NEW FORMULAS FOR GRAVITATIONAL ACCELERATION

Manuylov E.A. (Ukraine) Email: Manuylov427@scientifictext.ru

Manuylov Eduard Aleksandrovich – Director,
PRIVATE ENTERPRISE "GALICHABRAZIV", LVIV, UKRAINE

Abstract: *in the article, two formulas are considered for calculating the gravitational acceleration of a point remote from an object, without using the mass and the gravitational constant. The object is a homogeneous sphere with a known volume and gravitational acceleration on its surface. The first formula takes into account that the gravitational acceleration of a remote point is proportional to the volume traversed by particles in the object, and the second is proportional to the area of the object's sphere. It is shown that the formula for calculating the gravitational acceleration according to the law of universal gravitation is transformed to the second formula.*
Keywords: *theory of Georges Louis LeSage, particles, gravitational acceleration, the law of universal gravitation.*

НОВЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ГРАВИТАЦИОННОГО УСКОРЕНИЯ

Мануйлов Э.А. (Украина)

Мануйлов Эдуард Александрович – директор,
Частное предприятие «Галичабразив», г. Львов, Украина

Аннотация: *в статье рассматриваются две формулы для расчета гравитационного ускорения точки, удаленной от объекта, без использования массы и гравитационной постоянной. Объект представляет собой однородный шар с известным объемом и гравитационным ускорением на его поверхности. Первая формула учитывает, что гравитационное ускорение удаленной точки пропорционально объему, пройденному частицами в объекте, а вторая - пропорционально площади сферы объекта. Показано, что формула вычисления гравитационного ускорения по закону всемирного тяготения преобразуется к виду второй формулы.*
Ключевые слова: *теория Джорджа Луиса ЛеСаж, частицы, гравитационное ускорение, закон всемирного тяготения.*

УДК 521.11

Введение

Гравитационное ускорение, вычисляемое из закона всемирного тяготения, не поясняет природу тяготения. Исаак Ньютон писал, что *«Тяготение должно вызываться агентом, постоянно действующим по определенным законам»* [1, с. 139]. «*Сила гравитации – это результат движения крошечных частиц, двигающихся во всех направлениях Вселенной»* - утверждал Жорж Луи ЛеСаж [2]. «*Гравитационные воздействия имеют механическую природу и переносятся частицами*» - считает Вальтер Ритц [4].

Принимая во внимание эти идеи, выведены формулы гравитационного ускорения удаленной точки от объекта, принятого в виде однородного шара

1. Методика вывода формул гравитационного ускорения

В статье [5] приведена методика и предложена формула для вычисления гравитационного ускорения. Формула имеет вид:

$$A = K \cdot V = g\,\frac{V}{V_0}, \qquad (1.1)$$

где

A – гравитационное ускорение точки вне объекта;

g - известное гравитационное ускорение точки на поверхности объекта;

V_0 - объем, который проходят частицы внутри объекта до пересечения с точкой, находящейся на поверхности объекта;

V - объем, который проходят частицы внутри объекта до пересечения с точкой вне объекта;

К $= g/V_0$ - коэффициент поглощения частиц на единицу объема.

Для метода хорд, когда частицы пересекают объект по хордам, выведена формула для вычисления гравитационного ускорения точки вне объекта:

$$A = 4 \cdot g \cdot \int_0^{\beta} \left(\sqrt{1 - (\sin(\varphi)/(\sin(\beta))^2}\right)^3 \cdot \sin(\varphi)\,d\varphi, \qquad (1.2)$$

где β - угол, под которым виден объект радиусом R из точки, удаленной от поверхности объекта на расстояние h.

На рисунке 4 функция (1.2) приведена в виде графика.

2. Метод высот хорд

В этом методе используется формула (1.1). На поверхности объекта радиуса R с центром в точке E выберем точку T**,** которую принимаем за центр сферы пространства радиусом 2·R (рисунок 1). Заметим, что на рисунках пространственные элементы отображаются в виде проекций на фронтальную плоскость.

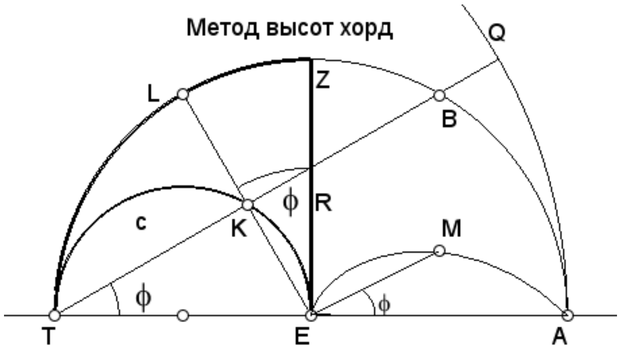

Рис. 1. Отображения уравнения KL=R(1-sin(φ)) в полярных координатах

Проведем под углом φ хорду BT как след одной из частиц, направленной из сферы пространства Q к точке T. Восстановим из средины TB высоту хорды равную KL. Уравнение высоты хорды имеет вид:

$$KL = R \cdot (1 - sin(\varphi)) \qquad (2.1)$$

При изменении угла φ от 0 до π/2 высота хорды описывает плоскую фигуру TZEcT. Площадь этой фигуры можно определить, построив кривую (2.1) на полярной оси EA. Сектор AME будет ограничен полярными радиусами φ=0 и φ=π/2 (отрезками EA и EZ). При этом точка M соответствует L и EM=KL.

Согласно [3] "*объем тела, получающийся при вращении сектора, ограниченного кривой r=r(φ) и двумя полярными радиусами φ=α и φ=β*

вокруг полярной оси, находится по формуле $V=2\cdot\frac{\pi}{3}\int_{\alpha}^{\beta} r^3(\varphi)\cdot sin(\varphi)d\varphi.$"

Подставляя вместо r значение (2.1), получим объем тела, который получается при вращении сектора AME вокруг оси EA:

$$V_0 = 2\frac{\pi}{3}\cdot R^3\int_0^{\pi/2}(1 - sin(\varphi))^3\cdot sin(\varphi)\, d\varphi, \qquad (2.2)$$

где табличный интеграл

$$\int_0^{\pi/2}(1 - \sin(\varphi))^3\sin(\varphi)\, d\varphi = (3 - 15\pi/16). \qquad (2.3)$$

Перейдем к определению объема, который проходят частицы в теле объекта до пересечения с точкой P. Из рисунка 2 получаем, что:

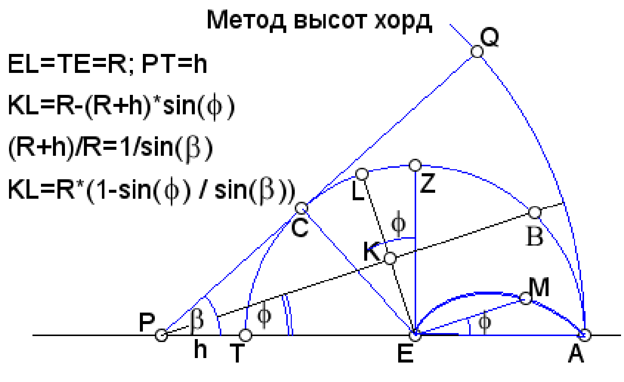

Рис. 2. Отображение KL=R·(1-sin(φ)/sin(β)) в полярных координатах

$$KL = R - (R+h)\cdot\sin(\varphi) = R - R\cdot\frac{R+h}{R}\cdot\sin(\varphi) = R\cdot(1 - \frac{\sin(\varphi)}{\sin(\beta)}). \qquad (2.4)$$

Заменив из [3] выражение r(φ) на выражение (2.4) и α на 0, получаем:

$$V = 2\frac{\pi}{3}\cdot R^3\int_0^{\beta}(1 - \sin(\varphi)/\sin(\beta))^3\cdot\sin(\varphi)\, d\varphi. \qquad 2.5)$$

Подставляя в (1.1) формулы (2.2) и (2.5) и учитывая (2.3), находим формулу гравитационного ускорения точки P по методу высот хорд:

$$A = 16g/(48 - 15\pi)\int_0^{\beta}(1 - \sin(\varphi)/\sin(\beta))^3\cdot\sin(\varphi)\, d\varphi \qquad (2.6)$$

3 Метод квадрата синуса

Построим часть сферы объекта радиусом R с центром в точке E (рисунок 3). Из точки P проведем касательную PC. В точке C построим нормаль EC к касательной и нормаль CA к прямой PE. От точки P отложим отрезок PH равный AE= r. Из центра H изобразим вспомогательную полусферу радиусом r. По построению PE=R+h, sin(β)=R/(R+h), r=R·sin(β).

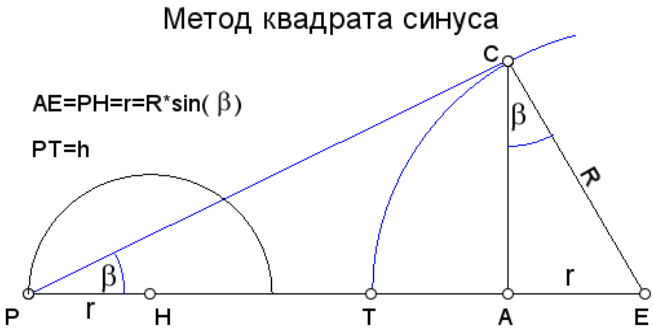

Рис. 3. Механизм взаимодействия двух сфер

Будем считать, что в точке T известно гравитационное ускорение g. Принимаем, что К – это коэффициент поглощения частиц на единицу **площади сферы объекта.** Тогда К=g/V_0, где V_0=4·π·R² - площадь сферы радиуса R. Площадь V вспомогательной сферы с центром в точке H будет равна V=4·π·r². Принимая, что гравитационное ускорение точки P вычисляется по формуле A=К·V, найдем:

$$A=К\cdot V=g\cdot\frac{V}{V_0}=g\cdot\frac{4\cdot\pi\cdot r^2}{4\cdot\pi\cdot R^2}=g\cdot\frac{r^2}{R^2}=g\cdot\frac{R^2\cdot\sin^2(\beta)}{R^2}=g\cdot\sin^2(\beta). \qquad (3.1)$$

4 Преобразование формулы гравитационного ускорения

Согласно закону всемирного тяготения гравитационное ускорение g на поверхности объекта радиусом R и массой M связывается соотношением

g= G·M/ R², где G – гравитационная постоянная.

Из этого выражения находим, что

$$G\cdot M=g\cdot R^2. \qquad (4.1)$$

Если удаленная точка находится на расстоянии h над поверхностью объекта, то ее гравитационное ускорение A определяется известным соотношением

$$A=G\cdot M/(R+h)^2. \qquad (4.2)$$

Подставим выражение (4.1) в формулу (4.2). Приняв во внимание, что sin(β)=R/(R+h) согласно рисунку 3, получаем преобразованную формулу гравитационного ускорения удаленной точки:

$$A=g\cdot R^2/(R+h)^2=g\cdot\sin^2(\beta). \qquad (4.3)$$

Эта формула идентична формуле квадрата синуса (3.1).

Таким образом, гравитационное ускорение точки над поверхностью объекта равно гравитационному ускорению на поверхности объекта умноженному на квадрат синуса угла, под которым из точки виден радиус объекта.

5 Сравнение методов

В таблице 1 для разных высот h над поверхностью объекта приведены гравитационные ускорения A, вычисленные по формулам 3-х методов. Также показаны отклонения гравитационных ускорений методов хорд и высот хорд относительно метода квадрата синуса. На рисунке 4 приведены графики гравитационных ускорений вычисленные по 3-м методам.

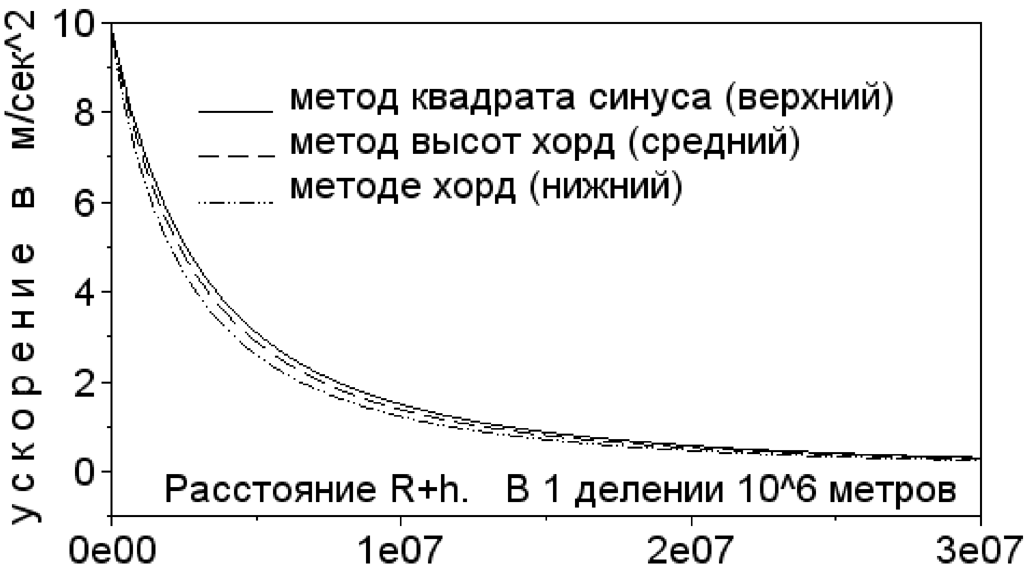

Рис. 4. Графики гравитационных ускорений

Таблица 1. Вычисление гравитационных ускорений для разных высот

h(м)	М Е Т О Д вычислений				
	Квадрата синуса	Хорд		Высот хорд	
	1	2	(3)=(1)-(2)	4	(5)= (1)-(4)
0	9.820295	9.820295	0.000000	9.820295	0.000000
10^2	9.819987	9.819833	0.000154	9.819948	0.000039
10^4	9.789539	9.774535	0.015004	9.785677	0.003862
10^6	7.336466	6.745279	0.591187	7.131864	0.204602
10^8	0.035228	0.028197	0.007031	0.032176	0.003052
10^{10}	3.981D-6	3.185D-6	7.962D-7	3.635D-6	3.458D-7
$4 \cdot 10^{12}$	2.491D-11	1.993D-11	4.985D-12	2.275D-11	2.16D-12

Заключение

Цели, поставленные в статье, выполнены:

- выведены формулы гравитационного ускорения, которые имеют механическую природу;
- в формулах хорд и высот хорд коэффициенты поглощения рассчитаны на единицу объема объекта, который пересекают частицы;
- в формуле квадрата синуса коэффициент поглощения рассчитан на единицу площади сферы объекта, которую пересекают частицы;
- формула расчета гравитационного ускорения удаленной точки с помощью метода квадрата синуса совпадает с преобразованной формулой, полученной из закона всемирного тяготения;
- показана сравнительная оценка методов.

Итак, можно сделать выводы, что гравитационное ускорение есть результат взаимодействия объекта и частиц.

Список литературы / References

1. *Вавилов С.И.* Исаак Ньютон, 1945. Глава 10.
2. *Федосин С.Г.* Теория гравитации Лесажа // Традиция - русская энциклопедия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://traditio.wiki/Теория_гравитации_Лесажа/ (дата обращения: 14.04.2017).

3. Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. Учебный материал. Математика. Лекции. 13.4.3. Объем тела в полярных координатах. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://energy.bmstu.ru/gormath/mathan2s/usint/UsingInt.htm/ (дата обращения: 27.02.2017).
4. *Семиков С.А.* Баллистическая теория Ритца и картина мироздания, 2013. §1.2.
5. *Мануйлов Э.А.* Формула для вычисления гравитационного ускорения методом хорд // European science. № 4 (26), 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://scientific-publication.com/h/sborniki/01-00-00-fiziko-matematicheskie-nauki/330-formula-dlya.html/ (дата обращения: 12.05.2017).

Список литературы на английском языке / References in English

1. *Vavilov S.I.* Isaac Newton (1643-1727). Moscow. Nauka Publ., 1989.
2. *Fedosin S.G.* Theory of Gravitation of Lesage. Tradition is a Russian encyclopedia. [Electronic resource]. URL: https://traditio.wiki/ Theory of Gravitation of Lesage/ (date of access: 14.04.2017).
3. The volume of the body in polar coordinates. [Electronic resource]: Training material. Moscow. Moscow University Publ., 2017. URL: http://energy.bmstu.ru/gormath/mathan2s/usint/UsingInt.htm/ (date of access: 18.03.2017).
4. *Semikov S.A.* The ballistic theory of Ritz and the picture of the universe. Nizhny Novgorod, 2013. §1.2.
5. *Manuylov E.A.* The formula for carculating the gravitational acceleration by the chord method. // European science № 4(26), 2017. [Electronic resource]. URL: http://scientific-publication.com/h/sborniki/01-00-00-fiziko-matematicheskie-nauki/330-formula-dlya.html/ (date of access: 12.05.2017).