

Николенко А. Д.

**ТЕЧЕНИЕ ВРЕМЕНИ:
УСЛОВНОСТЬ ИЛИ ФИЗИЧЕСКАЯ РЕАЛЬНОСТЬ?
К ВОПРОСУ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТЕМПОРАЛЬНОГО ПРОЦЕССА
В СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

E-mail: alniko@ukr.net

Рассмотрен ряд фундаментальных физических величин в специальной теории относительности (СТО), обладающих необычными свойствами: скорость света в вакууме c , существенно отличающаяся от скорости движения в пространстве иных материальных тел свойством инвариантности; энергия покоя E_0 , описываемая произведением массы покоя неподвижной частицы на квадрат скорости света, т. е. скорости, которую эта частица ни при каких условиях не может достигнуть; инертная масса покоя материальной частицы m_0 , хотя понятие инерции неразрывно связано с движением, а не покоем; величина $P_0 = m_0 c$, входящая в фундаментальное релятивистское выражение для энергии-импульса, и, как и энергия покоя, объединяющая несовместимые при пространственном движении величины. Выявлено, что эти величины в своей совокупности выстраиваются в упорядоченный ряд, характеризующий единый физический процесс движения: его скорость, энергию, инерцию, импульс. Структура и особенности перечисленных величин однозначно показывают, что они описывают физический процесс движения покоящихся тел, осуществляемый вне пространственных измерений в рамках пространственно-временного континуума, и проявившийся в СТО в своей инерциальной фазе. Все необычные свойства рассматриваемых физических величин в рамках этого процесса находят естественную интерпретацию и позволяют идентифицировать их как проявление процесса движения времени. Приведены результаты темпоральной теории, адекватно описывающие выявленный процесс (далее темпоральный процесс) как движение материальных частиц во временном измерении и дающие теоретическое обоснование всех описывающих его величин и их взаимосвязи. Поскольку этот процесс имеет все физические свойства движения – скорость движения, его энергию, инерцию, импульс (существование которых доказано экспериментально в рамках СТО), то движение времени следует рассматривать как реальный физический процесс, протекающий в рамках пространственно-временного континуума. Отпадает необходимость рассматривать полную (релятивистскую) энергию тела и его энергию покоя как особые виды энергии, т. к. они представляют собой разновидности энергии движения: полная энергия есть энергия движения тела в пространстве-времени, и состоит из энергии движения в пространстве (кинетической) и энергии движения во времени (темпоральной), которая проявилась в релятивистских соотношениях как энергия покоя. Отмечено, что современные причины движения материальных частиц вдоль своих мировых линий связаны с их движением по инерции во времени. Показаны иные следствия идентификации темпорального процесса в релятивистской механике.

Ключевые слова: специальная теория относительности, темпоральная теория, пространственно-временной континуум, движение времени, энергия покоя, масса покоя, постоянство скорости света.

Специальная теория относительности (СТО) опирается на принцип единства пространства и времени в рамках пространственно-временного континуума. Движение материальной частицы в пространстве-времени определяется четырехмерной кривой — мировой линией этой частицы. Следовательно, движение частицы вдоль своей мировой линии можно представить как совокупность ее движения в пространстве и движения вдоль временного измерения континуума. В этой ситуации правомерным является вопрос — является ли движение во времени физическим процессом со всеми присущими физическому процессу движения характеристиками (скоростью, энергией, инерцией, импульсом и т. д.), или же движение во времени, в отличие от

движения в пространстве, не наделяется физическими характеристиками движения и является достаточно условным понятием.

СТО является наиболее полной и имеющей убедительные экспериментальные подтверждения современной теорией плоского пространства-времени, и физические характеристики движения во времени материальных частиц (если они существуют) неизбежно должны были бы проявиться в ее соотношениях. В связи с этим для ответа на поставленный вопрос необходимо идентифицировать характеристики физического процесса движения во времени в формулах релятивистской механики. Если этого сделать невозможно, то достаточно распространенное мнение о том, что движение во времени является условным (воображаемым) процессом, получит определенное подтверждение.

1. Проблема идентификации темпорального процесса

Для решения задачи идентификации темпорального процесса в соотношениях специальной теории относительности отметим следующую его особенность.

Любой наблюдатель способен непосредственно наблюдать только движение в пространственных измерениях континуума, в результате чего движение во временном измерении он может изучать только посредством исследования его проявлений в пространственных процессах. Следовательно, с его точки зрения физические характеристики процесса движения во времени могут выглядеть *необычно*, иначе, чем аналогичные характеристики пространственного движения.

Поэтому процедура идентификации темпорального процесса будет базироваться на выделении в соотношениях релятивистской механики *необычных* физических величин, свойства которых существенно отличаются от свойств аналогичных величин при пространственном движении.

Отметим, что специальная теория относительности действительно ввела в физический обиход ряд фундаментальных физических величин, отличающихся необычными свойствами, и несводимых к соответствующим понятиям классической физики. Физическая интерпретация таких величин в рамках СТО сталкивается с определенными трудностями. Остановимся на таких величинах подробнее.

2. Скорость (скорость света в вакууме c)

Любая *пространственная* скорость зависит от выбора системы отсчета, т. е. не имеет свойства инвариантности, ее значения могут быть разными для различных тел в зависимости от складывающейся в пространстве обстановки, они могут изменяться со временем (возможно ускорение физических тел при их движении в пространстве).

В то же время в соотношениях СТО имеется особая скорость, физические свойства которой прямо противоречат отмеченным выше свойствам пространственной скорости — это скорость света в вакууме c . Она является инвариантной величиной, и ее значение не зависит от *пространственных* движений источника и приемника света, т. е. она не связана с пространственными движениями иных физических тел. Кроме того, для различных частиц, участвующих в соответствующем движении — нейтрино, фотонов различных энергий, значение скорости движения оказывается всегда одним и тем же и численно равным постоянной c . Понятие пространственного ускорения при таком движении отсутствует. Согласно современным физическим представлениям, скорость света в вакууме есть фундаментальная физическая постоянная. В связи с этим правомерным является вопрос — представляет ли скорость c именно *пространственную* скорость?

В специальной теории относительности необычные свойства скорости света в вакууме постулируются, так как в ее рамках они не находят своего теоретического обоснования.

3. Энергия (энергия покоя E_0)

Энергия, согласно современным физическим представлениям, является количественной мерой движения и взаимодействия материальных тел. Рассмотрим следующую ситуацию. Изолируем покоящуюся материальную частицу некоей сферой, полностью изолирующей ее от

внешнего мира. Гравитационные и иные взаимодействия с этой частицей отсутствуют. Допускаем также, что она не имеет структурного деления, поэтому отсутствует и внутренняя энергия связи ее частей. Согласно классическим представлениям, энергия такой частицы должна быть равна нулю.

Однако релятивистская механика установила, что, тем не менее, такая частица обладает энергией покоя. Кроме того, что этот вид энергии не соответствует классическим представлениям об энергии, ее структура представляется крайне противоречивой и не согласующейся с релятивистской динамикой. Действительно, величина энергии покоя определяется выражением $E_0 = m_0 c^2$, т. е. произведением массы *неподвижной* частицы на скорость, которую эта частица *ни при каких условиях не может достигнуть*, даже если она начнет двигаться в пространстве. Таким образом, энергия покоя объединяет две несовместимые между собой физические величины. Отметим, что для стабильных элементарных частиц она инвариантна и является фундаментальной физической постоянной.

Современная физика полагает, что каждое физическое тело обладает таким необычным видом энергии уже в силу самого своего существования. Однако этот подход неконструктивен и является прямым следствием невозможности убедительно интерпретировать ее особенности в рамках СТО.

4. Инерция (масса покоя m_0)

Инертная масса является мерой инерции тела, и характеризует его динамические свойства.

В то же время масса покоя является массой неподвижной частицы. *Неподвижная* частица по определению не участвует в каком-либо движении, и, следовательно, ни при каких условиях не может проявить свои *динамические* (т. е. инертные) свойства. С этой точки зрения понятие массы покоя представляется весьма противоречивым. Важным свойством массы покоя является ее инвариантность, и для стабильных элементарных частиц она является фундаментальной физической постоянной.

5. Импульс ($m_0 c$)

Релятивистское выражение для энергии-импульса имеет вид:

$$\frac{E^2}{c^2} - P^2 = (m_0 c)^2,$$

где E — энергия тела, P — значение его пространственного импульса. Ключевую роль в этом выражении играет инвариантная величина $m_0 c$, которая впервые проявилась в специальной теории относительности. Она имеет вид и размерность импульса, однако как импульс в релятивистской механике не определяется. Далее будем его обозначать в виде $P_0 = m_0 c$. Как и энергия покоя, эта величина противоречива вследствие того, что она объединяет несовместимые между собой физические величины — массу *покоя* материальной частицы m_0 и принципиально недостижимую для нее предельную скорость *движения* в пространстве c . В связи с этим интерпретировать ее средствами СТО невозможно.

Величина P_0 инвариантна, и для стабильных элементарных частиц ее можно рассматривать как фундаментальную физическую постоянную.

6. Обобщение физических свойств необычных величин

Рассмотрим общие свойства, объединяющие перечисленные необычные величины в СТО.

Их структура и поведение не может быть объяснено в рамках специальной теории относительности, хотя их реальное физическое существование надежно доказано всей экспериментальной базой релятивистской теории.

Все перечисленные необычные величины являются инвариантными, не зависящими от выбора пространственной системы отсчета, не зависящими от каких либо движений каких либо тел в пространстве. Т. е. их значения никак не связаны с пространственными движениями.

Величины, связанные с понятием массы, включают в себя только *массы покоя*. Их значения не меняются со временем и они определяются современной физикой как *фундаментальные физические постоянные*, в частности относительно стабильных элементарных частиц.

Выявление общих свойств необычных величин СТО позволяет сделать следующий вывод. Все отмеченные необычные величины в своей совокупности — скорость, энергия, инерция, импульс — можно представить как упорядоченный набор характеристик некоторого общего *процесса движения*, проявившегося в релятивистских соотношениях. Обратим внимание на тот факт, что среди этих величин отсутствуют динамические величины: ускорения, силы, работы и т. д., непосредственно связанные с покоящимися массами. На основании полученных результатов можно сделать определенные заключения относительно характера такого процесса движения в настоящее время.

Этот процесс не связан с движением каких либо материальных тел в пространстве, и в то же время он связан именно с *движением* покоящихся тел. Он осуществляется вне пространственных измерений. Его характеристики инвариантны и с течением времени не меняются.

Отсутствие в соотношениях СТО динамических величин (в частности ускорений), непосредственно связанных с массами покоя, позволяет сделать вывод, что выявленный процесс движения в настоящее время (и в обозримом прошлом) развивается равномерно, т. е. находится в инерциальном состоянии.

Следовательно, выявленный особый процесс, объединяющий все необычные величины СТО, представляет собой *физический процесс внепространственного движения покоящихся тел, проявляющийся в специальной теории относительности в своей инерциальной фазе*.

Одним из исходных положений СТО является утверждение, что все явления нашего мира осуществляются в рамках четырехмерного пространственно-временного континуума. Обнаруженный процесс есть процесс внепространственного движения, следовательно, он может совершаться только в оставшемся, временном измерении, т. е. отражает движение материальных тел во времени (или процесс движения времени). Покоящееся в пространстве тело, тем не менее, всегда продолжает свое движение в пространственно-временном континууме во временном измерении. Физический процесс движения материальных тел во времени (или процесс движения времени) далее будем именовать *темпоральным* процессом.

7. Необычные физические величины СТО как представители темпорального процесса

Для того, чтобы уверенно идентифицировать выявленный процесс как темпоральный, необходимо опираться на теорию, обосновывающую взаимосвязь необычных физических величин в рамках процесса движения времени и объясняющую все их необычные свойства с этих позиций. Такой теорией является развиваемая автором темпоральная теория — см. например [1],[2].

Рассмотрим все необычные величины СТО с точки зрения представления их как характеристик единого темпорального процесса, т. е. как описание движения тел во времени.

Полагаем, что существует некоторая физическая величина W (темпоральная скорость), которую можно принять как *скорость* движения физических тел во временном измерении. Ее можно связать с приращением временной координаты в пространственных единицах измерения dx^0 в ходе движения тела во времени следующим соотношением:

$$dx^0 = Wdt. \quad (1)$$

Величина W инвариантна, ее значение не зависит от любых пространственных движений физических тел и от действующих в пространстве сил, что в своей основе связано с ортогональностью временного измерения пространственным. Темпоральная скорость связана со скоростью движения света в вакууме соотношением:

$$c = W. \quad (2)$$

Это соотношение строго доказывается в рамках развиваемой автором темпоральной теории — см. [1]. Таким образом, скорость света в вакууме определяется значением внепространственной скорости W , и в связи с этим она принимает на себя все свойства темпоральной скорости, в том числе ее инвариантность и независимость от каких либо движений физических тел в пространстве. Поскольку темпоральный процесс находится в своей инерциальной фазе, темпоральная

скорость не изменяет своего значения, что и приводит к постоянству связанной с ней скорости света в вакууме. Отсюда видно, что скорость c отражает в пространстве внепространственную темпоральную скорость, чем и обусловлены ее необычные свойства.

На первый взгляд здесь возникает серьезное противоречие со специальной теорией относительности. Действительно, важнейшим результатом специальной теории относительности стало открытие явления “замедления” хода времени при пространственном движении физического тела относительно наблюдателя, тогда как величина W не зависит от движения тел в пространстве. Однако, как показано в рамках темпоральной теории, противоречия здесь нет. В соответствии с соотношением (1) величина dx^0 может изменяться по двум причинам — в результате возможного изменения темпоральной скорости W , либо как следствие изменения величины dt . В последнем случае это изменение связано с пространственной скоростью v , и не приводит к изменению темпоральной скорости, хотя и связано с релятивистским эффектом “замедления” хода времени. Темпоральная теория дает следующее соотношение, связывающее параметры этого эффекта и темпоральную скорость:

$$\frac{dt_c}{dt} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{W^2}},$$

где dt_c — дифференциал собственного времени, определяемого в СТО, dt — дифференциал времени лабораторной системы отсчета, v — относительная пространственная скорость систем отсчета. Релятивистское “замедление” хода времени в результате относительного пространственного движения систем отсчета происходит, таким образом, при неизменном значении темпоральной скорости W .

Энергия темпорального движения (темпоральная энергия) равна $E_t = m_0 W^2$ и представляет энергию движения покоящейся материальной частицы массой m_0 во времени со скоростью W — см. [2]. Учитывая соотношение (2), получим $E_t = m_0 W^2 = m_0 c^2 = E_0$. Следовательно, энергия движения тела во времени представлена ее энергией покоя. При этом структура энергии оказывается вполне естественной, так как она объединяет массу неподвижной в пространстве частицы со скоростью ее движения во времени, которой фактически обладает любое покоящееся в пространстве физическое тело.

Инерция темпорального движения материальной частицы представлена ее массой покоя m_0 . Ее интерпретация как массы, определяющей инерциальные свойства покоящейся в пространстве частицы при ее движении во времени, вполне естественна, так как она представляет инерциальные свойства, связанные с движением во временном измерении пространственно-временного континуума.

Темпоральный импульс P_t движущегося во времени тела с учетом соотношения (2) можно записать в следующем виде: $P_t = m_0 W = m_0 c = P_0$. Релятивистская величина P_0 (как и энергии покоя), в данной интерпретации уже не содержит несовместимых величин, и естественным образом представляет импульс движения физического тела во времени.

Идентификация темпорального процесса в специальной теории относительности как физического процесса снимает все вопросы, связанные с существованием в ней необычных физических величин и их свойств, и позволяет дать им естественную физическую интерпретацию.

Каждое пространственное движение материальных тел с ненулевой массой покоя включает в себя темпоральный процесс, вне которого оно развиваться не может. Этот результат прямо следует из того, что в соотношениях релятивистской механики, описывающих движения таких тел в пространстве, всегда можно выделить темпоральные величины — массу покоя, величину скорости света в вакууме (равную темпоральной скорости), темпоральный импульс и энергию покоя. Причем остановка движения физических тел в пространстве никак не сказывается на значениях этих величин в релятивистском описании состояния этих тел, т. е. на их движении во времени.

Проявление в релятивистских соотношениях параметров темпорального процесса в виде фундаментальных физических постоянных доказывает, что движение времени является фундаментальным процессом, протекающим вне связи какими-либо движениями в пространстве или проявлением каких-либо пространственных сил.

Эти выводы хорошо согласуются с результатами темпоральной теории [1, 2].

Как показано выше, движение во времени охватывает не только покоящиеся, но и движущиеся в пространстве физические тела. Поэтому приведенное выше определение темпорального процесса, связанное с покоящимися телами, сохраняет силу и при их движении в пространстве, позволяя выделить долю темпоральных свойств движения вещества в их общем движении в пространственно-временном континууме.

8. Взаимосвязь темпорального процесса и процесса измерения времени

При исследовании физического смысла движения времени, время чаще всего ассоциируется с процедурой его измерения. Отсчет времени связан с использованием периодических процессов, развивающихся в пространстве. В итоге движение времени как самостоятельный физический процесс не рассматривалось и ассоциировалось с процессом его измерения, т. е. интерпретировалось как соотношение длительностей *пространственных* процессов с некоторым эталонным периодическим движением в пространстве (в частности ходом часов). Таким образом, процесс движения времени сводился к пространственным процессам.

Однако, как показано выше, процесс движения времени продолжается, даже если все часы в мире остановить. Следовательно, движение времени в общем случае несводимо к движению в пространстве и является равноправным с ним видом движения.

9. Развитие идеи пространственно-временного континуума

После того, как Г. Минковский в 1908 году декларировал единство пространства и времени, можно было ожидать, что понятие движения материального тела в пространстве со всеми связанными с этим процессом физическими свойствами будет обобщено и на движение материального тела во времени. Однако этого не произошло, хотя, как отмечено в настоящей статье, все свойства такого движения проявились в специальной теории относительности и наблюдаются в реальности. Поскольку движение во времени в рамках темпорального процесса описывается аналогично движению в пространстве, т. е. характеризуется аналогичными физическими величинами — скоростью, энергией, инерцией, импульсом движения во времени, обоснование факта существования темпорального процесса можно рассматривать как дальнейшее естественное развитие идеи единства пространства и времени.

Время настолько же реально, насколько реально пространство, и движение во времени настолько же реально, насколько реально движение в пространстве.

10. Основной вывод

Итак, идентификация темпорального процесса в специальной теории относительности показывает, что движение времени (или движение тел во временном измерении) не является условным процессом и не может быть сведено к характеристикам (длительностям) пространственных процессов, а представляет собой реально протекающий в пространственно-временном континууме самостоятельный фундаментальный физический процесс.

Этот результат темпоральной теории доказывается экспериментально подтвержденным существованием ряда фундаментальных физических величин, перечисленных выше, необычность свойств которых в настоящее время может быть объяснена только на основе представления движения времени как физического процесса.

Иная точка зрения неизбежно приводит к необходимости дать другое физически содержательное обоснование отмеченным свойствам необычных величин, в частности самому факту существования энергии покоя и постоянству скорости света в вакууме. Этого за весь период существования специальной теории относительности сделать не удалось, что говорит в пользу полученных автором результатов.

11. Некоторые следствия идентификации темпорального процесса

Чрезвычайно интересным является вопрос, в связи с чем каждая материальная частица непрерывно движется вдоль своей мировой линии, в частности во временном измерении. Другими словами, чем обусловлено само движение времени.

Учитывая свойства выявленного темпорального процесса, можно утверждать, что, по крайней мере в настоящее время, значительную роль в этом играет свойство *темпоральной инерции* вещества. Другими словами, в основе современного движения физических тел вдоль своих мировых линий лежит движение физических тел по инерции во времени, что и воспринимается наблюдателями как всеобщее течение времени.

Ключевую роль в этом процессе играет наличие у физических тел массы покоя, которая заключает в себе свойство темпоральной инерции. Этот вывод хорошо подтверждается экспериментально. У всех материальных частиц, у которых движение в собственном времени остановлено (нейтрино, фотоны различных энергий), масс покоя обнаружить не удалось.

Отсюда следует, что остановить движение времени для материальных тел с сохранением их масс покоя невозможно.

Другое следствие новой интерпретации масс покоя заключается в следующем. Если принять точку зрения, что в эволюции Вселенной имел место начальный момент времени (связываемый с Первовзрывом), то факт существования у материи свойства темпоральной инерции (связанной с наличием масс покоя у элементарных частиц) неизбежно приводит к выводу, что темпоральная скорость не могла сразу принять современное значение. В эволюции Вселенной должен был существовать период, в течение которого происходило нарастание темпоральной скорости до современного значения — период темпорального разгона. Такой период, существование которого неизбежно в окрестностях точки начала движения времени (и, возможно, вообще в окрестностях любой сингулярности), должен характеризоваться изменением темпоральной скорости, проявлением связанных с этим динамических свойств темпорального процесса (темпоральных сил, ускорений и т. д.), которые не проявляются в настоящий период инерциального движения во времени.

Поскольку этот период связан с изменением величины темпоральной скорости W , то все физические величины, связанные с ней и воспринимаемые в настоящее время как фундаментальные физические постоянные (скорость света в вакууме $c = W$, энергия $E_0 = m_0 c^2$ и импульс покоя $P_0 = m_0 c$ элементарных частиц и, возможно, их массы покоя и электрические заряды и т. д.) могут принимать иные значения, что следует иметь в виду при построении космологических моделей. Вероятно, что период темпорального разгона можно связать с периодом инфляции.

Энергия покоя частицы в рамках темпорального процесса проявляется как энергия ее движения во времени. С учетом этого ее полная (релятивистская) энергия в итоге оказывается суммой двух энергий движения — движения в пространстве (кинетической) и движения во времени (темпоральной) — см. [2]. Следовательно, и сама полная энергия представляет собой объединенную энергию движения в пространстве-времени. В итоге отпадает необходимость рассматривать полную (релятивистскую) энергию тела и его энергию покоя как особые виды энергии. Снижение числа используемых разновидностей энергии до единого понятия энергии движения говорит в пользу развиваемого подхода.

Л и т е р а т у р а :

1. Николенко А. Д. Пространственно-временной континуум и движение времени // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2005. — № 1. — С.51-64.
2. Николенко А. Д. Влияние скорости движения времени на реализацию физических законов // Эволюция — 2005. — № 3. — С.15-31.

Статья поступила в редакцию 24.08.2004 г.