

УДК 530.12

Инерция во Вселенной

Большаков А.Д., Большаков В.М., Большаков Д.В.

Аннотация. Любое материальное тело во Вселенной имеет свое сопряженное с ним силовое поле, определяемое величиной его массы. Вместе с собственной координатной системой и пространственным распределением поля в ней образуется материализованная инерциальная система, физически выделенная из общего Пространства со свойством ее транспарентности по отношению к другим таким же. Распределение поля в системе однозначно определено и остается стационарным вне времени. Поддерживаемая раскрытым механизмом инерции эта стационарность обеспечивает сохранение постоянной скорости движения системы при отсутствии внешних силовых воздействий. В режиме гравитационного взаимодействия двух таких систем они обе участвуют в формировании криволинейной орбиты движения, отдельно контролируя компоненты орбитальной скорости по направлению и неизменности величины. Результатом является обеспечение криволинейного орбитального движения полностью по инерции и без затрат энергии.

Связь между понятиями инерция и Вселенная возникла в физике после появления там т.н. принципа Э.Маха с утверждением, что инерция любого материального тела во Вселенной определяется распределением содержащейся в ней материи за пределами Солнечной системы. В качестве гипотезы этот принцип, например, упомянут в работах профессора С.Э.Хайкина по механике и инерции [1].

Следует также отметить, что приверженцем этого принципа был А.Эйнштейн, утверждавший, что ...«В последовательной теории относительности нельзя определить инерцию по отношению к пространству, но можно определить инерцию масс относительно друг друга. Поэтому, если я удаляю какую-нибудь массу на достаточно большое расстояние от всех других масс Вселенной, то инерция этой массы должна стремиться к нулю».

Утверждение подкреплено лишь ссылкой на «последовательную» теорию относительности без подтверждающих физических формул или результатов каких-либо расчетов. И потому для определения его истинности потребовалась проверка временем и созданием теории инерции на достаточно достоверном уровне с добротным математическим основанием.

А пока такая теория отсутствовала, в отношении инерции в науке сложилось свое понимание проблемы. Она для физики оказалась столь сложной, что знания о силах инерции почти не изменились со времен Ньютона. Их происхождение всегда было наиболее темным вопросом в теории частиц и полей. И все это при том, что в классической механике и других разделах физики определение сущности инерции до сих пор является одной из жгучих проблем современной науки, требующей первоочередного исследования [2].

Инерцию оценивают как одно из самых, пожалуй, загадочных явлений мира, поскольку не известно как она возникает, где ее источники и почему она такая, какая есть.

Существуют и вполне очевидные различия между силами инерции и, например, гравитационными, упругими и силами трения, которые обусловлены воздействием на тело со стороны других тел. Потому считается, что силу инерции, нельзя ставить в один ряд с этими силами. Кроме того, гравитационные силы являются потенциальными по своей природе и ослабевают по мере удаления от подвергающихся

гравитации тел. Силы же инерции не потенциальные и не зависят от каких-либо расстояний. На этом основании их следует признать разными по своей природе и даже фиктивными [3,4] и они должны быть разделены. Насколько все это обоснованно, на самом деле, может определить только все та же выделенная теория инерции, при условии обладания ею требуемым уровнем достоверности.

Проявления инерции в быту давно и хорошо известны, особенно в настоящее время в среде автомобилистов и пассажиров метро по вполне понятным причинам. А научный к ним интерес появился уже в XVII веке в трудах Г.Галилея, Р.Декарта и И.Ньютона. Двое первых практически одновременно раскрыли принцип инерции: «Тела, не испытывающие воздействия сил движутся равномерно и прямолинейно». Последний же, спустя несколько десятилетий, дал уже и формулировку закона инерции, включив его в число основных законов физики в качестве I закона механики (закона инерции): «Если на тело не действуют другие тела, то оно находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения».

Формулировка, правда, не содержала в себе понятия инерции и еще не менее важного в механике понятия системы отсчета [4]. Последнее требуется и в наиболее строгой формулировке закона инерции, которая гласит: «Существуют такие системы отсчета, относительно которых тело при отсутствии к нему внешних воздействий (или при их взаимной компенсации) сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения».

Сегодня понятие инерции, вытекающее из этого закона, определяют как способность объектов сохранять скорость постоянной (хотя бы на некоторое время). В наше время сформулировали и понятие инерциальной системы отсчета: «Инерциальной является такая система отсчета, относительно которой свободные тела движутся с постоянной скоростью или покоятся». Однако причинная суть инерции и истинная роль инерциальных систем при этом не прояснились.

В современной механике утверждается, что предположение о существовании хотя бы одной инерциальной системы отсчета (ИСО) в изотропном пространстве приводит к выводу о существовании бесконечного множества таких эквивалентных си-

стем. А с другой стороны, если ИСО существуют, то пространство будет однородным и изотропным, а время однородным, что естественно является неотъемлемым для любой из них.

Согласно известной теореме Нетер однородность Пространства дает закон сохранения импульса, изотропия приводит к сохранению момента импульса, а однородность времени дает сохранение энергии движущегося тела.

Вместе с этим имеется научное обоснование того положения, что наличие изотропии во всех точках Пространства ведет к автоматической однородности его свойств [5].

Абсолютно инерциальные системы представляют собой некую математическую абстракцию, реально в Природе не существующую.

Однако, с разной степенью точности и в зависимости от области использования инерциальными системами можно считать системы отсчета, связанные с Землей, Солнцем или неподвижные относительно звезд.

Касаясь эквивалентности ИСО, академик В.Фок в свое время имел принципиальную дискуссию с А.Эйнштейном, настаивая на наличии привилегированной, фактически неподвижной ИСО, и на необходимости материализации каждой из них, полагая, что при этом им должна быть обеспечена достаточная массивность. Без этого всякое соглашение о выборе ИСО в том или ином качестве теряет смысл [6].

Эйнштейн остался при своем мнении, считая что для перехода из одной ИСО в другую вполне достаточно изменения координатной системы путем использования той или иной конкретной группы преобразования координат, без предлагаемых Фоком «излишеств».

Следует еще отметить, что в своей книге «Новый взгляд на теорию относительности» [7] творец теории твердого тела Л.Бриллюэн по ряду соображений также утверждал о необходимости материализации ИСО и желательности ее большой массивности. Ниже станет очевидным насколько верными оказались эти фактически интуитивные требования по материализации ИСО и Фока и Бриллюэна. Но отметим, что они уже получили свое отражение в ныне существующем определении для системы отсчета как совокупности тела отсчета, связанной с ним системы координат и системы отсчета времени, по отношению к которым рассматривается движение (или равновесие) каких либо материальных точек или тел.

В соответствии с принципом относительности Галилея существует равноправие (эквивалентность) всех инерциальных (попросту говоря, свободно движущихся) систем отсчета в отношении механических явлений. К настоящему моменту принцип относительности официально расширен до формулировки: «в любой из реально существующих инерциальных систем отсчета имеет место инвариантность всех законов Природы».

Все вышеизложенное, имея отношение к инерции, ни коим образом не помогает раскрытию сущности этого феномена Природы, особенно в условиях некомпенсированного присутствия гравитации. Последняя же, не имея пока что общепризнанной теории, достаточно хорошо раскрыта эмпирически по

средством использования Формулы Всемирного Тяготения И.Ньютона. В его теории гравитации с каждым массивным телом сопряжено силовое поле притяжения к этому телу, называемое гравитационным.

Формула позволила определить существование таких характеристик поля гравитации как его напряженность и потенциал с учетом их размерностей, что позволило производить и соответствующие расчеты. Но физическая структура поля и детальный механизм реализации законов механики продолжают оставаться, тем не менее, до сих пор неизвестными.

Сформулированы и определения для этих характеристик поля, которое в силу его изотропии оказывается по своей форме консервативным, т.е. потенциальным.

Вектор напряженности силового поля в любой его точке является отношением величины действующей там силы на точечную массу к величине этой массы. Потенциал является величиной, численно равной работе, совершаемой полем на перемещение тела единичной массы из данной точки на бесконечность. Размерность первого в системе единиц СИ выражается в ньютонах на килограмм [Н/кг], второго в джоулях на килограмм [Дж/кг].

Написанное в скалярной форме выражение Формулы Всемирного Тяготения

$$F[H] = -G \frac{Mm}{r^2} \quad [кг \cdot \frac{м}{сек^2}] \quad (1)$$

применимо для поочередного использования с двумя одинаковыми сферическими координатными системами, начала которых находятся в точках расположения масс материальных тел M и m . В обеих системах вектор силы гравитации направлен по прямой между массами, т.е. по радиальной координате ρ в сторону ее начала (по направлению к массе).

Посредством использования этого выражения (1) оказывается несложным определение характеристик каждого из силовых полей, сопряженного с соответствующей массой. При этом напряженность поля G определяется путем простейшего преобразования (1) к виду

$$F_1/m = G_1(\rho) = -G \frac{M}{\rho^2}, \quad (2) \quad F_2/M = G_2(\rho) = -G \frac{m}{\rho^2}. \quad (3)$$

Потенциал же U , в соответствии с данным ему определением, может быть найден путем вычисления величины работы как интеграла от произведения $F\rho$ по координате ρ в интервале от текущего ее значения до бесконечности, где потенциал полагается равным нулю. Это дает следующие выражения $U_1(\rho) = -G \frac{M}{\rho}$, (4) $U_2(\rho) = -G \frac{m}{\rho}$. (5)

При этом сила притяжения, действующая на материальное точечное или сферической формы тело указанной массы, связана с потенциалом поля, сопряженного с другой массой, формулой

$$-F_2(\rho) = -m * \text{grad}(U_1(\rho)) = -m \frac{\partial U_1}{\partial \rho} = -U_1/\rho. \quad (6)$$

Таким образом имеются характеристики напряженности и потенциала двух силовых полей, сопряженных каждое со своим материальным телом и зависящих только от его массы. В итоге в рассматриваемой ситуации определилось, что одновременно имеются две материализованных ИСО, каждая, как полагается, со своей координатной системой и своим

сопряженным силовым полем. В каждом напряженности и потенциал распределены в пространстве в форме сфер для любого их конкретного значения с центром в начале координат, где расположено материальное тело, образующее ИСО. И здесь особенно важно подчеркнуть, что эти распределения стационарны, не зависят от времени, оставаясь однозначно определенными для данного значения массы навсегда.

Движение тел в окружении сопряженных с ними силовых полей, при отсутствии на них силового воздействия в той или иной форме, происходит в Пространстве с постоянной скоростью в любом направлении при сохранении телами их центрального положения в своих неизменных полях. Обе ИСО, одновременно находятся в одном и том же Пространстве, но являются фактически выделенными из него субпространствами с собственными пространственными метриками, будучи взаимно транспарентными или прозрачными в соответствии с принципом суперпозиции. Пространственные метрики в них физически представлены не чем иным как пространственным распределением потенциалов и являются изотропными (как требуется). При этом оба материальных тела находятся одновременно и в общем Пространстве и в обеих ИСО, собственной инерциальной и чужой, в которой испытывают на себе ее гравитационное воздействие.

Физическая же причина сохранения скорости ИСО неизменной требует своего определения (раскрытия) и она заключается в следующем.

При отсутствии явного стороннего воздействия внешней силы в сопряженном поле не исключено появление флуктуаций его напряженности или потенциала, которые безусловно связаны между собой. Появляется, отнесенная к единичной массе, сила флуктуации $\partial F = \partial G$, вместе с некоторым, определяемым ею, ускорением и нарушением постоянства скорости. Это сила, смещающая тело из центра поля по радиальной координате на бесконечно малую величину $\partial \rho$, совершает при этом работу ∂W , равную приращению потенциала ∂U , т.е. $\partial F \partial \rho = \partial W = \partial U$. Отнесенное к смещению $\partial \rho$ (направленному в положительную сторону), оно дает величину положительной напряженности поля с обратным знаком, т.е. его приращение, равное исходной силе флуктуации, но с обратным знаком $\partial U / \partial \rho = -\partial G = -\partial F$. Эта сила возникает уже при образовании пренебрежительно малого сдвига $\partial \rho$, т.е. одновременно с появлением флуктуации и полностью компенсирует ее силовое проявление. Именно в этом и заключается физический механизм инерции, фактически имеющих в наличии подобие 100% отрицательной обратной связи.

Благодаря сферической симметрии сопряженного поля оно остается неизменным и вне зависимости от направления равномерного движения сопровождаемого материального тела, которое (направление), как будет показано, может плавно изменяться при сохранении мгновенного значения линейной скорости.

Таким образом сопряженные поля, благодаря физическому механизму инерции оказываются фундаментально стационарными, т.е. неизменными (постоянными и не зависящими от времени) и сохраня-

ющими скорость подобной же. А разве не то же самое фактически утверждается Формулой Всемирного Тяготения, свободной от временной зависимости, на чем не акцентировалось внимание предшествующих толкователей и исследователей?

Иначе говоря, сопряженное силовое поля, двигаясь привязанным к неизменному материальному телу, само остается всегда также неизменным (стационарным) и определенным во всем собственном субпространстве ИСО. Оно приносит гравитационную силу требуемой величины в расчетную по расстоянию точку, где находится подвергающееся гравитации тело массы M , именно в тот момент времени, когда привязанное к полю движущееся тело массы m окажется именно на этом расстоянии. Отсюда и такое непонятное для физиков мгновенно действие поля гравитации, и по ныне считающееся невозможным.

По-иному проявляет себя инерция в случае воздействия на любое массивное тело силы F' стороннего происхождения, которая создает ускорение a и двигает тело по направлению координаты ρ от центра в положительном направлении. При этом совершается отнесенная к единичной массе работа $A = F' \rho / m$ с затратой энергии W , равной по величине возрастающему пропорционально ρ потенциалу $U(\rho)$. Отношение приращений этих величин в точке нахождения тела, взятое с обратным знаком, определяет там напряженность поля, т.е.

$$\frac{\partial U}{\partial \rho} = -(F'/m) \partial \rho / \partial \rho = -F'/m = G(\rho), \quad (7)$$

что с учетом величины массы m определяет и величину отрицательной противодействующей инерционной силы

$$G(\rho)m = -F'. \quad (8)$$

Сила эта приложена к движущемуся с ускорением телу массы m , как и сторонняя, равная ей по величине, что уравнивает действие с противодействием, обеспечивая стабильность ускоренного движения с сохраняющейся постоянной величиной его ускорения a . На этом основан известный принцип Д'Аламбера, применяемый в теоретической механике в расчетах, связанных с динамическими процессами.

Таков, в общих чертах, механизм инерции, оказавшийся на удивление простым и понятным. Вместе с гравитацией он реализуют законы движения космических объектов по криволинейным траекториям (орбитам), при сохранении, как оказывается, их линейных скоростей по компонентно постоянными по величине. При этом в процессе такой реализации «участвуют» оба рассматриваемых поля, одно, поддерживая неизменность величины мгновенной скорости $V_L = \sqrt{a \cdot r}$, а другое, обеспечивая посредством гравитационной силы (ускорения $a = F/m$) требуемое в данный момент направление движения. Это можно показать на примере обращения Луны (условно масса m) вокруг Земли (условно масса M) по круговой орбите в качестве первого приближения при условии учета при рассмотрении только этих указанных факторов.

Упорядоченное движение массы m в гравитационном поле (ИСО) массы M может происходить только при условии, что его направление оказывается перпендикулярным к линии (радиусу) между

массами. Любое другое является для массы m губительным и связанным с неизбежным падением на поверхность массы M под воздействием ее силы тяготения, если скорость не превышает первую космическую для этой массы. Если же такое превышение имеет место, то должна присутствовать составляющая скорости, направленная в любую сторону от массы M , как и другая, перпендикулярная к направлению на M .

Можно считать, что в поле (ИСО) массы M движущаяся масса m всегда может делать это только с постоянной по величине скоростью, двигаясь в перпендикулярном направлении к радиусу на массу M , которая считается в этом случае неподвижной. Там же по направлению радиуса ρ в сторону массы M действует сила ее тяготения на массу m , обеспечивая обратно пропорциональное ей (т.е. m) ускорение a , в ту же сторону направленное. Оно в каждый момент времени корректирует направление движения, поддерживая его перпендикулярным к направлению на M .

Сочетание же этих двух факторов (движение с постоянной скоростью и перпендикулярно к ней направленное ускорение), согласно закону теоретической механики, является признаком наличия равномерного вращательного движения массы m по круговой траектории с центром в точке расположения массы M . Иначе говоря, в поле (ИСО) массы M масса m , окруженная своим стационарным сопряженным полем, движется вместе со своей инерциальной системой со скоростью V_L постоянной по величине, но плавно изменяющейся по направлению, т.е. исключительно по инерции. При том согласно упомянутому закону теоретической механики величина этой скорости соответствует выражению

$$\dot{V}I = a\rho, \quad \text{где } a = G_e M / \rho^2 \text{ и } \dot{V}I = G_e M / \rho = U(\rho), \quad (9)$$

т.е. скорость V_L равна корню квадратному из потенциала поля, сопряженного с массой M в точке расположения массы m . В случае, если бы гравитационной силы не было или она была бы как-то скомпенсирована, движение оставалось бы прямолинейным.

Конкретные параметры движения Луны по кольцевой орбите вокруг Земли могут быть определены исходя из данных по величинам масс M и m , а также расстояния ρ между ними.

Масса Земли $M = 5,98 \cdot 10^{24}$ кг, где $n = 24$, а масса Луны $= 73,8 \cdot 10^{21}$ кг, где $n = 21$. Расстояние Луны от Земли составляет $3,84 \cdot 10^8$ м, где $n = 6$. Эмпирически определенная гравитационная постоянная составляет $G_e = 6,67259 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$

[$\text{м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$]. Таким образом скорость движения Луны по условной круговой орбите должна составлять $(6,67259 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} / (3,84 \cdot 10^8)^2)^{1/2}$ м.

По астрономическим данным орбитальная скорость Луны по ее реально существующей эллиптической орбите составляет в среднем величину в $1,023$ км/сек.

И здесь же следует отметить, что эллиптическая траектория является типичной для движения тел по замкнутым орбитам. Траекториями для не замкнутых орбит являются параболическая и гиперболиче-

ская кривые, которые вместе с эллипсом и окружностью, образуют семейство кривых, обладающих рядом одинаковых характеристик [8].

В полярной системе координат с центром в точке расположения материального тела M уравнение для этих кривых одно и то же, а именно $r = \rho / (1 + e \cos \phi) = a(1 - e^2) / (1 + e \cos \phi)$, где r – радиус-вектор к массе m , ϕ – угловая координата, a и b – большая и малая полуоси эллипса, $p = a(1 - e^2)$ – фокальный полупараметр орбитальной кривой, e – параметр, называемый эксцентриситетом и определяемый отношением расстояния от центра эллипса до центра системы координат к большой полуоси a . Существует и другое выражение для эксцентриситета в декартовой системе координат, где вертикальная координата $y = e = \sqrt{(aI^2 + bI^2)} / a$. И именно величина параметра e , заданного в пределах от 0 до 1 , определяет конкретный вид кривой. У окружности $e = 0$, у эллипса $0 < e < 1$, у параболы $e = 1$ и у гиперболы $e > 1$.

В [8] доказано, что скорость на криволинейной орбите для любого из рассматриваемых видов, кроме кольцевой, может быть разложенной на две компоненты, постоянные по величине. Одна компонента V_L перпендикулярна радиусу-вектору и, таким образом, плавно изменяется по направлению. Другая компонента $\dot{V}I$ перпендикулярна большой оси орбиты и оказывается постоянной как по величине, так и по направлению.

Величины обеих этих компонент определены через параметры орбиты из выражений по виду одинаковых для любой из орбит, а именно

$$V_L = h / \rho \quad (10) \quad \dot{V}I = eh / \rho, \quad (11)$$

где $h = rI \cdot \dot{\phi}$ – постоянная по величине, удвоенная секторальная скорость заметания площади орбиты радиусом-вектором r , $\dot{\phi}$ – производная от угловой координаты по времени t (скорость ее изменения по времени). Параметр h для эллиптической орбиты по определению вычисляется по формуле $h = 2\pi ab / T$, где πab – площадь эллипса, а T – время периода обращения тела по орбите.

Формулы для h являются математическим выражением второго закона Кеплера, эмпирически им установленного на базе астрономических наблюдений. Ныне он подтвержден математически, путем решения соответствующих уравнений теоретической механики [8], из которых параметр $h = r^2 \dot{\phi} / dt$ – постоянный вектор, интеграл кинетического момента, имеющий неизменную величину и направление при всех значениях t . При этом движение одного тела относительно другого совершается в плоскости, определяемой направлением h .

Происхождение первой компоненты орбитальной скорости для любой из них одинаково и рассмотрено для случая кольцевой орбиты. Своим направлением она обязана наличию гравитационного взаимодействия между рассматриваемыми массами. Соответствующее ей движение массы m происходит в поле (ИСО) массы M , которое осуществляет непрерывную коррекцию его направления до перпендикулярного к радиусу-вектору.

Наличие же второй вызвано, по предположению, одной и той же причиной для замкнутой эллиптической орбиты и двух разомкнутых, «гостевых». Кольцевая орбита, соответствующая одиночному грави-

тационному воздействию на массу m со стороны M , превращается в эллиптическую при наличии второго аналогичного и соизмеримого по силе воздействия. Для случая рассмотрения эллиптической орбиты Земли вокруг Солнца этим вторым источником гравитационного воздействия на Землю может являться только вся наша галактика в совокупности, на периферии которой наша солнечная система находится. По направлению это воздействие должно исходить из центра галактики и направление скорости, обязанное ему своим существованием, должно быть перпендикулярным к направлению на этот центр, совпадающему с главной осью орбиты вокруг M . Это постоянная по величине скорость движения по кругу очень большого радиуса, т.е. практически прямолинейная, происходящая в ИСО нашей галактики. Все это справедливо только в первом приближении, т.к. фактическая картина должна учитывать указанное гравитационное воздействие не на m , но всегда на центр масс m и M .

Наличие второй постоянной компоненты орбитальной скорости по разомкнутым орбитам естественно для тел, у которых она превышает I или II космические для массы M . Это скорость движения m по инерции в направлении перпендикулярном главной оси разомкнутой орбиты вокруг M , происходящего, по предположению, по упомянутой круговой галактической орбите в ИСО галактики, практически прямолинейно.

Инерциальное регулирование постоянства скорости движения массы m происходит по компонентно, потому что осуществляется разными полями, т.е. в

разных ИСО, и не касается суммарной линейной скорости по орбите, с инерцией не связанной.

Подводя итоги изложенного необходимо отметить следующее:

1 – Природа инерции не имеет прямого отношения ко всему материальному наполнению Вселенной и преимущественно локальна по характеру;

2 – Материализация ИСО есть обязательное условие ее функциональности,

требуемое для реального ее транспарентного физического выделения из общего Пространства с образованием собственной независимой пространственной метрики;

3 – Физическое воплощение этой метрики в выделяемом пространстве в форме транспарентного пространственного распределения потенциала позволяет полагать, что и в основном пространстве соответствующая метрика имеет такое же по природе воплощение, т.е. посредством изотропных (сферических) и однородных полей;

4 – Одновременное функционирование массы m в рассмотренных силовых процессах как гравитационных, так и инерционных безусловно доказывает ее тождественность в обоих из них.

5 – Все вышеизложенное позволяет утверждать, что все упорядоченные движения космических объектов по их орбитам происходят с постоянными компонентными скоростями [8], т.е. исключительно по законам Инерции и без затрат энергии, а вся эта механическая система в целом есть осуществленный Природой «Вечный двигатель», по принципу для человеческого создания недостижимый.

Литература.

1. С.Э.Хайкин «Механика», ОГИЗ, Гостехиздат, 1971 г.
2. А.Н.Панченков «Инерция», самиздат, 2004 г.
3. Н.В.Гулиа «Инерция», Изд. Наука, М. 1982 г.
4. А.Ю.Ишлинский «Класс. механика и силы инерции», Изд. Наука 1987 г.
5. Ч.Мизнер, К.Торн, Дж.Уилер «Гравитация», 3 тома, Изд. Мир, 1973 г.
6. Академик В.А.Фок, «Теория Эйнштейна и физическая относительность» IX серия - Физика и астрономия, вып. 4, 1967 г.
7. Л.Бриллюэн «Новый взгляд на теорию относительности», Изд. Мир, М. 1972 г., Глава 4.
8. А.Е.Рой «Движение по орбитам», Изд. Мир, 1981, Глава 4.