

Евклидово физическое пространство,
циклическое время
и универсальность взаимодействий

Владимир В. Кассандров

Институт гравитации и космологии РУДН

МГУ, май 2011



Пространство Минковского или...?

- Геометрия **M**. – основная структура физического пространства-времени (ПВ)
- В настоящее время рассматривается как «скелет» реалистической структуры ПВ – многомерного, искривленного, с нетривиальной топологией, дискретного (?), квантованного (?) и др.
- Однако истинная размерность и структура ПВ по-прежнему неясна, как неясен и ответ на старый вопрос: почему «видимое» физ. пространство трехмерно? Плюс Время??
- Геометрия **M**. – математически ничем не выделена, не следует из общих принципов. В частности, не известна алгебраическая структура, порождающая эту геометрию. Тем более неоднозначны расширения **M**.
- С общезначимой точки зрения геометрия **M**. имеет ряд замечательных свойств (*причинность, универсальная скорость взаимодействий*), однако и сущ. недостатки (*нет взаимной синхронизации (!), глобального параметра эволюции, отсутствуют фазовые отношения, нет временной необратимости и пр.*)

О выделенности евклидовых геометрий

- С общематематической т. зрения, выделенным является не только 3-мерное евклидово пространство E^3 , но и E^4 .
- Действительно, исключительная (1+3) алгебра кватернионов Гамильтона Q имеет группу симметрии по умножению $SO(3)$, по норме – $SO(4)$.
- Криволинейные расширения $E^{3,4}$ – римановы 3- и 4-многообразия – также исключительны (сфера Перельмана-Пуанкаре S^3 , множественные дифференциальные структуры Дональдсона на 4D топологически эквивалентных многообразиях и др.)
- В квантовой теории поля E^4 также выделено (*самодуальные структуры типа инстантонов, удобство функционального интегрирования и пр.*), однако не рассматриваются как отвечающие истинной физической геометрии (главный недостаток – нет причинности – структуры светового конуса).

Евклидово пространство-время?

- Тем не менее, ряд подходов последнего времени кладет в основу физической геометрии именно евклидово пространство 4-х или 6-ти измерений.
- Упомянем вначале теорию «**поля времени**» А.Б. Пестова (А.В. Pestov), связывающего ход физического времени с «поток^{ом} геодезических» на 4D римановом многообразии. *Лоренцева структура* вводится через векторные поля с различной *киральностью*.
- За рубежом возрастает интерес к т.н. подходу «**proper time physics**» (G.Montanus) или к «**Euclidean Relativity**» (Montanus, Almeida et al.), см., например, сайт www.euclideanrelativity.com
- Основная идея – предположение (восходящее к Ф. Клейну, Ю. Румеру, Р.О.ди Бартини и др.) о **движении всех частиц в расширенном пространстве с единственной и универсальной скоростью – «скоростью света»**. Ниже – подробнее.

«Евклидова относительность» Г. Монтануса

- Основу стандартной СТО составляет формула интервала Минковского

$$c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 = ds^2 = inv$$

- Величина ds/c – промежуток «собственного времени» частицы, математически – не *полный дифференциал*, а метрика «псевдоевклидова пространства» **M**
- Тривиально перепишем предыдущую формулу в виде

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 + ds^2 = c^2 dt^2$$

- и будем рассматривать ds как 4-ю «внутреннюю» координату, а dt – как промежуток «абсолютного», глобального, квазиньютоновского времени, который по основному предположению, **одинаков для всех частиц материи**.
- Т.о., время в данной парадигме определяется суммарным и универсальным перемещением материальных образований в расширенном 4D евклидовом пространстве. (Аналогия с подходом В.В. Аристова, реляционной статистической теорией) Эквивалентно: **существует единственная скорость движения всех частиц в расширенном пространстве – «скорость света»**.

$$v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + v_0^2 = c^2, \quad v_0 =: \frac{ds}{dt}.$$

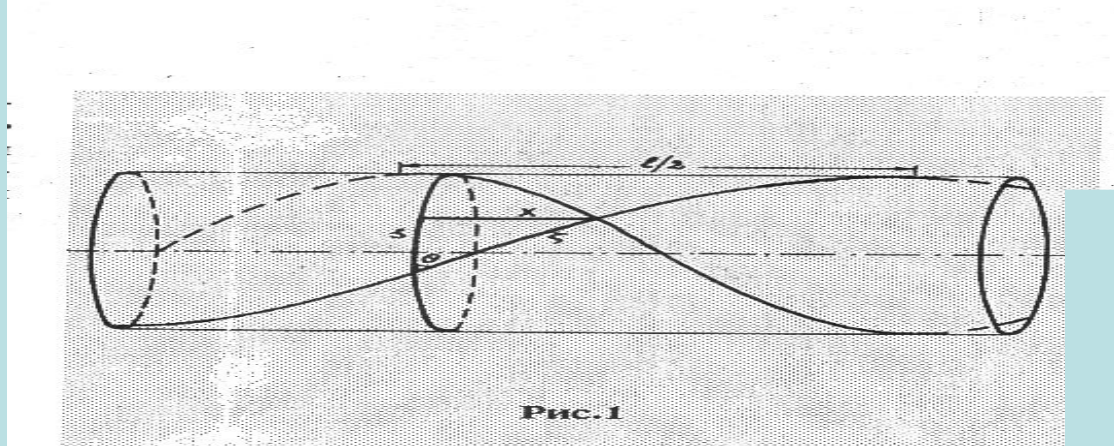
- Для всех частиц в покое ($v_1 = v_2 = v_3 = 0$) $\rightarrow v_0 = c$, “внутреннее движение”, задает «ход собственного времени»; обратно, «фотон» не движется в 4-м измерении.
- Движущуюся частицу следует получать из неподвижной с помощью **евклидова** поворота в 0-1, 0-2, 0-3 плоскостях, например

$$v_1 = v = c \sin \varphi, \quad v_0 = c \cos \varphi, \quad \Rightarrow \quad v_0 / c = \sqrt{1 - (v/c)^2},$$

- так что «темп хода времени» замедляется в полном соответствии со СТО. **Наглядное объяснение парадокса близнецов и пр.!**
- С другой стороны, статус 4-й координаты, ее выделенность остаются непонятными (**как и статус дополнит. координат в теориях Калуцы-Клейна**).

6D геометрия Урусовского

- И.А. Урусовский в серии работ 1996-2011 гг. предложил и разработал «**новую 6-мерную трактовку СТО**» и гравитации. Исходные предположения – это
- **1)** универсальная скорость всех материальных образований в расширенном (3+3) мерном пространстве и
- **2)** их *периодическое регулярное движение* по окружности (комптоновского радиуса $R = \hbar / Mc \Rightarrow \hbar v = Mc^2$) в дополнительном подпространстве – гипотеза «внутренних часов электрона» или «циклического (фазового) времени» (Л.де Бройль, ***Zitterbewegung*** Э.Шредингера и др.).
- Собственное время частицы пропорционально числу оборотов (изменению фазы) при вращении в дополнит. подпространстве. Наличие 3-х доп. координат позволяет естественно описать ***спин и изоспин частицы*** как проекцию момента количества движения на основное и дополнительное подпространства соответственно.
- По существу ***все основные соотношения СТО, в том числе и динамические, следуют из Ньютоновской физики в 6-мерии!***



- Итак, имеем «два времени» (Спасков А.Н.):
 - 1) «**трансляционное**», линейное, выступающее как параметр эволюции и связанное с перемещениями в полном пр-ве, **абсолютное (?)**, **глобальное (?)**, и
 - 2) «**циклическое**», фазовое, характеризующее относительную быстроту «внутренних процессов», **относительное (?)**, **локальное (?)**.
- На самом деле, у **Урусовского** интерпретация (*неявно*) другая, не Монтануса и пр., а ближе к Эйнштейну («бD трактовка СТО»):

величина ds и изменение фазы $d\varphi$ **инвариантны** (*число оборотов = inv !?*). С другой стороны, ds здесь **не метрика!!!**
- Оказывается, возможны обе трактовки: существуют *две группы преобразований симметрии* основного соотношения для приращений и, соответственно, для 3-сферы скоростей:

$$dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + dy_1^2 + dy_2^2 + dy_3^2 = c^2 dt^2$$

$$\Rightarrow dy_3 = 0, \quad dy_1^2 + dy_2^2 = ds^2 = R^2 d\varphi^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_0^2 = 1, \quad u_0 =: \frac{ds}{dt}, \quad u_a =: \frac{dx_a}{cdt}.$$

Первая группа – 6-параметрич. **евклидова** группа **SO(4)** вращений 3-сферы, **dt** – метрика, абсолютное инвариантное глобальное время; **ds** – замедляется, **не инвариантно**.

Вторая группа – обычная группа Лоренца, инвариант **ds** (но не универсально!), **dt** – не инвариантно, относительное локальное время (но не координата!), результат -- прежняя «**светоподобная**» конфигурация, но «в другом времени»!

На сфере скоростей группа Лоренца действует **нелинейно**, по аналогии с канонич. формулой сложения скоростей. Т.о., имеем **реализацию лоренцевой динамики на сфере S^3** (по аналогии с известной реализацией Пенроуза лоренцевой динамики на S^2)!!

В качестве примера релятивистских соотношений в 6D имеем универсальную связь энергии с импульсом (**одинаковую для массивных частиц и фотонов!**):

$$p_x = \frac{Mv}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}, \quad p_y = Mc \Rightarrow p = \frac{Mc}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \equiv \frac{E}{c} \quad (!)$$

- Среди результатов, полученных **Урусовским** в рамках 6D подхода, следует отметить еще 1) спектр атома водорода с учетом тонкой структуры, 2) кварковую модель нуклонов, 3) новую трактовку гравитации (как проекции *космологической силы*, удерживающей частицы в окрестности \mathbf{R}^3), 4) новую трактовку расширения Вселенной (объясняющая многие парадоксы стандартной космологии) и т.п.
- С фундаментальной точки зрения, важно, что подход Урусовского позволяет **связать геометрию ПВ с фазовыми соотношениями** (открывая этим путь к **геометризации квантовой теории**), а также прямо выводит универсальную **кинематику** частиц (и, в какой-то степени, их **динамику**) из чистой **геометрии!**
- Недостаточность: 1) не видно общего обоснования исходных постулатов, 2) не решается проблема **спектра масс**, 3) не ясна структура и кинематика **фотонов** и пр. → **БОЛЕЕ ОБЩИЙ ПОДХОД!?**

Основные положения алгебродинамики

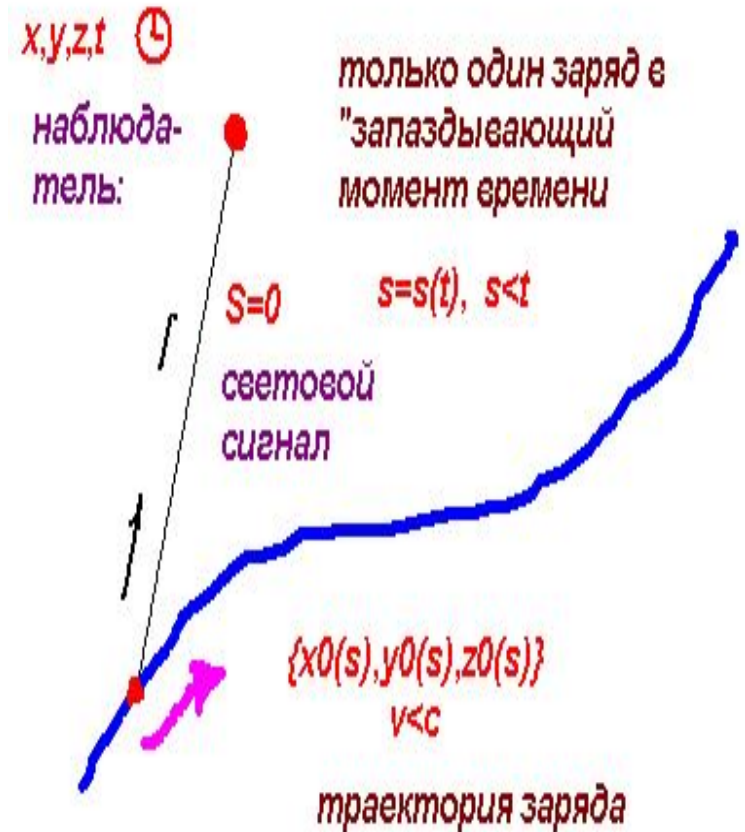
- В **алгебродинамике** (В.К) постулируется существование исключит. по внутр.св-вам **алгебры пространства -времени**
- Алгебра ПВ полностью определяет как геометрию ПВ (через *группу автоморфизмов* → *группу движений*), так и динамику полей-частиц (через условия аналитичности функций → уравнения поля и особенности полей-функций → частицы)
- В качестве алгебры ПВ рассматривается **алгебра комплексных кватернионов (бикватернионов)** \mathbf{V} = алгебре 2×2 матриц с комплексными элементами.
- Условия \mathbf{V} -аналитичности – обобщ ур-ния Коши-Римана (ОУКР) – оказ-ся **нелинейными** – **теория взаимодействующих полей**.
- **Следствия** ОУКР: присутствие калибровочной и спинорной (твисторной) структуры, тождественное выполнение уравнений Максвелла, **«автоквантование» электрического заряда** и пр.
- Геометрия, индуцир. алгеброй \mathbf{V} – комплексно 4D (вещественно 8D) → обрезается «руками» до \mathbf{M} - теория **лоренц-инвариантна**.
- Новая **концепция времени как параметра эволюции**, связанного с локальным **сохранением первичного поля** (имеющего **бикватернионно-спинорно-твисторную природу**).
- Локальная эволюция – светоподобный перенос первичного поля – концепция **Потока Предсвета = Поток Времени**
- **Частицы** (геометрически) – **каустики предветового потока** – **вся материя имеет светоподобную природу!**

Естественная комплексная В-геометрия ПВ

- Не существует алгебры, индуцирующей геометрию Минковск. **М**
- С др. стороны, **М** не содержит **фазовой** компоненты. При этом **4C=8R** комплексная геометрия алгебры **В** естественно факторизуется на *макрогеометрию* (определяемую модулями комплексных координат) и *микрогеометрию* «слоя», связанную с их *фазами* (В.К., 2005). Макрогеометрия оказывается изоморфной **М**, однако при этом *билинейной* по координатам первичного комплексного **В**-пространства Z_{μ}
- При этом, однако, связь между фазовой и трансляционной кинематикой отсутствует. Поэтому предложенную ранее вещественную геометрию, индуцированную **В**, *следует рассматривать как динамическую* (связанную с энергией-импульсом материальных образований).
- Собственно **геометрия (расширенного) ПВ оказывается сложнее и напоминает геометрию Урусовского**. Тесно связана с кинематикой в первичном комплексном **В**-пространстве. Такая кинематика *невозможна в пространстве Минковского* и приводит к ряду неожиданных свойств физической картины Мира.

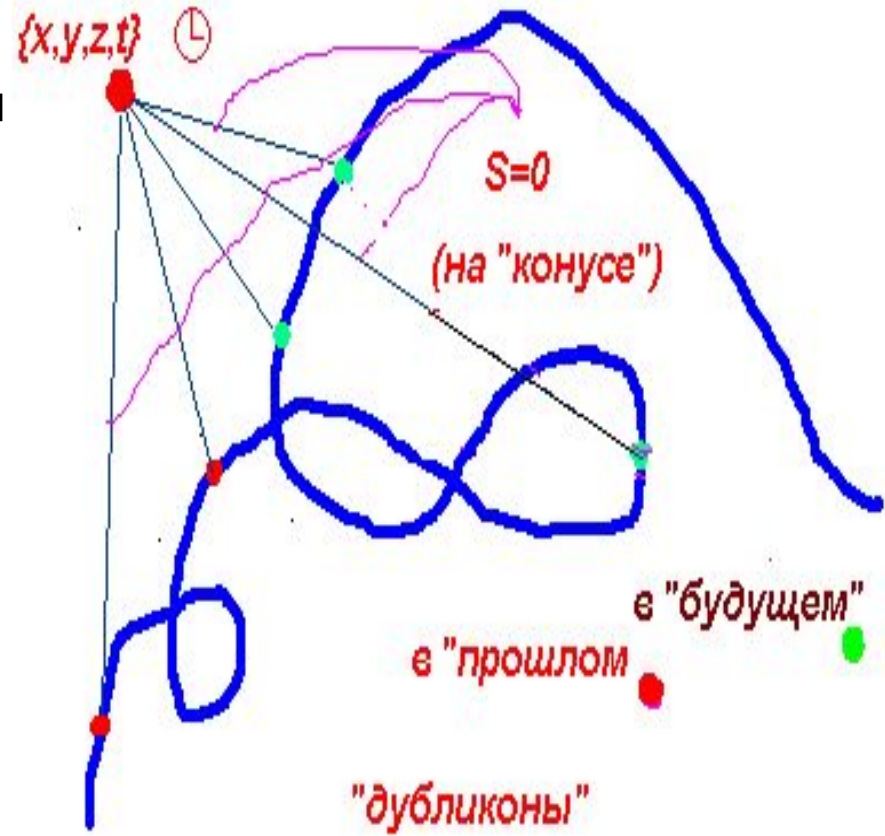
Основы алгебродинамики в комплексном предпространстве: комплексный изотропный конус и концепция «дубликонов»

- Введение комплексной геометрии ПВ позволяет реализовать идею «одноэлектронной Вселенной» Уилера-Фейнмана. На фоне вещ. ПВ – невозможно («копии» причинно не связаны)!!
- Фактически, все сводится к процедуре Лиенара-Вихерта, т.е. учету запаздывания. На фоне веществ. **M** – всегда только **один единственный** «электрон из прошлого» создает поле в данной точке (при $v < c$, для тахионов – возможно!). В частности, электрон не может видеть «сам себя»!!



$$(x - x(s))^2 + (y - y(s))^2 + (z - z(s))^2 = c^2 (t - s)^2$$

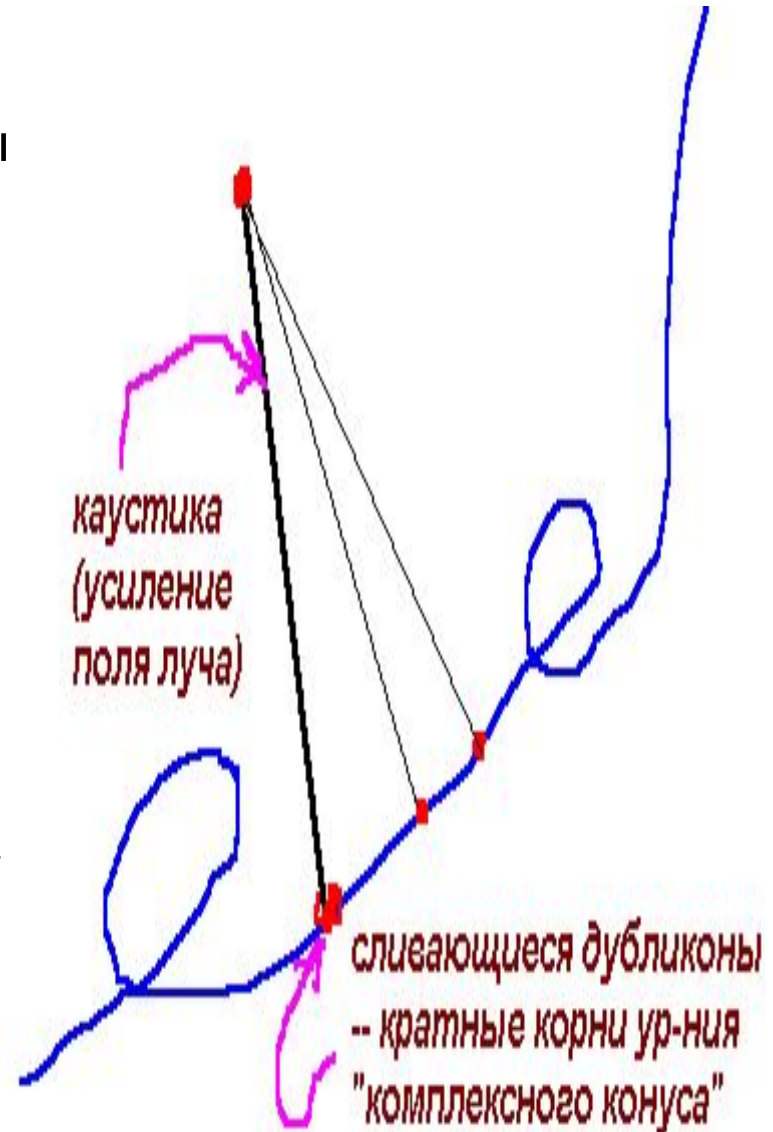
- Напротив, в комплексном **C4** уравнение «комплексного нуля-конуса» имеет как угодно много корней (в зависимости от сложности «траектории»; для полиномиальной – **N** корней, основная теорема алгебры!)
- Т.о, фактически наблюдатель **одномоментно** фиксирует поле («поле луча» = твисторное поле = **B**-поле= спинорное поле и др.) от множества «копий» одной и той же частицы – ансамбль тождественных частицеподобных образований – **“дубликонов”** (В.К., 2005)
- При этом «наблюдатель» может сам двигаться по той же (комплексной) мировой линии
- Точка наблюдения и нахождения дубликона связаны **C**-изотропной прямой → **R**-изотропной прямой, т.е. находятся на световом конусе в **M**



$$(z_1 - \hat{z}_1(s))^2 + (z_2 - \hat{z}_2(s))^2 + (z_3 - \hat{z}_3(s))^2 = (z_0 - s)^2$$

Светоподобные сигналы – каустики и универсальная схема взаимодействий

- В некоторые **дискретные** «моменты времени» (в некоторых положениях наблюдателя) происходит **слияние** пары дубликонов – кратные корни уравнения **С** нуль-конуса! Эта ситуация опять-таки невозможна на вещественном **М**
- При этом возникает **«резкое усиление»** ЭМ и др. полей вдоль изотропной **С**→**R** прямой – **светоподобный** импульс – сигнал
- Т.о., в отличие от классич. ЭД-ки на фоне **М**, в комплексном мире – также и «квантовые» дискретные процессы!!
- Приходим к **самосогласованной релятивистской динамике ансамбля тождественных причинно связанных «частиц»** с дискретными актами излучения-приема **квази-квантов**; нетрудно визуализировать!



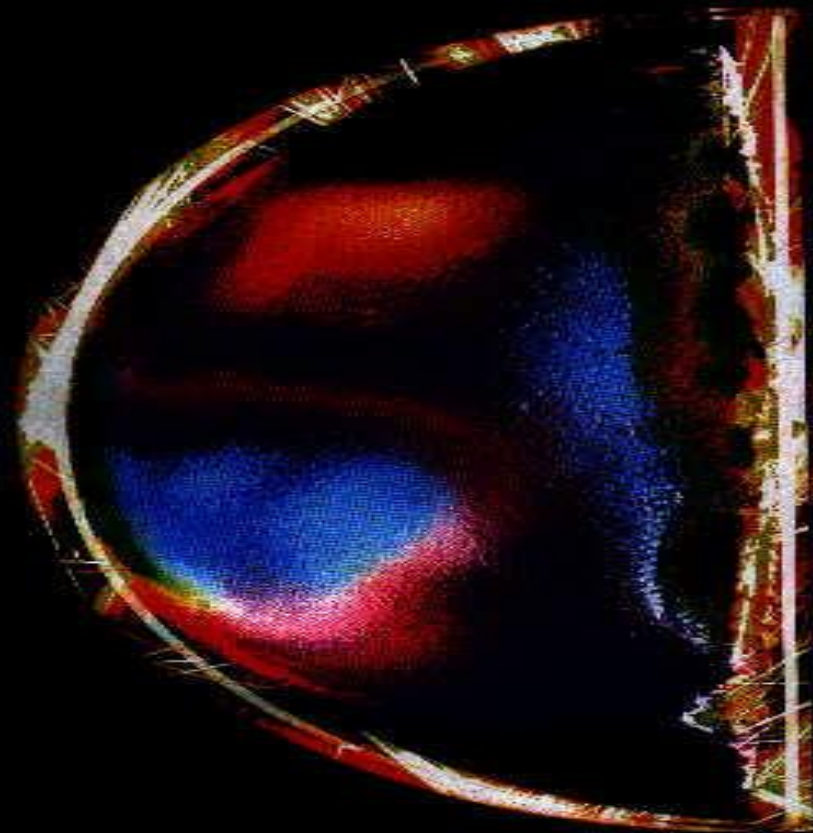
Электрон как «димерон» («*dimerous*» electron)

- Т.о., индивид. дубликон не может рассматриваться как первичный физич. объект, детектируется только их пара в дискретные моменты «слияния».
- «Электрон» не только **состоит** из двух «половинок»-дубликонов, но и **не существует** как единое образование, за исключением моментов слияния – излучения – возможности детектирования
- Гипотеза **«электрона - димерона»** коррелирует с представлениями о «фрактальных зарядах», виртуальных парах, туннельным эффектом 2-рода и др. Позволяет предложить альтернативное объяснение **волновых** свойств материи.



NewScientist

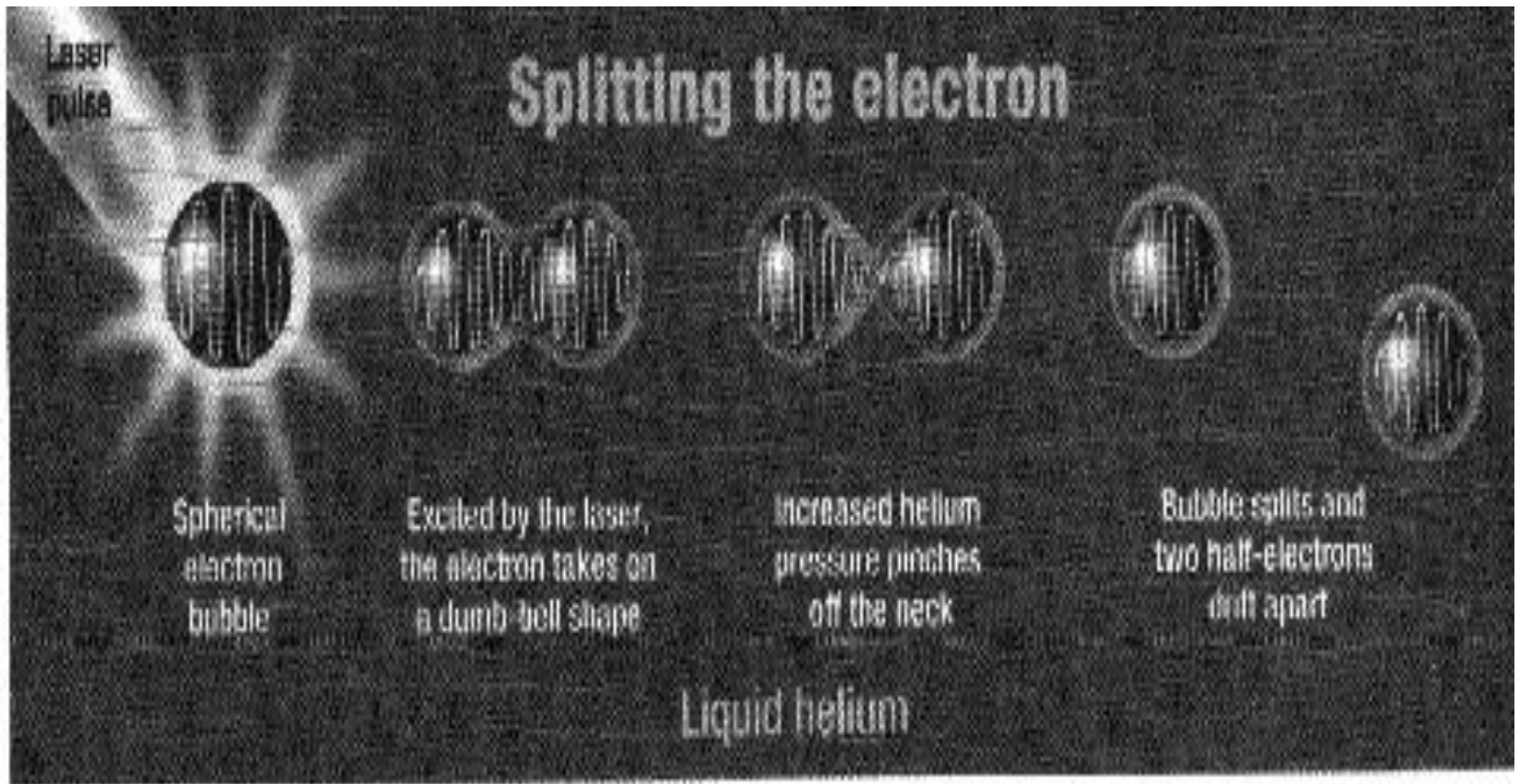
13 OCTOBER 2000 No 2260 WEEKLY £2 US\$3.7



**One man
thinks that
the electron
has been split.
If he's right
it's curtains
for quantum
theory**

**Are chumps really chumps?
This asteroid is mine**





- в сверхтекучей фазе жидкого гелия, электроны (почти в покое) являются истинно свободными и образуют т.н. “bubbles” (пузыри). При возбуждении лазером подходящей частоты они переходят в возбужденное состояние с распределением Ψ типа «восьмерки». При наличии внешнего давления конфигурация вытягивается, и перемычка разрывается – электрон делится на две тождественные половинки. Предсказания проверены экспериментально (по изменению тока во внешнем электрическом поле). .

Комплексная геометрия как геометрия расширенного ПВ

- Аналогично \mathbf{M} , первичное поле + структура каустик **сохраняются вдоль изотропных комплексных (C) прямых** – образующих \mathbf{C} нуль-конуса. Уравнение для его элемента имеет вид

$$dZ_1^2 + dZ_2^2 + dZ_3^2 + dZ_0^2 = 0$$

- Представляя Z_μ как сумму **Re** и **Im** частей, имеем две квадратики в \mathbf{R}^6 , задающие **два 4-мерных и взаимно ортогональных евклидовых** (под)пространства \mathbf{X} и \mathbf{Y} приращений-скоростей (топологии $\mathbf{S}^3 \times \mathbf{S}^3$)

$$dx_0^2 + dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 = dy_0^2 + dy_1^2 + dy_2^2 + dy_3^2 =: c^2 dt^2,$$

$$dx^0 dy^0 + dx^1 dy^1 + dx^2 dy^2 + dx^3 dy^3 = 0.$$

причем **в каждом из них движение происходит с универсальной**

скоростью «света» c . Эта геометрия допускает конфигурации типа

Монтануса-Урусовского: так, частица, покоящаяся в **(3D) X**-подпростр. →

движется со скоростью света в **(3D) Y**-подпространстве

$$dx_1 = dx_2 = dx_3 = 0 \Rightarrow dx_0 = c dt \Rightarrow dy_0 = 0, \quad dy_1^2 + dy_2^2 + dy_3^2 = c^2 dt^2$$

$$dy_3 = 0, \quad dy_1^2 + dy_2^2 = R^2 d\varphi^2$$

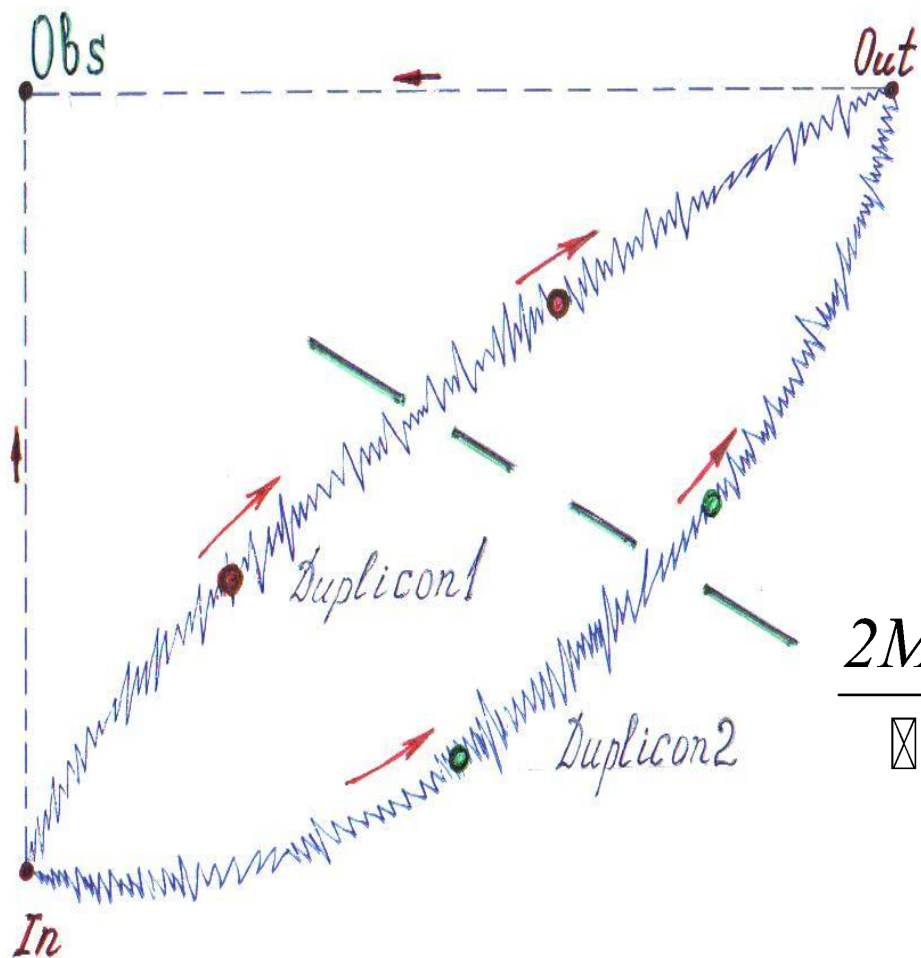
- При дополнит. условии имеем

в точности конфигурацию Урусовского вращающейся частицы (радиус вращения R , как и у него, **неквантован?! Есть соображения!**).

Возможны более общие конфигурации напр. вращение по сфере \mathbf{S}^2

Фаза «внутреннего вращения» и квантовая интерференция

Для конфигураций Урусовского «набег фазы» вдоль траектории автомат. пропорционален приращению собственного времени. Совместно с предположением об «электроне-димероне» это ведет к возможности чисто классического объяснения квантовой интерференции.



$$d\varphi = \frac{2Mc}{\hbar} \cdot ds$$

$$\Delta\varphi = \Delta \int d\varphi = 2\pi N,$$

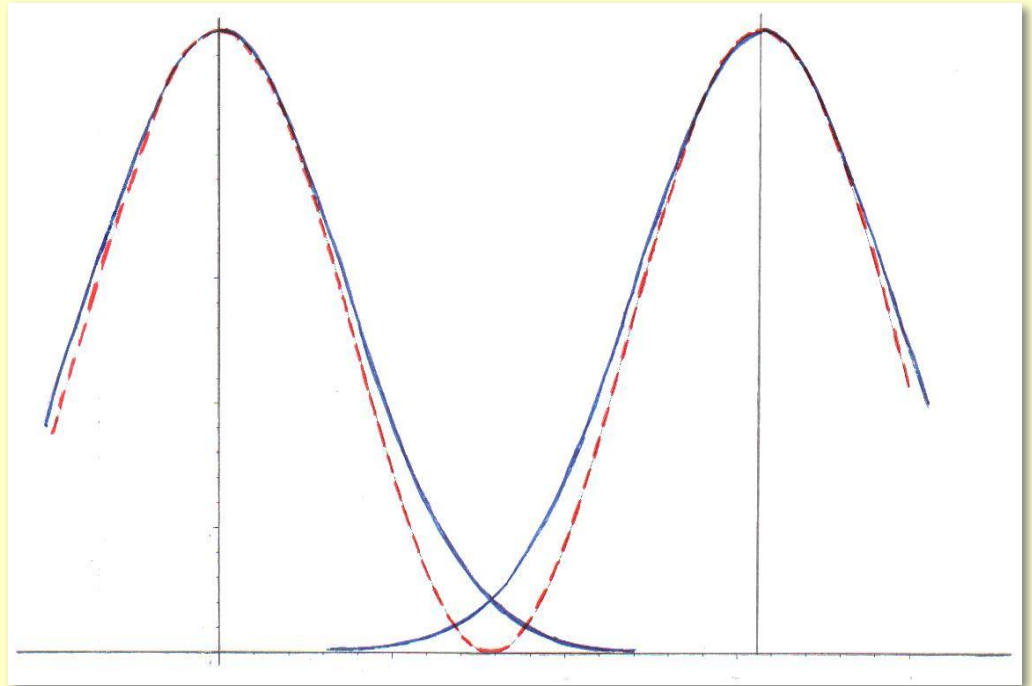
$$\frac{2Mc}{\hbar} \oint ds = 2\pi N \quad (*)$$

$$\frac{2Mc}{\hbar} \oint ds = \frac{2Mc}{\hbar} \oint \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} dt = 2\pi N$$

$$\oint \frac{dR}{\lambda} = N$$

Сравнение предсказаний канонической квантовой теории и комплексной алгебродинамики

- Принципиальная разница:
в комплексной алгебродинамике «размытие» интерфер. максимумов определяется только **статистическими** ошибками (в приготовлении состояния и др.) – по Гауссу!
- Вблизи максимумов распределения совпадают с точностью до 3-й производной!



Заключительные замечания

- Условие сохранения первичного спинорного поля (= твисторного = бикватернионного = «поля луча») на самом деле накладывает гораздо большие ограничения на кинематику частицеподобных образований, в частности, приводит для каустик-сигналов к **продольному** (вдоль луча) движению со скоростью C и одновременно к **вращению в поперечной плоскости** с произвольной частотой и радиусом (\rightarrow длина волны). Такая «спиральная» кинематика позволяет отождествить каустики-сигнала с реальными квантами-фотонами (но $E = \hbar \nu$??)
- При этом сама **фаза и ее «набег»** вдоль траектории имеют чисто геометрическое происхождение и универсальный характер, определяясь **«циклическостью» комплексного времени** – выступающего как одна из комплексных координат, изменения которой сохраняют первичное поле. Что касается изменения **модуля** комплексного времени, оно происходит очень медленно на лабораторных масштабах (приближение типа геометрической оптики!) и, возможно (?), связано с **космологической эволюцией**
- Таким образом, **комплексная алгебраическая динамика**, основанная лишь на свойствах исключительных мат. структур (**бикватернионов**), дает фундаментальное обоснование интуитивной геометрии ПВ, предложенной **И.А. Урусовским**, уточняет и расширяет ее и, в частности, позволяет надеяться на геометрическое и чисто классическое объяснение квантово-волновых свойств материи.