В. В. Ляхов

ФОТОНЫ, ЧАСТИЦЫ, ТАХИОНЫ И СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ В КОМПЛЕКСНОЗНАЧНОМ МИРЕ

АБСТРАКТ

Данная работа является переработанным и расширенным вариантом ранее опубликованной статьи: В.В. Ляхов, Специальная теория относительности в комплекснозначном мире // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.30050, 19.06.2026. Выдвинуто предположение, что для адекватного описания Природы необходимо пользоваться комплексными числами в полной мере, т.е. все физические величины должны быть комплекснозначными. Исследуется влияние подобного подхода на специальную теорию относительности. Рассмотрены основные аспекты движения фотонов, частиц и тахионов в комплекснозначном (биоцентрическом) Мире.

1. Числовые системы и физические величины

Для измерения физических величин подходят только натуральные, целые, рациональные и действительные числовые системы. Частично пользуются системой комплексных чисел $a+ib$, причём только действительной частью, отбрасывая мнимую; иногда используют фазу $\varphi = arctg(b/a)$. При этом нет возможности использовать для тех же целей кватернионы, гиперкомплексные, р-адические и кардинальные числа. Эти числовые системы играют важную роль в математике и теоретической физике и используются при изучении микро- и мегамира, но не могут быть применены к измерению физических величин.

Мы полагаем, что для адекватного описания Природы необходимо пользоваться комплексными числами в полной мере, т.е. полагаем, что все физические величины комплекснозначны [1-7]. Мнимая часть ненаблюдаема, но в то же время необходимо присуща физической величине, являясь чем-то вроде скрытого параметра, и проявляется только косвенно, заставляя систему двигаться по тому или иному пути. Иными словами, мнимая часть величины является её “душой”, заставляя систему двигаться в различных направлениях при одинаковых внешних условиях в зависимости от наполнения этой “души”. В этом смысле можно сказать, что Природа является живым существом.

2. Основные положения специальной теории относительности

Считается, что в основу специальной теории относительности (СТО) положены два постулата: 1) принцип относительности Эйнштейна и 2) принцип предельности скорости света (в пустоте $c = 3\cdot 10^8 м/с$). Как это было сделано самим Эйнштейном [8] и показывается в учебниках физики, например [9], рассматривается сферическая электромагнитная волна, которая начала распространяться из начала координат в момент времени t. Уравнение волновой поверхности в системе K имеет вид:

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 = 0. \qquad (1)$$

Принцип относительности Эйнштейна распространяет принцип относительности Галилея и на электромагнитные явления, поэтому закон распространения электромагнитной волны должен быть одинаковым и в другой инерциальной системе отсчета K’, поэтому:

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 = (x')^2 + (y')^2 + (z')^2 - c^2(t')^2 = 0. \qquad (2)$$

Последнее соотношение возможно, если скорость света является инвариантом, т.е. одинакова в любой инерциальной системе отсчета. Пока никаких ограничений на величину скорости света не наложено. Далее при построении СТО требуется, чтобы формулы преобразования координат и времени были линейными. Это требование мотивируется однородностью пространства. Можно поспорить с очевидностью такого представления о пространстве, но примем это положение. Далее, запишем линейные преобразования координат и времени в общем виде:

$$x' = \alpha(v)(x - vt), \qquad (3)$$

$$t' = \beta(v)t + \gamma(v)x. \qquad (4)$$

Подставив (3) и (4) в выражение (2) можно получить:

$$\alpha(v) = \beta(v) = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}},$$

$$\gamma(v) = -\frac{v}{c^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}.$$

Подставив последние выражения в (3) и (4) находим формулы преобразования Лоренца:

$$\begin{aligned} x' &= \frac{x-vt}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}, \\ y' &= y, \\ z' &= z, \\ t' &= \frac{t-\frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}. \end{aligned} \qquad (5)$$

Система K’ движется по оси x.

Воспользовавшись преобразованиями Лоренца (5), в случае релятивистской динамики легко получить формулу для релятивистской массы:

$$m(v) = \frac{m}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}. \qquad (6)$$

3. Специальная теория относительности в комплекснозначном мире

В работах Эйнштейна и его последователей молчаливо предполагалось, что все величины действительны. Мы же выдвигаем тезис о комплекснозначности величин. При этом все положения СТО, в том числе формулы (1-6) сохраняют свой вид. Но комплексные числа, если именно они соответствуют всем природным величинам, должны быть упорядоченными. Нами проведено упорядочение множества комплексных чисел [6].

3.1 Упорядочение поля комплексных чисел

Основное свойство величин – быть больше или меньше, то есть быть упорядоченными. Следовательно, и комплексные физические величины, так же, как и соответствующие им комплексные числа, должны представлять собой упорядоченные структуры.

Принимая во внимание вышеуказанное, произведем упорядочение поля комплексных чисел. Из теоремы Цермело следует, что любое множество может быть даже вполне упорядочено, причем число способов упорядочения бесконечно. Упорядочим множество комплексных чисел следующим образом.

Полагаем (см. рис. 1), что для $z' = x' + iy'$ и $z'' = x'' + iy''$

$$\begin{cases} z' < z'', & \text{если} \quad x' < x''; \\ \text{если же} \quad x' = x'', & \text{то} \\ z' < z'' & \text{при} \quad y' < y''. \end{cases} \qquad (7)$$

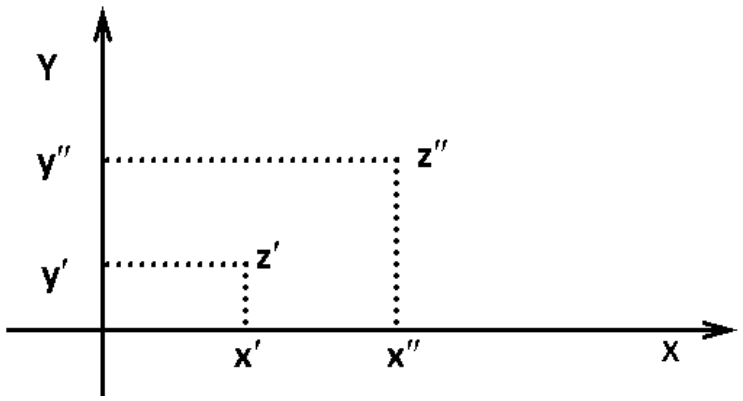


Рис.1. Комплексная плоскость

Если обозначить через ρ порядковый тип множества всех действительных чисел, то множество комплексных чисел оказывается упорядоченным по типу ρ^2 (лексикографически).

Изложенный способ упорядочения множества комплексных чисел хорошо известен, здесь же этот формализм положен в основание определения комплексных физических величин. Если расположить все точки множества комплексных чисел, упорядоченного по типу ρ^2, на прямой (спроектировать плоскость на прямую), то получим комплексную неархимедову числовую ось, поскольку она содержит несчетно много неперекрывающихся отрезков, а именно: мощность этого множества отрезков является мощностью континуума. Множество точек какой-либо вертикальной прямой на рисунке 1 можно отобразить на комплексную ось в виде отрезка произвольной длины, выберем в качестве такого отрезка некоторый сегмент α.

3.2 Неархимедовы комплексные числовые оси

В обычных физике и геометрии рассматриваются только архимедовы прямые, то есть такие, которые содержат неперекрывающиеся отрезки лишь в счетном числе. Все точки обычных архимедовых прямых действительны.

Стремление следовать логике определения понятия числа как отношения двух величин и проведенное упорядочение множества комплексных чисел приводит к тому, что каждая физическая величина располагается на соответствующей неархимедовой комплексной числовой оси (см. рис. 2).

Интервал β - область комплексных чисел вида -x ± iy; интервал γ - область комплексных чисел вида x ± iy; отрезок α_0 – область мнимых чисел, точки этого отрезка связаны взаимно однозначно с точками мнимой оси - ∞ ≤ iy ≤ + ∞. Каждое действительное число x неархимедовой комплексной числовой оси окружено полем комплексных точек вида ± iy + x соответствующего сегмента α.

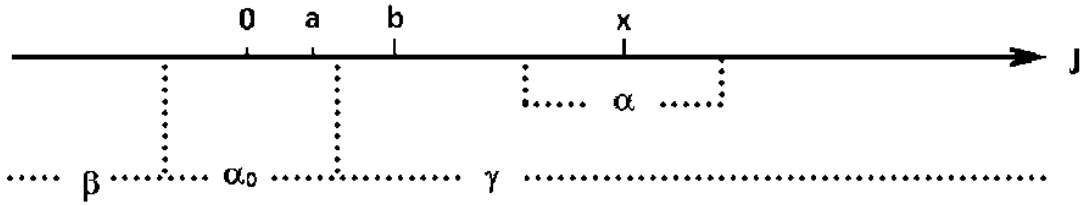


Рис. 2. Неархимедова комплексная числовая ось

Как следует из проведенного выше рассмотрения, любая физическая величина располагается на соответствующей неархимедовой комплексной числовой оси и является комплексной за исключением её значения в действительных точках этой оси.

Совокупность стандартных чисел неархимедовой комплексной числовой оси (см. рис.2) представляет собой обычную архимедову ось действительных чисел. На этих числовых осях мы можем выбирать любые значения любых величин. Можем также двигаться по оси, например, во временных задачах в сторону возрастания времени. Но у нас нет возможности провести такую же процедуру на неархимедовой комплексной числовой оси. Этот объект доступен только Высшей силе – Разуму Вселенной, но не нам. Мы можем только исследовать возможные варианты движения по неархимедовой комплексной числовой оси. Число таких вариантов бесконечно, и только Разум Вселенной выбирает конкретный путь. Таким образом, в нашей модели бесконечно малые, но

конечные величины, составляющие монады стандартных чисел, как и сама неархимедова комплексная числовая ось – инструментарий Разума Вселенной. Нам же доступна только архимедова действительная ось. Оценить значение мнимых частей можно только постфактум, изучая результаты, к которым приводит движение и развитие наблюдаемой материальной системы

4. О проблеме тахионов

Относительно одной частной проблемы СТО, проблемы гипотетических частиц сверхсветовых скоростей — тахионов. Массе покоя тахионов m_o приписывают мнимое значение с тем, чтобы полная масса (это сущностная характеристика, ибо тахионы всегда в движении) $m = m_o / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$ при v>c была величиной действительной. Если v=c, то m= □ —световой барьер разделяет существование мира тахионов и реального мира.

Если же величины обладают комплексной природой с малой мнимой частью, то возможен переход действительной части массы $m = m_o / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$ через световой барьер таким образом, что Re(m) конечна при Re(v/c)=1 (см. рис.3, 4). По оси абсцисс отложена реальная часть скорости в (м/с), по оси ординат – реальная и мнимая части массы, нормированные на единицу. Мнимая часть полной массы мала по сравнению с реальной частью слева и справа

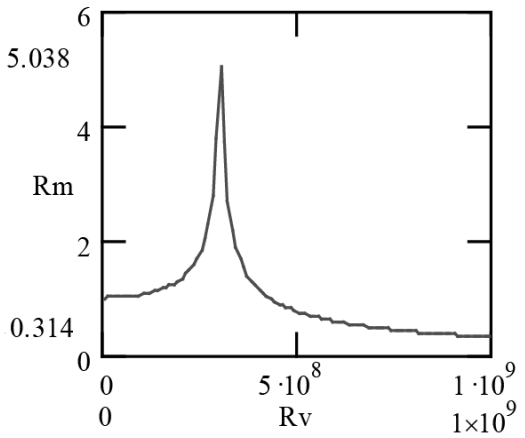


Рис. 3. Зависимость реальной части массы от реальной части скорости

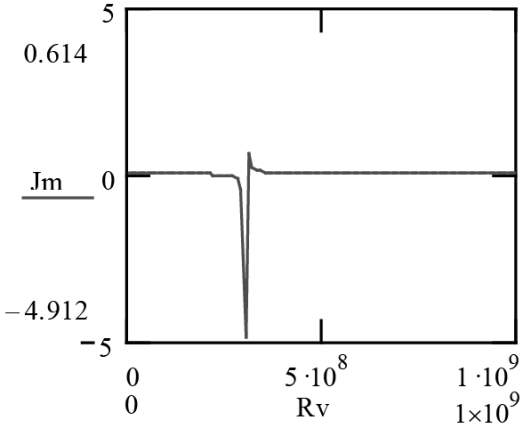


Рис. 4. Зависимость мнимой части массы от реальной части скорости

от барьера, становясь отрицательной и равной ей по модулю на барьере. Расчеты проведены для значений:

$\mathrm{Im}m_0/\mathrm{Re}m_0 = 10^{-2}$, $\mathrm{Im}c/\mathrm{Re}c = 10^{-4}$, $\mathrm{Im}v/\mathrm{Re}v = -10^{-2}$. (8)

При уменьшении этих отношений переходный барьер обостряется и возрастает по амплитуде, приближаясь к обычной картине в реальном случае, оставаясь принципиально конечным, если мнимости малы, но конечны. Появляется возможность перехода через световой барьер с сохранением действительного значения массы и, в каком-то смысле, соединения до светового и сверхсветового миров.

Из графика (рис. 3) видно, что энергия “комплекснозначного тахиона” также, как энергия “классического тахиона” уменьшается по мере роста его скорости на начальном участке после достижения скорости $\mathrm{Re}\,c = 3 \cdot 10^8 \, м/с$. При дальнейшем росте реальной части скорости света энергия, возможно, выходит на плато.

Если в обычной СТО тахионы остаются гипотетическими объектами — их существование не подтверждено экспериментально, но они помогают исследовать границы применимости физических теорий (например, специальной теории относительности) и используются в моделях квантовой физики и теории струн. То в комплекснозначном мире эти сверхсветовые объекты имеют такое же право на реальное существование, как и до световые объекты.

5. Заключение

Таким образом, для построения СТО во втором постулате требуется, фактически, принцип инвариантности скорости света, но не принцип предельности скорости света. Принцип

предельности возник, видимо, позже, на стадии интерпретации релятивистского корня. При этом, были привлечены рассуждения о конкурирующих концепциях дальнодействия и близкодействия. В комплекснозначном мире, во втором постулате СТО под скоростью света следует понимать её комплексное значение, а действительное значение скорости света, как следует из рисунков 3и 4, благополучно преодолевает световой барьер. Например, при значениях мнимых частей величин (8) это комплексное значение скорости света составляет:

$$c = \mathrm{Re}\, c + i \cdot Imc = \mathrm{Re}\, c + i \cdot 10^{-4} \cdot \mathrm{Re}\, c \,. \qquad (9)$$

Т.е., СТО не требует предельности скорости света, и в комплекнозначном мире тела могут двигаться со сверхсветовыми скоростями, обладая при этом действительной массой. Надо быть готовым обнаружить в природе сверхсветовую скорость. Поскольку мнимые части величин человеку не доступны, мы не можем влиять на их величину и не можем организовать сверхсветовое движение. Масса покоя и до светового барьера, и после него, как и все остальные величины является комплексной величиной. В этом отличие комплекснозначной СТО от традиционной, в которой сверхсветовые тахионы обладают мнимой массой покоя.

Аналогичная проблема с фотонами. Поскольку релятивистская масса фотона (6), движущегося со скоростью света *c*, обращается в бесконечность, положили массу покоя фотона равной нулю. Хотя и получили неопределённость 0/0, которую ещё надо раскрыть, не стали этого делать, затвердив положение о нулевой массе покоя фотона. В комплекснозначном мире оказывается, что при соответствующих мнимостях, например (8), масса фотона может быть конечной величиной. Иными словами, мнимости комплекснозначного мира могут переводить частицу (объект) из статуса бозона в статус фермиона. Если движение фотонов (света) описывается уравнениями Максвелла, а движение фотона - в рамках квантовой электродинамики, то движение фермиона описывается в нерелятивистском случае уравнением Шредингера, а в релятивистском – уравнением Дирака.

В комплекснозначном мире (в биоцентрической Вселенной) под действием Мирового Разума могут удивительным образом объединяться и сливаться различные разделы знаний, накопленных человеком. Мировой Разум держит все явления в поле своего зрения и позволяет переходить от одного фрагмента мозаики к другому.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lyahov, V. V., Nechshadim, V. M. Complex numbers and physical reality. arXiv preprint physics/0102047. 2001.
2. Lyahov V.V., Neshchadim V.M. Models of Plasma Kinetics and Problems with Their Interpretation in the Current Paradigm, Nova Science Publishers, Inc., NY., 2018.
3. Lyahov V.V., Neshchadim V.M. Complex-valued physics: plasma waves. Horizons in World Physics, v. 312, Nova Science Publishers, Inc., NY., 2024.
4. Ляхов В.В. Физика – наука о неживой природе. А если природа жива!?, Академия тринитаризма. М. Эл № 77-6567, публ.29574, 04.07.2025.
5. Ляхов В.В. О комплексификации физики. К теории движения Луны., Академия Тринитаризма, М., Эл № 77-6567, публ.29668, 21.09.2025.
6. Ляхов В.В. Плазма и разум биоцентрической вселенной. Неархимедова комплексная числовая ось. Законы сохранения., Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.29825, 17.01.2026.
7. Ляхов В.В. А в комплекснозначной разумной Вселенной никакой «тёмной материи» нет. «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.29915, 06.03.2026.
8. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел. Собрание научных трудов.,т. 1, Наука, М., 1965.
9. Левич В.Г. Курс теоретической физики., т. 1, Физматгиз, М., 1962.