КОСМОЛОГИЯ И АСТРОФИЗИКА

УДК 524.827

Жук Н. А.

О ТОЖДЕСТВЕ ИНЕРТНОЙ И ГРАВИТАЦИОННОЙ МАСС

АО «Научно-технологический институт транскрипции, трансляции и репликации»,
а/я 589, ул. Коломенская, 3, г. Харьков, 61166, Украина, E-mail: zhuck@insurance.kharkov.ua

Показано, что уравнения Эйнштейна с космологической постоянной описывают только плоскую (с евклидовой геометрией) и статическую Вселенной. Они преобразованы в полевую форму и упрощены при этих условиях. Решение этих уравнений найдено в форме потенциала Юкавы, который содержит константу, названную радиусом гравитационных взаимодействий. В соответствии с этой константой определено понятие области гравитационных взаимодействий материального тела со Вселенной. Показано, что при разгоне или торможении тела данная область изменяет своё положение в пространстве. Это сопровождается изменением энергии гравитационных связей тела со Вселенной. При определении характера и величины этих изменений доказано тождество инертной и гравитационной масс в соответствии с принципом Маха.

Ключевые слова: общая теория относительности, принцип эквивалентности, инертная масса, гравитационная масса, потенциал Юкавы, принцип Маха.

Введение

Вселенная представляет собой гигантскую физическую лабораторию, в которой можно проверить работоспособность той или иной теории. Данная лаборатория позволяет преодолеть ряд проблем, решение которых в земных лабораториях затруднительно или вообще невозможно. Особенно это касается законов электромагнетизма и гравитации, применение которых ко Вселенной в целом вызвало появление фотометрического и гравитационного парадоксов, а впоследствии породило проблемы космологического горизонта и сингулярности. К такого же рода затруднениям относится и проблема численного равенства инертной и гравитационной масс, на решение которой человечество потратило более 300 лет.

Поскольку Вселенная как единое целое может обладать такими качествами, которых нет у её частей, то возникает вопрос: а можно ли законы физики, открытые на Земле, применить ко всей Вселенной? Оказывается, что этого делать нельзя, поскольку физические законы Вселенной отличаются от известных нам законов физики. И разница эта проявляется через глобальную гравитационную связь каждого материального тела со всеми массами Вселенной. Но мы сможем понять эту разницу только тогда, когда устраним некоторые недоразумения, существующие в самом фундаменте физики.

1. Корректировка закона всемирного тяготения

Как известно, Эйнштейн предложил два вида уравнений общей теории относительности (ОТО), которые отличаются друг от друга на слагаемое с космологическим членом $\wedge$:

$$R_{ik} - \frac{1}{2} R g_{ik} = - æ T_{ik}; \tag{1}$$

$$R_{ik} - \frac{1}{2} R g_{ik} - \lambda g_{ik} = - æ T_{ik}; \tag{2}$$

где R_{ik} — тензор Риччи, свертка тензора кривизны Римана-Кристоффеля R^{l}_{ijk}; T_{ik} — тензор энергии-импульса материи без материи гравитационного поля; g_{ik} - метрический тензор четырехмерного пространства-времени; R — скаляр кривизны, свертка тензора Риччи; $ж = 8\pi G/c^4$ — постоянная Эйнштейна; с — скорость света; G — постоянная тяготения Ньютона; $i, j, k, l = 1, 2, 3, 4$.

Таким образом, в уравнениях Эйнштейна есть неопределённость в количестве слагаемых. Однако в них есть и другая неопределённость, которая связана с наличием некоторых дополнительных симметрий. В результате этих симметрий получается 10 различных переменных g_{ik} и всего 6 независимых уравнений (1) или (2). Только поэтому в космологии появилось так много моделей Вселенной. И связаны они с теми или иными допущениями.

А можно ли избавиться от допущений?

На сегодняшний день имеется ряд экспериментальных (наблюдательных) и теоретических аргументов, которые позволяют считать, что в глобальных масштабах Вселенная является плоской, т. е. что её геометрия евклидова [1, 2]. Математическим выражением этого свойства есть равенство

$$R^l_{ijk} = R_{ik} = R = 0 . \tag{3}$$

Поскольку для реальной Вселенной, заполненной материей с ненулевой плотностью, $жT_{ik} \neq 0$, то с учётом свойства (3) становится очевидным факт принципиальной невыполнимости равенства (1). Таким образом, плоскую в глобальных масштабах Вселенную могут описывать только уравнения (2).

Из уравнений (2) при условии (3) после сворачивания появляется выражение для космологической постоянной

$$\lambda = \frac{1}{4} æ\boldsymbol{T}, \tag{3а}$$

где $\boldsymbol{T}$ есть свёртка тензора T_{ik}.

Теперь некое локальное материальное образование рассмотрим на фоне плоской Вселенной. Очевидно, что его состояние и поведение будет описываться уравнениями типа (2):

$$R^{(m)}_{ik} - \frac{1}{2} R^{(m)} g_{ik} - \lambda g_{ik} = -жT^{(m)}_{ik}; \tag{3б}$$

в котором $R^{(m)}_{ik}$ и $R^{(m)}$ уже не равны нулю и зависят от тензора-импульса этого материального образования $T^{(m)}_{ik}$. Космологическая же постоянная определяется выражением (3а). Она учитывает влияние гравитационных полей всех материальных тел Вселенной на гравитационное поле данного материального образования. Причём, отклонение от плоского пространства-времени под действием этого материального образования можно представить точно (точно!) только в составе суммы

$$\sqrt{-g}\, g^{ik} = \sqrt{-\gamma}\left(\gamma^{ik} + h^{ik}\right), \tag{4}$$

которая соответствует заданию тензорного гравитационного поля h^{ik} на фоне плоского материального мира в произвольных координатах с метрикой γ_{ik} [2, 4]. (Здесь g есть детерминант, образованный из g_{ik}).

Другим, не менее важным свойством Вселенной является ее однородность и изотропность в больших масштабах. Математически это свойство можно отразить в виде равенства нулю ковариантной производной тензорной плотности $\sqrt{-g}\, g^{ik}$ и следствий этого равенства (в лоренцовых координатах):

$$\left(\sqrt{-g}\, g^{ik}\right)_{;i} = \left(\sqrt{-g}\, g^{ik}\right)_{,i} = \left(\sqrt{-g}\, h^{ik}\right)_{,i} = 0 , \tag{5}$$

где знаком «;» обозначена ковариантная производная, а знаком «,» обозначена обычная производная.

Добавление к 6-ти уравнениям (2) 4-х уравнений (5) полностью замыкает систему, а использование преобразований (4) приводит эту систему к явно полевому виду уравнений ОТО [1, 2, 4]:

$$\Box\, h_{ik} - \frac{2}{3}\Lambda h_{ik} = 2\text{æ}T'_{ik}\,, \tag{6}$$

где □ — оператор Даламбера (даламбертиан); T_{ik} — тензор энергии-импульса материи вместе с материей гравитационного поля, которая выделяется из левой части уравнений Эйнштейна (2). При этих же условиях в [2] доказана и тождественность лагранжианов, которые используются для вывода уравнений (2) и (6) на основе вариационного принципа (в [4] это сделано без космологического члена).

Для стабильного сферически-симметричного материального тела массы m уравнение (6) дает внешнее решение в виде потенциала Юкавы [1, 2]

$$\varphi = -\frac{Gm}{r} e^{-\frac{r}{R_0}}\,, \tag{7}$$

в котором величина R_0 названа радиусом гравитационных взаимодействий, определяется по формуле

$$R_0 = c\sqrt{\frac{3}{4pG\text{c}_0}} \tag{8}$$

и зависит от средней плотности Вселенной ρ_0.

Для двух же материальных тел с массами m_1 и m_2 получается следующий закон тяготения

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} e^{-\frac{r}{R_0}}\left(1 + \frac{r}{R_0}\right). \tag{9}$$

Линейные приближения выражений (7) и (9) показывают, что все материальные точки взаимодействуют с материей Вселенной практически только в пределах шара радиуса R_0. Назовём этот шар областью взаимодействий материальной точки со Вселенной.

2. Преобразование закона всемирного тяготения

Давайте рассмотрим разность сил, вычисленных по формуле Ньютона

$$F_{\text{н}} = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

и по формуле (9) реального закона тяготения (см. рис. 1):

$$F' = F_{н} - F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} - G\frac{m_1 m_2}{r^2} e^{-\frac{r}{R_0}}\left(1 + \frac{r}{R_0}\right). \tag{10}$$

Определим площадь S_1, заключённую между кривыми на интервале от 0 до R_0:

$$S_1 = \int_0^{R_0} F'\,dr = Gm_1 m_2 \int_0^{R_0}\left[\frac{1}{r^2} - \frac{1}{r^2} e^{-\frac{r}{R_0}}\left(1 + \frac{r}{R_0}\right)\right]dr =$$

$$= G\frac{m_1 m_2}{r}\left(1 - e^{-\frac{r}{R_0}}\right)\Bigg|_0^{R_0} = G\frac{m_1 m_2}{R_0}\left(1 - e^{-1} - 1\right) =$$

$$= -G\frac{m_1 m_2}{R_0} e^{-1}\,. \tag{11}$$

В цепочке преобразований (7.5) использован предел

$$\lim_{r\to 0}\left(\frac{1}{r} - \frac{e^{-\frac{r}{R_0}}}{r}\right) = \lim_{r\to 0}\frac{1}{r}\left(1 - 1 + \frac{r}{R_0} - \frac{r^2}{2R_0^2} + \frac{r^3}{6R_0^3} - \ldots\right) =$$

$$= \lim_{r \to 0} \left(\frac{1}{R_0} - \frac{r}{2R_0^2} + \frac{r^2}{6R_0^3} - \ldots \right) = \frac{1}{R_0}. \tag{12}$$

Теперь определим площадь S_2, заключённую между кривой реального закона тяготения и осью абсцисс на интервале от R_0 до $+\infty$:

$$S_2 = \int_{R_0}^{\infty} F dr = \int_{R_0}^{\infty} G \frac{m_1 m_2}{r^2} e^{-\frac{r}{R_0}} \left(1 + \frac{r}{R_0} \right) dr =$$

$$= G \frac{m_1 m_2}{r} e^{-\frac{r}{R_0}} \Big|_{R_0}^{\infty} = -G \frac{m_1 m_2}{R_0} e^{-1}. \tag{13}$$

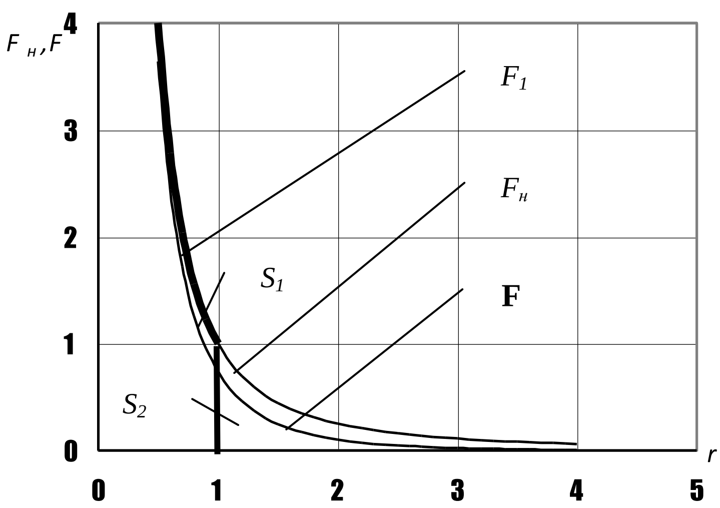

Рис. 1. Сравнение законов тяготения

Как видно из результатов (7.5) и (7.6), площади S_1 и S_2 равны друг другу. Следовательно, закон тяготения (7.3), справедливый для реальной Вселенной, с энергетической точки зрения можно заменить законом тяготения Ньютона, ограничив радиус действия сил величиной R_0 в соответствии с функцией

$$F_1 = \begin{cases} G \dfrac{m_1 m_2}{r^2} \quad при \;\; r \leq R_0, \\ 0 \; при \;\; r > R_0. \end{cases} \tag{14}$$

Данный подход позволяет в дальнейшем решить ряд замечательных задач, в частности, доказать тождество инертной и гравитационной масс.

3. Влияние движения на взаимодействие со Вселенной

Анализ астрономических явлений удобнее проводить в одной инерциальной системе отсчёта (в которой наблюдатель покоится). При этом возникает вопрос: какова скорость света относительно движущихся объектов? Ответ на этот вопрос не такой уж и простой, как кажется на первый взгляд.

Оказывается, что если скорость света относительно наблюдателя равна c, то относительно удаляющегося со скоростью v объекта она равна разности $c' = c - v$. По отношению к приближающемуся объекту она рана сумме $c' = c + v$. Если же объект будет двигаться строго в поперечном направлении, то скорость света по отношению к нему будет равна $c' = \sqrt{c^2 - v^2}$.

Все вышеизложенное не противоречит постулату специальной теории относительности (СТО) о постоянстве скорости света, так как она постоянна только в инерциальных системах отсчёта при измерении по собственным масштабам пространства и времени. А c' есть скорость света в одной (движущейся) инерциальной системе отсчета, измеренная по масштабам пространства и времени другой (неподвижной) инерциальной системы отсчёта. Назовём её местной скоростью света. Соответственно, относительно наблюдателя местная скорость света во всех направлениях будет равна c.

Следует отметить, что Эйнштейн использовал именно местную скорость света в своей первой статье по СТО [3] при выводе преобразований Лоренца. Однако она не получила широкого применения, поскольку этот вариант вывода в дальнейшем больше не использовался.

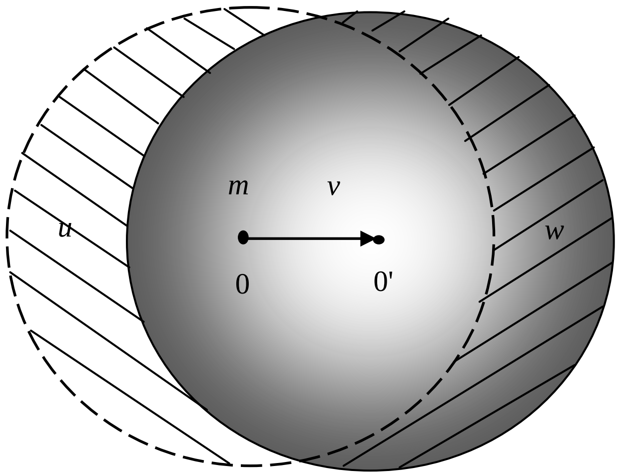

Рис. 2. Изменение области взаимодействий при разгоне материальной точки

Простые рассуждения показывают, что местная скорость света представляет собой тензор второго ранга (естественно, в трехмерном пространстве), все компоненты которого своими концами очерчивают шар радиуса c, смещённый вперёд по ходу движения объекта на величину его скорости движения v. Этот шар является геометрическим образом указанного тензора.

С учётом вышеизложенного проанализируем, как будет изменяться область взаимодействия материальной точки m со Вселенной при её разгоне от состояния покоя до скорости v и к чему всё это приведёт. Это нетрудно показать, что новая область взаимодействия точки со средой также будет представлять собой шар радиуса R_0 (рис. 2), но передвинутый вперёд по ходу её движения на некоторую величину (так как в выражение для R_0 нужно подставить местную скорость c', а эта величина зависит от скорости v).

Таким образом, область взаимодействия движущейся материальной точки смещается вперёд по ходу движения пропорционально скорости её движения. В пределе же, т. е. когда скорость движения равна скорости света, движущаяся точка должна находиться на задней поверхности своей области взаимодействия (что только и возможно для фотонов света!).

При разгоне точка теряет гравитационную связь с массами области u позади себя и вступает в гравитационную связь с массами области w впереди себя (рис. 2). Размеры областей u и w одинаковы и зависят только от скорости v, но местоположение точки m относительно них асимметрично. Следовательно, суммарная работа по преодолению сил гравитации области u и сил гравитации области w не равна нулю.

Автору удалось найти приёмы определения этой работы.

4. Доказательство тождества инертной и гравитационной масс для малых скоростей

Если материальная точка массы m находилась в покое в какой-либо инерциальной системе координат, а затем ее разогнали до скорости v, то её область взаимодействия сместится вперед по ходу движения на величину

$$r = \frac{v}{c} R_0 . \tag{15}$$

Для общности рассуждений будем считать, что точка m имела начальную скорость $\mathbf{v_0}$, а затем ее разогнали до скорости $\mathbf{v}$. Начальная ситуация для данного случая изображена на рис. 3.

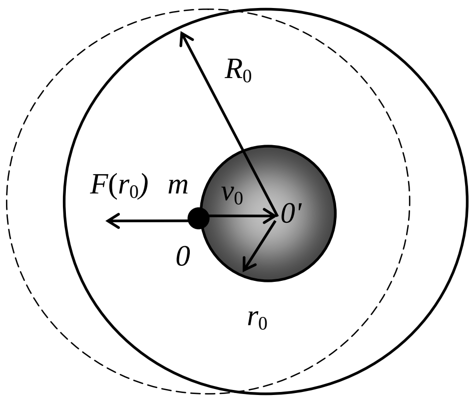

Рис. 3. К доказательству тождества инертной и гравитационной масс

Воспользуемся одним весьма важным свойством, вытекающим из закона тяготения Ньютона. Суть этого свойства заключается в том, что сферически-симметричная материальная оболочка не оказывает никакого влияния на материальную точку, находящуюся в любом месте во внутренней полости или, точнее, что равнодействующая всех гравитационных сил, действующих на эту точку со стороны оболочки, равна нулю.

В силу этого свойства радиус R_0 можно уменьшить до величины r_0, так как всё пространство между двумя радиусами можно разбить на сферически-симметричные материальные оболочки, которые не оказывают на точку m никакого влияния.

Таким образом, всё взаимодействие движущейся материальной точки со средой мы свели к действию силы притяжения шара радиуса r_0 и плотности ρ_0. (Следует помнить, что это лишь приём для определения численного значения силы. Направлена же она в сторону области u, т. е. в противоположную от выделенного шара сторону, так как именно эта область ближе к точке m).

Теперь можно определить суммарную работу, затраченную на разгон точки, как эквивалент работы по преодолению силы $F(r)$ гравитации при перемещении этой точки внутри гравитирующего шара с r_0 до r :

$$A = \int_{r_0} F(r)\, dr = \int_{r_0} \frac{GM(r)m}{r^2}\, dr =$$

$$= \int_{r_0} \frac{G4\pi\rho_0 r^3 m}{3r^2}\, dr = \frac{4\pi G\rho_0 m}{3}\frac{r^2}{2}\bigg|_{r_0}^{r} =$$

$$= \frac{4\pi G\rho_0 m}{6}\left(r^2 - r_0^2\right) = \left| r = \frac{v}{c}R_0 \right| = \frac{4\pi G\rho_0 m}{6}\left(\frac{v^2}{c^2}R_0^2 - \frac{v_0^2}{c^2}R_0^2\right) =$$

$$= \frac{4\pi G\rho_0 m}{6}\frac{R_0^2}{c^2}\left(v^2 - v_0^2\right) = \left| R_0 = \sqrt{\frac{3c^2}{4\pi G\rho_0}} \right| =$$

$$= \frac{4\pi G\rho_0 m}{3c^2\cdot 2}\frac{3c^2}{4\pi G\rho_0}\left(v^2 - v_0^2\right) = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}. \qquad (16)$$

Мы доказали известную из механики теорему об изменении кинетической энергии тела. Если полученное выражение продифференцировать по скорости и по времени, то получится второй закон Ньютона

$$\frac{\partial^2 A}{\partial v\,\partial t} = F = ma. \qquad (17)$$

где: $\boldsymbol{F}$ есть сила, приложенная к точке, а $\boldsymbol{a}$ есть ускорение точки.

Характерной особенностью полученных результатов является то, что как в теорему об изменении кинетической энергии, так и во второй закон Ньютона входит не инертная, а гравитационная масса, поскольку с самого начала рассматривалась только такая масса.

Таким образом, доказано тождество инертной и гравитационной масс в соответствии с принципом Маха. Это доказано для малых скоростей, поскольку не учитывалась зависимость взаимодействия от скорости движения точки. Тем не менее, уже и этот результат позволяет перевернуть все наши устоявшиеся представления о Вселенной, свойствах инертности материальных тел, гравитационной взаимосвязи и взаимообусловленности всех явлений природы в масштабах Вселенной.

5. Новая интерпретация основного закона динамики

Как известно, измерения физических величин бывают *прямыми* и *косвенными*. И хотя различие между ними довольно условное, всё же у первых, как правило, существует однозначное толкование, в то время как вторые получаются из первых путём математических преобразований и, соответственно, могут иметь разное толкование.

Неверное толкование косвенных физических величин может занимать целую эпоху. Именно так, как считает автор, и получилось с толкованием зависимости массы движущихся частиц со скоростью, поскольку эти массы никто и никогда напрямую не измерял. Измерялось же *отклонение* движущихся *заряженных* частиц под *воздействием* магнитных и электрических полей.

Таким образом, в опытах было три величины: *масса, заряд* и *сила* (*воздействие)*. А экспериментатором фиксировалось лишь отклонение частицы от равномерной и прямолинейной траектории, которое затем интерпретировалось как отношение заряда частицы к её массе.

Одна из этих величин действительно менялась. Но поскольку прямого измерения ни одной величины не делалось, то тогда можно было бы сформировать следующее полное поле математически эквивалентных интерпретаций результатов эксперимента:

1) *меняется* масса, а заряд и сила не меняются;
2) *меняется* сила, а масса и заряд не меняются;
3) *меняется* заряд, а масса и сила не меняются;
4) все величины *меняются*.

Поскольку у теоретиков имелись основания считать, что заряд со скоростью не меняется [3], то последние две интерпретации из рассмотрения исключались. Однако вторая интерпретация исключена, по мнению автора, необоснованно.

Действительно, применяя преобразования Лоренца к уравнениям движения электрона (который движется вдоль оси OX), Эйнштейн получил систему [3]:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{1}{m_e}\frac{1}{\beta^3}q_e E_x,$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{1}{m_e}\frac{1}{\beta}q_e\left(E_y - \frac{v}{c}H_z\right), \qquad (18)$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{1}{m_e}\frac{1}{\beta}q_e\left(E_z - \frac{v}{c}H_y\right).$$

где $\beta = 1/\sqrt{1 - c^2/c^2}$, m — масса электрона, E_x, E_y, E_z, H_y, H_z — компоненты электрического и магнитного полей.

Если компоненты силы обозначить через F_{x0}, F_{yo}, F_{z0}, то данную систему можно представить в виде:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{1}{m_e}\frac{1}{\beta^3}F_{x0},$$
$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{1}{m_e}\frac{1}{\beta}F_{y0}, \qquad (19)$$
$$\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{1}{m_e}\frac{1}{\beta}F_{z0},$$

которая с формальной точки зрения применима и к гравитации. И теперь возникает вопрос, на каком основании релятивистский коэффициент в знаменателе правой части связали с массой, а не с силой?

Если посмотреть на реальный закон всемирного тяготения с учётом зависимости скорости света от движения взаимодействующих объектов, то можно утверждать, что сила гравитационного взаимодействия зависит от скорости взаимного движения объектов. При движении от массивного объекта сила уменьшается, а при приближении она увеличивается. Тогда релятивистский коэффициент в знаменателе правой части уравнений (19) нужно связать с силой, компоненты которой теперь можно представить в виде:

$$F_x = \frac{1}{\beta^3}F_{x0} = \sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^3}F_{x0},$$
$$F_y = \frac{1}{\beta}F_{y0} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}F_{y0}, \qquad (20)$$
$$F_z = \frac{1}{\beta}F_{z0} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}F_{z0}.$$

Данная интерпретация результатов с формальной точки зрения эквивалентна зависимости массы движущихся тел от скорости. Однако она снимает ряд ограничений при применении в космологических масштабах, в том числе и при доказательстве тождества инертной и гравитационной масс.

6. Доказательство тождества инертной и гравитационной масс в релятивистском случае

Теперь проделаем математическую операцию, аналогичную нерелятивистскому случаю, но начальную скорость точки примем равной нулю (с тем, чтобы не «потерять» одно важное слагаемое, которое без такой операции сокращается). При преобразовании учтём зависимость силы от скорости в соответствии с первым уравнением системы (20). Имеем:

$$A = \int_0 F(r)\,dr = \int_0 \frac{4\pi G\rho r m}{3}dr =$$
$$= \left| F_x = \sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^3}F_{x0} \right| = \int_0 \frac{4\pi G\rho r m_0}{3\sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^3}}dr =$$

$$= \left| r = \frac{v}{c} R_0,\ dr = \frac{R_0}{c} dv \right| = \int_0 \frac{4\pi G\rho v m_0 R_0^2}{3\sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^3}} dv =$$

$$= \int_0 \frac{m_0 v}{\sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^3}} dv = \left. \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right|_0^v = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2 . \qquad (21)$$

Мы получили релятивистское выражение кинетической энергии материальной точки, в которое также входит гравитационная масса. Если полученное выражение продифференцировать по скорости и по времени, то получится релятивистское выражение второго закона Ньютона. Таким образом, тождество инертной и гравитационной масс оказалось справедливым для любых скоростей.

Следует отметить, что последнее слагаемое в уравнении (21) представляет собой энергию связи материальной точки со Вселенной, которая получается при использовании реального закона всемирного тяготения (9).

Заключение

Из всей совокупности физических закономерностей лишь некоторые законы могут быть отнесены к числу фундаментальных, остальные же могут быть выведены из них математически. Второй закон Ньютона всегда относили к фундаментальным законам, физики, однако, здесь было показано, что этот закон не является фундаментальным, так как выводится математически из закона всемирного тяготения.

Кроме того, было показано, что никакими инертными массами материальные тела не обладают и что их инертные свойства проявляются через гравитационное взаимодействие со всеми массами Вселенной или, точнее, через изменение этого взаимодействия.

Доказательство же тождества инертной и гравитационной масс стало возможным благодаря учёту зависимости гравитационных взаимодействий от скорости движения и от радиуса гравитационных взаимодействий.

Литература:

1. *Zhuck N. A.* "The new stationary model of the Universe". The Gamov memorial international conference "The Univerce of Gamov: original ideas in astrophysics and cosmology" (GMIC'99), Odessa, August 16-22, 1999, Abstracts, p. 37.
2. *Жук Н. А.* Космология. – Харьков: ООО «Модель Вселенной», 2000, 564 с..
3. *Einstein A.* Zur Elektrodynamik der bewegter Körper // Ann. Phys., 1905, vol. 17, 891.
4. *Grishchuk L. P., Petrov A. N., Popova A. D.* Exact Theory of the (Einstein) Gravitational Field in an Arbitrary Backgraund Space-Time. // Comm. Math. Phys. 1984, vol. 94, 379.

Статья поступила в редакцию 14.06.2001

Zhuck N. A.

On the identity of inert and gravitational mass

It has been shown that the Einstein's equations with the cosmological constant describe only plane (with Euclid geometry) and static Universe. They have been transformed into field form and have been simplified with such conditions. The solution of these equations has been found in the form of Yukawa's potential, which includes a constant, that has been called 'radius of the gravitational interactions'. According to the constant it has been defined the concept of the sphere of the gravitational interactions a material body with the Universe. It is shown, that this sphere changes its position in the space if the body gathers speed or brakes. It is accompanying with the changing of the energy of the gravitational links of the body with the Universe. On definition of the character and value of these changes it has been proved the identity of inert and gravitational mass according to the Mach's principle.

Key words: common relativistic theory, principle of equivalence, inert mass, gravitational mass, Yukawa's potential, Mach's principle.