий можно интерпретировать как группу внутренних движений, включающих вращение в скомпактифицированном циклическом времени и колебания вдоль пространственной оси.

Обобщением этих представлений является развиваемая одним из авторов статьи концепция транзитивно-фазового времени, которая универсальна и применима для всех форм движения. При этом чем более простая форма движения рассматривается, тем более существенной в ее описании становится циклическая составляющая времени. И наоборот, для более сложных форм движения более существенной становится транзитивная составляющая времени [37].

Например, в мире элементарных частиц вообще отсутствуют транзитивные свойства времени. На этом основании многие исследователи считают, что в микромире нет временных отношений. Этот вывод был бы действительно справедливым, если ограничиваться пониманием времени как эволюционного параметра, характеризующего необратимые изменения. Но если использовать более универсальный подход, считая время параметром всякого движения, то для описания внутренних движений элементарных частиц вполне естественно придерживаться концепции циклического времени.

Согласно этой концепции инвариантное движение, являющееся фундаментом стабильного существования и тождественного воспроизводства систем, имеет циклическую временную упорядоченность, а фазовое время является параметром этих движений. Необратимые же процессы, характерные для любых изменяющихся систем, имеют линейную временную упорядоченность. Транзитивное время здесь является эволюционным параметром всех изменений. При этом временной порядок определяется последовательностью взаимодействий с внешними системами, каждое из которых задает линейный сдвиг во времени.

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы.

1. Гипотеза многомерного времени не противоречит концепции одномерного макроскопического времени.

2. Применимость классических и релятивистских пространственно-временных представлений ограничена микромасштабами, за пределами которых следует либо радикально их изменить, либо вообще отказаться от понятий пространства и времени.

3. Такие свойства времени, как одномерность, линейная упорядоченность и необратимость, не универсальны и формируются на макроскопическом уровне как проявление более фундаментальных микроскопических процессов.

4. Модели многомерного времени имеют нетривиальный по сравнению с моделями многомерного пространства характер, который связан с динамической природой времени и неадекватностью его геометрических представлений.

5. Гипотеза многомерного времени требует глубокого философского осмысления и многостороннего исследования. Она обладает большим эвристическим потенциалом и открывает новые научные перспективы. Ее эффективность определяется внутренней логической непротиворечивостью, согласованностью с концепцией одномерного макроскопического времени, возможностью теоретического обоснования и адекватного описания явлений, которые невозможно объяснить в рамках традиционной пространственно-временной парадигмы.

Примечания

1. См.: *Артеменко О.Л., Спасков А.Н.* Гипотеза многомерного времени в контексте проблем современной физики. Ч. I: Многомерное время в макро- и мегамире // *Философия науки.* – 2007. – № 4. – С. 33–46.

2. См.: *Бройль Л., де.* Революция в физике. – М.: Атомиздат, 1965; *Гейзенберг В.* Физика и философия. – М.: Иностр. лит., 1963; *Дышлевый П.С., Лукьянец В.С.* Проблема статуса пространственно-временных концепций в теоретической физике // *Вопросы философии.* – 1970. – № 10. – С. 25–35; *Шредингер Э.* О неприменимости геометрии в микромире // *Под знаменем марксизма.* – 1935. – № 4. – С. 184.

3. См.: *Бройль Л., де.* Революция в физике. – С. 188.

4. См.: *Эйнштейн А.* Геометрия и опыт // *Эйнштейн А.* Собр. науч. тр.: В 4 т. – М.: Наука, 1966. – Т. 2. – С. 88.

5. См.: *Аскин Я.Ф.* Проблема времени. Ее философское истолкование. – М.: Мысль, 1966. – С. 126.
6. См.: *Мостепаненко А.М., Мостепаненко М.В.* Четырехмерность пространства и времени. – М.;Л.: Наука, 1966. – С. 126.
7. См.: *Бройль Л., де.* Соотношение неопределенностей Гейзенберга и вероятностная интерпретация волновой механики. – М.: Мир, 1986. – С. 142.
8. См.: *Witt B.S., Graham N., eds.* The many-worlds interpretation of quantum mechanics / Ed. by Witt B.S., Graham N. – Princeton Univ. Press, 1973.
9. См.: *Мостепаненко А.М.* Пространство и время в макро-, мега- и микромире. – М.: Политиздат, 1974.
10. См.: *Готт В.С.* Философские вопросы современной физики. – М.: Высш. шк., 1967.
11. См.: *Мах Э.* Познание и заблуждение. – М., 1909. – С. 417.
12. См.: *Эйнштейн А.* Неевклидова геометрия и физика // Эйнштейн А. Собр. науч. тр.: В 4 т. – М.: Наука, 1966. – Т. 2. – С. 181.
13. См.: *Зельманов А.Л.* Многообразие материального мира и проблема бесконечности Вселенной // Бесконечность и Вселенная. – М., 1966. – С. 123.
14. См.: *Цехмистро И.З.* Понятие протяженности и описание физической реальности // Вопросы философии. – 1968. – № 11. – С. 65.
15. См.: *Осинов А.И.* Развитие философского и естественнонаучного содержания пространственно-временных представлений (на материале физики): Автореф. дис. ... канд. филос. наук. – Минск, 1978. – С. 17.
16. См.: *Chew G.F.* The dubious role of space-time continuum in microscopic physics // Science Progress. – 1963. – V. 51. – No. 204. – P. 529–550; *Zimmerman E.J.* The macroscopic nature of space-time // American Journal of Physics. – 1962. – V. 30, No. 2. – P. 97–105.
17. См.: *Соколов А.А., Иваненко Д.Д.* Квантовая теория поля. – М.; Л.: Гос. изд. тех.-теор. лит., 1952.
18. См.: *Готт В.С., Недзельский Ф.В.* Дialeктика прерывности и непрерывности в физической науке. – М.: Мысль, 1975; *Coish H.* Elementary particles in a finite world geometry // Physical Review. – 1959. – V. 114. – P. 383–398; *Snyder H.S.* Quantized space-time // Physical Review. – 1947. – V. 71. – P. 38–49.
19. См.: *Feynman R.P.* The theory of positrons // Physical Review. – 1949. – V. 76. – P. 749–759; *Stückelberg E.C.G.* La mécanique du point matériel en théorie de relativité et en théorie des quanta // Helvetica physica acta. – 1942. – V. 15. – P. 22–37.
20. См.: *Рейхенбах Г.* Направление времени. – М.: Иностран. лит., 1962. – С. 353.
21. См.: *Бранский В.П.* Теория элементарных частиц как объект методологического исследования. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – С. 69.
22. См.: *Ходос А.* Теория Калуцы – Клейна: Общий обзор // Успехи физических наук. – 1985. – Т. 146, вып. 4. – С. 647–654.
23. См.: *Владимиров Ю.С.* Пространство-время: явные и скрытые размерности. – М.: Наука, 1988.
24. См.: *Розенталь И.Л.* Геометрия, динамика, Вселенная. – М.: Наука, 1987.
25. См.: *Эйнштейн А.* К электродинамике движущихся тел // Эйнштейн А. Собр. науч. тр.: В 4 т. – М.: Наука, 1965. – Т. 1. – С. 9.
26. См.: Физическая энциклопедия. – М.: Сов. энциклопедия, 1990. – Т. 2. – С. 326–328.
27. См.: *Мостепаненко А.М., Мостепаненко М.В.* Четырехмерность пространства и времени. – С. 126.

28. См.: *Bunge M.* // Brit. Journ. Phil. – 1958. – V. 9. – P. 39.
29. См.: *Мостепаненко А.М.* К проблеме размерности времени // Вопросы философии. – 1965. – № 7. – С. 84–94.
30. *Баращенко В.С., Юрьев М.З.* Квантовая теория поля с трехмерным вектором времени. – Дубна, 1999. – С. 4.
31. Там же. – С. 22.
32. См.: *Chen X.* A new interpretation of quantum theory: Time as hidden variable [Электронный ресурс]. – Режим доступа: arXiv:quant-ph/9902037 (v3 11 Feb 1999).
33. См.: *Romero J.M., Zamora A.* Snyder noncommutative space-time from two-time physics // Phys. Rev. D. – 2004. – V. 70, No. 10. – P. 105006/1–105006/5.
34. См.: *Bars I.* Twistor superstring in two-time physics // Phys. Rev. D. – 2004. – V. 70, No. 10. – P. 104022/1–104022/16.
35. См.: *Bars I., Yuen-Chen Kuo.* Interacting two-time physics field theory with a BRST gauge invariant action [Электронный ресурс]. – Режим доступа: arXiv:hep-th/0605267v3 (3 Oct 2006).
36. См.: *Спаськов А.Н.* Описание внутреннего движения электрона в модели расширенной теории относительности. – Могилев, 2003. – 25 с. – Деп. в БЕЛИСА 13.08.03, № Д200366; *Он же.* Философский анализ проблемы размерности времени: Автореф. дис. ... канд. филос. наук. – Минск, 2004; *Он же.* Модель спина в дискретных расслоениях и периодические закономерности классификации фундаментальных частиц. – Могилев, 2007. – 18 с. – Деп. в ГУ «БЕЛИСА» 21.06.07, № Д200724.
37. См.: *Спаськов А.Н., Баранов А.В.* Транзитивно-фазовая концепция времени: две составляющие темпорологической реальности // Пространство и время: физическое, психологическое, мифологическое: Мат. VII Междунар. конф., 30–31 мая 2008 г. – М., 2008. – С. 47–49; *Спаськов А.Н.* Спираль времени в диалектике и синергетике // Проблемы методологии социогуманитарного познания: диалектика и герменевтика: Мат. Междунар. коллоквиума. – Минск: Белорус. гос. ун-т физ. культуры, 2009. – С. 78–82.

Белорусский государственный университет

E-mail: artemenko.oleg@gmail.com

Институт философии НАН Беларуси,

Центр философско-методологических

и междисциплинарных исследований,

г. Минск, Беларусь

E-mail: spaskov.a@mail.ru

Artemenko, O.L. and A.N. Spaskov. Multidimensional time hypothesis related to problems of modern physics. Part II: Multidimensional time in microworld

The paper considers peculiarities of space-time structure in micro-world. On the basis of comparative analysis of the problems of elementary-particle physics and logical analysis of quantum event temporal structure, the conclusion is made that one-dimensionality, linear order and irreversibility of classical time have a macroscopic nature. Possibility of realization of the multidimensional time hypothesis at the microlevel and its concordance with one-dimensional macroscopic time conception are discussed.

Keywords: space, time, micro-world, dimensionality, physics