

# О ЗАВИСИМОСТИ МАССЫ ОТ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ В КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Шипов Г.И.

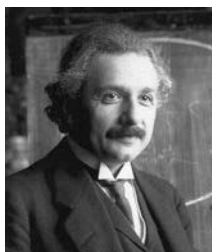
<http://shipov-vacuum.com> <http://shipov.com>

## Введение

В релятивистской классической механике хорошо известна формула Эйнштейна

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = m_0 + \frac{m_0 v^2}{2c^2} \dots, \quad (1)$$

описывающая зависимость массы от скорости движения инерциальной системы отсчета.



В формуле (1)  $m_0$  - масса тела в системе покоя. Считается, что масса  $m_0$  не имеет никакой внутренней структуры, являясь константой в уравнениях движения классической механики Ньютона. По мнению Ньютона [1], масса представляет собой меру количества материи, заключенной внутри тела. С другой стороны, масса опре-



деляется как сопротивление (инерция) тела, при изменении его движения. Оба эти определения ничего не говорят о структуре тела, так же, как механика Ньютона не дает вразумительного ответа по поводу природы явления инерции.

Благодаря известной формуле Эйнштейна [2]

$$E = m_0 c^2, \quad (2)$$

становится понятно, что масса имеет внутреннюю структуру и определяет внутреннюю энергию тела в системе покоя, поэтому, согласно Эйнштейну, масса есть энергия.

## 1. Простая зависимость массы покоя от угловой скорости

Большая часть внутренней энергии связана с тем, что элементарные частицы, образующие тело, вращаются, поэтому важно исследовать зависимость массы от вращения элементов ее составляющих. Действительно, уже в нерелятивистской механике энергия вращающегося сферического тела имеет вид

$$E = \frac{m_0 v^2}{2} + \frac{J \omega^2}{2} = \frac{m_0 v^2}{2} + \frac{1}{2} L \omega, \quad J = \frac{2}{5} m_0 r^2, \quad L = m_0 \omega, \quad (3)$$

где  $J$  – момент инерции сферы,  $r$  - радиус сферического тела,  $m_0$  - его масса,  $\omega$  - угловая скорость вращения тела и  $L$  - угловой момент. Из этой формулы видно, что в системе, где

центр масс вращающегося тела покоится ( $v=0$ ), масса покоя  $m_0$  в формуле (2) будет зависеть от угловой частоты вращения  $\omega$

$$E = m_0 c^2 = \frac{1}{2} L \omega . \quad (4)$$

Легко заметить, что при замене в (4) вида

$$L/2 \rightarrow \hbar/2 = s, \quad (5)$$

мы получаем из (2) известное соотношение Планка для квантовой энергии

$$E = \hbar \omega \quad (6)$$

и зависимость массы  $m_0$  от угловой скорости «внутреннего вращения»  $\omega$

$$m_0 = \hbar \omega / c^2 . \quad (7)$$

Если нам каким-то образом удалось бы менять внутреннее вращение массы  $m_0$ , то это означало бы возможность управления массой. В самом деле, в этом случае равенство (7) запишется как

$$m_0(t) = \hbar \omega(t) / c^2 \quad (8)$$

и мы получаем уравнения движения переменной массы  $m_0(t)$  следующего вида

$$\frac{d}{dt}(m_0(t)v(t)) = m_0(t) \frac{d}{dt}(v(t)) + v(t) \frac{d}{dt}(m_0(t)) = 0 . \quad (10)$$

В отличие от уравнений движения ракеты, уравнения (10) описывают *реактивное движение без отбрасывания массы*. Пример такого нерелятивистского движения представлен в работе [3].

## 2. Полевая природа массы, поля инерции и вращение

С появлением квантовой механики масса  $m_0$  квантовой частицы определяется через интеграл

$$m_0 = \int \rho_m dV = m_0 \int \psi^* \psi dV , \quad \int \psi^* \psi dV = 1, \quad dV = dx dy dz , \quad (11)$$

где  $\psi$  - волновая функция, удовлетворяющая уравнению Шредингера,  $\rho_m = m_0 \psi^* \psi$  - плотность массы. Первоначально Э. Шредингер рассматривал поле  $\psi$  как некоторое реальное поле, которое он называл поле материи. Природа поля материи была неизвестна, поэтому большинством физиков была принята вероятностная трактовка волновой функции  $\psi$ . В результате возникла противоречивая ситуация: с одной стороны плот-



ность массы  $\rho_m$  представляется через поле  $\psi$  как

$$\rho_m = m_0 \psi^* \psi = m_0 \rho, \quad \rho = \psi^* \psi \approx \delta(\vec{r}), \quad (12)$$

где  $\rho$  - плотность вероятности найти массу  $m_0$  в данной точке пространства в данный момент времени,  $\delta(\vec{r})$  - дельта функция Дирака; с другой стороны квантовая частица представляет собой волновой пакет, растянутый в пространстве. Это основное противоречие привело к отказу от образного мышления в квантовой теории, что, вообще говоря, в физике недопустимо. Именно из-за этого факта я отношу квантовую физику к полуфундаментальным теориям [4].

Снять трудность в квантовой теории вещества, связанную с вероятностной трактовкой волновой функции, удалось в теории Физического Вакуума, основанной на Всеобщем принципе относительности [5,6]. Из уравнений новой теории плотность массы записывается как

$$\rho_m = \frac{g^{jm}}{vc^2} \left\{ \nabla_i T_{jm}^i + T_{si}^i T_{jm}^s - \nabla_m T_{ji}^i - T_{sm}^i T_{ji}^s \right\}, \quad i, j, k \dots = 0, 1, 2, 3, \quad (13)$$

где  $T_{jk}^i$  - торсионное поле, через которое определяется угловая скорость ускоренной 4D системы отсчета

$$\Omega_j^i = \frac{d\chi_{ij}^i}{ds} = T_{jk}^i \frac{dx^k}{ds}. \quad (14)$$

Здесь  $d\chi_{ij}^i = -d\chi_{ji}^i$  - дифференциалы шести угловых координат  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \theta_1, \theta_2, \theta_3$  [5],

$$u^i = \frac{dx^i}{ds}, \quad u^i u_i = 1 \quad (15)$$

- единичная 4D скорость начала ускоренной системы отсчета. В (квази)инерциальной нерелятивистской системе отсчета торсионное поле  $T_{jk}^i$  антисимметрично по всем трем индексам

$$T_{ijk} = -T_{jik} = T_{jki} = -\Omega_{ijk} \quad (16)$$

и (с точностью до знака) совпадает с кручением  $-\Omega_{ijk}^i$  пространства абсолютного параллелизма  $A_4(6)$  [5]. Для нерелятивистских движений матрица угловой скорости (14) принимает вид [5]

$$\Omega_{ij} = -\Omega_{ji} = \frac{1}{c^2} \begin{pmatrix} 0 & -W_1 & -W_2 & -W_3 \\ W_1 & 0 & -c\omega_3 & c\omega_2 \\ W_2 & c\omega_3 & 0 & -c\omega_1 \\ W_3 & -c\omega_2 & c\omega_1 & 0 \end{pmatrix}. \quad (17)$$

Здесь

$$\Omega_{\alpha 0} c^2 = W_\alpha = c d\theta_\alpha(t)/dt, \quad \Omega_{\alpha\beta} c = \omega_{\alpha\beta} = -\omega_{\beta\alpha} = d\varphi_{\alpha\beta}(t)/dt,$$

причем  $\theta_\alpha(t)$  - 3 псевдоевклидовых угла, вращение в которых порождает поле инерции  $W_\alpha$  [6], возникающее при поступательном ускорении а  $\varphi_{\alpha\beta}(t)$  - 3 пространственных угла (например, 3 угла Эйлера).

Поэтому, при условии (16), из (13) мы имеем

$$\rho_m = -\frac{1}{\nu c^2} \Omega_s^{..j} \Omega_{ji}^{..s} = -\frac{1}{\nu c^2} T_s^{..j} T_{ji}^{..s} = \frac{1}{\nu c^2} \Omega_s^j \Omega_j^s = \frac{1}{\nu c^2} \Omega_\alpha^\beta \Omega_\beta^\alpha = \frac{1}{\nu c^2} \omega^2, \quad (18)$$

где  $\nu$  - некоторая константа. Из этой формулы видно, что *плотность материи (18) исчезает, если торсионное поле  $T_{jk}^i$  и, следовательно, угловая скорость вращения (14) обращается в нуль.* Иными словами, в теории Физического Вакуума, если нет вращения, то и нет материи.

В общем случае, масса покоя в теории Физического Вакуума определяется как

$$m_0 = \frac{2}{\nu c^2} \int \rho_m (-g)^{1/2} dV = \rho_m = \frac{2}{\nu c^2} \int \rho_m (-g)^{1/2} \left\{ g^{jm} \left( \nabla_{[i} T_{j]m}^i + T_{s[i} T_{j]m}^s \right) \right\} dV, \quad (19)$$

откуда видно, что, в общем случае, масса:

1. Является мерой поля инерции, образующего источник.
2. Зависит от квадрата угловой частоты внутреннего вращения, а также от временного и пространственного изменения угловой скорости.

### 3. Эксперименты, показывающие зависимость массы от угловой скорости

Это теоретический вывод подтверждается относительно простыми экспериментами. Простейшей системой, которая вращается (т.е. движется во внутреннем пространстве вращательных координат) является прецессирующий гироскоп. На рис. 1 представлены результаты эксперимента, в котором использовались точные цифровые весы (точность  $\pm 0.01$  гр.), измерялся вес прецессирующего гироскопа. Частота собственного вращения гироскопа составляла 10 об/сек, в то время как частота прецессии была равна 0.9 об/сек. Вес гироскопа с подставкой составлял  $46.45 \pm 0.01$  гр. Измерение веса прецессирующего на подстав-

ке гироскопа дало значение  $46.3 \pm 0.01$  гр., т.е. разность в весе составляла  $0.15 \pm 0.01$  гр., что представляет собой значительную величину. В процессе измерения гироскоп был изолирован от внешнего пространства стеклянными перегородками для исключения влияния аэродинамических эффектов. Эксперименты, проведенные с использованием электронных весов, обладающих на порядок большей точностью, подтвердили изменение массы прецессирующего гироскопа [http://www.youtube.com/watch?v=nABni2d\\_wG4](http://www.youtube.com/watch?v=nABni2d_wG4).



Рис.1. Слева измерен вес гироскопа с подставкой; справа вес того же гироскопа во время прецессии

Потеря веса прецессирующим гироскопом очень наглядно представлена английским исследователем Эриком Лэйтвейтом <http://www.youtube.com/watch?v=aj-RCIXNloc>. В фильме показано, как на конце металлического стержня весом 10 кг. и длиной 80 см. укреплены два диска весом 10 кг, которые могут вращаться. Если диски не вращаются, то, взявшись за конец стержня, обычный человек не может поднять этот вес над головой так, чтобы сделать полный оборот вокруг вертикальной оси, проходящий параллельно его телу. Но если диски вращаются, образуя своего рода гироскоп, то, как это видно из фильма, пожилой человек легко поднимает за конец стержня прецессирующий гироскоп.

В эксперименте <http://youtu.be/ZgKIqh4Sc00> на одном конце коромысла рычажных весов находится гироскоп, вес которого уравновешен грузом (см. рис. 2). Коромысло рычажных весов



Рис.2. Прецессирующий гироскоп на рычажных весах

укреплено на вертикальном стержне и вращается против часовой стрелки, если смотреть сверху. Когда гироскоп, представляющий собой диск, способный вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через шток коромысла, не вращается (рис.2 а), то весы во время вращения коромысла находятся в равновесии. При вращении диска по часовой стрелки, гироскоп весит больше, чем уравновешивающий груз (рис.2 б), а, при вращении диска против часовой стрелки, вес гироскопа уменьшается (рис. 2 в).

Изменение веса гироскопа впервые экспериментально было обнаружено Николаем Козыревым [7], правда, в проделанных экспериментах Н. Козырев ничего не говорил о прецессии гироскопа, хотя ось гироскопа в его экспериментах вибрировала, что могло быть причиной прецессии.

#### 4. Теоретический подход к объяснению наблюдаемого эффекта

Как известно, простейшие уравнения прецессии гироскопа <http://youtu.be/UpTGaalydXo>, вращающегося вокруг одной неподвижной точки (прецессия волчка) имеют вид

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{\mu l}{L} [\vec{L}\vec{g}] = -[\vec{\Omega}\vec{L}], \quad \vec{\Omega} = \frac{\mu l}{L} \vec{g}, \quad (20)$$

где  $\vec{L} = J\vec{\omega}_r$  - угловой момент гироскопа,  $J$  - момент инерции,  $\vec{\omega}_r$  - угловая частота вращения гироскопа,  $\vec{g}$  - гравитационное поле Земли,  $\vec{\Omega}$  - угловая частота прецессии,  $\mu$  - масса гироскопа,  $l$  - расстояние от точки опоры до центра масс гироскопа. Надо отметить, что в системах навигации частота прецессии была отрицательным фактором, ухудшающим точность показаний таких приборов, как гирокомпасы. Поэтому на практике прецессию всегда стремились свести к нулю, для чего увеличивали частоту вращения гироскопа  $\vec{\omega}_r$ .

При не очень больших скоростях  $\vec{\omega}_r$  прецессия в уравнениях (20) начинает играть существенную роль, вызывая, как это показывает эксперимент, изменение веса у прецессирующего гироскопа. В простейшем случае это явление теоретически объясняется решением уравнений Эйлера

$$\frac{d'\vec{P}}{dt} + [\vec{\omega}\vec{P}] = \mu\vec{g} + \vec{R}, \quad \frac{d'\vec{L}}{dt} + [\vec{\omega}\vec{L}] = \vec{M} = [\vec{r}_c \mu\vec{g}], \quad |\vec{r}_c| = l, \quad (21)$$

записанных во вращающейся системе отсчета, жестко связанной с гироскопом и учитывающих реакцию опоры  $\vec{R}$ . При вертикальном расположении оси вращающегося гироскопа прецессия отсутствует и в уравнениях (21) выполняются соотношения (см. рис. 3)

$$\vec{P} = \mu[\vec{\omega}\vec{r}_c] = 0, \quad \vec{\omega} = \vec{\omega}_r, \quad \mu\vec{g} + \vec{R} = 0, \quad (22)$$

откуда следует  $\vec{R} = -\mu\vec{g}$ , т.е. сила реакции равна весу гироскопа, что и показывают весы. Если же ось вращения гироскопа наклонена по отношению вертикальной оси, совпадающей с вектором  $\vec{g}$ , то

$$\vec{P} = \mu[\vec{\omega}\vec{r}_c] = \mu[\vec{\Omega}\vec{r}_c] \neq 0, \quad \vec{\omega} = \vec{\Omega} + \vec{\omega}_r, \quad (23)$$

и гироскоп прецессирует, при этом  $\vec{R} \neq \mu \vec{g}$ , что должно привести к изменению показания весов. Правда, значение реакции будет отличаться от значения  $-\mu \vec{g}$  на величину порядка  $\vec{\Omega}^2$  [8].

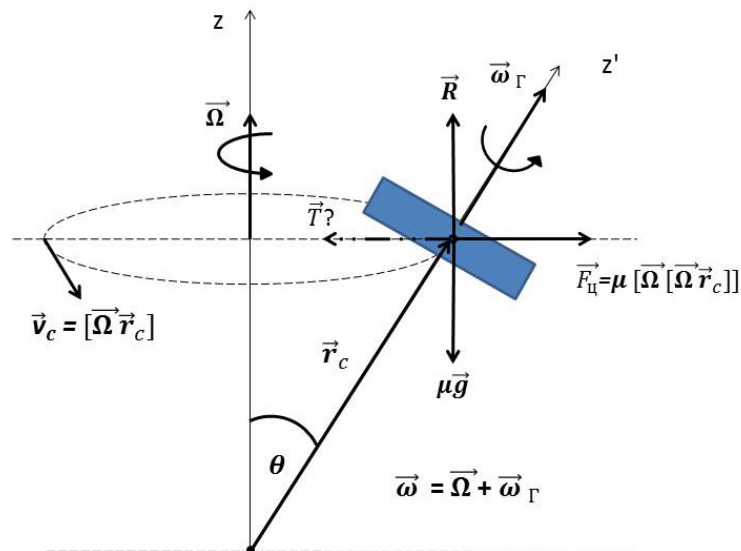


Рис.3. Прецессия гироскопа и силы, действующие на центр масс

Уравнения (21) сводятся к системе обыкновенных дифференциальных уравнений Эйлера-Пуассона [9], для которой известны три общих первых интеграла. Существует теорема Якоби, которая утверждает, что для сведения задачи к квадратурам достаточно для этих уравнений найти еще один новый (четвертый) первый интеграл, независящий от времени. При ограничениях на распределение масс в твердом теле, новый интеграл удалось найти в трех случаях: Эйлера, Лагранжа и Ковалевской [9]. Однако, в общем случае, дополнительный интеграл не был найден, несмотря на усилия выдающихся математиков в течение двухсот лет. Была только доказана теорема [10], которая утверждает, что в общем случае уравнения Эйлера-Пуассона не имеют не только алгебраического, но и аналитического нового дополнительного первого интеграла.

С моей точки зрения, природа этой проблемы выходит за рамки математики и связана с неправильной физической формулировкой задачи. Дело в том, что шесть уравнений (21) не следуют из механики Ньютона, как это принято считать, а представляют собой ее нетривиальное обобщение и требуют расширения физических основ классической механики [10]. Это обстоятельство заметили многие ведущие специалисты по теории гироскопов.

Например, вот что пишет по этому вопросу известный ученый К. Магнус [11]: «Чтобы объяснить поведение вращающегося тела, часто проводят аналогию между вращательным движением тела и движением материальной точки (т.е. механики Ньютона (прим. автора)). Однако эта аналогия в теории гироскопа скорее вредна, чем полезна, так как область, в которой она справедлива, кончается как раз там, где начинаются типичные гироскопические явления (прецессия и нутация (прим. автора))».

Ему вторит другой специалист по теории гироскопов Р. Граммель [12]: «Анизотропия твердого тела, порождаемая его вращением, не имеет аналога в механике материальной точки (т.е. механике Ньютона (прим. автора)). Если нанести удар по покоящейся материальной частице, она начинает двигаться в направлении ударного импульса. И, напротив, совсем не обязательно, чтобы приложение к покоящемуся телу ударного момента вызвало вращение тела именно вокруг той оси, относительно которой действовал момент».

Действительно, на центр масс гироскопа действует сила тяжести, направленная вертикально вниз, а движение центра масс происходит в плоскости, перпендикулярной этому направлению (см. рис. 3). В отсутствие сил трения, центр масс будет двигаться по окружности сколь угодно долго (по инерции), при этом в горизонтальном направлении на него действует сила инерции  $\vec{F}_u = \mu[\vec{\Omega}[\vec{\Omega}\vec{r}_c]]$ , не удовлетворяющая третьему закону механики Ньютона [8].

## 5. Движение центра масс свободного гироскопа

Предположим, что в некоторый момент времени  $t$  мы «отключили» внешнюю силу  $-\mu\vec{g}$ . Тогда уравнения (21) не мгновенно, а через некоторое переходное время  $T$ , принимают вид

$$\frac{d'\vec{P}}{dt} + [\vec{\omega}\vec{P}] = 0, \quad \frac{d'\vec{L}}{dt} + [\vec{\omega}\vec{L}] = 0. \quad (24)$$

Полная энергия прецессирующего гироскопа можно записать как

$$E = \frac{\mu\vec{v}_c^2}{2} + \frac{J\vec{\omega}^2}{2}, \quad \vec{v}_c = [\vec{\Omega}\vec{r}_c], \quad \vec{\omega} = \vec{\omega}_r + \vec{\Omega}. \quad (25)$$

При «отключении» силы тяготения  $-\mu\vec{g}$  скорость прецессии  $\vec{\Omega}$  обращается в нуль и вместо (25) мы имеем

$$E = +\frac{J\vec{\omega}^2}{2}, \quad \vec{v}_c = 0, \quad \vec{\omega} = \vec{\omega}_r. \quad (26)$$

Очевидно, что энергия (26) отличается от энергии (25) и налицо, казалось бы, нарушение закона сохранения энергии. На самом деле никакого нарушения закона сохранения нет, поскольку решение уравнений (24) в случае, когда главные моменты инерции удовлетворяют условию  $J_1 = J_2 \neq J_3$ , показывает, что у гироскопа появляется частота нутации  $\Omega_H$ . При этом условии вращательные уравнения системы (24) принимают вид [13]

$$\frac{d\omega_3}{dt} = 0, \quad \omega_3 = \omega_0 = const, \quad (27)$$

$$\frac{d\omega_1}{dt} = -\Omega_H \omega_2, \quad (28)$$



$$\frac{d\omega_2}{dt} = \Omega_H \omega_1, \quad (29)$$

где  $\omega_3 = \omega_0 = const$  направлена по оси  $z$  и введено обозначение

$$\Omega_H = \omega_3 (J_3 - J_1) / J_1 \quad (30)$$

для угловой скорости нутации. Интегрирование уравнений (28) и (29) дает

$$\omega_1 = C \cos \Omega_H t, \quad \omega_2 = C \sin \Omega_H t, \quad (31)$$

где

$$C = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2} = const. \quad (32)$$

Подставляя полученные решения в уравнения (24) для центра масс, имеем

$$\mu \frac{d'v_1}{dt} = \mu \left( -C \sin \Omega_H t v_3 + \omega_0 v_2 \right), \quad (33)$$

$$\mu \frac{d'v_2}{dt} = \mu \left( -\omega_0 v_1 + C \cos \Omega_H t v_3 \right), \quad (34)$$

$$\mu \frac{d'v_3}{dt} = \mu \left( -C \cos \Omega_H t v_2 + C \sin \Omega_H t v_1 \right). \quad (35)$$

Если начальная скорость  $v_0$  в уравнениях (33)-(35) отлична от нуля, то мы должны наблюдать изменение скорости центра масс свободного гироскопа, при этом полная энергия системы (поступательная + вращательная) сохраняется.

Сократив уравнения (33)-(35) на массу  $\mu$  и опуская (для простоты) штрих у дифференциала, представим их как

$$\begin{pmatrix} \frac{dv_1}{dt} \\ \frac{dv_2}{dt} \\ \frac{dv_3}{dt} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \omega_0 & -C \sin \Omega_H t \\ -\omega_0 & 0 & C \cos \Omega_H t \\ C \sin \Omega_H t & -C \cos \Omega_H t & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{pmatrix}. \quad (36)$$

Общее решение системы уравнений (36) для скорости центра масс симметричного гироскопа с частотой вращения  $\omega_0$  и угловой частотой нутации  $\Omega_H$  найдем в виде [14]

$$\vec{v}(t) = C_1 \vec{V}_1(t) + C_2 \vec{V}_2(t) + C_3 \vec{V}_3(t), \quad (37)$$

где

$$\vec{V}_1 = \begin{pmatrix} A_0 \cos \Omega_H t \\ A_0 \sin \Omega_H t \\ R_0 + 2 \end{pmatrix}, \quad \vec{V}_2 = \begin{pmatrix} A_1 e^{i(\Omega_H - \beta)t} + B_1 e^{-i(\Omega_H + \beta)t} \\ -iA_2 e^{i(\Omega_H - \beta)t} + iB_2 e^{-i(\Omega_H + \beta)t} \\ (R_1 + R_2 + 1)e^{-i\beta t} \end{pmatrix}, \quad \vec{V}_3 = \begin{pmatrix} A_2 e^{i(\Omega_H + \beta)t} + B_2 e^{-i(\Omega_H - \beta)t} \\ -iA_2 e^{i(\Omega_H + \beta)t} + iB_2 e^{-i(\Omega_H - \beta)t} \\ (R_3 + R_4 + 1)e^{i\beta t} \end{pmatrix},$$

$$\beta = \sqrt{C^2 + (\Omega_H + \omega_0)^2} = \text{const}, \quad C = \sqrt{C \sin^2 \Omega_H t + C \cos^2 \Omega_H t} = \text{const},$$

$$A_0 = \frac{C^2 R_0 - 2\omega_0^2}{C\omega_0}, \quad A_1 = \frac{CR_1}{2\omega_0} + \frac{\alpha(1 - R_2) - \omega_0(1 + R_2)}{2C}, \quad \alpha = \sqrt{C^2 + \omega_0^2},$$

$$A_2 = \frac{CR_3}{2\omega_0} + \frac{\alpha(1 - R_4) - \omega_0(1 + R_4)}{2C},$$

$$R_1 = \frac{2\omega_0^2}{C^2} + \frac{2\omega_0(\sqrt{C^2\Omega_H^2 + (\Omega_H\omega_0 + \alpha^2)^2} - \alpha^2)}{C^2\Omega_H},$$

$$R_2 = -\frac{2(\alpha^2 + \Omega_H\omega_0)(\alpha^2 + \Omega_H\omega_0 + \sqrt{C^2\Omega_H^2 + (\Omega_H\omega_0 + \alpha^2)^2})}{C^2\Omega_H^2} - 1,$$

$$R_3 = \frac{2\omega_0^2}{C^2} - \frac{2\omega_0(\sqrt{C^2\Omega_H^2 + (\Omega_H\omega_0 + \alpha^2)^2} - \alpha^2)}{C^2\Omega_H},$$

$$R_4 = -\frac{2(\alpha^2 + \Omega_H\omega_0)(\alpha^2 + \Omega_H\omega_0 - \sqrt{C^2\Omega_H^2 + (\Omega_H\omega_0 + \alpha^2)^2})}{C^2\Omega_H^2} - 1.$$

Константы  $C_1, C_2, C_3$  в соотношении (36) определяются из начальных условий и удовлетворяют следующей системе линейных алгебраических уравнений

$$\begin{pmatrix} A_0 & \frac{C}{\omega_0}R_1 - \frac{\omega_0}{C}(R_2 + 1) & \frac{C}{\omega_0}R_3 - \frac{\omega_0}{C}(R_4 + 1) \\ 0 & \frac{i\alpha}{C}(R_2 - 1) & \frac{i\alpha}{C}(R_4 - 1) \\ R_0 + 2 & R_1 + R_2 + 1 & R_3 + R_4 + 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_1(0) \\ V_2(0) \\ V_3(0) \end{pmatrix}. \quad (38)$$

Рассмотрим случай :  $C=8, \Omega=5, \omega_0=100$  и выберем начальные условия в виде

$$\vec{x}(0) = \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} = \vec{0}, \quad \vec{V}(0) = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Результаты расчетов при этих начальных условиях представлены на рис.4 и 5.

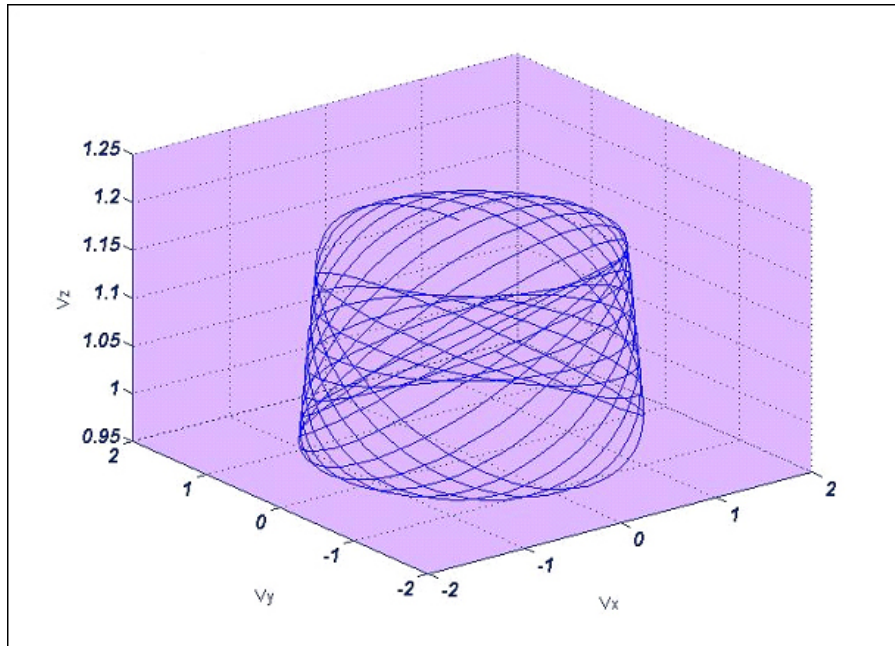


Рис.4. Изменение скорости центра масс свободного гироскопа при его нутации

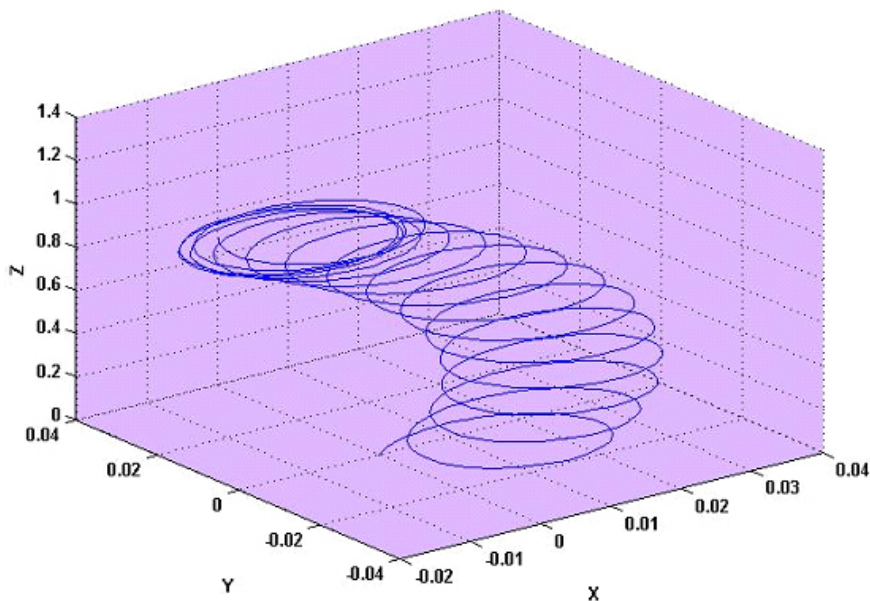


Рис.5. Изменение координат центра масс свободного гироскопа при его нутации

В этом примере константы  $C_1=0.000162007609770$ ,  $C_2=0.000000131643299 + 0.000000142913486i$ ,  $C_3= - 0.036728116995517 + 0.039872468227959i$ . Все вычисления были выполнены в программе «Matlab».

Из графиков на рис. 4 и 5 видно, что центр масс гироскопа, свободного от внешних сил и моментов, движется ускоренно. Этот факт показывает нам, что, *в общем случае, движе-*

ние центра масс свободного от внешнего воздействия гироскопа, не подчиняется первому закону механики Ньютона. Из этого факта можно сделать следующий вывод: движение центра масс нутирующего свободного гироскопа происходит в соответствии с уравнениями геодезических неевклидовой геометрии.

Исследование этого вопроса показало [3,5], что такой геометрией является геометрия абсолютного параллелизма, обладающая, в общем случае, римановой кривизной и кручением Риччи [15].

Теперь понятно, что происходит с прецессирующим гироскопом при «отключении» внешнего гравитационного поля. В зависимости от начальных условий, вместо соотношений (26), мы имеем

$$E_n = \frac{\mu \vec{v}_c^2}{2} + \frac{J \vec{\omega}^2}{2}, \quad \vec{v}_c = [\vec{\Omega}_n \vec{r}_c], \quad \vec{\omega} = \vec{\omega}_r + \vec{\Omega}_n. \quad (39)$$

Здесь  $E_n$  - полная энергия нутирующего гироскопа, совпадающая с энергией (25) в силу закона сохранения. В эксперименте [http://youtu.be/80fNo\\_3-5ws](http://youtu.be/80fNo_3-5ws), проведенном в невесомости видно, как после «отключения» внешнего гравитационного поля у прецессирующего гироскопа возникает

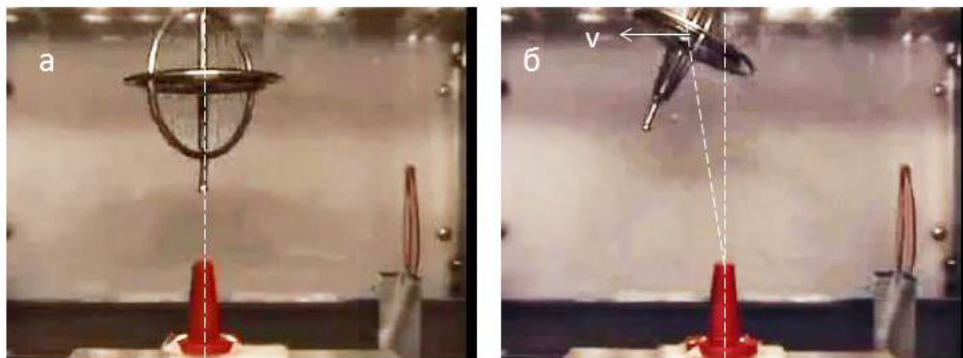


Рис. 6. Гироскоп в невесомости: а) первоначальная прецессия отсутствует; б) первоначально гироскоп прецессирует

скорость центра масс в горизонтальном направлении. Эта скорость появилась благодаря закону сохранения полной энергии гироскопа после прекращения окончания прецессии и начала нутации гироскопа.

Существование нутации у свободного от внешних сил гироскопа является доказательством неевклидовой структуры пространства-времени, порожденной кручением Риччи. Как показано в работах автора [5,6,16], в нерелятивистской классической механике кручение Риччи связано с полями и силами инерции, а в квантовой механике порождает волновую функцию  $\psi$ . Из этого факта следует, что квантовая теория связана с вращательной относительностью [15], с вращательными координатами и кручением Риччи пространства событий. Действительно, существует космический эксперимент <http://youtu.be/GJlaK5JgTiQ>, получивший название эффекта Джанибекова, который убедительно показывает, что локальное пространство вовсе

не евклидово. Согласно теории гравитации Эйнштейна, внутри космического корабля, который движется по стационарной орбите вокруг Земли, локально пространство является евклидовым. Этот вывод оказывается справедливым, если тело внутри кабины корабля движется без вращения. Однако вращение тела порождает кручение Риччи пространства [15], что может привести к квантованию собственного момента вращения гироскопа, вызванного его нутацией <http://youtu.be/MdvmWkWgKH4>. Мы еще раз убеждаемся, что вращение материи порождает не только поля и силы инерции, но и приводит к макроквантовым явлениям. Это утверждение можно проверить экспериментально даже в земных условиях. Для этого достаточно подвесить цилиндрический гироскоп на струне и менять его угловую скорость (см. рис. 7).

Подобное поведение гироскопа связано с неголономной структурой пространства вращательных координат, что приводит к квантовому характеру движения не только твердых тел, но и жидкостей, газов и полевых структур [17].

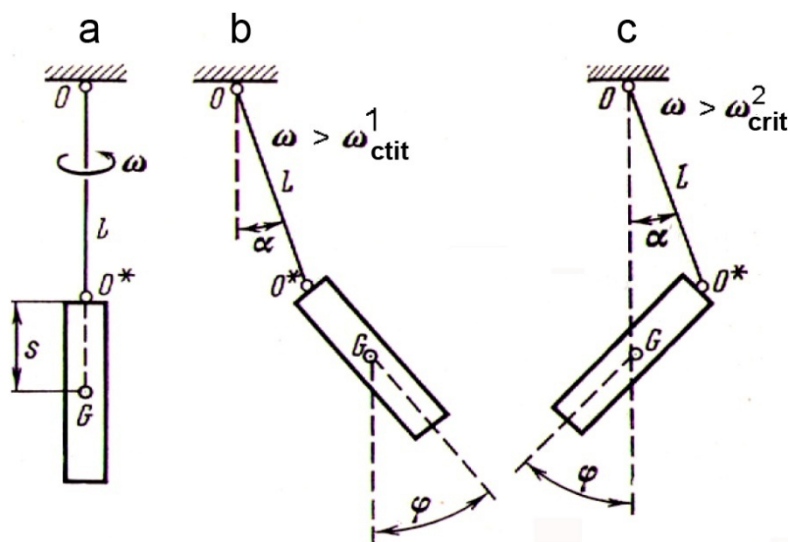


Рис.7. Цилиндрический гироскоп на струне: а) вертикально вращается с некоторой угловой скоростью  $\omega$ ; б) при  $\omega > \omega_{crit}^1$  ось гироскопа скачком переходит в новое устойчивое состояние; в) при  $\omega > \omega_{crit}^2$  происходит новый «квантовый скачек» [16]

## Заключение

Большинство создателей квантовой механики утверждали, что эта теория стоит особняком от классической физики. Именно поэтому Л. Де Бройль писал: «Квантовая физика срочно нуждается в новых образах и идеях, которые могут возникнуть только при глубоком пересмотре принципов, лежащих в ее основе». Но даже де Бройль не мог предположить, что пересмотр принципов квантовой теории начинается с пересмотра основ нерелятивистской классической механики [6]. Многие поколения физиков даже и не подозре-

вали, что такое общеизвестное (но не совсем понятное) явление как силы и поля инерции окажется связанным с квантованием и с волновой функцией уравнения Шредингера.

Чтобы принять новую квантовую механику как торсионную физику и перейти на новую научную парадигму [18], нам необходимо:

1. Отказаться от понятия инерциальной системы отсчета.
2. Отказаться от понятия материальной точки.
3. Отказаться от евклидовой структуры пространства.
4. Отказаться от законов механики Ньютона.

Вместо этого необходимо:

1. Строить основные законы новой механики на понятии ускоренной системы отсчета.
2. Ввести понятие ориентируемой материальной точки.
3. В качестве пространства событий использовать геометрию абсолютного параллелизма  $A_4(6)$ .
4. Использовать законы сохранения механики Декарта [19], представляющей четвертое обобщение механики Ньютона.

В противном случае нам еще долго придется заниматься феноменологическими построениями и бродить по лабиринтам струнных теорий.

08.12.2013

## Литература

1. *Ньютон И.* // Математические начала натуральной философии. Перевод с латинского и примечания *А. Н. Крылова*. М.: Наука, 1989. 688 стр. [ISBN 5-02-000747-1](#).
2. *Einstein A.* // Ann. Phys. 1905. Vol. 17. P.891.
3. *Шипов Г.И.* // 4D ГИРОСКОП В МЕХАНИКЕ ДЕКАРТА. Кирилица, 2006, с. 74  
[http://www.shipov.com/files/021209\\_tolchdescart.pdf](http://www.shipov.com/files/021209_tolchdescart.pdf)  
<http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/004a/02311026.htm>
4. *Шипов Г.И.* // Об оценке работ по теоретической физике, Академия Тринитаризма, М., Эл № 77-6567, публ.14396, 12.05.2007 .  
<http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/02311068.htm> .
5. *Шипов Г.И.* // ТЕОРИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА, теория эксперименты и технологии, М., Наука, 1997. 450 с.
6. *Шипов Г.И.* // Программа Всеобщей относительности и теория Физического Вакуума. 25 лет спустя. Академия Тринитаризма, М., Эл № 77-6567, публ.18170, 02.09.2013.  
<http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/02311068.htm> .
7. *Козырев Н.А.* // Избранные труды. - Л.: Изд-во Ленингр. Ун-та, 1991.
8. *Ольховский И.И.* // Курс теоретической механики для физиков. М.: Наука, 1970. с. 358, 359.
9. *Архангельский Ю.А.* // Аналитическая динамика твердого тела. М., Наука, 1977, с.3

10. *Шипов Г.И.* // Почему необходимо переписывать учебники по классической механике. На сайте <http://shipov-vacuum.com> выбрать **проекты, теорию, механика** и кликнуть на синей части названия статьи. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/00161655.htm>
11. *Магнус К.* // Гироскоп: теория и применение. М.: Мир, 1974, с. 526.
12. *Граммель Р.* // Гироскоп, его теория и применения, т. 1. т. 2, ИЛ, М., 1952.
13. *Шипов Г.И., Сидоров А.Н.* // О наблюдении сил инерции в инерциальной системе отсчета. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/02311094.htm>
14. *Сидоров А.Н., Шипов Г.И.* «Нарушение первого закона механики Ньютона при движении свободного 3D гироскопа» <http://www.shipov-vacuum.com> выбрать **проекты, теорию, механика** и кликнуть на синей части названия статьи.
15. *Шипов Г.И.* // Торсионные поля в классической механике. Вращательная относительность. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/02311121.htm> .
16. *Морозова Е.П.* // Об устойчивости вращения твердого тела, подвешенного на струне.- ППМ, 1956, т.20, вып. 5, с. 621.
17. *Шипов Г.И., Подаровская М.И.* // Спин-торсионная формулировка квантовой механики и поля инерции. М.: Кириллица, 2012, с. 49. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/02311110.htm>
18. *Шипов Г.И.* // Будущее физики – новая научная парадигма. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/02311065.htm>
19. *Shipov G.* // Decartes' Mechanics – Fourth Generalization of Newton's Mechanics. In "7 th Intern. Conference Computing Anticipatory Systems " ~ НЕС - ULg, Liege, Belgium, 2005, ISSN 1373-5411 ISBN 2-930396-05-9 P. 178