Двигатель космолёта на эффекте гравитационного самоускорения

Путенихин П.В.
m55@mail.ru

Аннотация

Считается, что для разгона космического корабля до больших, вплоть до субсветовых скоростей необходимы значительные запасы топлива. Однако, ограниченность скорости распространения гравитации приводит к возникновению релятивистского эффекта гравитационного самоускорения, когда протяженный объект увеличивает скорость своего движения без приложения к нему внешней силы, так называемое, безопорное движение. И напротив, гравитационное ускорение становится невозможным, если скорость распространения гравитации бесконечна. Статья опубликована в Электронном периодическом рецензируемом научном журнале «SCI - ARTICLE.RU», No29 (январь) 2016

Ключевые слова: скорость гравитации; гравитационный потенциал; космический корабль; безопорное движение

Что произойдёт, если Солнце исчезнет и вновь появится

В фильмах для демонстрации второго постулата теории часто приводится такой красочный эпизод. Что произойдёт, если Солнце вдруг исчезнет? Утверждается, что Земля «почувствует» исчезновение Солнца не мгновенно, а только через 8 минут, и лишь после этого прекратит вращательное движение и будет двигаться по прямой. Это связано с тем, что гравитационной воздействие распространяется в пространстве как и фотоны – со скоростью света. Поэтому при исчезновении Солнца, это гравитационное воздействие также не исчезнет мгновенно, а будет удаляться от точки, где было Солнце, в бесконечность со скоростью света, поочерёдно «освобождая» от своего влияния все планеты солнечной системы.

Что при этом, собственно говоря, движется в пространстве, «отключая» притяжение планет? Очевидно, это своеобразный «фронт» гравитационного потенциала. Напротив, если затем Солнце вновь мгновенно окажется, возникнет на своём прежнем месте, то также возникнет новый фронт гравитационного потенциала, который вновь пробежит от Солнца на бесконечность, вновь «захватывая» своим воздействием планеты одну за другой. То есть, в этом гипотетическом примере в пространстве «пробежит» своеобразный провал гравитационного потенциала.

Сразу же возникает новый вопрос, а как будет изменяться этот гравитационный потенциал, если Солнце просто начнёт удаляться от места своего первоначального положения? Или, наоборот, Солнце придёт в эту точку с некоторой скоростью из бесконечности? Можно догадаться, что в случае движения Солнца со скоростью света мы получим точно такой же эффект, как и при его мгновенном исчезновении-появлении. А что будет в случае конечной скорости движения Солнца?

Рассмотрим последовательные, «скачкообразные» положения Солнца в процессе этого движения. Пусть движение началось из крайнего правого положения на рисунке 1. Солнце скачкообразно переместилось влево на некоторое расстояние. В этом и во всех случаях «промежуточных остановок» Солнца его гравитационный потенциал должен быть распределён в пространстве, как показано на рисунке черной линией. Красная линия изображает прежнее значение гравитационного поля Солнца, когда оно находилось в той точке. Очевидно, что мгновенный «отскок» Солнца приведёт к тому, что у «красного» гравитационного потенциала пропадает его источник, и он сразу же начинает спадать до нуля. Но мы приняли, что второй постулат СТО справедлив также и для гравитации, скорость распространения которой не может быть больше скорости света. Поэтому край зоны, в которой гравитационный потенциал спадает до нуля, будет двигаться в бесконечность со скоростью света.

С другой стороны, Солнце ведь не исчезло совсем, а просто переместилось. Поэтому гравитационный потенциал от него также со скоростью света будет распространяться вслед за исчезающим потенциалом предыдущего положения. Из этого прямо следует, что в каждой точке пространства потенциал не будет спадать до нуля – он будет спадать до значения потенциала, вызванного новым положением Солонца.

На рисунке Солнце изображено в виде маленькой красной точки, в которой сосредоточена вся его масса. С каждым новым «скачком» Солнца влево, «оставленный» им гравитационный потенциал сразу же начинает спадать до нуля, и фронт этого падения движется вправо со скоростью света. Каждый новый «график» гравитационного потенциала будет подменять собой предыдущий, сформированный предыдущим положением Солнца.

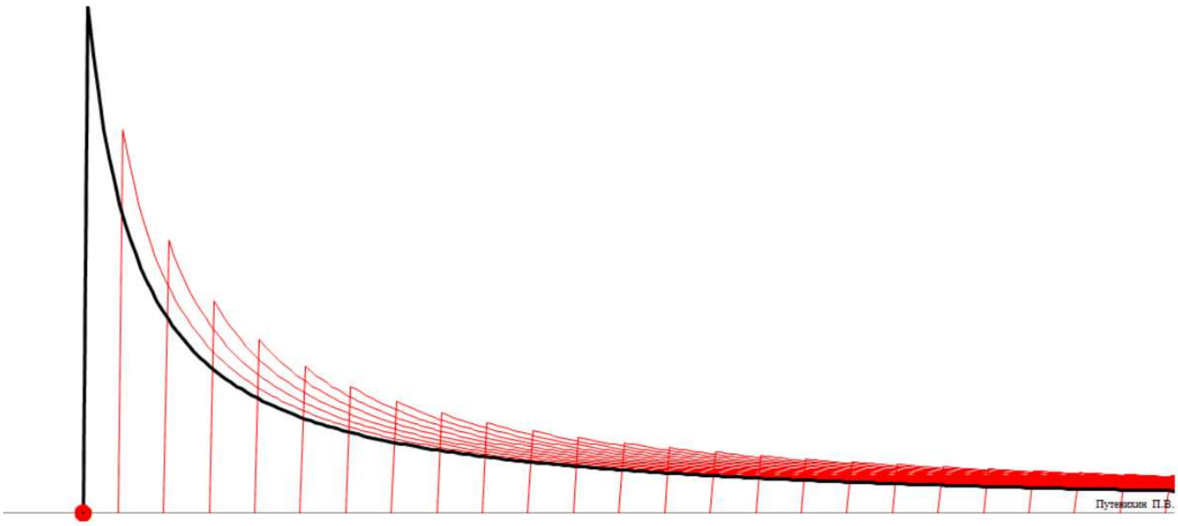

Рис.1 Изменение гравитационного потенциала при скачкообразном движении Солнца

Можно догадаться, что каждое изменение потенциала будет происходить в зависимости как от скорости распространения потенциала – скорости света, так и от скорости, с какой Солнце удаляется от исходного положения. То есть, о новом положении Солнца в каждой точке пространства будет известно не сразу, а через время, необходимое, чтобы это изменение достигло этой точки. Получается, что изменение потенциала, его «движение» будет происходить со скоростью удаления Солнца, но при этом с некоторой задержкой, связанной с ограниченной скоростью его распространения – скоростью света.

На рисунке, как видим, вследствие этого возник такой пилообразный контур потенциала. Если сделать скачки бесконечно малыми, что ширина «зубьев» пилы уменьшится до нуля, и контур её станет плавной кривой. Хорошо заметно, что этот контур в пространстве оказывается смещённым по отношению к графику гравитационного потенциала. В реальности это будет выглядеть так, будто гравитационный потенциал Солнца как бы «вытянут» в пространстве, он явно «отстаёт» от своего источника – Солнца:

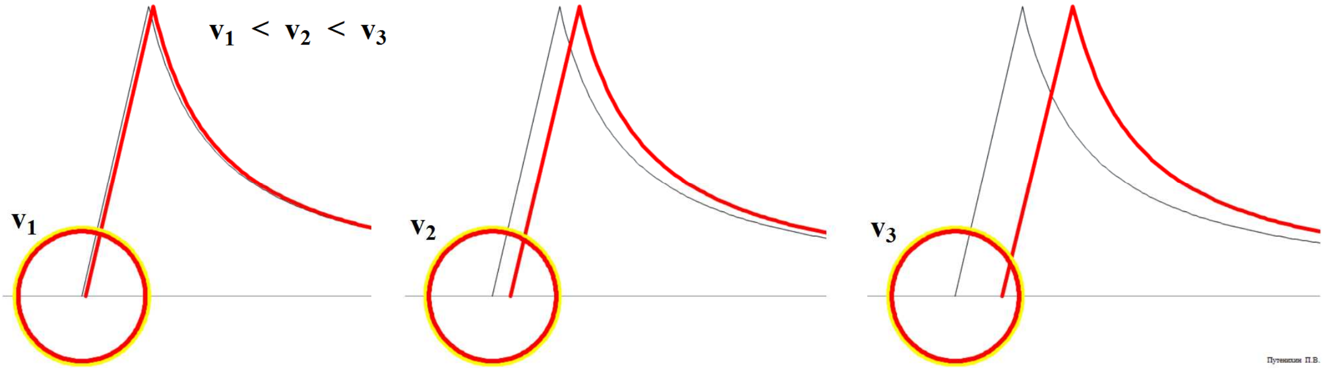

Рис.2 При плавном движении Солнца его гравитационный потенциал «вытягивается» в пространстве, отстаёт от своего источника.

Вблизи от удаляющегося Солнца потенциал снижается практически мгновенно, поскольку столь короткое расстояние фронт проходит очень быстро. Чем дальше точка от Солнца, тем позднее в неё придёт фронт изменившегося потенциала. Кроме того на момент его прихода Солнце уже переместится в новую точку, что и выглядит как «вытягивание» потенциала. Чем точка дальше, тем сильнее в ней потенциал отстаёт от уровня, соответствующего неподвижному Солнцу: по горизонтали точки равного потенциала отстоят на всё большем расстоянии при удалении от него. Это отставание также возрастает с увеличением скорости движения гравитирующего тела, как показано на предыдущем рисунке, напоминающем детский самокат без заднего колеса. На начальном этапе движения скорость велика и отставание гравитационного потенциала движущегося тела от потенциала покоящегося также велико. По мере снижения скорости движения тела отставание уменьшается и становится равным нулю при остановке тела.

Безопорное движение

Такое «вытягивание» потенциала, зависящего от скорости удаления Солнца, наводит на интересную мысль. А что, если «получатель потенциала», скажем, измерительный прибор не покоится, а тоже движется со скоростью Солнца? При неподвижных Солнце и приборе всё ясно: потенциал всегда один и тот же. Но при движении Солнца потенциал не просто движется за ним, а немного отстаёт, что приводит к его своеобразному «вытягиванию», «растяжению», запаздыванию. Если измерительный прибор находится на фиксированном расстоянии от Солнца, двигаясь с точно такой же скоростью, что и оно, то он, тем не менее, должен зафиксировать изменение потенциала. Причём очевидно, что прибор будет фиксировать увеличение этого потенциала.

Поскольку скорость объектов одна и та же, им можно назначить одну и ту же систему отсчета и даже связать их неким условным стержнем. Поскольку стержнем соединиться с Солнцем нельзя, рассмотрим другой объект. Пусть два точечных тела равной массы m соединены твёрдым невесомым стержнем длиной r. Если эта система изначально находится в прямолинейном равномерном движении вдоль своей оси, то, как мы обнаружили в примере с Солнцем, на заднюю массу будет действовать дополнительная сила притяжения от головной точки по сравнению с состоянием покоя. А это непосредственно означает, что эта сила не будет уравновешена силой упругого сжатия стержня и приведёт эту массу в ускоренное движение.

Но, можно возразить, такая же сила, вероятно, действует и на головную массу, тормозя систему? Нет! Для головной массы действует эффект в точности противоположный. Гравитационный потенциал ведомой массы отстаёт от ведущей, поэтому ведущая масса оказывается под воздействием уменьшенной силы от притяжения ведомой. Поэтому она так же не будет уравновешена силой сжатия стержня, и стержень будет толкать эту массу вперёд.

Рис.3. Массы на концах движущегося стрежня испытывают неуравновешенную силу, превышающую силу их гравитационного притяжения в состоянии покоя.

Выходит, что стержень под воздействием этих неожиданных сил начнёт ускоряться. Причём, из состояния покоя стержень сам в движение не придёт, ему необходимо дать некоторую начальную скорость вдоль его оси.

Конечно, можно возразить: дополнительная сила притяжения просто сожмёт стержень, и он станет короче. Но этого не может произойти. Деформация отстающего конца стержня постепенно (не быстрее скорости света) передастся на его передний край, конец стержня будет стремиться переместиться вперёд. Этому будет препятствовать ведущая масса. За счёт чего? Сила притяжения этой массы от отстающего тела всегда меньше той, что соответствует исходной, «несжатой» длине стержня, поскольку для ведущей массы расстояние до ведомой «кажется» более длинным. Поэтому в ведущей, передней по движению массы не появится дополнительной силы, чтобы компенсировать возросшую силу давления от связующего стержня.

Давайте оценим величину этих сил и возникшего от их действия ускорения. В состоянии покоя массы притягиваются с силой согласно закону Ньютона:

$$F = G\frac{m^2}{r^2}$$

где

F – сила притяжения точечных масс;

m – массы на концах стержня;

r – длина стержня;

G – гравитационная постоянная.

Путь стержень движется со скоростью $\boldsymbol{v}$ вдоль своей оси. За некоторый момент времени ведущая масса переместится из точки $\boldsymbol{a}$ в точку $\boldsymbol{a'}$, а ведомая – из точки $\boldsymbol{b}$ в точку $\boldsymbol{b'}$. Из точки $\boldsymbol{a'}$ гравитационный потенциал ведущей массы начал создавать обновленные значения поля в направлении ведомой массы со скоростью света – $\boldsymbol{c}$. До того момента, когда фронт прибудет в точку $\boldsymbol{b'}$, там «действует» прежнее, большее значение потенциала.

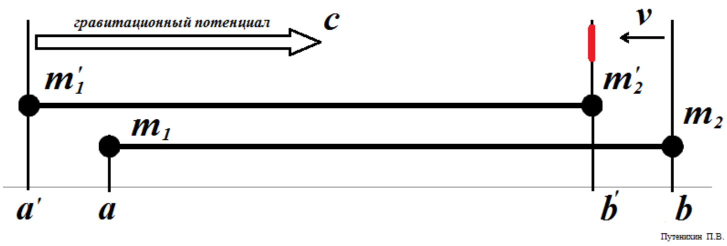

Рис.4. Масса в конце движущегося стрежня испытывают силу, как если бы длина стержня была меньше исходной

Ведомая масса движется навстречу этому фронту со скоростью $\boldsymbol{v}$, находясь в поле с последним значением потенциала. Поскольку на начало движения расстояние между массами было равно $\boldsymbol{r}$, фронт от ведущей массы встретится с ведомой массой в точке, отмеченной красной чертой, через время $\boldsymbol{t = r / (c + v)}$. За это время ведомая масса приблизится к точке, из которой началось движение фронта нового значения потенциала, на расстояние $\boldsymbol{b - b' = r_1 = vt = rv / (c + v)}$. Следовательно, ведомая масса окажется в точке с потенциалом, соответствующим этому изменённому расстоянию

$$r_2 = r - r_1 = r - \frac{rv}{c+v} = r \times \left(1 - \frac{v}{c+v}\right)$$

В дальнейших расчетах будем скорость движения стержня измерять в долях от скорости света $\boldsymbol{v = kc}$, назвав для наглядности эту безразмерную величину $\boldsymbol{k}$ той же буквой $\boldsymbol{v}$, что и размерную скорость стержня:

$$r_2 = r \times \left(1 - \frac{kc}{c+kc}\right) = r \times \left(1 - \frac{k}{1+k}\right) = r \times \left(\frac{1+k-k}{1+k}\right) = \frac{r}{1+k} = \frac{r}{1+v}$$

Итак, мы видим, что при движении стержня массы m на его концах притягиваются с силой, которая соответствует уменьшенной длине стержня. Эта сила притяжения равна:

$$F_1 = G\frac{m^2}{r^2} \times (1+v)^2$$

Дополнительная сила, не уравновешенная сжатым связующим стержнем, таким образом, равна:

$$\Delta F = F_1 - F = G\frac{m^2}{r^2}\times(1+v)^2 - G\frac{m^2}{r^2} = G\frac{m^2}{r^2}(1+2v+v^2-1) = Gv(1+v)\frac{m^2}{r^2}$$

Сила эта, следовательно, приводит к ускоренному движению ведомой массы с ускорением:

$$a = \frac{\Delta F}{m} = G\frac{m}{r^2}v(1+v) \approx Gv\frac{m}{r^2}$$

Казалось бы, нам при вычислении ускорения следовало взять удвоенную массу, поскольку это и есть масса всего стержня. Но очевидно, что точно такая же сила действует и на ведущую массу, приводя её в точно такое же ускоренное движение, что, в конечном итоге, приведёт к полученному выражению.
Итак, мы обнаружили довольно странный эффект: к стержню не прикладывается никаких внешних сил, а он движется ускоренно! Причём эффект, имеющий строгое математическое обоснование. Такое движение явно выглядит как безопорное или, как его иногда называют, эфироопорное.

Парадокс? Нет!

Однако, строгие правила теории относительности требуют в обязательном порядке проверить выкладки и с точки зрения другой системы отсчета. И здесь нас, как может показаться, встречает неприятная неожиданность. Действительно, с точки зрения системы отсчета стержня, которая вроде бы должна считаться инерциальной, расстояние между массами неизменно, ничто не мешает гравитационному потенциалу, однажды распространившись, остаться неизменным навсегда. То есть, с точки зрения ИСО стержня исчезает причина для ускоренного движения. Налицо явные признаки парадокса: теория относительности для двух разных систем отсчета даёт два взаимоисключающих предсказания. В лабораторной, неподвижной системе отсчета мы вычислили ускорение, с которым, якобы, должен двигаться стержень с массами на конце, а в системе отсчета стержня мы не обнаружили никаких сил, способных привести стержень в ускоренное движение.

Однако, это кажущийся парадокс. Таких взаимоисключающих предсказаний специальная теория относительности не делает. Хотя бы потому, что она делает только одно предсказание: с точки зрения неподвижной, Земной системы отсчета. В этой ИСО мы и получили эффект ускоренного движения без приложения внешней силы.

А как же в системе отсчета стержня? Почему мы лишаем специальную теорию относительности права сделать не подходящее для нас предсказание? Дело в том, что на самом деле система отсчета стержня не является инерциальной. Неспроста я её всегда называл системой отсчета, без указания «инерциальная». Действительно, наблюдатель, находящийся на стержне легко обнаружит, что там действуют эквивалентные силы гравитации. Помимо сил гравитации, создаваемых массами на концах стержня. Все свободно висящие предметы будут постепенно перемещаться к ведомой массе. Если их принудительно переместить к ведущей, то они всё равно переместятся обратно – к ведомой. Если взять пружинный динамометр, то он обязательно вытянется вдоль стержня и будет показывать некоторую силу. Здесь мы оставляем без внимания тот факт, что дополнительная сила существенно меньше сил притяжения масс.

Ну, так и что с того? Мы здесь имеем некоторое подобие парадокса близнецов. Да, с точки зрения специальной теории относительности в системе отсчета стержня нет никаких сил, приводящих его в ускоренное движение. Но есть загадочная сила, не имеющая видимого источника. Для СТО нет никакой разницы – есть источник, нет источника – она обязана к своему предсказанию добавить эту гравитационную поправку. СТО не имеет права утверждать и не утверждает, что ускоренного движения нет. Ускоренное движение не анализируется здесь по правилам, законам специальной теории относительности, но это не означает, что другие законы не действуют.

Тем не менее, это, как говорится, не её, СТО, проблемы. Она сделала свои непротиворечивые предсказания, а почему одно из них не выполняется – не её проблема, ищите виновника. И кто же этот загадочный источник ускорения? Как ни странно, он всё-таки в недрах специальной теории относительности! Это второй постулат (принцип) теории. Прямым следствием из этого принципа является предельность скорости любого сигнала, в том числе и скорости распространения фронта гравитационного поля.

На самом деле никакого безопорного или эфироопорного движения в данном случае нет. Есть удивительный эффект возникновения разницы сил из-за того, что тянущая сила не успевает уменьшиться при удалении притягивающего тела. Притягивающее тело удалилось, и сила притяжения, казалось бы, должна уменьшиться. Но эффект снижения силы притяжения приходит к ведомому телу с опозданием и оно не знает, что источник силы удалился, поэтому «чувствует» увеличившуюся силу притяжения, как если бы оно и на самом деле приблизилось к неподвижному притягивающему телу.

Гравитационный двигатель космолета

Тот факт, что для ускорения тел не требуется внешних сил, позволяет попытаться использовать его для космических перелетов. Разумеется, ускоряющие силы чрезвычайно малы, но космические расстояния велики настолько, что длительность перелетов будет составлять многие годы. Поэтому за длительное время скорость может увеличиться до таких значений, которые, возможно, будут недостижимы для традиционных энергопотребляющих двигателей космолетов.

Оценим возможность достижения скоростей, приемлемых для космических перелетов за приемлемое время. Пусть космолёт представляет собой легкий стержень длиной 1 000 метров, на концах которого закреплены отсеки, массой 1 000 тонн каждый. С помощью обычных двигателей и гравитационных маневров разгоним этот космолёт до скорости 10 000 м/сек. Возникшее при этом начальное гравитационное самоускорение составит:

$$a = Gv\frac{m}{r^2} = G \times \frac{v}{c} \times \frac{m}{r^2} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{10`000}{299`792`458} \times \frac{1`000`000}{1`000^2} = 2{,}2 \times 10^{-15} м/сек^2$$

Это ускорение вызывает увеличение скорости космолёта. Для простоты произведём анализ этой скорости следующим образом. Пусть начальная скорость космолёта увеличивается каждую секунду на некоторую величину и составляет:

$$v_1 = v_0 + at = v_0 + Gv_0\frac{m}{r^2}t = v_0 + v_0kt = v_0(1+kt) = v_0(1+k)$$

Здесь мы заменили константой ***k*** неизменные параметры космолёта, а время отбросили, поскольку вычисляем изменения скорости каждую секунду. На первой секунде возрастание скорости происходило от начального значения $\boldsymbol{v_0}$ и соответствующего этой скорости ускорения. Во вторую секунду скорость возрастает от нового значения скорости $\boldsymbol{v_1}$:

$$v_2 = v_1 + v_1k = v_1(1+k) = v_0(1+k)^2$$

Соответственно, третье значение скорости составит:

$$v_3 = v_2 + v_2k = v_2(1+k) = v_0(1+k)^3$$

Таким образом, каждое последующее ***n***-ное значение скорости будет равно:

$$v_n = v_{n-1} + v_{n-1}k = v_{n-1}(1+k) = v_0(1+k)^n$$

В уравнении величина ***k<<1***, поэтому можно заменить это выражение приближенной формулой:

$$v_n = v_0(1+k)^n \approx v_0(1+kn)$$

Найдём отношение конечной и начальной скоростей, чтобы увидеть, насколько возросла скорость:

$$\frac{v_n}{v_0} = 1 + kn$$

Видим, что для удвоения скорости космолёта необходимо время, численно равное ***n = 1/k***. И здесь мы видим, что малость величины ***k*** требует очень длительного времени на разгон. Например, для принятых выше значений параметров космолета величина ***k*** равна:

$$k = G\frac{m}{r^2} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{1`000`000}{1`000^2} = 6{,}67 \times 10^{-11}$$

Следовательно, для удвоения скорости космолёта необходим почти миллиард секунд или:

$$n = \frac{1}{k} = 6{,}67 \times 10^{11} сек = \frac{6{,}67 \times 10^{11}}{3`600 \times 24 \times 365} \approx 21`150 лет$$

И это только для удвоения начальной скорости. Для того чтобы скорость возросла в 30`000 раз и приблизилась к скорости света, необходимо время почти в миллиард лет. Попробуем изменить параметры космолёта, чтобы сократить это время. Пусть космолёт имеет вид двух «бубликов» большого диаметра, соединённых лёгкими перемычками длиной 100 метров. Массу каждого из бубликов примем равной 100`000 тонн, что примерно в два раза больше массы океанского лайнера «Титаник». В этом случае величина константы ***k*** будет равна:

$$k = G\frac{m}{r^2} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{100`000`000}{1`00^2} = 6{,}67 \times 10^{-7}$$

Соответственно, время на удвоение скорости составит:

$$n = \frac{1}{k} = 6{,}67 \times 10^7 \, сек = \frac{6{,}67 \times 10^7}{3`600 \times 24 \times 365} \approx 2 года$$

Это заметно лучший показатель. Для достижения гравитационным самоускоряющимся «двигателем» скорости, близкой к скорости света, в рассмотренном случае понадобится около 60`000 лет. Увеличение массы космолёта в 1`000 раз, до 100`000`000 тонн на каждый «бублик» (примерно 2`000 «Титаников»), сократит этот срок до 60 лет. Космолёт должен двигаться вдоль центральной оси «бубликов», которые в процессе движения могут вращаться, чтобы создавать эффект искусственной силы тяжести в отсеках. Форма бубликов уменьшает торцевую поверхность космолёта и уменьшает опасность повреждения встречными космическими телами. Кроме того, передний бублик может иметь утолщенную поверхность.

Отметим, что в расчетах не учтены релятивистские эффекты сокращения размеров движущихся тел и увеличение их массы. Оба этих эффекта, как легко заметить, «работают» на увеличение эффективности двигателя. Действительно, чем выше скорость, тем больше масса притягивающихся масс двигателя и меньше расстояние между ними.

Понятно, что построить такой космолёт в космосе, а затем разогнать его до достаточно большой скорости в 10`000 м/сек – задача технически весьма трудная. Но в принципе разрешимая. В частности, в качестве связанных друг с другом «бубликов» можно использовать пойманные в космосе астероиды.

Очевидно, идея имеет хотя и реалистичный, но при этом совершенно фантастический вид, и представляет, скорее, теоретический интерес. Вместе с тем на фоне многомировой интерпретации квантовой механики Эверетта или мультиверса Линде эта идея не такая уж и неосуществимая. При этом заметим двойственность ситуации: либо скорость распространения гравитационного взаимодействия равна бесконечности и теория относительности ошибочна, либо неизбежно возникновение эффекта гравитационного самоускорения.

10.12.2015

Литература

1. Путенихин П.В., Двигатель космолёта на эффекте гравитационного

самоускорения, Электронный периодический рецензируемый научный журнал «SCI - ARTICLE.RU», No29 (январь) 2016, URL: http://sci-article.ru/number/01_2016.pdf с.36-48
2. Хаева В.П., Эффекты гравитации, 2008, URL: http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/9007.html

Зеркала:
http://samlib.ru/editors/p/putenihin_p_w/
https://cloud.mail.ru/public/8WpP/qeaUMAiGz
https://yadi.sk/d/EZg36rrKmJDwk
http://vixra.org/author/putenikhin_p_v