

## РЕЛЯЦИОННАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ И ДАЛЬНОДЕЙСТВИЕ

**В.В. Аристов**

*Вычислительный центр имени А.А. Дородницына РАН  
Российская Федерация, 119333, Москва, ул. Вавилова, д. 40*

**Аннотация.** В работе рассматривается введение реляционного пространства и времени с заданием одновременности, связанным с единством светового сигнала для всего мира. В согласии с представлениями некоторых физиков предлагается концепция, по сути, абсолютного времени, трактуемого по-новому и согласуемого с теорией дальнего действия, что обеспечивается инвариантностью приращения реляционного времени относительно произвольных пространственных сдвигов. Тем самым уходит неоднозначность теории при использовании запаздывающих и опережающих потенциалов. Обсуждается переход от данных построений к описанию в теории относительности с помощью соответствующих преобразований.

**Ключевые слова:** реляционное статистическое пространство-время, одновременность, абсолютное время, дальнее действие.

### Введение

Существуют различные проблемы, связанные с адекватным описанием взаимодействия в полевой теории. В частности, они связаны с тем, что близкое действие требует определить смысл запаздывающих и опережающих потенциалов. Это приводит к стремлению разрешить некоторые из таких вопросов с помощью формализма, принятого в реляционном статистическом подходе с конструируемой соответствующей моделью пространства-времени, что позволило бы построить последовательную теорию дальнего действия.

В реляционно-статистическом подходе важны три положения, которые подчеркивает Ю.С. Владимиров (см., например, [1]): реляционная теория пространства-времени, дальнее действие и принцип Маха. Соглашаясь с этим, в нашем подходе мы вносим уточнения. Для правильной интерпретации дальнего действия надо по-новому задавать одновременность.

В изучаемой реляционной концепции [2–5] постулируются статистические связи между частицами, пространством и временем. Эти соотношения задаются путем анализа измерительных физических процедур с определением пространственных и временных характеристик. Такие представления соответствуют реляционным взглядам ряда физиков, приведем следующие слова Брайана Грина из [6]: «Готфрид Лейбниц и другие шумно спорили, провозглашая, что пространство и время – всего лишь регистрационные приборы для удобной записи соотношений между объектами и событиями во

Вселенной». Нами строятся теоретические модели фундаментальных приборов: линейек и часов, задающих основные уравнения, которые приводят к известным физическим уравнениям.

Существенным является получение фотографий, по которым находятся координатные положения всех частиц мира – тем самым вводится конструктивное определение и задание мгновения. Можно соотнести такой подход с ответом на вопрос, который ставит Ли Смолин в [7] о возможности введения понятия «сейчас», что допустимо было бы определить в физической теории. Он пишет о пересказе Рудольфом Карнапом беседы с Эйнштейном: «Однажды Эйнштейн сказал, что проблема понятия “сейчас” его серьезно волнует. ...То, что эта особенность не может найти свое место в науке, представлялось ему требующих болезненных, но неизбежных перемен... Эйнштейн и Карнап сходятся в одном: восприятие природы в серии моментов не является частью физической концепции природы. Будущее физики (и, можно сказать, физики будущего) сводится к простому выбору: согласиться с Карнапом в том, что в науке нет места для текущего момента, либо довериться интуиции величайшего ученого XX в. и постараться нащупать пути в новой науке, в которой можно избежать «болезненных перемен». ...Мы многое узнали о физике и космологии. Достаточно много, чтобы привнести “сейчас”, наконец, в физическое описание природы».

Принятый нами операциональный подход (в духе Бриджмена) позволяет вводить некоторые новые связи и уравнения, которые опираются, по сути, на физические наблюдения и в силу своей глобальной статистической природы содержат фактически информацию об элементах всего мира. Причем получающиеся структуры, связанные с такими гипотетическими приборами, дают возможность расширить представления о совместном описании явлений – трактовать единым образом квантовые и гравитационные явления (см. [5]), и интерпретировать дальноедействие.

В [8; 9] обсуждается теория дальногодействия в реляционной статистической теории Ю.С. Владимирова и его последователей. В отличие от полевой теории с близкодействием предполагается непосредственное действие на расстоянии. В [9] приводятся знаменательные слова Лейбница: «Я говорил о том, что притяжение в собственном смысле слова или по образцу схоластических качеств было бы действием на расстоянии, *без посредника*». Здесь же цитируется Мах: «Мысль Ньютона о силах, действующих на расстоянии, была великим умственным событием, которое позволило в течение одного столетия построить однородную математическую физику». Соглашаясь с моделью дальногодействия, мы полагаем, что в реляционном подходе можно вводить время более простым и адекватным способом, чтобы представление о дальногодействии стало отчетливым.

В историческом аспекте важным представляется следующий отрывок из речи Пуанкаре на открытии Первого Всемирного философского конгресса, проходившего в Париже в 1900 г.: [10]: «А наш эфир – существует ли он в действительности? Известно откуда появилась уверенность в его существовании. Свету требуется несколько лет, чтобы дойти до нас от удаленной

звезды. В это время он *уже* не находится на звезде и *еще* не находится на Земле. Надо допустить, что он где-то находится, что он имеет, так сказать, некоторый материальный носитель». Принципиально, что Пуанкаре, сомневаясь в существовании эфира, тем не менее, говорит о запаздывании светового сигнала, что поневоле наталкивает на мысль о наличии некоторого посредника для его передачи: будь это эфир, поле, вакуум и т.д. В известной дискуссии между Френкелем и Миткевичем в 1930 г. первый, отстаивающий концепцию дальноедействия, отмечал, см. [11]: «Как ни трудно представить себе это дальноедействие, да еще запаздывающее, все же необходимо сделать соответствующее усилие». Характерно здесь, что говорится о трудности восприятия дальноедействия при наличии запаздывания (и уж тем более опережения). Ведь запаздывание так или иначе ассоциируется с прохождением сигнала в некой среде между моментом времени посылки сигнала, и моментом времени приема сигнала. Построение реляционного времени способно устранить это противоречие.

Для правильной трактовки дальноедействия надо отказаться от рудимента определения одновременности, связанной с запаздыванием по световому сигналу. В таком понимании возникает неизбежно вопрос, что же является агентом взаимодействия, если две взаимодействующие частицы отнесены к разным моментам времени. В нашем варианте реляционного подхода события, лежащие на одном световом луче, относятся к одному моменту времени. Такое определение одновременности, конечно, подразумевает и требование установления связи с прежним определением.

### **Построение реляционной модели времени и новое определение синхронизации**

Вначале задается теоретический прибор для измерения расстояний и вообще для построения модели пространства через связь с конфигурациями частиц. В таком операциональном подходе явно предъявляется измерительная процедура, соответствующая реальным измерениям по линейкам. Следующим является установление соответствия между пространством и временем, что также соотносится с традицией конструктивных мысленных экспериментов. Для этой цели используется теоретический фундаментальный прибор темпорометр. Мы будем обсуждать задаваемую здесь связь пространства и времени. Для описания темпорометра достаточно представить его схему и инструкции, как проводятся измерения. Используется идеализируемый фотоаппарат для получения мировых фотографий – набора координатных значений всех частиц мира. Задание момента времени с помощью темпорометра позволяет отметить данный момент времени («сейчас») суммой световых, связанных с электромагнитными явлениями событий, запечатленных на такой обобщенной фотографии. Тем самым образы частиц с их пространственными координатами оказываются сопоставленными в единой конкретной измерительной процедуре. Получаемые в результате кинематические и динамические характеристики движения частиц соотносятся с таковыми в обычной теории и

по принципу соответствия оказываются совпадающими с уравнениями традиционной физики.

Вопрос о нахождении скорости света является центральным. Для этого в реляционном подходе предьявляется измерительная процедура. С помощью темпорометра по двум фотографиям необходимо найти среднее, точнее среднеквадратичное, пространственное приращение, с чем и сопоставляется приращение времени (в принципе для определения смещения может быть использована и одна фотография, на которой из-за конечности «выдержки» фотосъемки запечатлеваются и координаты, и их малые сдвиги). Среднеквадратичное смещение всех частиц (отнесенное к центру масс), деленное на временной интервал, задает характерную скорость. Но в силу указанной связи пространства и времени получается некоторая постоянная скорость – она и оказывается сопоставимой со скоростью света. Что оправдано, поскольку весь физический и математический аппарат по принципу соответствия затем согласуется с известным аппаратом кинематики и динамики СТО.

Важнейший пункт для смысла всей работы заключается в различии определений одновременности пространственно-разделенных событий в СТО и в нашей теоретической схеме. В традиционном подходе СТО события испускания света звездой и приема его в рассматриваемой точке являются неодновременными. Значимость определения одновременности пространственно-разделенных событий была осознана давно. Вот что пишет А. Пайс в своей известной книге [12]: «В 1898 г. Пуанкаре... указал, что нельзя непосредственно ощущать одновременность двух событий, происходящих в двух различных местах. Это замечание было почти наверняка известно Эйнштейну до 1905 г.» Следует напомнить, что работа Эйнштейна 1905 г. «К электродинамике движущихся тел» [13], а именно ее кинематическая часть, начинается с установления одновременности пространственно-разделенных событий с помощью световых сигналов и синхронизации часов, помещенных во всех пространственных точках.

Согласно СТО два события, одновременные в некоторой инерциальной системе отсчета (и соответственно системе координат), не будут одновременными в другой инерциальной системе. В реляционном подходе естественным, на наш взгляд, образом задается такое определение: события признаются одновременными, если они связаны световым сигналом, фиксируемым на фотографии, расположенной в некоторой пространственной точке. В реляционной теории одновременность является инвариантным свойством для разных систем. Это имеет отношение к абсолютному времени, обсуждаемому Ли Смолиным. В реляционной модели приращение времени инвариантно относительно пространственных сдвигов, поскольку отсчет каждой координаты, входящей в сумму для среднеквадратичного выражения, отнесен к сумме координатных сдвигов, то есть как бы к центру масс мира.

Для такого согласования дается физическая интерпретация новым задаваемым понятиям. Устанавливается соответствие определений одновременности в СТО и новой модели. Для этого происходит переход от координат и интервалов времени в изначальном подходе нового введенного времени

к координатам СТО. Показывается, что собственное время является инвариантом, и, допуская линейность преобразований, получаем преобразования Лоренца. В системе отсчета с определением одновременности, принятой в СТО, скорость движения частицы оказывается ограниченной. Эта величина равна отмеченной константе, отождествляемой со скоростью света.

Можно также обсудить вопрос об определении скорости света способом посылки и отражения светового сигнала. В согласии с определениями СТО время посылки светового сигнала  $t_A$  в точке  $A$ , время приема его в точке  $B$  равно  $t_B$ , время приема отраженного сигнала в точке  $A$  равно  $t_A'$  и скорость света  $c = 2r_{AB}/(t_A' - t_A)$ , где  $r_{AB}$  – расстояние между точками  $A$  и  $B$ . Время по часам в  $B$  устанавливается так, что  $t_A' - t_B = t_B - t_A$ . Можно заметить, что скорость света всегда определяется «туда и обратно», а «в одну сторону» (что замечали многие философы) устанавливается по соглашению. Можно сказать, что в реляционном подходе свет «в одну сторону не распространяется», то есть не имеет смысла говорить о такой скорости света – он распространяется мгновенно, что соответствует данной синхронизации. Но операционально в точке  $A$  мы также получаем сигнал о событии, которое может быть интерпретировано как отражение света в точке  $B$ . Приращение времени в точке  $A$  можно полагать равным прежней величине  $t_A' - t_A$ , что согласовано с традиционными понятиями СТО.

Заметим, что устанавливаемая процедурами фотографирования в одной пространственной точке скорость света может быть меньше скоростей отдельных частиц. Поскольку так задаваемая скорость света есть некое среднее (среднеквадратичное) от скоростей всех частиц. То, что определяемая по фотографиям скорость частицы выше световой, не должно вызывать удивления. Здесь строится в некотором смысле глобальное собственное время. Как известно, скорость, задаваемая по собственному времени (интервал которого может быть мал из-за замедления времени) в СТО, может быть сколь угодно больше скорости света. Такое превышение скорости света неоднократно обсуждалось в литературе. Снимки астрономических объектов фиксировали такой эффект. Если в точку наблюдения движется частица «почти по световому лучу», то интервал реляционного времени будет близок к нулю, но приращение времени в СТО в согласии с определением одновременности здесь будет близко к величине  $dx/c$ , но больше ее. Реляционная скорость может превысить  $c$ , а в формализме СТО скорость будет, конечно, меньше  $c$ . Другими словами: в случае, если частица движется со скоростью, близкой к скорости света, то в лабораторной системе отсчета пройденное время, отмеряемое по разным часам, примерно равно  $dt = dx/c$ . Но собственное время близко к нулю.

В терминах реляционного статистического подхода фактически галилеевы (сдвиговые) преобразования лежат в основе исходного уравнения для абсолютного времени. Из этих соотношений выводятся уравнения ньютоновской механики. Затем на основе полученных соотношений, как показано в [2; 3], получаются принятые в СТО преобразования и уравнения.

## **Мгновенность распространения светового сигнала и описание дальнего действия**

Синхронизация часов означает в данной схеме мгновенность распространения светового сигнала. Переход от одновременности в реляционной системе к синхронизации часов в СТО реализуется простыми преобразованиями. В СТО интервал собственного времени всегда меньше, чем интервал времени в лабораторной системе, измеренного по двум часам, синхронизованным по Эйнштейну. В реляционной модели синхронизация происходит по световому лучу, и также в каждой точке пространства можно «развесить» часы, синхронизованные по отмеченному способу. Приращение времени является инвариантом относительно перехода к другой системе, интервалы времени в движущихся относительно друг друга системах отсчета равны.

Рассмотрим более подробно, как трактуется одновременность в одной системе отсчета для реляционной концепции. Если фотоаппараты, расположенные в разных пространственных точках, улавливают один и тот же световой сигнал, то таким фотографиям приписывается один и тот же момент времени. Допустим, произошла вспышка сверхновой звезды. Ее принимают обсерватории Маунт Вильсон в Калифорнии (предположим, что это место ближе к звезде в момент фиксации изображения) и в Пулково (дальше от звезды). В реляции эти события полагаются одновременными. Понятно, что в СТО они не одновременны: различие в моментах времени будет равно расстоянию между обсерваториями, деленному на скорость света.

Популярная картина для понимания идеи неодновременности событий в разных системах отсчета в СТО обеспечивается мысленным экспериментом, подобным тому, который был предложен *Комстоком* в 1910 г. [14] и Эйнштейном в 1917 г. [15]. Один наблюдатель находится в середине скоростного вагона, другой наблюдатель стоит на платформе, когда поезд движется мимо. Вспышка света излучается в центре вагона в момент, когда два наблюдателя оказываются напротив друг друга. Для наблюдателя, сидящего в поезде, передняя и задняя часть вагона находятся на фиксированных расстояниях от источника света и, значит, по мнению этого наблюдателя, свет достигнет передней и задней части вагона одновременно. Хотя для наблюдателя, стоящего на платформе, задняя часть вагона приближается к точке, в которой произошла вспышка, а передняя часть вагона удаляется от неё. Скорость света конечна и одинакова во всех направлениях для всех наблюдателей. Свету, движущемуся к задней части поезда, нужно преодолеть меньшее расстояние, чем свету, движущемуся к передней части вагона. Таким образом, вспышки света достигнут концов вагона в разное время.

В реляционном подходе событие, одна фиксированная вспышка света, будет соответствовать одному и тому же моменту времени в разных пространственных точках. Это справедливо и для движущихся относительно друг друга систем отсчета, поскольку, как указывалось выше, скорость света в реляционном подходе не зависит от системы отсчета. Применяется однотипный прибор – идеализированный фотоаппарат темпорометр, и

определение одновременности связано с получением одного и того же сигнала и не зависит от расстояния от источника света. Поэтому свет достигнет передней и задней части вагона одновременно, независимо от того, в какой системе отсчета проводится измерение. Следовательно, одновременность имеет некоторый абсолютный характер, а так как скорость света не зависит от движения объектов, то последовательно вводится абсолютное время.

В современной физике проблема построения абсолютного времени является важной и актуальной (хотя господствует мнение, что это понятие изжило себя). Ньютоново абсолютное время вытеснено относительным временем СТО и ОТО. Но на современном уровне развития физической теории к этой проблеме можно подойти по-другому. Вот что пишет Ли Смолин, обсуждая некоторые аспекты гипотетической еще модели [7. С. 193]: «Какова цена “входного билета”? Отказ от принципа относительности одновременности и возвращение к картине мира, в которой определение одновременности справедливо во всей Вселенной. Мы должны действовать осторожно, поскольку не желаем вступать в противоречие с теорией относительности, имевшей множество успешных применений». Реляционная статистическая теория в рассматриваемом варианте – модель, по сути, нового абсолютного времени.

Требуется провести последовательный переход от уравнений с абсолютным временем реляционной модели к обычной физике с уравнениями, в которых фигурирует традиционно описываемое время. Получение «расщепленного времени» (с запаздыванием и опережением сигналов), принятого в традиционной электродинамике, может быть осуществлено. В нашем методе вначале выводятся уравнения для гравитационного и кулоновского потенциала из статистических закономерностей в терминах принятого реляционного времени [4; 5]. При этом сумма кулоновских потенциалов для всех заряженных частиц в мире относится к одному моменту реляционного времени. Затем может быть реализован переход к физическому описанию с обычным запаздывающим и опережающим потенциалами, зависящими от величин  $t - x/c$  и  $t + x/c$  соответственно.

Согласуется ли представление о дальноедействии с принятым в СТО определением одновременности? В предлагаемой реляционной модели времена двух указанных потенциалов одной к одной гиперплоскости (отвечающей фиксированному по ее двум поверхностям – нижней и верхней соответственно. Тем самым снимается проблема опережающего потенциала с его неясной физической интерпретацией, два потенциала – запаздывающий и опережающий – в реляционной теории – фактически соединяются в один и тот же потенциал. В математическом описании это, возможно, означает переход от традиционного гиперболического к параболическому типу уравнений в реляционной теории.

Важно, что исходными для описания электромагнитных явлений должны быть не уравнения Максвелла (с полевыми представлениями), но выражения для потенциалов вида Лиенара–Вихерта. С использованием времени, по-новому определенного, без запаздывания и опережения. Затем могут быть выведены известные уравнения Максвелла.

### Заключительные замечания

Были представлены построения для реляционного времени (связанного статистически с пространством). По самому операциональному характеру фотографий для всех элементов мира определяется естественное понятие одновременности. Тем самым намечен путь для задания дальнего действия. В таком выражении для потенциалов, выводимых математически из основных уравнений реляционной статистической концепции, будет фигурировать именно абсолютное время, но определяемое по-новому – через систему фотографий. Так преодолевается противоречивость нынешней теории дальнего действия с потенциалами с запаздыванием и опережением. Данная работа носит качественный характер в силу специфики журнала. Предполагается все эти построения представить в дальнейшем в развернутой математизированной форме.

Заметим, что в варианте Ю.С. Владимирова реляционной статистической концепции проводится несколько иной подход к проблеме дальнего действия: «...Испущенное, но не поглощенное электромагнитное излучение, ответственно за формирование классического пространства-времени». Однако представимо, что может быть установлено соответствие между нашим подходом, где глобальная статистичность (принцип Маха) содержится в координатной сумме, через которую выражается реляционное время, и реляционном подходом Ю.С. Владимирова с суммой глобального электромагнитного взаимодействия для всех элементов мира. Также надо было бы соотнести предлагаемые построения с теорией поглотителя Фейнмана, с теорией прямого межчастичного взаимодействия и т. д.» [16].

В определенном смысле наши построения соотносятся с этими положениями: хотя реляционное статистическое пространство-время у нас таково, что испущенного, но не поглощенного электромагнитного излучения вообще нет, – этого удастся достичь соответствующей конструкцией пространства-времени и определения одновременности.

Хотелось бы подвести итог высказыванием Брайана Грина из [17], которое в общих чертах согласуется с содержанием настоящей работы и могло бы обозначить перспективу для создания реляционного статистического пространства-времени: «Является ли чем-то пространство-время? ...Я думаю, что экспериментально подтвержденный, “независимый от фона” союз между общей теорией относительности и квантовой механикой приведет к удовлетворительному решению этой проблемы. ...При отсутствии пространства-времени, изначально введенного в теорию, не будет никакой “фоновой арены”, в которую они были бы встроены. ...При таком описании почти совсем исчезнет различие между пространством-временем и более осязаемыми материальными элементами, поскольку и то и другое будет возникать как совокупность более элементарных ингредиентов и фундаментально реляционной, беспространственной и безвременной теории. Вот как Лейбниц, Ньютон, Мах и Эйнштейн могли бы провозгласить общую победу».

## Литература

1. *Владимиров Ю.С.* Реляционная картина мира. Кн. 1: Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: ЛЕНАНД, 2020.
2. *Аристов В.В.* Статистическая модель часов в физической теории // Докл. РАН. 1994. Т. 334. С. 161–164.
3. *Аристов В.В.* Реляционная статистическая модель часов и физические свойства времени // На пути понимания феномена времени в естественных науках. Конструкции времени в естествознании. Ч. 1 / под ред. А.П. Левича. М.: Изд-во МГУ, 1996. С. 48–81.
4. *Aristov V.V.* The gravitational interaction and Riemannian geometry based on the relational statistical space-time concept // *Gravitation and Cosmology*. 2011. Vol. 17. № 2. P. 166–169.
5. *Аристов В.В.* Реляционное статистическое пространство-время и единое описание квантовых и гравитационных эффектов // *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. 2018. Вып. 4. С. 4–20.
6. *Грин Б.* Элегантная вселенная. М.: Едиториал УРСС, 2004. С. 242.
7. *Смолин Ли.* Возвращение времени: от античной космогонии к космологии будущего. М.: АСТ: CORPUS, 2014. С. 121–123.
8. *Владимиров Ю. С.* Физика дальнегодействия: Природа пространства-времени. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012.
9. *Владимиров Ю. С.* Реляционная концепция Лейбница–Маха. М.: ЛЕНАНД, 2018. С. 23.
10. *Пуанкаре А.* О науке. М.: Наука, 1983.
11. *Френкель Я.И.* Природа электрического тока (Беседы-диспут в Ленинградском политехническом институте). М.–Л.: Всесоюзное электротехническое общество, 1930.
12. *Пайс А.* Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М.: Наука, 1989. С. 29.
13. *Эйнштейн А.* К электродинамике движущихся тел: собр. научн. трудов. М.: Наука, 1965. Т. 1. С. 7–35.
14. *Comstock D.F.* The principle of relativity // *Science*. 1910. Vol. 31. P. 767–772.
15. *Einstein A.* *Relativity: The Special and General Theory*. Springer, 1917.
16. *Владимиров Ю.С.* Реляционная концепция Лейбница–Маха. М.: Леналенд, 2017. С. 39.
17. *Грин Б.* Ткань космоса: Пространство, время и текстура реальности. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. С. 493–494.

## RELATIONAL STATISTICAL CONCEPT AND RANGE

V.V. Aristov

*Dorodnicyn Computing Centre of RAS  
40 Vavilov St., Moscow, 119333, Russian Federation*

**Abstract.** This paper considers the introduction of relational space and time with the specification of simultaneity associated with the unity of the light signal for the whole world. In accordance with the ideas of some physicists, a concept is proposed, in fact, of absolute time, interpreted in a new way and consistent with the theory of action at a distance. This is ensured by the invariance of the increment of the relational time relative to arbitrary spatial shifts. This eliminates the ambiguity of the theory when using retarded and advanced potentials. The transition of these constructions to the description in the theory of relativity with the help of appropriate transformations is discussed.

**Keywords:** relational statistical spacetime, simultaneity, absolute time, action at a distance