Грусицкий А. С.

Время мнимое

В начале пояснения к обозначению времени разными символами и названия времен:

Абсолютное (истинное) - математическое [1] или длительность;

Относительное (обыденное) – мера продолжительности [1] (как – то час, день, месяц, год) - употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени – и течет на фоне Абсолютного времени.

Современные названия: глобальное, координатное, собственное, реальное, мнимое

t - длительность: Абсолютного, глобального, локального собственного с соответствующим индексом - гл, лок, соб,

v - собственное время (скорость) процесса с соответствующим индексом гл, лок, соб.

τ - квант времени он же настоящее время в процессе, один период $T = 1/f$ собственного времени v с соответствующим индексом гл, лок, соб.

История мнимого времени Минковского начинается в начале 20-го века, сразу же с появлением статьи Эйнштейна «К электродинамике движущихся тел»

Статья Эйнштейна вдохновила Минковского к разработке новых идей относительно пространства и времени.

Минковский писал: «Уравнения ньютоновой механики обнаруживают двойную инвариантность. Их форма сохраняется, во-первых, тогда\, когда положенную в основу пространственную координатную систему подвергают любому изменению положения и, во-вторых, когда состояние движения этой системы подвергаются изменению – когда этой системе сообщается какое-нибудь равномерное поступательное движение; нулевая точка времени также не играет никакой роли. Каждая из них означает определенную замкнутую группу преобразований дифференциальных уравнений механики. Указанные две группы ведут, таким образом совершенно обособленное существование. Но как раз объединенная полная группа как целое дает пищу для нашей мысли».

Вот не большой абзац из статьи С. Гаврилова «FAQ по специальной теории относительности»

Минковскому [2], хотелось, чтобы преобразования Лоренца соответствовали повороту осей в 4-мерном пространстве. Для этого пространство должно формально иметь структуру евклидового. Он добился этого, введя «мнимое» световое время c [1] равное ic , где i – мнимая единица[2]. Таким вот преобразованием и появилось мнимое время ic но при этом глобальное время t рис. 1а, осталось реальным.

И тогда пространственно-временное вращение, принимает вид стандартных преобразований Лоренца

$$x' = \gamma(x - vt) \quad t' = \gamma(t - vx/c^2) \qquad \gamma = 1/\sqrt{1 - v^2}\ /\ c^2$$

Теперь переход к движущейся ИСО со скоростью c или v трактуется как геометрический поворот осей координат процессов рис. 1а, в 4-х мерной геометрии [2], но при этом угол поворота мнимый. Метрика такого Пространства – Времени (П-В) псевдоевклидова и определяется как:

$$ds^2 = -(\mathrm{c}\,t)^2 + x^2 + y^2 + z^2 = -(\mathrm{c}\,t)^2 + r^2 \qquad (1)$$

В итоге все это эквивалентно преобразованиям Лоренца, Абсолютное же (координатное) время t – остается вещественным.

---

[1] Скорость света c это собственное время [3] глобального процесса

[2] Умножение вектора на мнимую единицу i поворачивает вектор на $\pi/2$

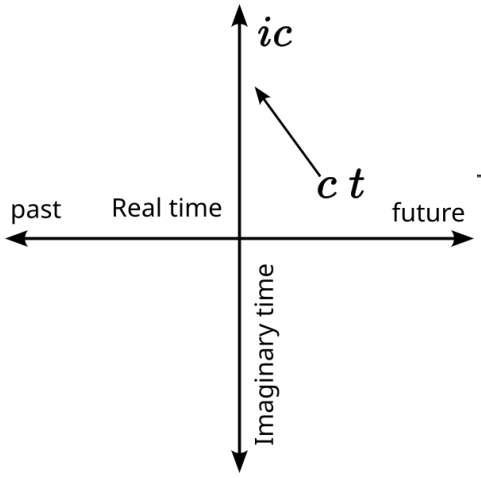

Рис. 1а

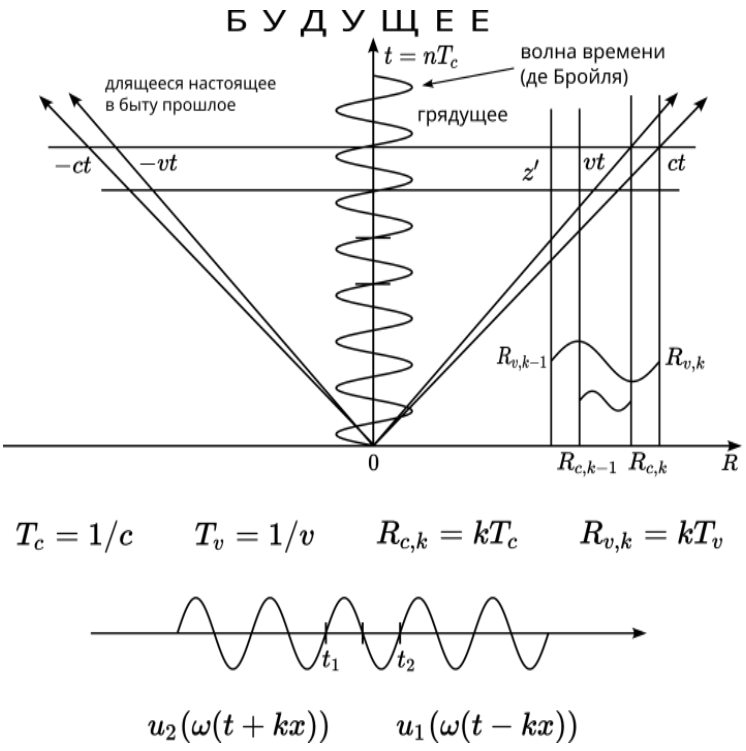

Рис.1б

Следует отметить, что о мнимом времени можно говорить только для объекта, находящегося в движении и с собственным временем $v_{соб}$, так как для покоящегося объекта вращение его системы координат, это просто вращения в трехмерном пространстве.

Вот такая интерпретация мнимого времени по Минковскому.

Мнимое время можно визуализировать. Если мы представим себе реальное время в виде линии, проходящей между прошлым и будущим, то ось мнимого времени рис. 1а будет проходить перпендикулярно к этой линии. Так же, как ось мнимых чисел проходит перпендикулярно оси вещественных чисел в теории комплексных чисел. Слова «мнимый» и «реальный» в контексте времени (как характеристики процесса) связаны с существованием объекта и отражают статус объекта. Конкретно: объект или процесс в реальном или в мнимом времени.

В конце 20-го века С. Хокинг использует концепцию мнимого времени в теории квантовой космологии. Хокинг поставил задачу «избавить» нашу Вселенную от сингулярности, наличие которой, следует из общей теории относительности. Отметим что время мнимое у Хокинга так же, как и у Минковского, это математическая абстракция и определяется как $\tau = ic$, где i − мнимая единица, c − скорость света, t – время (как сейчас принято говорить) координатное. То есть вектор «времени» [3] скорости процесса с оси *Ox* переносится на мнимую ось *Oy* рис. 1а и направление движения процесса изменяется на 90 градусов. Но с точки зрения процесса этот поворот приведет к остановке процесса соответственно и собственного времени.

В своей книге [4] «Краткая история времени» Хокинг в популярной форме излагает решение вопроса, и суть решения оказалась заключенной в мнимом времени. Введение мнимого времени Хокингом в космологическую модель вселенной, считается результативным, так полученное решение согласуется с реальностью нашего мира и нашим восприятием. Остается вопрос, как понимать мнимое время и в чем его физическая сущность. Сам Хокинг считает мнимое время реальным временем.

Вот его резюме:

Может быть, следовало бы заключить, что так называемое мнимое время — это на самом деле есть время реальное, а то, что мы называем реальным временем - просто плод нашего воображения. В действительном времени у Вселенной есть начало и конец, отвечающие сингулярностям, которые образуют границу пространства-времени и в которых нарушаются законы науки. В мнимом же времени нет ни сингулярностей, ни границ. Так что, быть может,

именно то, что мы называем мнимым временем, на самом деле более фундаментально, а то, что мы называем временем реальным, — это некое субъективное представление, возникшее у нас при попытках описать, какой мы видим Вселенную. Поэтому не имеет смысла спрашивать, что же реально — действительное время или время мнимое? Важно лишь, какое из них более подходит для описания. С. Хокинг. Краткая история времени.

Обратимся к диаграмме Минковского [3] рис. 1б мировые линии $(-ct, ct)(-vt, vt)$ на диаграмме отражают движение объекта (частицы) в пространстве, математика такого движения соответствует волновому уравнению $\partial^2\varphi/\partial x^2 = (1/c^2)(\partial^2\varphi/\partial t^2)$ решение, которого:

$$u = A\cos(\omega t - kx) \ \rightarrow e^{-i(\omega t - kx)} = \cos(\omega t - kx) - i\sin(\omega t - kx) \qquad (2)$$

бегущая волна или сумма опережающей и запаздывающей волн

И как видно на рис. 1б и формулы (2):

1. опережающая волна (ОВ) — это та же запаздывающая волна (ЗВ), но сдвинутая от нее на полволны, и она остается в прошлом на расстоянии $-ct$ от начала движения.

2. что конус движения объекта ($\pm ct$) указывает на то, что скорость света c это собственное время [3] Абсолютного (глобального) процесса.

Да мы живем в «мнимом» времени точнее в длящемся настоящем [5,3] перед нами всегда интервал Минковского $ds^2 = -(ct)^2 + x^2 + y^2 + z^2$ или метрика искривленного пространства. Тем не менее мы видим мир в евклидовом пространстве - в реальном времени благодаря глобальному времени c. Оно дискретизирует локальные процессы, так как $c \geq v$ и во время дискретизации из процесса выбирается момент и так как выбранный момент вне движения его скорость $v = 0$ он и фиксируется на фоне Абсолютного пространства (евклидового) с метрикой $ds^2 = x^2 + y^2 + z^2$.

Здесь напомним определение времени - время это скорость процесса [3] и там же показано, что время «рождается» с первым периодом процесса T_p и является его характеристикой - скоростью процесса $f = 1/T_p \rightarrow v$ или собственным временем процесса. Так длительность собственного времени $t_{соб}$ любого процесса на фоне глобального времени $\boldsymbol{t}$, можно записать как $S = vt$, (так для гармонического процесса $\sin\omega t$ где: ω - собственное время процесса, а $\boldsymbol{t}$ - глобальное время) что соответствует пути пройденному объектом со скоростью v за время $\boldsymbol{t}$. Если скорость процесса v остается неизменной на протяжении многих периодов собственного времени $v_{соб}$ то это настоящее длящееся время $t_{лок}$ в процессе, так как нет фазовых переходов и «рождений» новых времен. Так собственное время процесса и координатное время связаны между собой дифференциалом $ds/dt = t_{соб}$ и если $ds/dt = 0$ то это может означать как актуализацию процесса, так и то, что процесс длится с неизменной скоростью. В первом случае процесс завершается актуальной бесконечностью и пропадает с «экрана». Во втором случае мы можем наблюдать длящийся процесс с $v_{соб} = const$ на фоне глобального времени t. И здесь мы можем сказать, что завершившийся процесс (актуальная бесконечность - пропавшая с экрана) находится в мнимом времени так как $v_{соб} = 0$ - как зерно на складе [3]. Но в каждом зернышке есть потенциальный процесс, который с течением глобального времени t станет реальным. А пока процесс пребывает вне времени - в небытии, в мнимом времени - в нижней части ДМ и ждет весну, в отличии от движущейся частицы с постоянной скоростью и пребывающей в настоящем длящемся времени. То есть все определяется движением – процессом его собственным временем процесса. И здесь вопрос, какую же еще роль выполняет собственное время процесса, кроме того, что оно отражает динамику процесса?

Как было показано в [3] квант времени $\tau_{пр}$ процесса (это настоящее время в процессе) и состоит он из полволны прошлого (ОВ) и полволны будущего (ЗВ) и эту связь прошлого с будущим обеспечивает неразрывность фазы (времени) в процессе (2) то есть обеспечивается причинно – следственная связь в процессе.

Литература:

Ньютон И. Математические начала натуральной философии М. «Наука» 1989 с. 30

Минковский Г. Пространство и время // Сб. «Принцип относительности» М. Атомиздат 1973

Грусицкий А.С. Время и бесконечность М. ИД «Наука» 2022

Хокинг С. Краткая история времени Амфора Сп-б 2001г.

Бергсон А. Опыт о непосредственных данных сознания Материя и память М. Московский клуб 1992

Тезисы доклада: 8-я Российская конференция основания фундаментальной физики и математики (ОФФМ) Москва 12 – 14 декабря 2024