

*Крутоверцев Игорь Титович*

*ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры»*

*Главный специалист*

[titich@list.ru](mailto:titich@list.ru)

Ключевые слова: модель силового взаимодействия, излучающие небесные тела, полное излучение векторов силы Солнца, центробежные силы, пассивные пары небесных тел, пассивно-активные пары небесных тел, классическая теория тяготения Ньютона, универсальная постоянная.

#### Аннотация

Проведен уточненный расчет модели силового взаимодействия между планетами и солнцем по рассчитанной модели. Определены коэффициенты  $\Delta f$  и  $Q$  для расчетов по выбранной формуле.

Выявлено минимально возможное расчетное расстояние планет от Солнца, не имеющих центробежной силы. Силовые функции планет на расстоянии около  $10^{10}$  м параллельны друг другу. Сравнение этих функций с формулой тяготения Ньютона показало близкие значения или совпадения, начиная с расстояния  $10^{10}$  м. Функции силового взаимодействия между Землей и Луной по разработанной формуле и формуле Ньютона совпадают.

*Krutovtsev Igor Titovich*

*Center for Operation of Space Ground-Based Infrastructure*

*Main expert*

Keywords: model of force interaction, radiating celestial bodies, total radiation of Sun force vectors, centrifugal forces, passive pairs of celestial bodies, passive-active pairs of celestial bodies, classical Newton's theory of gravitation, universal constant.

#### Abstract

A refined calculation of the model of force interaction between the planets and the sun according to the calculated model is carried out. Coefficients  $\Delta f$  and  $Q$  for calculations by the chosen formula are determined.

The minimum possible calculated distance of planets from the Sun without centrifugal force is revealed. The force functions of the planets at a distance of about  $10^{10}$  m parallel to each other. Comparison of these functions with Newton's formula of gravitation showed close values or coincidences, starting from a distance of  $10^{10}$  m. The Functions of the force interaction between the Earth and the Moon according to the developed formula and Newton's formula coincide.

## **Динамическая модель солнечной системы и гравитация Ньютона**

В опубликованной ранее статье [1] была предложена модель силового взаимодействия Солнца и планет, входящих в его систему. При этом принималось, что влияние на планеты происходит за счет двух результирующих сил, действующих в противоположных векторах. В данной модели Солнце является излучающим источником некой силы частично действующей на планету, с одной стороны, и, с другой стороны, внешней результирующей силой от остальных излучающих небесных тел, таких же как Солнце, присутствующих в космическом пространстве. Предполагается, что вселенная не имеет пространственных ограничений. Внешняя результирующая сила, имеющая фиксированную

плотность потока, действует на планету однородно по всем полярным координатам, а результирующая этой силы возникает за счет экранирования Солнцем. Силы, действующие на Солнце от внешних источников, не учитывались. Выведена следующая формула равновесия двух действующих сил на планету в рамках пары небесных тел Солнце - планета

$$\frac{2\pi \Delta f (L\sqrt{L^2 - R_s^2} + R_s^2 - L^2) R_p^2}{L^2} = \frac{Q(L - \sqrt{L^2 - R_p^2})}{2L} \quad (1)$$

где  $\Delta f$  – плотность потока космического поля;

$L$  - расстояние от центра Солнца до центра планеты;

$R_s$ - радиус Солнца;

$R_p$  - радиус планеты;

$Q$  - полное излучение векторов силы Солнца.

Левая часть формулы, это результирующая сила, действующая на планету от внешних излучающих небесных тел с учетом экранирования Солнцем. Правая часть - результирующая сила, действующая на планету от Солнца.

Вычисленные ранее  $\Delta f$  и  $Q$  по упрощенной формуле с учетом больших расстоянием по сравнению с размерами небесных тел по формуле

$$\frac{2\pi \Delta f R_s^2 R_p^2}{L^2} = \frac{Q(L - \sqrt{L^2 - R_p^2})}{2L} \quad (2)$$

не дали убедительного ответа на вопрос о жизнеспособности проведенного расчета. Поэтому, был проведен расчет  $\Delta f$  и  $Q$  по полной формуле (1) с учетом центробежных сил планет. Расчет проводился в среде Mathcad 14.

Для этих вычислений использовались известные данные для планет солнечной системы [2], которые приведены в таблице 1. Параметры Солнца и Луны взяты там же. Центробежные силы для планет были вычислены по этим данным.

Таблица 1

№ п/п	Небесное тело	Радиус, м	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Масса, кг	Радиус орбиты, м	Скорость движения по орбите, м/с	Центробежная сила, н
1	Меркурий	2.44x10 <sup>6</sup>	5.473x10 <sup>3</sup>	3.33 x10 <sup>23</sup>	5.655x10 <sup>10</sup>	4.79x10 <sup>4</sup>	1.35121x10 <sup>22</sup>
2	Венера	6.051 x10 <sup>6</sup>	5.247 x10 <sup>3</sup>	4.869 x 10 <sup>24</sup>	1.082x10 <sup>11</sup>	3.5x10 <sup>4</sup>	5.51402 x10 <sup>22</sup>
3	Земля	6.378 x10 <sup>6</sup>	5.494 x10 <sup>3</sup>	5.974 x 10 <sup>24</sup>	1.496x10 <sup>11</sup>	2.979 x10 <sup>4</sup>	3.54389 x10 <sup>22</sup>
4	Марс	3.397 x10 <sup>6</sup>	3.909 x10 <sup>3</sup>	6.419x10 <sup>23</sup>	2.278x10 <sup>11</sup>	2.41 x10 <sup>4</sup>	1.63609 x10 <sup>21</sup>
5	Юпитер	7.149 x10 <sup>7</sup>	1.241 x10 <sup>3</sup>	1.899 x10 <sup>27</sup>	7.784x10 <sup>11</sup>	1.31 x10 <sup>4</sup>	4.18598 x10 <sup>23</sup>
6	Сатурн	6.027 x10 <sup>7</sup>	619.924	5.685 x10 <sup>26</sup>	1.427x10 <sup>12</sup>	9.66 x10 <sup>3</sup>	3.71769 x10 <sup>22</sup>
7	Уран	2.556 x10 <sup>7</sup>	1.238 x10 <sup>3</sup>	8.662 x10 <sup>25</sup>	2.871x10 <sup>12</sup>	5.48 x10 <sup>3</sup>	9.08277 x10 <sup>20</sup>
8	Нептун	2.476 x10 <sup>7</sup>	1.76 x10 <sup>3</sup>	1.028 x10 <sup>26</sup>	4.498x10 <sup>12</sup>	4.749 x10 <sup>3</sup>	5.13555 x10 <sup>20</sup>
9	Плутон	1.195 x10 <sup>6</sup>	2.098 x10 <sup>3</sup>	1.5 x10 <sup>22</sup>	5.906x10 <sup>12</sup>	4.75 x10 <sup>3</sup>	4.85139 x10 <sup>16</sup>

Коэффициент  $\Delta f$  был рассчитан по паре Земля-Луна по формуле

$$\frac{2\pi \Delta f (Lzm\sqrt{Lzm^2 - Rz^2} + Rz^2 - Lzm^2)Rm^2}{Lzm^2} = Fzm \quad (3),$$

где  $Rm$  – радиус Луны;

$Rz$  – радиус Земли;

$Lzm$  – радиус орбиты Луны вокруг Земли;

$Fzm$  – центробежная сила Луны на орбите вокруг Земли.

Коэффициент  $Q$  вычислялся по формуле 1 для пары Солнце – Земля с учетом центробежной силы Земли, по формуле

$$\frac{2\pi \Delta f (Lzs\sqrt{Lzs^2 - Rs^2} + Rs^2 - Lzs^2)Rz^2}{Lzs^2} = \frac{Q(Lzs - \sqrt{Lzs^2 - Rz^2})}{2Lzs} + Fzs \quad (4),$$

где  $Lzs$  – радиус орбиты Земли вокруг Солнца;

$Fzs$ - центробежная сила Земли на орбите вокруг Солнца.

Проведенный заново расчет дал следующие результаты :

$$\Delta f = 0.0037912818496919232119 \text{ Н/м}^2;$$

$$Q = 5.4959414969292260344 \times 10^{33} \text{ Н}.$$

Для представления о характере сил, действующих на планеты проведен расчет для всех пар планета- Солнце по формуле 5

$$F = \frac{2\Delta f (L\sqrt{L^2 - Rs^2} - Rs^2 + L^2)Rp^2}{L^2} - \frac{Q(L - \sqrt{L^2 - Rp^2})}{2L} \quad (5)$$

На рис.1 в логарифмическом масштабе представлены все расчетные кривые результирующих сил для пар планета- Солнце, соответствующих формуле без вклада центробежной силы.

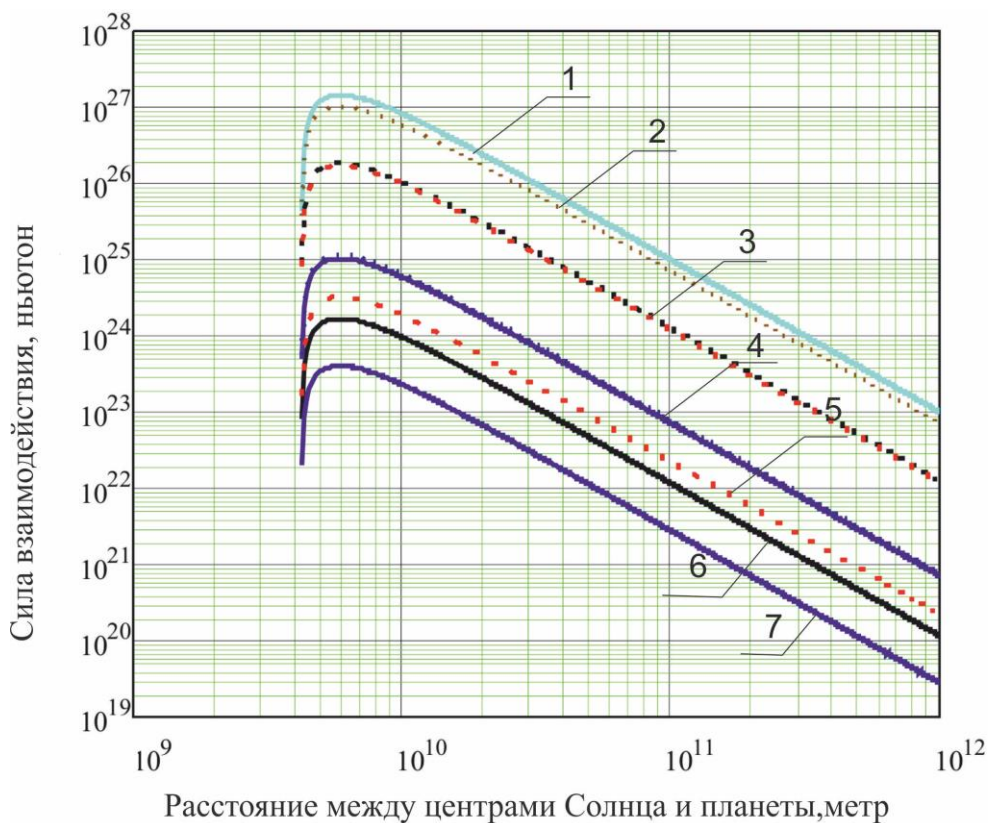


Рис.1 Расчетная сила взаимодействия между Солнцем и планетой  
 1-Юпитер , 2- Сатурн, 3-Нептун, Уран, 4-Венера, Земля,  
 5-Марс,6- Меркурий, 7-Плутон

Как видно из Рис.1 равновесное расстояние до центра Солнца для всех планет, при отсутствии центробежной силы, соответствует примерно  $4 \times 10^9$  м, когда функции из положительной области резко падают до нуля. Также, из анализа Рис.1 вытекает, что ни одно небесное тело, по крайней мере, находящееся в пределах солнечной системы, не может приблизиться к Солнцу ближе указанного расстояния. Из этого семейства функций также видно, что, начиная с расстояния примерно  $10^{10}$  м, функции параллельны друг другу, что соответствует одинаковой динамике взаимодействия планет и Солнца, начиная с этого расстояния. Следует учесть, что расстояние вычислялось между центрами небесных тел, поэтому до поверхности Солнца такое расстояние для планет заметно меньше.

Представляло интерес проверить выбранный метод расчета для условий силового взаимодействия между планетами и Солнцем в сравнении с классической ньютоновской формулой тяготения

$$F = G * \frac{M1 * M2}{L^2} \quad (6).$$

где G – гравитационная постоянная;

M1 и M2 – массы тел;

L – расстояние между двумя объектами.

Были проведены такие сравнительные расчеты для каждой пары планета – Солнце отдельно, сведенные в один график для удобства анализа.

В логарифмическом масштабе по обоим координатам на Рисунках 2-10 представлены сравнительные графики этих расчетов и соответствующей ньютоновской силы тяготения для каждой планеты при отсутствии у планет центробежной силы. Все графики имеют общие свойства, но и показывают различия в результатах расчетов двух типов.

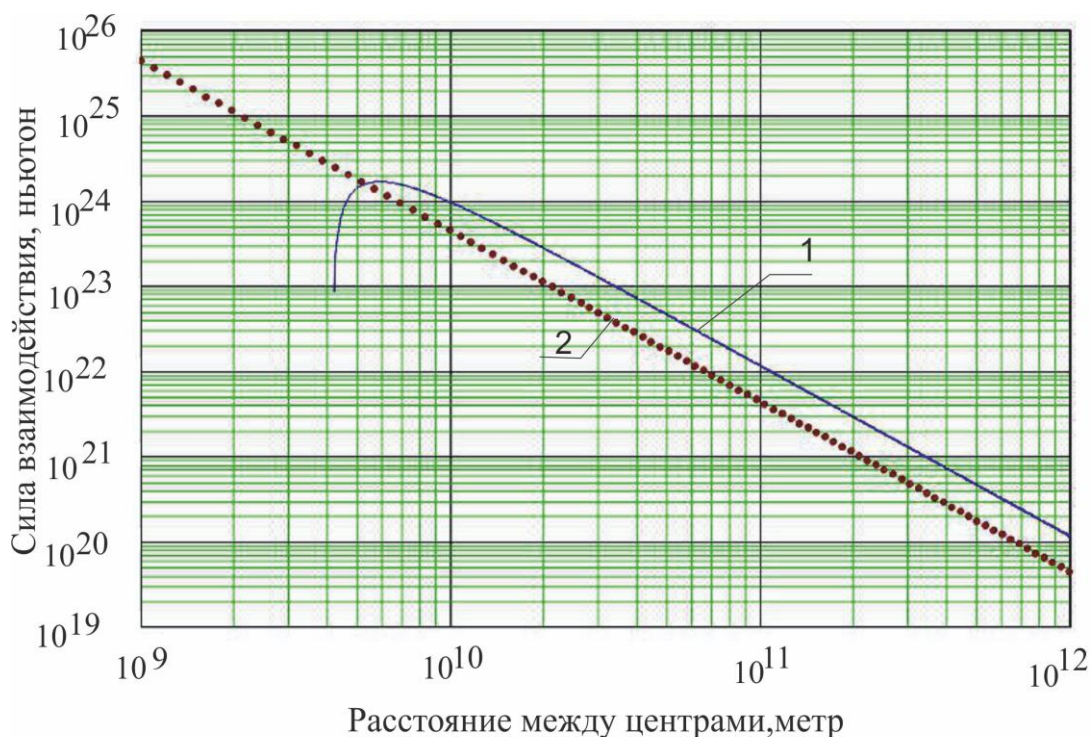


Рис.2 Сила взаимодействия Меркурия и Солнца  
1- расчет, 2- классическая функция притяжения

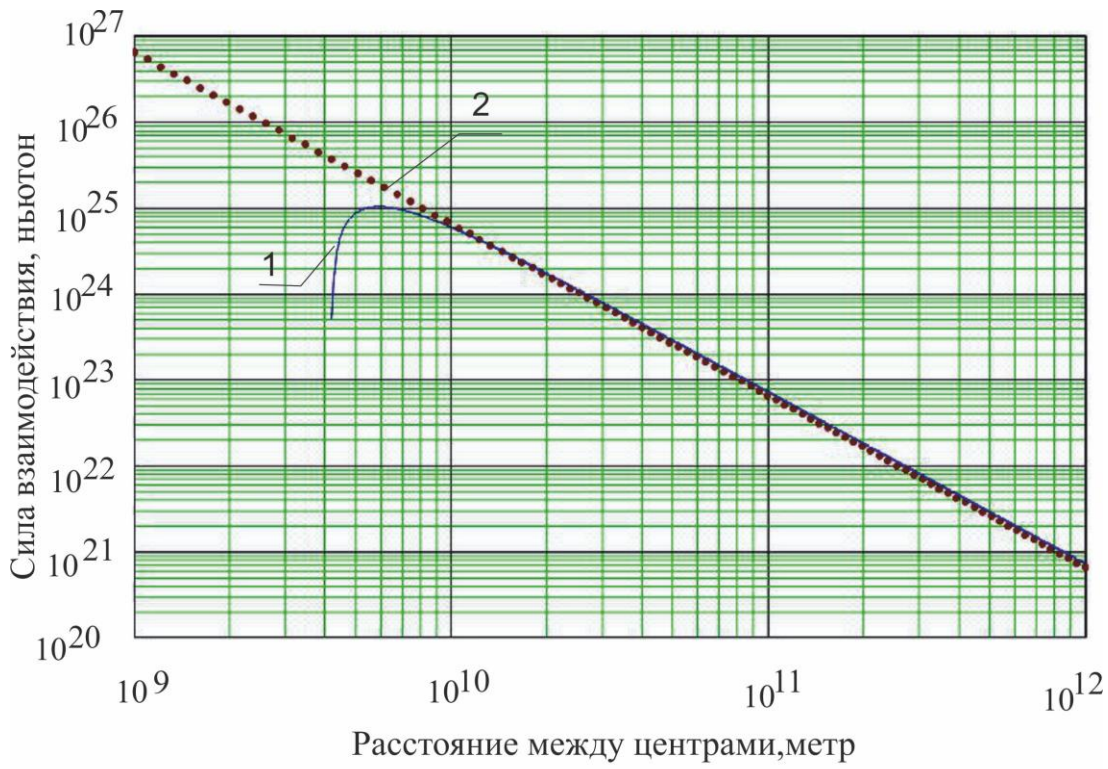


Рис.3 Сила взаимодействия Венеры и Солнца  
1- расчет, 2- классическая функция притяжения

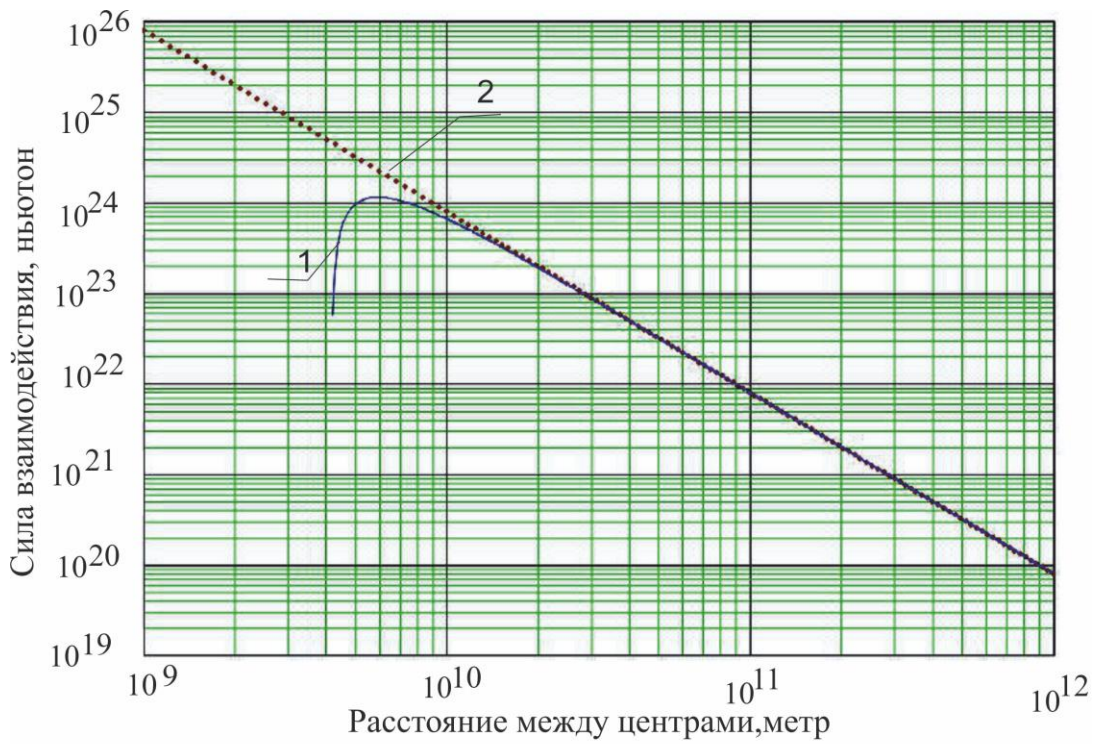


Рис.4 Сила взаимодействия Земли и Солнца  
1- расчет, 2- классическая функция притяжения

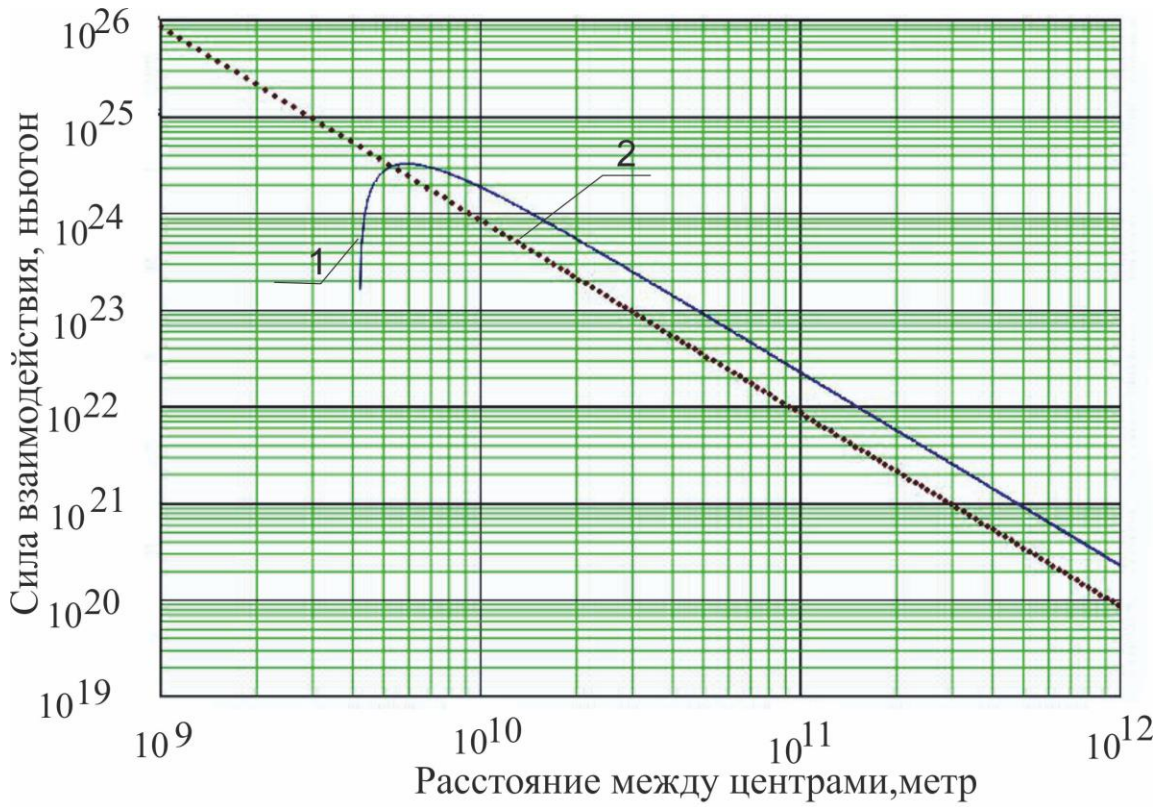


Рис.5 Сила взаимодействия Марса и Солнца  
1- расчет, 2- классическая функция притяжения

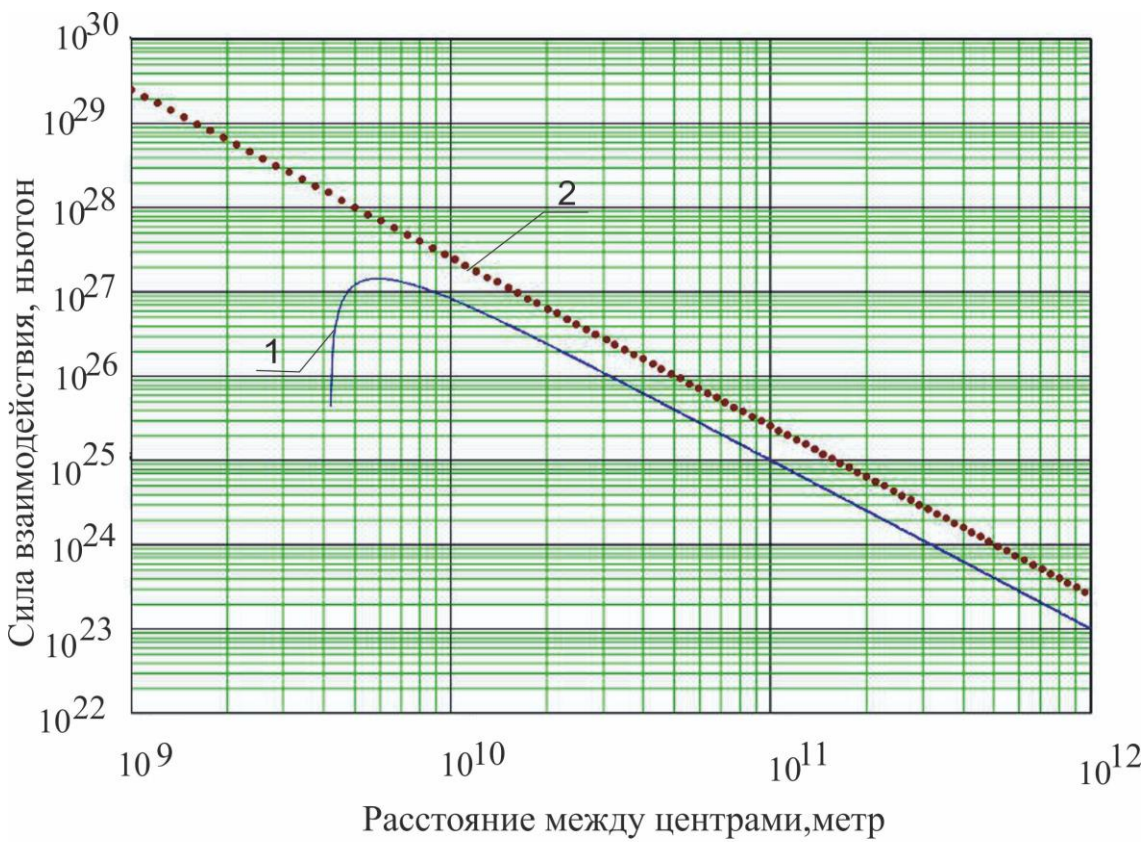


Рис.6 Сила взаимодействия Юпитера и Солнца  
1- расчет, 2- классическая функция притяжения

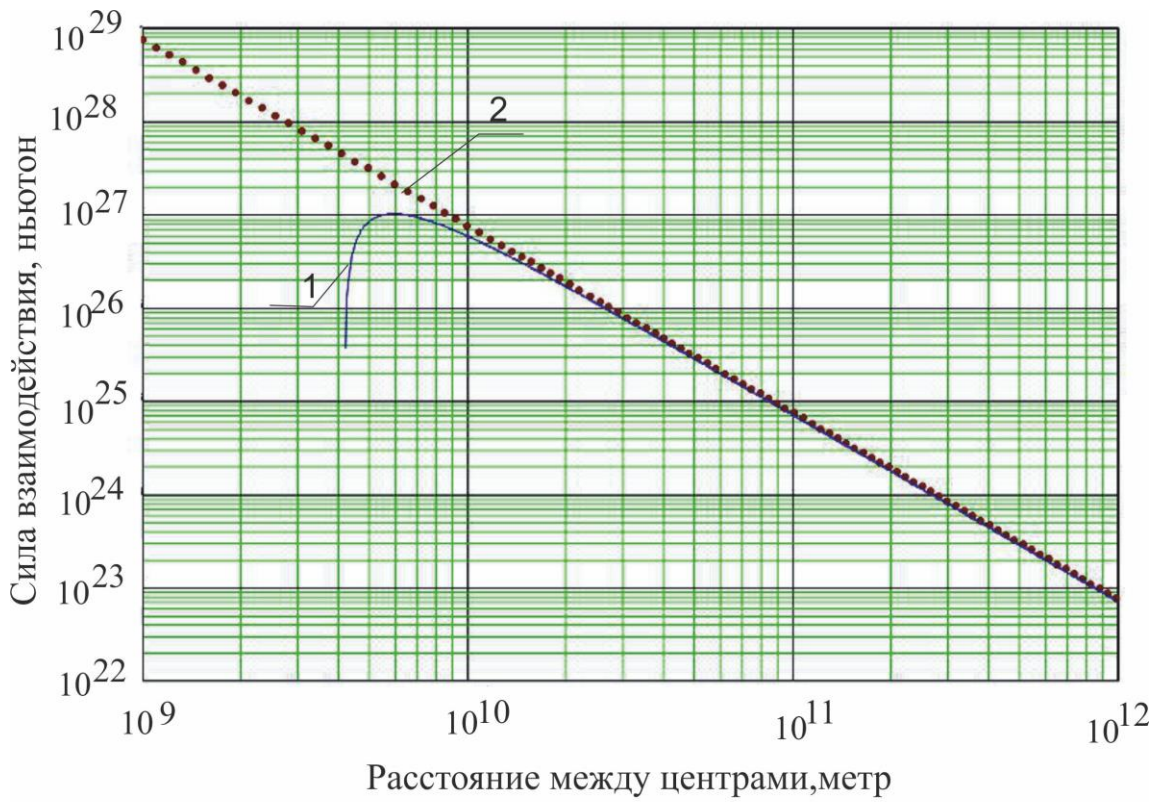


Рис.7 Сила взаимодействия Сатурна и Солнца  
1- расчет, 2- классическая функция притяжения

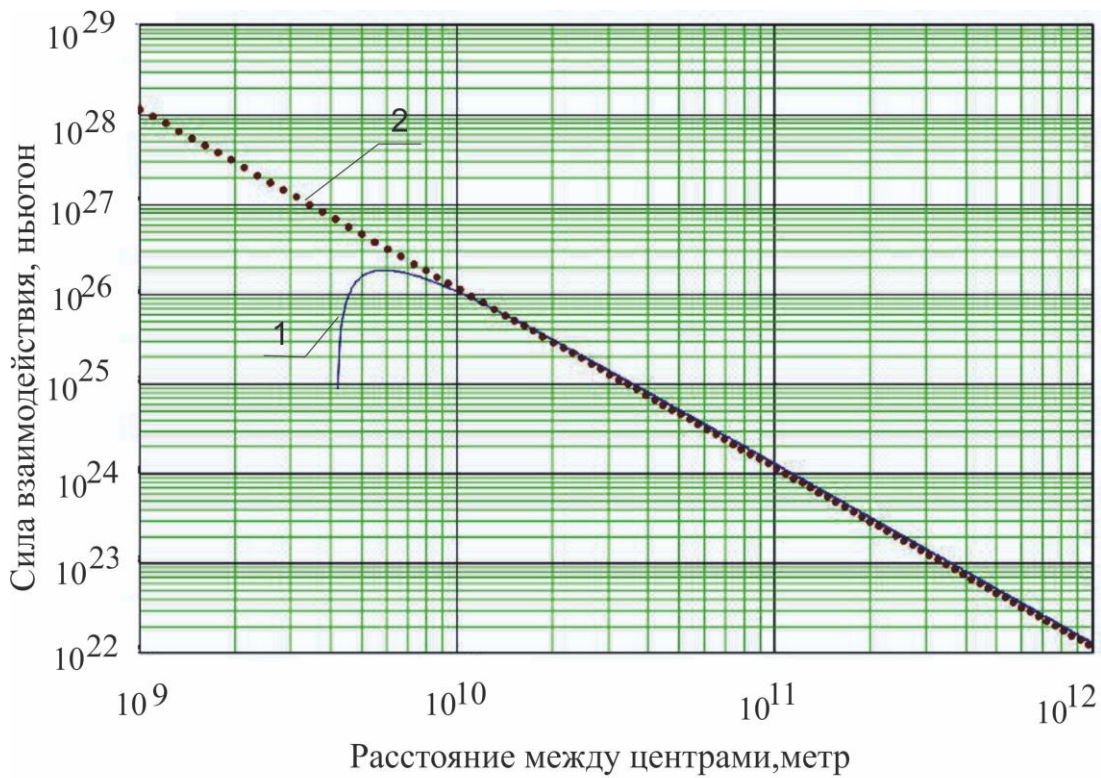


Рис.8 Сила взаимодействия Урана и Солнца  
1- расчет, 2- классическая функция притяжения



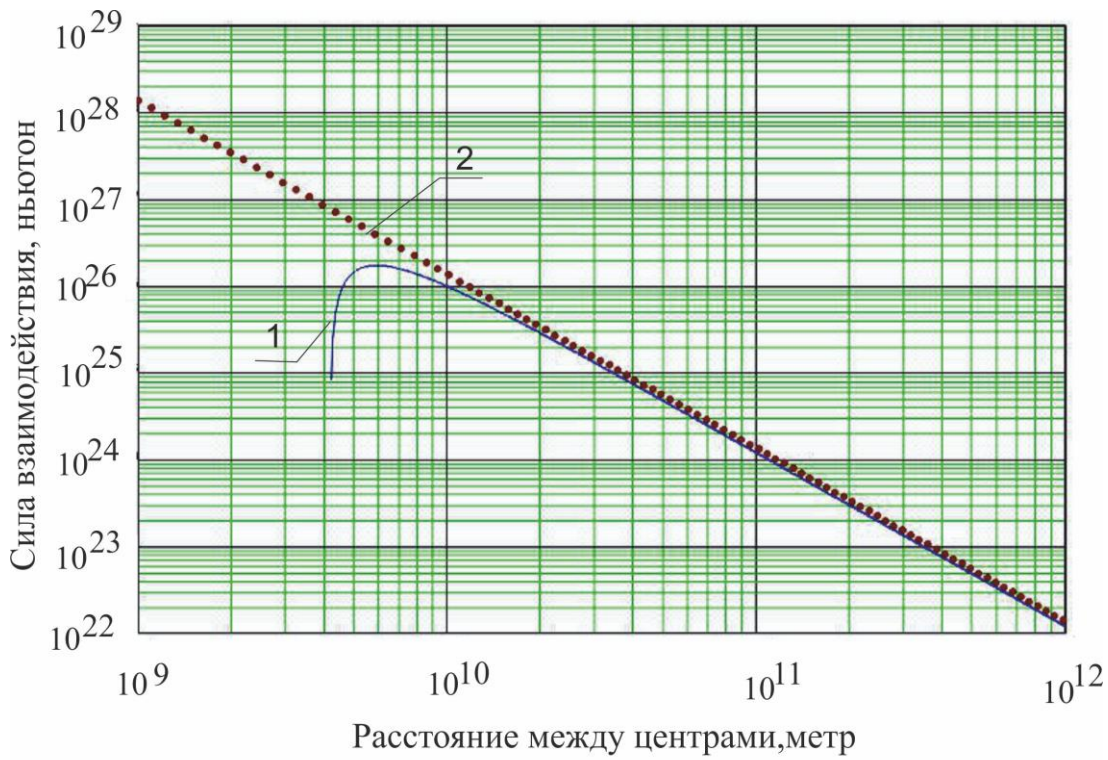


Рис.9 Сила взаимодействия Нептуна и Солнца  
1- расчет, 2- классическая функция притяжения

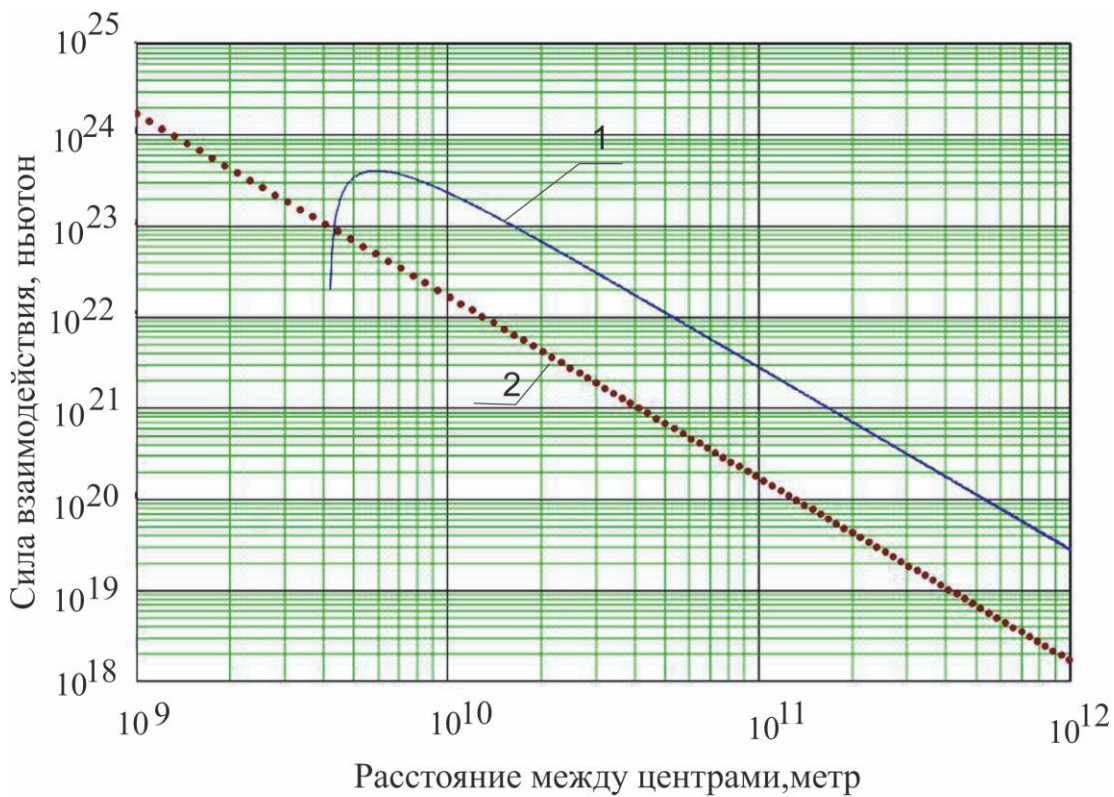


Рис.10 Сила взаимодействия Плутона и Солнца  
1- расчет, 2- классическая функция притяжения

Из графиков для всех планет следует, что, начиная с расстояния примерно  $10^{10}$  м функции силы — для обоих вариантов расчета параллельны, а для планет Венера, Земля, Сатурн, Уран, Нептун совпадают полностью.

Представляет интерес как-то оценить величину различия в характере функций для этих планет на участке их параллельности для двух типов расчетов по какому-либо параметру. Возможная причина расходимости функций для планет Меркурий, Марс, Юпитер и Плутон определялась по уточнению массы планеты выводимой на основе формулы 5. Расчет проводился по формулам 5 и 6 для одинаковых расстояний  $L$ , а в формулу 6 подставлялось значение  $F$  из формулы 5 для планеты и сводились к следующему виду

$$M_p = \frac{L^2 \left[ \frac{Q \left( L - \sqrt{L^2 - R_p^2} \right)}{2L} - \frac{2\pi R_p^2 \Delta f \left( L \sqrt{L^2 - R_s^2} - L^2 + R_s^2 \right)^2}{L^2} \right]}{G \times M_s} \quad (7),$$

где

$M_p$ - масса планеты, а  $M_s$  – масса Солнца.

Эти расчеты приведены в таблице 2

Таблица 2

Планета	Масса (справочная), кг	Масса (расчетная), кг
Меркурий	$3.33 \times 10^{23}$	$7.53 \times 10^{23}$
Марс	$6.418 \times 10^{24}$	$2.26 \times 10^{24}$
Юпитер	$1.899 \times 10^{27}$	$7.533 \times 10^{26}$
Плутон	$1.27 \times 10^{22}$	$2.26 \times 10^{23}$

В результате сравнения показано, что справочные массы и расчетные для этих планет заметно отличаются. Это можно объяснить тем, что размеры планеты можно оценить точнее, чем ее массу.

Из расчетных функций для планет по формуле 5 были определены имеющиеся у них центробежные силы для существующих орбит. На графиках для точки это радиус орбиты на оси абсцисс, а центробежная сила – это проекция на ось ординат. Результаты в сравнении с литературными данными представлены в Таблице 3

Таблица 3

№ п/п	Планета	Центробежная сила (литератур.), н	Центробежная сила (расчет.), н
1	меркурий	$1.35121 \times 10^{22}$	$3.621 \times 10^{22}$
2	Венера	$5.51402 \times 10^{22}$	$6.107 \times 10^{22}$
3	Земля	$3.54389 \times 10^{22}$	$3.552 \times 10^{22}$
4	Марс	$1.63609 \times 10^{21}$	$4.347 \times 10^{21}$
5	юпитер	$4.18598 \times 10^{23}$	$1.649 \times 10^{23}$
6	Сатурн	$3.71769 \times 10^{22}$	$3.488 \times 10^{22}$
7	Уран	$9.08277 \times 10^{20}$	$1.55 \times 10^{21}$
8	Нептун	$5.13555 \times 10^{20}$	$5.925 \times 10^{20}$
9	Плутон	$4.85139 \times 10^{16}$	$8.006 \times 10^{17}$

При сравнении наблюдается такое же расхождение в параметрах, что и определении масс планет.

Рассмотренные выше пары небесных тел (планета- Солнце и Земля- Луна) разнотипные по активности (пассивное и излучающее). По этой причине было важно определить различие в динамике взаимодействия таких пар.

Для понимания разницы во взаимодействии пар пассивных пар небесных тел типа Земля-Луна и пассивно-активной пары типа планета- Солнце важно было оценить различие в функциях силы взаимодействия. Сравнительные расчеты, представленные на Рис.2-10, были произведены для пар пассивно-активных объектов.

Оценка характера взаимодействия для пар пассивных небесных тел была произведена на примере Земля- Луна при предположении об отсутствии центробежных сил у Луны. Следует добавить, что расчет проводился с влиянием внешних источников сил только на Луну. На Рис.11 представлены два графика их силового взаимодействия по предлагаемому расчету 3 и по классической формуле тяготения Ньютона 6.

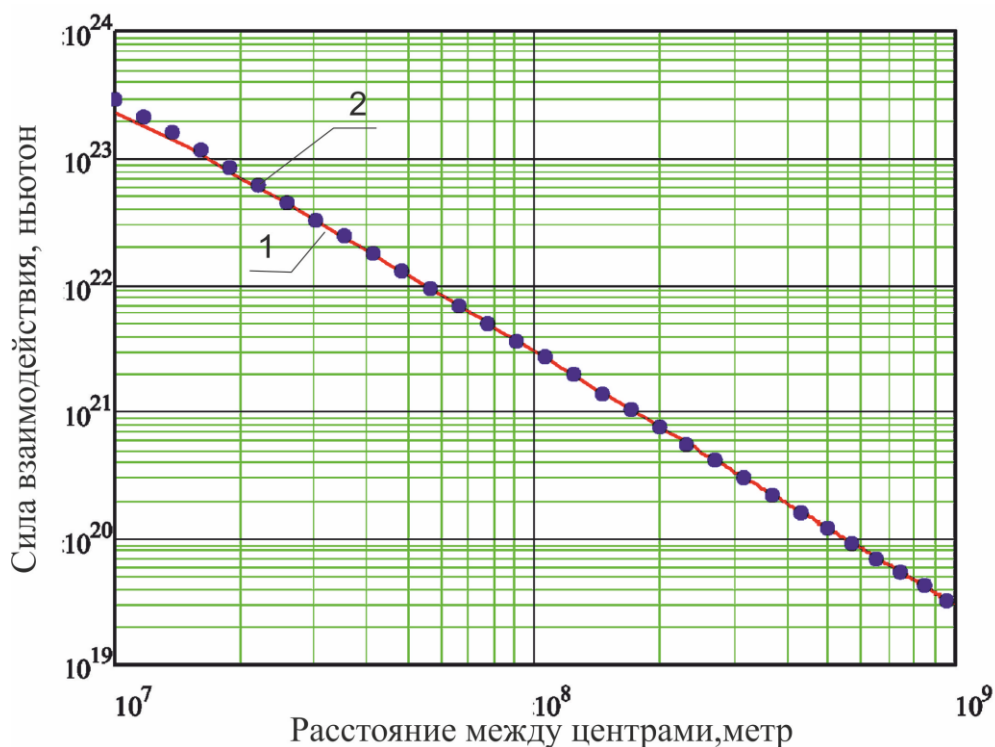


Рис.11 Сила взаимодействия Земли и Луны  
1- расчет, 2- классическая функция притяжения

Как видно, обе функции практически совпадают. Небольшое различие можно отметить только на малом расстоянии объектов друг от друга. Следовательно, для двух типов взаимодействия рассматриваемых небесных тел различия проявляются на расстоянии примерно  $10^{10}$  м.

## Заключение

Можно констатировать, что расчеты, проведенные по формуле 3, дали положительные результаты для возможности оценки движения планеты в солнечной системе. Выявлено сходство в расчетной функции взаимного влияния небесных тел и классической функцией притяжения Ньютона. Рассматривая результаты расчетов, представленных на Рис. 1-11, можно сделать вывод, что, для предлагаемого способа расчета по формулам 1 и 3, коэффициент  $\Delta f$  является универсальной постоянной для активных и пассивных небесных тел. Расчеты, выполненные на основе данных о радиусе планеты и ее орбиты, дали сходные результаты, что и полученные по формуле всемирного тяготения.

## Литература

1. Крутоверцев И.Т. Гравитационное равновесие планет // Портал научно-практических публикаций [Электронный ресурс]. URL: <http://portalnp.ru/2015/04/2494>
2. Все о планетах и созвездиях. Атлас - справочник, составитель И.А. Лесков, ООО «СЗКЭО», 2007г.-208с.,ил.