Анатолий Иванович Гринчик
e-mail: agrin@tut.by

Квантовая модель тяготения

Аннотация

Предлагается эфирная модель тяготения, раскрывающая механизм возникновения гравитационных сил с учетом конечной скорости взаимодействия массивных тел. Явление инерции объясняется взаимодействием движущихся тел с совокупной массой вселенной. Дается оценка скорости распространения гравитационного излучения.

Введение

В квантовой электродинамике взаимодействие между заряженными частицами осуществляется путем обмена фотонами: одна из взаимодействующих частиц испускает фотон, который, перемещаясь в пространстве с конечной скоростью, достигает другой взаимодействующей частицы и изменяет состояние ее движения. Заряженная частица непрерывно испускает и поглощает фотоны, которые и образуют, окружающее ее, электромагнитное поле. Энергия фотона W связана с частотой электромагнитного излучения ν:

$$W = h\nu,$$

где h - постоянная Планка. В свою очередь, частота электромагнитного излучения, регистрируемая приемником, зависит от относительного движения источника и приемника этого излучения. Следовательно, сила взаимодействия между заряженными частицами зависит от их относительной скорости.

Схожесть законов Кулона и всемирного тяготения заставляет думать, что аналогичным механизмом обладает и гравитационное взаимодействие: массивные тела обмениваются квантами гравитационной энергии, вследствие чего происходит их взаимное сближение. При этом скорость, приобретаемая каждым телом в результате взаимодействия, напрямую зависит от количества гравитационной энергии, поглощаемой им за единицу времени.

Рассмотрим систему, состоящую из двух одинаковых гравитационных источников, расположенных на некотором расстоянии друг от друга. Пробное тело, помещенное в середину отрезка, соединяющего данные источники, поглощает за единицу времени от каждого из них одно и то же количество гравитационной энергии

$$E = \frac{Q}{t},$$

где Q - энергия, поглощаемая пробным телом от каждого источника за время t. Результирующая сила тяготения в рассматриваемой точке системы равна нулю. Пробное тело сохраняет состояние покоя.

В случае же движения пробного тела со скоростью v через рассматриваемую точку системы, в сторону одного из источников, возникает неуравновешенная сила тяготения, так как в направлении своего движения пробное тело поглощает за единицу времени гравитационную энергию в количестве

$$E_1 = E\left(1+\frac{v}{u}\right),$$

а с противоположной стороны –

$$E_2 = E\left(1-\frac{v}{u}\right),$$

где u - скорость распространения гравитационной энергии.

Может ли эта, неуравновешенная сила тяготения, возникающая вследствие движения тел, являться причиной инерции?

Допустим, наше предположение соответствует действительности. Тогда необходимо признать, что любое движение, в том числе и равномерное, возможно только при наличии некоторой силы, приложенной к движущемуся телу. В рассмотренном выше примере пробное тело, перемещаясь в пространстве с постоянной скоростью v, за равные промежутки времени поглощает равные порции неуравновешенной гравитационной энергии

$$\Delta E = E_1 - E_2 = \frac{2vE}{u}.$$

Если эта энергия является единственной причиной движения тела, его скорость будет равна

$$v = \frac{2kvE}{u},$$

где k - коэффициент пропорциональности. Из последней формулы вытекает условие равномерного движения пробного тела для рассмотренного примера:

$$2kE = u.$$

Найденное условие может быть создано сразу для всех направлений в центре однородного по плотности шара. А если предположить, что радиус гравитационного взаимодействия имеет конечную величину R_G, то любую точку пространства можно считать центром такого шара. В этом случае движущееся тело взаимодействует только с той частью вселенной, которая расположена внутри сферы с радиусом R_G, окружающей данное тело.

Изложенные рассуждения привели к следующей модели гравитационного взаимодействия.

Основные определения

Многие попытки объяснить возникновение гравитационной силы механическим взаимодействием массивных тел с частицами эфира закончились неудачно. Основной недостаток подобного подхода - сопротивление эфира движущемуся телу, не наблюдаемое на опыте. Действительно, в направлении движения столкновения с частицами эфира всегда происходят чаще, чем в любом другом направлении, что и приводит к замедлению тела. Но если несколько иначе посмотреть на природу массивных тел, можно построить эфирную модель тяготения лишенную данного недостатка.

Наверное, всем приходилось видеть бегущие огни на елочной гирлянде. Последовательное включение и выключение лампочек создает полную иллюзию их перемещения. Представим, что движение массивных тел основано на том же принципе. То есть, массивные тела не движутся сквозь эфир, а они, собственно, сами и есть эфир, только в особом возбужденном состоянии.

Окружающее нас пространство заполнено *гравитационным эфиром* - неподвижной средой, являющейся проводником гравитационного излучения. Гравитационный эфир состоит из отдельных элементов, взаимодействующих друг с другом. Взаимодействие происходит путем передачи порции энергии, или, другими словами, гравитационного импульса от возбужденного элемента гравитационного эфира к невозбужденному элементу. Невозбужденный элемент, поглотивший гравитационный импульс, переходит в возбужденное состояние, а затем, передав этот импульс следующему элементу, возвращается в первоначальное состояние. При этом взаимодействующие элементы эфира остаются неподвижными друг относительно друга. Возбужденный элемент гравитационного эфира, окруженный со всех сторон такими же возбужденными элементами, остается в этом состоянии как угодно долго, так как два возбужденных элемента не могут обмениваться гравитационными импульсами. Именно такой механизм распространения гравитационной энергии соответствует принципу Гюйгенса.

Сферическая область гравитационного эфира, состоящая исключительно из возбужденных элементов, является наименьшей частицей массивных тел - *массоном* (рис. 1). Возбужденные и невозбужденные элементы гравитационного эфира изображены на рисунке, соответственно, черными и белыми точками. Масса любого тела определяется числом массонов, входящих в его состав.

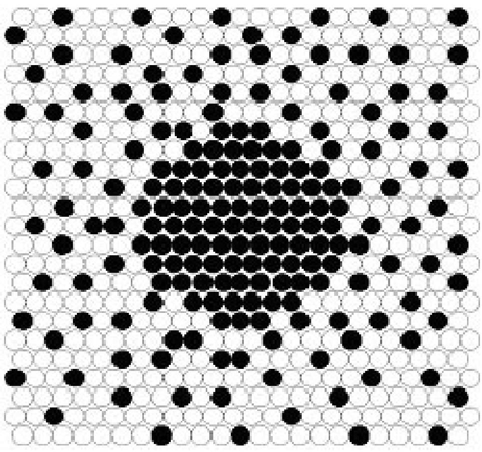


Рис. 1

К понятию элементарной частицы массы, массона, мы пришли из следующих соображений. Наглядно гравитационное поле может быть представлено в виде силовых линий, исходящих из источника. Тогда напряженность гравитационного поля, можно отождествить с числом силовых линий пресекающих единицу площади поверхности, расположенной перпендикулярно к силовым линиям. Мы знаем, что под действием сил гравитационного поля все тела приобретают ускорение, равное напряженности этого поля, несмотря на то, что все эти тела разные и пересекаются разным количеством силовых линий. Это становится возможным при условии, что любое тело состоит из одинаковых частиц фиксированного размера - массонов. Тогда масса тела будет определяться числом этих частиц, а его плотность - расстоянием между частицами. Каждый массон тела, помещенного в гравитационное поле, пересекается одинаковым количеством силовых линий. Поэтому все массоны, независимо друг от друга, двигаются с одинаковым ускорением, как одно целое, в сторону источника поля. Сферическая форма массона является необходимым условием того, что количество силовых линий, пересекающих массон, остается неизменным при любой его ориентации в гравитационном поле.

Расстояние l между двумя соседними элементами гравитационного эфира будем называть *квантом пространства*. Очевидно, что любое перемещение, совершаемое массоном, должно быть кратным l. Из рис. 2 видно, как оно происходит. С одной стороны массон поглощает гравитационную энергию, путем присоединения к себе новых возбужденных элементов гравитационного эфира, а с противоположной стороны излучает такое же количество энергии, за счет перехода элементов эфира, принадлежащих ранее массону, в невозбужденное состояние.

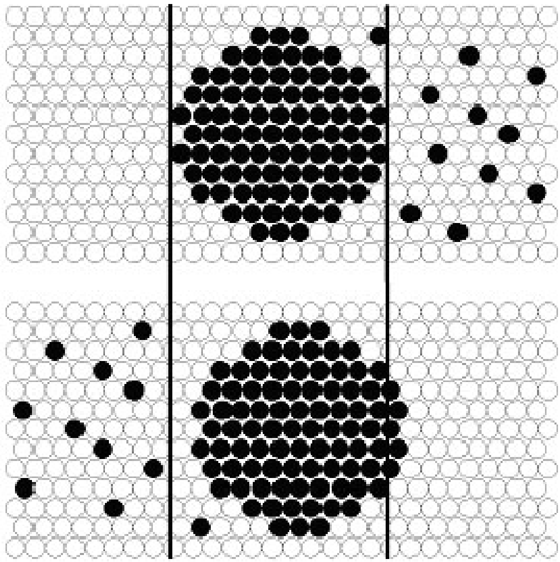


Рис. 2

Почему так происходит? Возможен следующий сценарий. Поток гравитационной энергии от источника достигает массона. Через некоторое время в окрестности массона возникает зона с повышенным содержанием возбужденных элементов гравитационного эфира со стороны источника поля и пониженным содержанием возбужденных элементов гравитационного эфира с противоположной стороны, из-за экранирования потока энергии массоном. Вследствие этого повышается вероятность того, что со стороны источника поля к массону присоединится больше возбужденных элементов гравитационного эфира, чем покинет его, а с противоположной стороны с точностью наоборот. Перемещение массона происходит в том направлении, в котором разность поглощаемой и излучаемой гравитационной энергии положительна. Например, если массон в течение некоторого времени поглощал и излучал гравитационную энергию в количестве указанном на рис. 3, то он переместится на расстояние $L=((n+k)-n)l=kl$ в направлении оси *OX*. (Здесь и в дальнейшем минимальное количество гравитационных импульсов, необходимых для перемещения массона на расстояние l, будем считать одним *квантом гравитационной энергии*.)

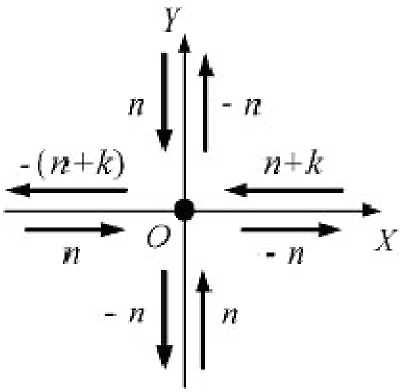


Рис. 3

Таким образом, массивные тела есть форма существования гравитационной энергии, а их движение является перераспределением этой энергии в пространстве.

Анализ предложенного механизма перемещения показал, что от любого воздействия массивные тела практически мгновенно должны приобретать скорость равную скорости распространения гравитационной энергии. Для того чтобы этого не происходило, и наша модель точно описывала движение реальных тел, необходимо сделать следующее допущение: гравитационная энергия, достигнувшая поверхности массона, поглощается им не сразу, а спустя определенный интервал времени T, который в дальнейшем будем называть *квантом времени*. То есть, массон перемещается на расстояние l через промежуток времени T, после того, как его поверхности достиг один квант гравитационной энергии.

Гравитационные импульсы, испускаемые массоном во всех направлениях, образуют *гравитационное поле массона*.

Гравитационные импульсы, поглощаемые массоном со всех сторон, образуют *гравитационное поле вселенной*.

Направленный поток гравитационных импульсов представляет собой *гравитационное излучение*, скорость распространения которого $u(r)$ зависит от пройденного им расстояния:

$$u(r) = u - hr, \qquad (1)$$

где u - скорость распространения гравитационного излучения в начальный момент испускания в непосредственной близости от гравитационного источника; r - расстояние, пройденное гравитационным излучением от точки испускания; h - постоянная, показывающая на какую величину Δu изменится скорость гравитационного излучения за единицу пройденного им пути Δr:

$$h = \Delta u / \Delta r.$$

Вероятно, причина изменения скорости гравитационного потока кроется в уменьшении объемной плотности энергии излучения с расстоянием. В непосредственной близости от источника гравитационные импульсы распространяются строго вдоль силовых линий поля - скорость излучения максимальна. С расстоянием объемная плотность энергии уменьшается и становится возможно взаимодействие элементов эфира не лежащих строго на силовой линии - перемещение импульса происходит зигзагообразно, скорость излучения падает. И, наконец, при некоторой минимальной объемной плотности энергии передача гравитационного импульса может происходить в любом направлении с одинаковой вероятностью - скорость излучения равна нулю, энергия становится частью гравитационного поля вселенной.

Из формулы (1) найдем предельный радиус гравитационного взаимодействия R_G, считая, что $u(R_G) = 0$:

$$R_G = \frac{u}{h}. \qquad (2)$$

Напряженность гравитационного поля $\overline{G}$ в заданной точке пространства и в заданном направлении определяется следующей формулой:

$$\overline{G} = \frac{nl}{T}\bar{i}\,, \qquad (3)$$

где l - квант пространства; T - квант времени; n - число квантов гравитационной энергии, прошедшей за время T через площадку s, равную по площади проекции массона на плоскость; $\bar{i}$ - единичный вектор нормали к площадке s, начало и направление которого совпадают, соответственно, с заданной точкой пространства и с заданным направлением.

Гравитационное поле одиночного источника

Рассмотрим гравитационное поле, создаваемое частицей массой M. Расположим площадку s так, чтобы единичный вектор $\bar{i}$ был направлен в сторону центра частицы, а его начало совпало с рассматриваемой точкой поля (рис. 4). В этом случае $\bar{i} = -\bar{r}/r$, где $\bar{r}$ - радиус-вектор, соединяющий центр частицы с рассматриваемой точкой поля.

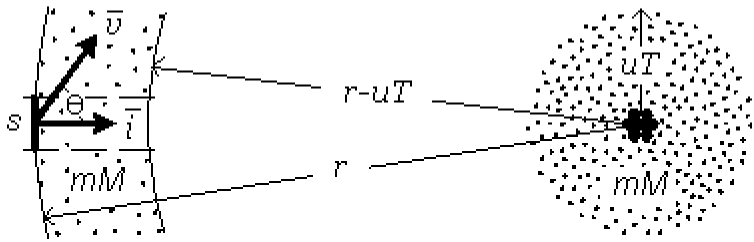


Рис. 4

Пусть один массон в течение кванта времени T испускает m квантов гравитационной энергии. Тогда частица, состоящая из M массонов, за то же время T будет испускать кванты гравитационной энергии в количестве mM. Через площадку s за один квант времени T будет проходить гравитационная энергия в количестве

$$n = \varepsilon s u(r) T, \tag{4}$$

где ε - объемная плотность гравитационной энергии в излучении на расстоянии r от источника:

$$\varepsilon = \frac{mM}{\frac{4}{3}\pi r^3 - \frac{4}{3}\pi (r - uT)^3}. \tag{5}$$

Из формул (1), (2), (4) и (5) следует:

$$n = \frac{mMs\left(1 - \frac{r}{R_G}\right)}{4\pi r^2 \left(1 - \frac{uT}{r} + \frac{1}{3}\left(\frac{uT}{r}\right)^2\right)}.$$

Подставив полученное выражение для n в формулу (3), найдем напряженность гравитационного поля $\overline{G}$ на расстоянии r от источника с массой M:

$$\overline{G} = \frac{mMsl\left(1-\frac{r}{R_G}\right)}{4\pi r^2 T\left(1-\frac{uT}{r}+\frac{1}{3}\left(\frac{uT}{r}\right)^2\right)}\bar{i}\,.$$

Полученную формулу можно упростить для расстояний $uT << r << R_G$:

$$\overline{G} = \frac{mMsl}{4\pi r^2 T}\bar{i}\,. \qquad (6)$$

Введем гравитационную постоянную

$$\gamma = \frac{msl}{4\pi T}\,.$$

Формула (6) примет классический вид:

$$\overline{G} = \gamma\frac{M}{r^2}\bar{i}\,.$$

В случае движения площадки s со скоростью υ, относительно гравитационного эфира, изменится число квантов гравитационной энергии, пересекающей площадку s за время T. Перепишем формулу (4) с учетом движения площадки s:

$$n = \varepsilon s(u(r)+\upsilon\cos\theta)T\,,$$

где θ - угол, образованный вектором скорости $\bar{\upsilon}$ с единичным вектором $\bar{i}$. Полная формула для определения напряженности гравитационного поля на расстоянии r от источника с массой M, учитывающая абсолютное движение приемника гравитационного излучения, будет выглядеть следующим образом:

$$\overline{G} = \gamma\frac{M\left(1-\frac{r}{R_G}+\frac{\upsilon\cos\theta}{u}\right)}{r^2\left(1-\frac{uT}{r}+\frac{1}{3}\left(\frac{uT}{r}\right)^2\right)}\bar{i}\,.$$

Гравитационное поле вселенной

Определим напряженность гравитационного поля созданного совокупной массой вселенной в заданной точке пространства O и в заданном направлении. Будем считать, что точка O расположена достаточно далеко от одиночных источников гравитационного излучения. Расположим площадку s таким образом, чтобы начало и направление единичного вектора $\bar{i}$, нормали к площадке s, совпали, соответственно, с заданной точкой пространства O и с заданным направлением. Введем декартову систему координат так, чтобы ее начало совпало с заданной точкой O, а направление оси OZ совпало с заданным направлением. Ось OX зафиксируем в произвольном направлении. Искомую напряженность гравитационного поля создают только те источники гравитационного излучения, координаты которых удовлетворяют условию: $x^2 + y^2 + z^2 \le R_G^2$, $z \ge 0$. Область V, удовлетворяющая данному условию, есть полушарие (рис. 5).

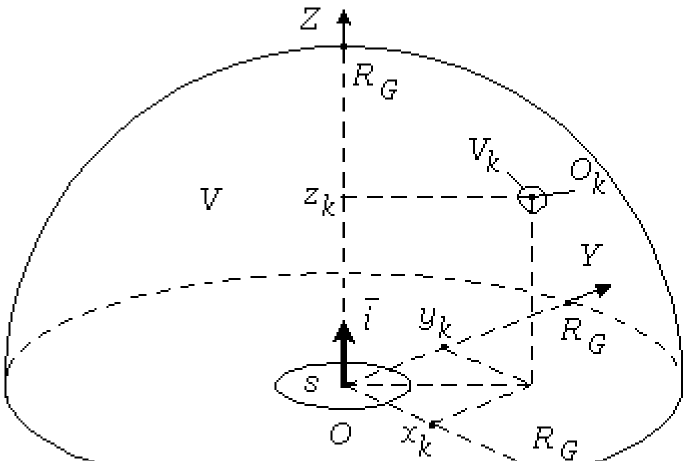


Рис. 5

Разобьем область V на элементарные объемы V_k, включающие в себя точки O_k. Каждый элементарный объем V_k вносит свой вклад в искомую напряженность гравитационного поля в виде

$$G_k = \frac{\gamma\rho_k V_k}{x_k^2 + y_k^2 + z_k^2}\left(1 - \frac{\sqrt{x_k^2 + y_k^2 + z_k^2}}{R_G}\right)\frac{z_k}{\sqrt{x_k^2 + y_k^2 + z_k^2}},$$

где ρ_k - плотность вещества в элементарном объеме V_k, а x_k, y_k, z_k - координаты точки O_k. Предположим, что вещество во вселенной распределено равномерно по всему объему, тогда при $V_k \to 0$ получим суммарную напряженность гравитационного поля G_s в заданной точке пространства и в заданном направлении:

$$G_s = \gamma\rho_s \iiint\limits_V \frac{z}{\sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)^3}}\left(1 - \frac{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}{R_G}\right)dxdydz \ ,$$

где ρ_s - средняя плотность вещества во вселенной.

При переходе от декартовых координат x, y, z к сферическим координатам $r, \theta, \varphi,$ связанным с x, y, z соотношениями: $x = r\sin\theta\cos\varphi$, $y = r\sin\theta\sin\varphi$, $z = r\cos\theta$, якобиан преобразования $J = r^2\sin\theta$ и формула суммарной напряженности примет вид:

$$G_s = \gamma\rho_s \iiint\limits_V \sin\theta\cos\theta\left(1 - \frac{r}{R_G}\right)drd\theta d\varphi.$$

Сферические координаты изменяются в следующих пределах:

$$0 \le r \le R_G,\ 0 \le \theta \le \frac{\pi}{2},\ 0 \le \varphi < 2\pi.$$

Вычислив интеграл, получим искомую напряженность гравитационного поля, созданного совокупной массой вселенной:

$$\overline{G}_s = \frac{\pi\gamma\rho_s R_G}{2}\bar{i}\ . \tag{7}$$

Формула (7) справедлива для любой точки пространства, достаточно удаленной от одиночных источников гравитационного излучения, и для любого направления. Поэтому результирующая напряженность гравитационного поля в этих точках пространства равна нулю. Относительно приемника излучения, движущегося со скоростью v в абсолютной системе отсчета, связанной с эфиром, симметрия гравитационного поля, созданного совокупной массой вселенной, будет нарушена:

$$\overline{G}_v = \gamma\rho_s \iiint\limits_V \sin\theta\cos\theta\left(1 - \frac{r}{R_G} + \frac{\overline{v}\cos\theta}{u}\right) dr d\theta d\varphi$$

($0 \le r \le R_G$, $0 \le \theta \le \pi$, $0 \le \varphi < 2\pi$),

где θ - угол, образованный вектором скорости $\overline{v}$ с радиусом - вектором $\overline{r}$, соединяющим приемник и источник гравитационного излучения. (Направление единичного вектора $\overline{i}$, нормали к площадке s, совпадает с направлением вектора скорости $\overline{v}$.)

Вычислив интеграл, получим:

$$\overline{G}_v = \frac{4\pi\gamma\rho_s R_G}{3u}\overline{v} = \frac{8G_s}{3u}\overline{v}.$$

Движение тела в гравитационном поле

Исходя из предложенной модели, рассмотрим свободное падение пробного тела в гравитационном поле одиночного источника излучения. Пусть одиночный источник в месте нахождения пробного тела создает гравитационное поле с напряженностью

$$\overline{G}_0 = \frac{n_0 l}{T}\bar{i}\,.$$

Будем считать, что некая сила удерживает пробное тело в неподвижном положении, относительно источника. В момент времени t_0 удерживающая сила исчезает. С момента времени t_0 до момента времени $t_1 = t_0 + T$ пробное тело остается неподвижным. При этом со стороны одиночного источника излучения к поверхности каждого массона пробного тела, поступает на n_0 гравитационных квантов больше, чем с любой другой стороны. Поэтому, в течение следующего кванта времени T, с момента времени t_1 до момента времени $t_2 = t_1 + T$, пробное тело совершит n_0 перемещений l в направлении одиночного источника гравитационного излучения. Таким образом, если за промежуток времени $T = t_1 - t_0$ средняя скорость пробного тела была равна нулю, то в течение следующего кванта времени $T = t_2 - t_1$ она составила величину

$$\bar{v}_1 = \frac{n_0 l}{T}\bar{i} = \overline{G}_0\,.$$

(В дальнейшем скорость тела, измеренную в течение одного кванта времени T, будем называть мгновенной скоростью.) Результирующая напряженность гравитационного поля, измеренная относительно движущегося тела за промежуток времени $T = t_2 - t_1$, будет равна

$$\overline{G}_1 = \overline{G}_0\left(1 + \frac{v_1}{u}\right) + \frac{8G_s}{3u}\bar{v}_1\,.$$

Такой же будет мгновенная скорость пробного тела в течение следующего кванта времени $T = t_3 - t_2$:

$$\bar{v}_2 = \bar{G}_0 \left(1 + \frac{v_1}{u}\right) + \frac{8G_s}{3u}\bar{v}_1 .$$

Мгновенная скорость тела, измеренная в течение $(k+1)$ - го кванта времени, равна результирующей напряженности гравитационного поля, измеренной, относительно движущегося тела, в течение k - го кванта времени:

$$\bar{v}_{k+1} = \bar{G}_0 \left(1 + \frac{v_k}{u}\right) + \frac{8G_s}{3u}\bar{v}_k \text{, где } k = 0, 1, 2, 3, \ldots$$

Если в момент времени $t_k = t_0 + kT$ прекратит поступать гравитационная энергия от одиночного источника, то, начиная с момента времени $t_{k+1} = t_0 + (k+1)T$, мгновенная скорость пробного тела будет равна

$$\bar{v}_{k+1} = \frac{8G_s}{3u}\bar{v}_k . \tag{8}$$

При условии $8G_s = 3u$ она останется такой же и в дальнейшем, то есть будет иметь место инерция.

Запишем, с учетом инерции, ряд мгновенных скоростей, приобретаемых телом в гравитационном поле напряженностью G:

$$v_1 = G$$

$$v_2 = G\left(1 + \frac{v_1}{u}\right) + v_1$$

$$v_3 = G\left(1 + \frac{v_2}{u}\right) + v_2$$

…

$$v_k = G\left(1 + \frac{v_{k-1}}{u}\right) + v_{k-1} .$$

Подставив значение скорости v_1 в формулу для скорости v_2, затем, полученное выражение для скорости v_2, в формулу для скорости v_3 и так далее, найдем выражение для скорости v_k:

$$v_k = u\left(\left(1+\frac{G}{u}\right)^k - 1\right).$$

Найдем мгновенное ускорение, приобретаемое телом в гравитационном поле с напряженностью G:

$$a_k = \frac{v_{k+1} - v_k}{T} = \frac{G}{T}\left(1+\frac{v_k}{u}\right) = \frac{G}{T}\left(1+\frac{G}{u}\right)^k.$$

Путь, пройденный телом в гравитационном поле с напряженностью G с нулевого по k - ый квант времени включительно, будет равен

$$S_k = T\left(\frac{v_0 + v_1}{2} + \frac{v_1 + v_2}{2} + \ldots + \frac{v_{k-1} + v_k}{2}\right) =$$

$$= T\left(v_k\left(\frac{u}{G}+\frac{1}{2}\right) - ku\right) =$$

$$= uT\left(\left(\frac{u}{G}+\frac{1}{2}\right)\left(\left(1+\frac{G}{u}\right)^k - 1\right) - k\right).$$

Для практического использования в астрономических расчетах квант времени T слишком мал. Покажем, что при замене кванта времени T на любой другой фиксированный промежуток времени, вид полученных выше формул не меняется.

Допустим, что одна секунда содержит k квантов времени T. Тогда скорость свободно падающего тела в гравитационном поле напряженностью G, измеренная в конце первой секунды, составит величину

$$V_1 = u\left(\left(1+\frac{G}{u}\right)^k - 1\right).$$

В конце n – ой и $(n+1)$ – ой секунд его скорость, соответственно, будет равна

$$V_n = u\left(\left(1+\frac{G}{u}\right)^{nk} - 1\right) \text{ и } V_{n+1} = u\left(\left(1+\frac{G}{u}\right)^{(n+1)k} - 1\right).$$

Найдем разность $V_{n+1} - V_n = V_1 \left(1 + \frac{G}{u}\right)^{nk}$.

Так как $\left(1 + \frac{G}{u}\right)^{nk} = 1 + \frac{V_n}{u}$, а напряженность гравитационного поля g с размерностью $l \cdot сек^{-1}$ численно равна скорости свободно падающего тела в конце первой секунды, можно записать

$$V_{n+1} = V_n + g\left(1 + \frac{V_n}{u}\right).$$

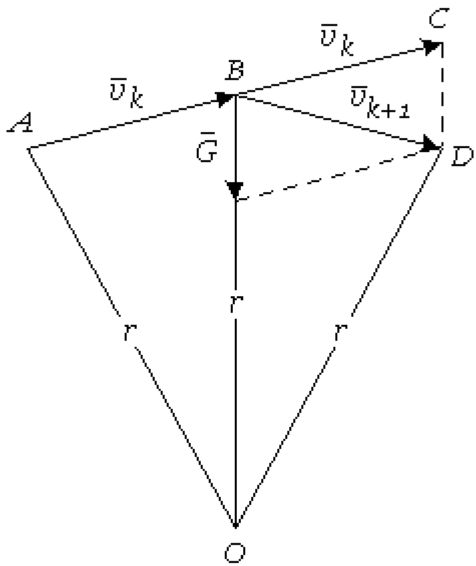


Рис. 6

Допустим, что в течение кванта времени T тело переместилось из точки A в точку B со скоростью v_k (рис. 6). В течение следующего кванта времени T рассматриваемое тело продолжило бы двигаться по прямой AC в силу инерции, если бы наличие источника гравитационного излучения в точке O не изменило направление его скорости.

Найдем условие равномерного движения тела по окружности радиусом r. Значение скорости тела при таком движении остается постоянным: $v_{k+1} = v_k = v$, а ее направление постоянно меняется:

$$\overline{v}_{k+1} = \overline{G}\left(1 + \frac{v_k \cos\frac{\pi}{2}}{u}\right) + \frac{8G_s}{3u}\overline{v}_k = \overline{G} + \overline{v}_k .$$

Из подобия треугольников *OBD* и *BCD* следует

$\frac{|OB|}{|BD|} = \frac{|BD|}{|CD|}$, или $\frac{r}{vT} = \frac{vT}{GT}$, откуда находим искомое условие: $a = \frac{G}{T} = \frac{v^2}{r}$. Заметим, что в классической механике $|CD| = \frac{GT^2}{2}$, что приводит к результату $a = G = \frac{2v^2}{r}$.

Скорость гравитации

Одной из основных задач динамики является нахождение траекторий движения тел, когда известны силы, под действием которых это движение происходит. Пусть даны три тела с массами m_1, m_2, m_3, а также их координаты в момент времени t_o - точки F_1, F_2, F_3 и в момент времени t_1 - точки S_1, S_2, S_3. Требуется найти траектории движения этих тел под действием сил гравитации.

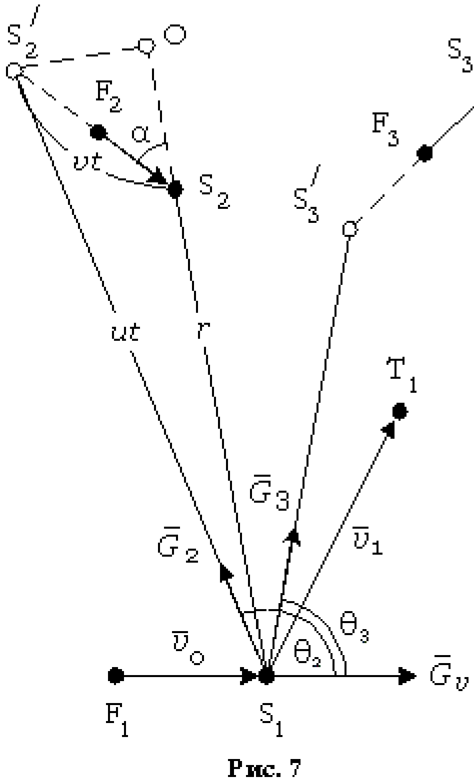


Рис. 7

Задача сводится к расчету перемещений, совершаемых телами, с шагом $T = t_1 - t_o$ (см. рис. 7). Первое тело массой m_1 переместилось из точки F_1 в точку S_1 со скоростью $v_o = \dfrac{|F_1S_1|}{T}$. В течение следующего шага $T = t_2 - t_1$ данное тело переместится из точки S_1 в точку T_1 со скоростью $\bar{v}_1$, равной результирующей напряженности гравитационного поля в точке S_1, создаваемой совокупной массой вселенной - напряженность $\bar{G}_v = \bar{v}_0$, а также телами массами m_2 и m_3 - напряженности $\bar{G}_2$ и $\bar{G}_3$:

$$\bar{v}_1 = \bar{G}_v + \bar{G}_2\left(1 + \frac{v_0 \cos\theta_2}{u}\right) + \bar{G}_3\left(1 + \frac{v_0 \cos\theta_3}{u}\right).$$

В силу того, что скорость распространения гравитационного излучения u имеет конечную величину, напряженность гравитационного поля $\bar{G}_2$ в точке S_1 создается телом массой m_2 тогда, когда оно находится в точке $S_2^/$. Точка $S_2^/$ лежит на траектории движения тела с массой m_2 и отстоит от точки S_2 на расстоянии vt, где $v = \dfrac{|F_2S_2|}{T}$, а $t = \dfrac{r(v\cos\alpha + \sqrt{u^2 - v^2\sin^2\alpha})}{u^2 - v^2}$. Промежуток времени t мы нашли из уравнения:

$$(ut)^2 = (vt\sin\alpha)^2 + (r + vt\cos\alpha)^2.$$

Таким образом, вектор $\bar{G}_2$ направлен вдоль прямой $S_1S_2^/$ и по величине равен $G_2 = \gamma\dfrac{m_2}{|S_1S_2^/|^2}$. Аналогично находим вектор $\bar{G}_3$ и определяем координаты точек T_2 и T_3, в которых будут находиться тела с массами m_2 и m_3, соответственно, в момент времени $t_2 = t_1 + T$.

Итак, мы имеем уравнение с одним неизвестным – это скорость распространения гравитации u. Логично предположить, что наилучшее совпадение расчетных и наблюдаемых положений тел будет в случае равенства значения u действительной скорости гравитационного излучения. То есть, мы можем найти действительную скорость гравитационного излучения, подставляя различные значения u в полученные выше формулы, добиваясь наилучшего совпадения расчетных и наблюдаемых положений тел.

С этой целью приведенный выше алгоритм был реализован в среде MATLAB с небольшим изменением – величина t

рассчитывалась по упрощенной формуле: $t = r/u$. Наблюдаемые координаты тел, относительно барицентра солнечной системы, взяты по адресу http://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi.

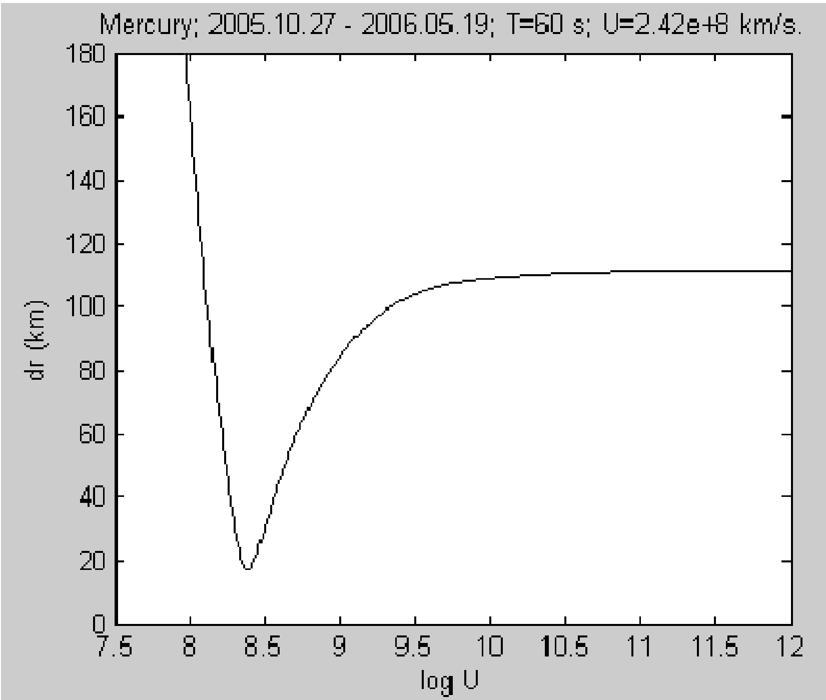
m-файл для системы MATLAB:

```
% КМТ,скорость гравитационного излучения
% t = 2453670.5 = 2005-Oct-27 00:00
format long e
n=10;%количество тел
T=60;%шаг интегрирования (сек)
step=293760;%количество шагов интегрирования
U0=2.42e+8;%скорость гравитационного излучения (км/сек)
U=U0*T;%скорость гравитационного излучения (км/T)
%Гравитационные постоянные тел DE405 (км^3/сек^2):
GM0=[132712439940;%Sun
        22032.09;%Mercury
        324858.63;%Venus
        398600.44;%Earth
        4902.798;%Moon
        42828.314;%Mars
        126712766;%Jupiter System
        37940586;%Saturn System
        5794549;%Uran System
        6836535];%Neptun System
GM=GM0*T^2;%гравитационные постоянные тел (км^3/T^2)
% f - наблюдаемые координаты тел (км) в момент времени t:
f=[ 604290.5233719264  266738.2759226245 -17492.66439731074;
    27707478.36290159 -59857473.78888219 -7416784.676447298;
    106377439.0875713 -24419418.68635890 -6460299.684735005;
    124453017.8113479  82526963.54694158 -18966.33926680684;
    124123726.5648112  82759816.89795922  8925.143210873008;
    170194632.3873365  134900275.1713272 -1362733.708521850;
   -708580601.4595296 -400749980.4011179  17516832.43259063;
   -767527221.1076108  1123507331.236793  10995744.67848271;
    2809212865.034541 -1061088942.149746 -40338555.85576308;
    3267663457.003697 -3089679826.336935 -11679335.13535833];
% s - наблюдаемые координаты тел (км) в момент времени t+T:
```

```
s=[ 604290.2941046250  266738.9477140908 -17492.66580868547;
     27709557.65484127 -59856125.13975491 -7416865.390973404;
     106377905.8174114 -24417381.19487453 -6460298.772459459;
     124451999.9381957  82528446.98545404 -18966.31641033292;
     124122675.4664614  82761252.86052141  8921.625299468637;
     170193783.6601755  134901538.6185305 -1362686.406214155;
    -708580225.2539110 -400750625.8016322  17516826.68970449;
    -767527730.5987494  1123507002.929801  10995770.66487139;
     2809213006.423080 -1061088578.945732 -40338556.33764476;
     3267663678.916150 -3089679587.470344 -11679345.16853094];
for o=1:step
sf=s-f;
     for m=1:n
     g=GM;
     g(m,:)=[ ];
     rmn=s-repmat(s(m,:),n,1);
     tu=sqrt(sum((rmn.^2),2))./U;
     rmn=rmn-sf.*repmat(tu,1,3);
     rmn(m,:)=[ ];
     r2=sum((rmn.^2),2);
     imr=repmat(sf(m,:),n-1,1);
     vk=g.*(sqrt(r2)+sum((imr.*rmn),2)./U)./r2./r2;
     vmn=rmn.*repmat(vk,1,3);
     t(m,:)=s(m,:)+sf(m,:)+sum(vmn,1);
     end
f=s;
s=t;
end
% ns – наблюдаемые координаты тел (км) в момент времени
% t+step*T = 2453874.5 = 2006-May-19 00:00
ns=[ 511030.3679949167  453406.9921001783 -17266.93662535981;
      24609312.59336546  40112076.67313290  1011271.784107184;
      76171820.53891841 -77736751.42702177 -5454078.393089619;
     -80110776.91847906 -127619127.3185879 -14872.17701933533;
     -79873913.54166321 -127905450.9345678 -41427.56322411448;
     -188000758.9139912  161646057.3811207  7991131.363151677;
     -572512742.7195050 -572676941.0900563  15184645.35500479;
     -910537043.3124076  1018175070.577520  18519197.52875346;
```

```
        2848597444.904799 -953613260.5671952 -40449359.93752348;
        3332105910.016886 -3018814299.267481 -14623809.73479986];
dif=ns-f;
au=dif-repmat(dif(1,:),n,1);
dr2=sum((au.^2),2);
dr=sqrt(dr2)%расстояния между расчетными и наблюдаемыми
                     %положениями тел
```

После серии подстановок различных значений U0 была получена зависимость расстояния dr, между расчетным и наблюдаемым положением тела, от скорости гравитационного излучения U, показанная на графике.



По совокупности результатов измерений автор пришел к выводу, что скорость распространения гравитационного излучения составляет величину порядка восьмисот миллионов километров в секунду.

Заключение

В заключение хотелось бы остановиться на некоторых следствиях, вытекающих из предложенной модели. Допустим, что в какой-либо части вселенной плотность вещества превысила величину ρ_s. Тогда из формул (7) и (8) следует, что $\upsilon_{k+1} > \upsilon_k$, так как в этом случае $8G_s / 3u > 1$. То есть, вместо инерции, без видимых внешних причин, тела будут испытывать ускорение и покидать область с повышенной плотностью вещества. И, наоборот, если в какой-либо части вселенной плотность вещества меньше величины ρ_s, то там происходит торможение тел и накапливание вещества до величины ρ_s. Именно по этой причине вещество не собралось вместе под действием сил тяготения, а равномерно распределилось по всему объему вселенной.

Согласно предложенной модели тяготения наша вселенная стационарна и бесконечна. Понятия инертной и гравитационной масс следует упразднить: все тела обладают единой массой, инертные свойства которой определяются поглощением энергии, а гравитационные - излучением.

По другому должны интерпретироваться некоторые известные явления: «реликтовое» излучение есть не что иное, как совокупная светимость вещества, заключенного в сфере с радиусом R_E - предельным радиусом электромагнитного взаимодействия. Постоянная Хаббла показывает, на какую величину изменится скорость электромагнитного излучения за единицу пройденного им пути.

Литература:

1. Физический энциклопедический словарь. - Москва, «Большая российская энциклопедия», 1995.
2. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. - Москва, «Наука», 1990.
3. Гусак А.А., Гусак Г.М., Бричникова Е.А. Справочник по высшей математике. - Минск, «ТетраСистемс», 1999.