УДК 530.1
DOI: 10.52531/1682-1696-2022-22-1-15-21
Научная статья

К ОБЪЯСНЕНИЮ АНОМАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ВРАЩАЮЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ: ПРЯМОЕ И ОБРАТНОЕ УРАВНЕНИЕ ОРИЕНТАЦИИ ОРИЕНТИРУЕМОЙ ТОЧКИ

Е.А. Губарев
Фонд перспективных технологий и новаций

Дается обзор понятия ориентируемой точки, для описания движения и ориентации которой необходима дополнительная надпространственная структура – касательное расслоение. Делается обзор новой динамики системы ориентируемых точек. Приводится уравнение четырехмерной ориентации ориентируемой точки во внешнем поле, которое управляет ее трехмерной ориентацией и продольным движением. Показано, что при наличии моментов сил внутреннего происхождения, изменяющих четырехмерную ориентацию ориентируемой точки, возможна ситуация, когда индуцируется силовое поле, локально действующее на частицу. Приводится ряд экспериментальных примеров.

Ключевые слова: *ориентируемая точка, реальная система отсчета, относительность, пространство событий, четырехмерное уравнение ориентации.*

Original article

TO EXPLANATION FOR AN ANOMALOUS MOTION OF ROTATION OBJECTS: THE DIRECT AND THE REVERSE ORIENTATION EQUATION OF ORIENTED POINT

E.A. Gubarev
Fund of perspective technologies and innovations

The overview of orient point concept is presented. It needs additional superstructure for description of motion and orientation of oriented point – the tangential fiber bundle. The review of new dynamics of oriented points system is presented. The 4D orientation equation of oriented point in outward field is quoted, which operate its 3D orientation and longitudinal motion. Given interior moment, it may be expected that a local force acted directly on oriented point is occurred. A number of experimental examples are specified.

Keywords: *oriented point, real reference frame, relativity, event space, 4D orientation equation.*

ВВЕДЕНИЕ

31 декабря 1958 г. Соединенные Штаты Америки осуществили первый успешный запуск искусственного спутника Земли Эксплорер I с помощью ракеты Юпитер–С, разработанной Вернером фон Брауном и его немецкой командой.

Третья ступень ракеты, содержащая спутник, при выходе на орбиту раскручивалась до угловой скорости 750 об/мин. Видимо, таким образом директор Центра космических полетов NASA Вернер фон Браун хотел придать устойчивость спутнику вдоль траектории, подобно как нарезное оружие придает продольную устойчивость пуле.

Неожиданно для всех станциями слежения было зафиксировано превышение более чем на треть (считая от земной поверхности) действительной орбиты спутника Эксплорер I над расчетной орбитой. Это было очень большое расхождение.

Данные первого запуска, а также данные нескольких следующих запусков искусственных спутников США, где была применена раскрутка спутников при выходе на орбиту, были засекречены «в интересах национальной безопасности» на 50 лет. Только в наше время эти данные стали доступны общественности [7].

Когда Вернер фон Браун принял решение отменить раскрутку очередного запускаемого спутника, то его наблюдаемая орбита стала полностью соответствовать классической орбите, рассчитанной по законам Ньютона. Это может говорить только об одном – законы классической механики, сформулированные для материальной точки, но примененные к ориентируемым вращающимся объектам, должны нести в себе некие поправки. Отсутствие таких поправок будет вести к ошибкам в требуемых расчетах, которые будут тем больше, чем больше будет время наблюдения ориентируемого объекта.

Поступила в редакцию 16.09.2021

РИС. 1.
Траектории Эксплорер I 31 декабря 1958 г. [7] – расчетная (более низкая) и действительная (более высокая)

Напомним, что в основание классической механики ([10], 1686 г.) Исааком Ньютоном положено понятие материальной точки в трехмерном евклидовом пространстве. В начале XX века оно было расширено до понятия материальной точки в четырехмерном псевдоевклидовом (римановом) пространстве, которое легло в основу специальной ([14], 1905 г.) и общей ([15], 1916 г.) теории относительности и релятивистской динамики.

Понятие материальной точки вводится одной из аксиом классической механики [6, с. 9]:

«Материальная точка – геометрическая точка, которой поставлен в соответствие скаляр, называемый массой: (r, m), r – вектор в евклидовом пространстве, отнесенном к какой-либо декартовой системе координат».

В реальной ситуации материальной точкой можно назвать тело, размерами, внутренней структурой и ориентацией которого можно пренебречь. Для описания материальной точки в трехмерном пространстве достаточно трех ее координат, в четырехмерном псевдоевклидовом (римановом) пространстве – четырех координат (ct, x, y, z).

Для объектов, ориентацией которых нельзя пренебречь, несмотря на пренебрежимо малые размеры, введено понятие ориентируемой точки [13]. Такими объектами, например, являются элементарные частицы, обладающие спином (собственным моментом импульса, не связанным с перемещением или вращением частицы как целого). Отметим, что в квантовой механике степени свободы частиц, связанные с собственным вращением, учитываются независимо от трансляционных (пространственных) координат частиц.

Иным образом обстоит дело в классической механике – законы, регулирующие вращения тела, сводятся к трансляциям (перемещениям, которые описываются векторами). Иллюстрацией является закон изменения момента импульса системы материальных точек, от которого происходят динамические уравнения Эйлера, в его основе лежит векторное умножение вектора импульса на радиус-вектор материальной точки [8, с.143]

$$\frac{d\,\text{M}}{d\,t} = \text{K}, \text{M}=\sum\,[\boldsymbol{r}\,\boldsymbol{p}]. \qquad (1)$$

Здесь K – сумма моментов сил, действующих на систему. Представление некоммутируемых вращений (рис. 2) перемещениями точек, то есть коммутируемым сложением векторов $a+b=b+a$, без потери информации возможен только в кинематических формулах, но не в динамических уравнениях. В истинных динамических уравнениях ориентации ориентируемого тела должны быть учтены симметрии группы вращений в трехмерном пространстве $SO(3)$, разительным образом отличающиеся от симметрий группы трансляций $T(3)$. Напомним, что группа вращений твердого тела в трехмерном пространстве $SO(3)$ неабелева, что означает, что в общем случае выполнение поворотов зависит от их последовательности, в отличие от абелевой группы трансляций (перемещений) тела $T(3)$, где выполнение перемещений не зависит от их последовательности.

Именно поэтому в классической динамике твердого тела возникают проблемы, заключающиеся, например, в аномальном поведении гироскопов [5], в отсутствии в общем случае аналитических интегралов движения в динамических уравнениях Эйлера [6].

ПРОСТРАНСТВО СОБЫТИЙ ОРИЕНТИРУЕМЫХ ТОЧЕК

Ориентируемая точка – это тело, размерами, но не ориентацией которого можно пренебречь. Для описания ориентируемой точки в трехмерном пространстве недостаточно трех координат ее начала (x, y, z), – необходимы еще три угла, задающих ее ориентацию, например, углы Эйлера [6, с. 23]. В четырехмерном псевдоевклидовом (римановом) пространстве углов ориентации должно быть шесть: три угла Эйлера плюс три псевдоевклидовых угла, описывающих ориентацию ориентируемой точки в плоскостях XOT, YOT, ZOT. В более краткой формулировке – ориентируемая точка O в четырехмерном пространстве – это тело пренебрежимо малых размеров, связанное с четверкой ортонормированных векторов [11, 13] (рис. 3).

Исходя из изложенного, пространство событий ориентируемых точек должно отличаться от пространства событий материальных точек «в большую сторону», – оно должно быть дополнено надпространственной структурой, ответственной за ориентацию

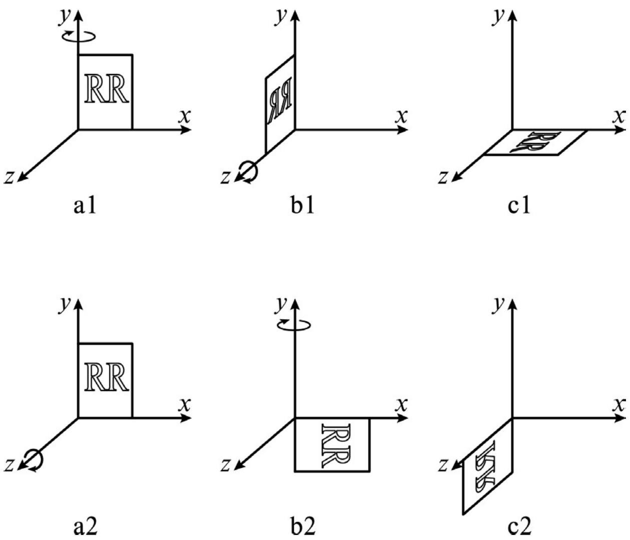

РИС. 2.

Некоммутируемые конечные повороты ориентируемого тела. В верхнем ряду – поворот тела на 90° по оси y, затем поворот на 90° по оси z. В нижнем ряду – поворот на 90° по оси z, затем поворот на 90° по оси y

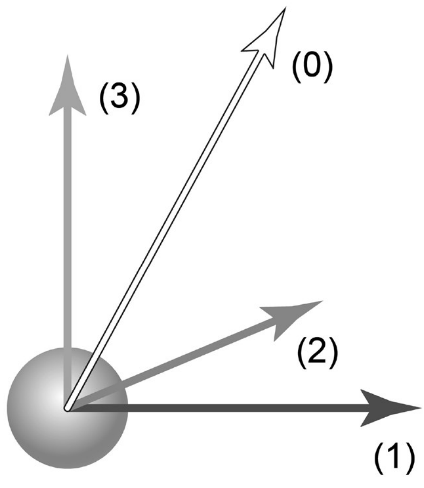

РИС. 3.

Ориентируемая точка в четырехмерном пространстве

ориентируемого тела. Обоснование этому лежит на поверхности: ориентируемое тело может перемещаться, не вращаясь, и может вращаться, не перемещаясь.

Пространство событий ориентируемых точек введено Г.И. Шиповым в конце XX века [13]. Пространство Г.И. Шипова представляет собой расслоенное пространство, состоящее из базы расслоения – четырехмерного риманова пространства, и касательного расслоения – совокупности плоских псевдоевклидовых пространств, касательных в каждой точке к базе расслоения. Тензор кривизны пространства событий, как «полного комплекта» касательного расслоения и базы расслоения, тождественно равен нулю, вследствие чего оно обладает свойством абсолютного параллелизма векторов.

Начало ориентируемой точки описывается криволинейными голономными координатами базы (т.н. мировыми координатами), а четверка ортонормированных векторов, соединенных с ориентируемой точкой, образуют координатный репер в соответствующем касательном пространстве, при этом генерируя неголономные координаты в касательном расслоении (т.н. локально-лоренцевы координаты).

ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ РЕАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОТСЧЕТА

На основе пространства событий ориентируемых точек создана теория относительности реальных систем отсчета [2, 3].

Роль элементарной системы отсчета играет ориентируемая частица, свободно двигающаяся во внешнем геометризированном поле. Для достоверного описания координат событий все силовые поля, действующие на ориентируемую частицу, должны быть геометризированы и учтены в суммарном внешнем поле. Геометризация всех полей, действующих на частицу, позволяет установить жесткую связь его четырехмерной ориентации, с одной стороны, с координатами событий в реальной системе отсчета, с другой стороны. Реальная система отсчета позволяет описывать события в определенной окрестности точки наблюдения – начале реальной системы отсчета.

ПРИМЕР РЕАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА

Орбитальная космическая станция, находящаяся в свободном полете над Землей, может быть представлена ориентируемой частицей на значительном удалении. Измерительный комплекс, соединенный на борту с гиростабилизированной платформой (сохраняющей пространственную ориентацию), в системе отсчета гироплатформы позволяет определять углы трехмерной ориентации, а также псевдоевклидовые углы четырехмерной ориентации орбитальной станции

$$\Theta_x = \tanh^{-1}\frac{Vx}{c},\ \Theta_x = \frac{Vx}{c} + o\left(\frac{Vx^2}{c^2}\right)\ \text{при}\ \frac{Vx}{c}. \quad (2)$$

Здесь V_x – компонента скорости орбитальной станции относительно лабораторной (земной) системы отсчета. Автономное измерение скорости V_x происходит по текущему углу прецессии тяжелого гироскопа с осью прецессии, расположенной по оси OX системы отсчета гироплатформы, параллельной соответствующей оси лабораторной системы отсчета.

Отметим, что полет любой орбитальной станции начинается на Земле, вблизи начала лабораторной си-

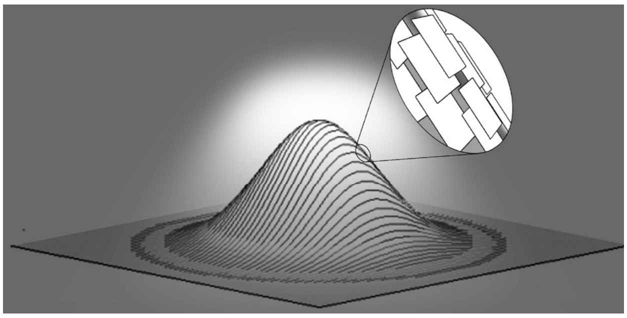

РИС. 4.
Расслоенное пространство событий – база расслоения и касательное расслоение

стемы отсчета. Именно на Земле происходит активизация и начальная ориентация гиростабилизированной платформы, поверка измерительных приборов, большая и малая синхронизация бортовых и лабораторных часов (что означает синхронизацию хода и выставление единых показаний часов, рис. 5).

МЕТОД ПОДВИЖНОГО РЕПЕРА

Рассмотрим ориентируемую частицу, свободно двигающуюся во внешнем геометризированном поле, полностью описываемом коэффициентами Ламэ $h^i{}_a(x^k)$ [4, 11].

Будем считать, что ориентируемая частица движется от начального положения $\{O,\ e_{(a)}(O)\}$ к текущему положению $\{O',\ e_{(b')}(O')\}$. Четыре ортонормированных вектора (тетрада) $e_{(b')}(O')$ ориентируемой частицы в точке O' могут отличаться от векторов $e_{(a)}(O)$ только четырехмерным поворотом

$$e_{(b')}(O') = e_{(a)}(O)\,\Lambda^a{}_{b'}\,,\ \Lambda^a{}_{b'} \in SO(1.3), \qquad (3)$$

где $\Lambda^{a'}{}_b = (\Lambda^b{}_{a'})^{-1}$ – матрица четырехмерной ориентации текущего положения ориентируемой частицы относительно ее начального положения. Матрица текущей четырехмерной ориентации Λ равна произведению чистых преобразований Лоренца L (поворотов в пространственно-временных плоскостях XOT, YOT, ZOT) и матриц трехмерных поворотов R, взятых в порядке следования поворотов при движении частицы от начального к текущему положениям (рис. 6). Такое описание объекта при его движении от начального к текущему состоянию и связанной с ним реальной системы отчета составляет основу теории инерциальной навигации [12] и называется метод подвижного репера [11].

КООРДИНАТЫ СОБЫТИЙ В РЕАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ОТСЧЕТА

Произвольный вектор dX в пространстве событий, соответствующий двум близким событиям (например, двум вспышкам света от одного источника, разделенных малым временным интервалом) может быть разложен по векторам сопровождающей тетрады в начальном и текущем положении

$$dX = e_{(a)}(O)\, dX^a(O) = e_{(a')}(O')\, dX^{a'}(O'), \qquad (4)$$

при этом соответствующие координаты вектора dX будут соотноситься между собой следующим образом

$$dX^{a'} = \Lambda^{a'} a\, dX^a\,. \qquad (5)$$

Координаты $dX^{a'}$, dX^a есть координаты дифференциала событий в соответствующих локально-лоренцевых системах отсчета $k'(O')$ и $k(O)$, касающихся реальной систем отсчета $K'(O')$ и $K(O)$ в мировых точках O' и O соответственно.

Значение и смысл локально-лоренцевых координат события восходит к предположению специальной теории относительности и общей теории относительности о том, что собственное ускорение неинерциальной системы отсчета не влияет на описание событий и на собственное время в этой системе отсчета. Подчеркнем, что в классической теории относительности координаты событий в ускоренной системе отсчета считаются точно такими же, как в локально-лоренцевой системе отсчета, мгновенно совпадающей с ускоренной системой отсчета [9].

Напротив, в теории реальной относительности показано [2], что собственное ускорение реальной неинерциальной системы отсчета оказывает такое же сильное влияние на описание событий в ней, как и преобразования Лоренца.

Измерение координат событий происходит в криволинейных голономных координатах риманова пространства (т.н. мировых координатах базы расслоения), отнесенных к выбранной реальной системе отсчета. Записанное в локально-лоренцевых координатах соотношение (5), затем спроектированное на базу расслоения, дает нам искомое соотношение мировых координат событий между реальными системами отсчета $K'(O')$ и $K(O)$

$$dX^{i'} = h^{i'}{}_{a'}(O')\Lambda^{a'}{}_{a} h^a{}_i(O) dX^i. \qquad (6)$$

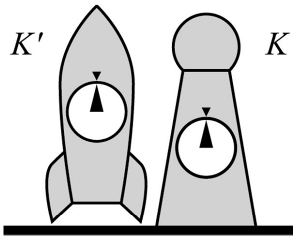

РИС. 5.
Синхронизация приборов и часов

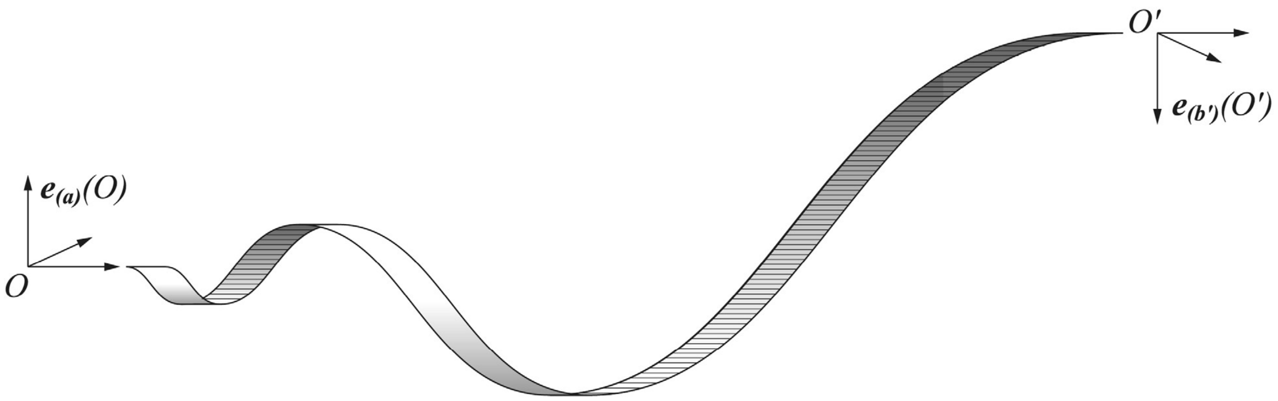

РИС. 6.
Движение ориентируемой частицы от начального к текущему положению

Здесь $h^{i'}{}_{a'}(O'), h^{a}{}_{i}(O)$ – значение поля коэффициентов Ламэ в началах реальных систем отсчета $K'(O')$ и $K(O)$ соответственно [2].

Основную роль в законе преобразования координат событий между реальными системами отсчета $K'(O')$ и $K(O)$ играет относительная четырехмерная ориентация этих систем Λ, которая является динамическим (зависящим от времени) параметром. Именно поэтому в реальной относительности возможны эффекты, связанные с изменением четырехмерной ориентации тела, даже при нерелятивистских скоростях ($v<<c$). В этом качестве реальная относительность принципиально отличается от специальной относительности, где относительная четырехмерная ориентация идеальных инерциальных систем отсчета по определению постоянна.

Мы видим, что голономные криволинейные координаты риманова пространства, объявленные в общей теории относительности координатами событий [15] имеют к координатам событий в реальных системах отсчета лишь косвенное отношение. По этим координатам мы сможем определить только местоположение (локацию) начала реальной системы отсчета. Усилим этот вывод цитатой из блестящего труда В.И. Родичева, профессора физического факультета МГУ [11, с. 116]: «Произвольные координаты в ОТО не имеют сами по себе ни метрического, ни физического смысла».

ПРИНЦИП РЕАЛЬНОЙ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Теория реальной относительности построена на принципе реальной относительности [2], в первой части которого утверждается равноправность (но не эквивалентность) реальных систем отсчета в описании физических событий – для описания событий все реальные системы отсчета равноправны между собой. Эту часть предложенного принципа иллюстрирует закон преобразования координат событий между реальными системами отсчета K' и K (6).

Вторая часть принципа выдвигает требование к основным уравнениям, описывающим законы природы: уравнения, локально выражающие законы природы, должны быть инвариантны по отношению к преобразованиям координат событий между реальными системами отсчета. Реальная относительность отдает первенство в описании физических явлений надпространственной структуре – касательному расслоению. Уравнения, «выражающие законы природы» изначально должны быть сформулированы в координатах касательного расслоения и решены в этих координатах, а лишь затем решения спроецированы на базу расслоения (риманово пространство), так как именно там происходят измерения физических величин.

УРАВНЕНИЕ ЧЕТЫРЕХМЕРНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ОРИЕНТИРУЕМОЙ ЧАСТИЦЫ, СВОБОДНО ДВИГАЮЩЕЙСЯ ВО ВНЕШНЕМ ГЕОМЕТРИЗИРОВАННОМ ПОЛЕ

В [4] представлено новое уравнение для матрицы Λ текущей четырехмерной ориентации ориентируемой частицы относительно ее начального (удаленного покоящегося) состояния

$$h^{a'}_{0',k} - \Lambda^{a'}_{a,k}\, u^{a} - \Lambda^{a'}_{a}\, T^{a\cdot\cdot}_{\cdot b\, k} u^{b} = 0\,. \qquad (7)$$

Уравнение (7) предполагает, что ориентируемая частица движется свободно (без приложения дополнительных внешних сил) во внешнем геометризированном поле. Для полного описания внешнего поля достаточно поля коэффициентов Ламэ $h^{a}{}_{i}\,(x^{k})$ Коэффициенты Ламэ задают соотношения между базисными векторами локально-лоренцева репера и базисными векторами координатного репера риманова пространства [4]. Поле коэффициентов Ламэ в точке нахождения частицы O' определяется по отношению к удаленной покоящейся системе отсчета K.

В уравнении ориентации коэффициенты вращения Риччи $T^{a\cdot\cdot}{}_{\cdot bk}$ вычисляются из коэффициентов

Ламэ, четырехмерная скорость частицы u^b относительно начальной системы отсчета K входит в матрицу текущей четырехмерной ориентации Λ, подлежащей определению. Таким образом, все входящие в уравнение (7) величины, помимо матрицы Λ и входящей в нее скорости u^b, являются характеристиками внешнего поля, и определяются через коэффициенты Ламэ. В этом случае уравнение (7) принимает смысл прямого уравнения ориентации ориентируемой частицы во внешнем поле.

Прямое уравнение ориентации (7) было рассмотрено в простейшем случае нерелятивистской частицы во внешнем поле, эффективно представляемом центральным потенциалом $\varphi(r)$, где r – радиус-вектор точки наблюдения. В слабополевом приближении $\phi/c^2 << 1$ имеем для ненулевых коэффициентов Ламэ с ковариантным векторным индексом [4]

$$h^0{}_0=1+\varphi/c^2,\ h^1{}_1=1-\varphi/c^2,\ h^2{}_2=1,\ h^3{}_3=1. \qquad (8)$$

В случае, когда ориентируемая частица O' движется из удаленного покоящегося состояния по направлению к центру притягивающего поля (то есть с нулевым прицельным расстоянием), прямое уравнение четырехмерной ориентации дает

$$\varphi+V_{x\,0}^2/2=\text{const}, \qquad (9)$$

что повторяет нерелятивистский закон сохранения кинетической и потенциальной энергии частицы единичной массы в потенциальном поле φ. Таким образом показано, что прямое уравнение ориентации (7) имеет предельный переход к нерелятивистскому уравнению движения классической материальной точки. Это означает соблюдение принципа соответствия.

ОБРАТНОЕ УРАВНЕНИЕ ОРИЕНТАЦИИ

«Неклассическое» движение некоторых вращающихся объектов, в частности, безопорное движение шаровой молнии, может быть областью действия новой динамики системы ориентируемых точек [4], в которой сформулированы прямое и обратное уравнения четырехмерной ориентации ориентируемой частицы во внешнем поле.

Уравнение (7) позволяет рассмотреть обратную задачу: в отсутствии внешнего поля $h_i^a=\delta_i^a$, $T^a{}_{b\,k}=0$, найти индуцированное поле $h_i^a=\delta_i^a+\Delta h_i^a$ как функцию измененной по внутренним причинам четырехмерной ориентации ориентируемой частицы $\Lambda_i^a=\delta_i^a+\Delta\Lambda_i^a$

$$h_i^a(x^k)=\mathrm{F}^{-1}\left[\Lambda_a^{a'}(x^k)\right]. \qquad (10)$$

Ставя задачу таким образом, мы будем называть уравнение (7) обратным уравнением ориентации. Таким образом, это уравнение дает принципиальную возможность следующего эффекта. Изменяя за счет моментов сил внутреннего происхождения четырехмерную ориентацию частицы можно индуцировать силовое поле, локально действующее на частицу. Последнее означает, что наведенное поле способно передвигать рассматриваемую частицу, а вместе с ней систему ориентируемых частиц как целое.

Эффективность обратного уравнения ориентации доказана на примере известного механического устройства – инерциоида. Путем прямых расчетов показано [4], что измененяемая за счет внутренних моментов четырехмерная ориентация его составных частей индуцирует силовое поле, действующее непосредственно на эти части. За счет жестких связей действие передается на все устройство, которое таким образом передвигается как целое в пространстве в отсутствии внешнего поля.

Приведем данные из экспериментальной работы В.Н. Зателепина и Д.С. Баранова «О весе вращающихся тел» [1]. В исследовании было зафиксировано аномальное поведение вращаюшегося объекта – круговой трубки с жидкостью, которая протекала по ней. Было зафиксировано увеличение (уменьшение) силы давления этого объекта на весы при угловом ускорении (замедлении) вращающейся в трубке жидкости.

С точки зрения динамики системы ориентируемых точек объяснение эффекта может быть следующим. Моменты сил внутреннего происхождения приводили к изменению скорости жидкости, то есть к изменению ее четырехмерной ориентации. Результатом оказалось проявление (индукция) локального силового поля, которое действовало прямым образом на жидкость перпендикулярно плоскости ее вращения.

Именно в этом ключе может быть объяснен дополнительный импульс, который приводил к увеличению высоты орбиты американского спутника Эксплорер I над земной поверхностью. При выходе на орбиту за счет моментов сил внутреннего происхождения третья ступень ракеты (собственно спутник) раскручивался до угловой скорости 750 об/мин. В соответствии с обратным уравнением ориентации (10) во время углового ускорения создались условия, когда изменение четырехмерной ориентации спутника индуцировало локальные силы, действующие на него в продольном направлении. Это и привело к появлению «аномального» продольного импульса спутника.

Классическая механика – фундаментальная (то есть верная всегда в области своего применения) теория. А ее область, судя по приведенным примерам, не бесконечна, она заканчивается там, где в истинных уравнениях начинают влиять вращательные степени свободы. Полет американских спутников отличался большим временем экспозиции. Вследствие этого ошибка, возникшая из-за применения классических уравнений, а не уравнений движения и ориентации ориентируемой точки, превысила точность измерений и была точно зафиксирована.

Литература

1. **Баранов Д.С., Зателепин В.Н.** О весе вращающихся тел. Материалы 25-й Российской конференции по холодной трансмутации ядер химических элементов и шаровой молнии 1–8 октября 2018 г. М. 2019. С. 221–237.
2. **Губарев Е.А.** Теория реальной относительности. М.: Новый Центр, 2009. 215 с.
3. **Губарев Е.А.** Относительность реальных систем отсчета: теория и приложения // Метафизика. 2019, Т. 32. №2. С. 128–134.
4. **Губарев Е.А.** Принципы реальной относительности. М.: Фонд перспективных технологий и новаций, 2020. 336 с.
5. **Дмитриев А.Л.** Физическая гравитация. СПб.: Печатный Цех, 2018. 240 с.
6. **Журавлев В.Ф.** Основы теоретической механики. Изд. 2-е, перераб. М.: Физматлит, 2001. 320 с.
7. **Колфилд Р.** Пятидесятилетний секрет фон Брауна // http: 2012god.ru/richard-kolfild-xoaglend-pyatidesyatiletnij-sekret-fon-brauna-chast-2/.
8. **Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.** Теоретическая физика: Учеб. пособ.: для вузов. В 10 т. Т. I. Механика. 5-е изд., стереот. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2004. 224 с.
9. **Мёллер К.** Теория относительности. Изд. 2-е. Пер. с англ. Под ред. проф. Д. Иваненко. М.: Атомиздат, 1975.
10. **Ньютон И.** Математические начала натуральной философии. Пер. с лат. / Под ред. и с предисл. Л.С.Полака. Изд. стереотип. М.: Изд-во ЛКИ. 2014. 704 с.
11. **Родичев В.И.** Теория тяготения в ортогональном репере. Пер. с англ. Новокузнецк: ИО НФМИ. 1998. 184 с.
12. **Чуб В.Ф.** Основы инерциальной навигации. Изд. 2-е, стереотип. М.: ЛЕНАНД. 2019. 200 с.
13. **Шипов Г.И.** Теория физического вакуума. М.: фирма «НТ-Центр». 1993. 362 с.
14. **Эйнштейн А.** К электродинамике движущихся тел // Собрание научных трудов. Т.I. М.: Наука. 1965. С. 7–35.
15. **Эйнштейн А.** Основы общей теории относительности // Собрание научных трудов. Т.I. М.: Наука. 1965. С. 452–504.

References

Baranov D.S., Zatelepin V.N. On the weight of rotation bodies. Proceedings of the 25th Russian Conference on Cold Nuclear Transmutation of Chemical Elements and Ball Lightning. Moscow, 2019: 221–237. (In Russian).

Gubarev E.A. Theory of real relativity. Moscow, New Centre, 2010.

Gubarev EA. Relativity of real reference frames: the theory and the implementations. *Metaphysika.* 2019;(32): 128–134. (In Russian).

Gubarev E.A. Principles of Real Relativity. Moscow, Gubarev publishing, 2021.

Dmitriev A.L. Physical Gravity. Saint Petersburg, Pechatny Tsekh, 2018. (In Russian).

Zhuravlev V.F. Foundations of theoretical mechanics. 2nd ed., Moscow: Fizmatlit, 2001. (In Russian).

Kolfild R. Von Braun's 50-year-old secret. Available from: http://2012god.ru/richard-kolfild-xoaglend-pyatidesyatiletnij-sekret-fon-brauna-chast-2/.

Landau L.D., Lifshitz E.M. Mechanics. 3rd ed., Oxford, Pergamon Press, 1976.

Moller C. The theory of relativity. 2nd ed., Oxford, Clarendon Press, 1972.

Newton I. The Principia: Mathematical principles of natural philosophy. University of California Press, 2016.

Rodichev V.I. Theory of gravity in orthogonal reper. Moscow: Nauka; 1974. (In Russian).

Chub V.F. Basics of inertial navigation. 2nd ed., Moscow, Lenand, 2019. (In Russian).

Shipov G.I. A Theory of Physical Vacuum: a New Paradigm. Moscow, International Institute for Theoretical and Applied Physics RANS, 1998.

Einstein A. Zur Elektrodynamik der bewegter Korper. Ann. Phys. 1905;(17): 891–921.

Einstein A. Die Grundlage der allgemeinen Relativitatstheorie. Ann. Phys. 1916;(49): 769–822.

Губарев Евгений Алексеевич,
д.ф.-м.н., научный консультант, Фонд перспективных технологий и новаций,

125315, г. Москва, 2-Й Амбулаторный пр-д, д. 8, стр. 1, пом. 15, e-mail: e.gubarev.21@gmail.com