

Верен ли закон всемирного тяготения 2

[Владимир Браун](#)

03.12.2022

В [первой части](#) мы пришли к выводу, что выражение для силы гравитационного притяжения двух тел в законе всемирного тяготения,

$$F = G \frac{Mm}{r^2}, \quad (1)$$

не является общим, пригодным при любом соотношении масс, и справедливо лишь в пределе, когда отношение масс m/M приближается к нулю. В качестве примера возможного общего выражения силы гравитационного притяжения, которое в пределе совпадает с законом всемирного тяготения, я привёл тогда формулу:

$$F = \left(1 + \frac{m}{M}\right) G \frac{Mm}{r^2}. \quad (2)$$

До настоящего времени мы не имеем никакого представления о том, что такое гравитация и как она работает, и поэтому каким-либо образом вывести правильный закон тяготения не представляется возможным. Можно лишь на основе имеющихся эмпирических данных строить более или менее правдоподобные предположения – «измышлять гипотезы».

И в этом отношении, формула (2) ничуть не хуже формулы (1). Она такая же, вполне законная, гипотеза, как и формула (1), поскольку, так же как и она, соответствует эмпирическим законам движения планет Кеплера, на которых, собственно, закон всемирного тяготения и основан.

Формула (1), конечно, лучше, в том смысле, что проще, симметрична относительно масс тел, и сила тяготения в ней линейна относительно масс.

В новой же формуле, сила тяготения нелинейна относительно масс, так как теперь зависит не только от произведения масс, но и от их отношения. И если в случае, когда отношение масс m/M близко к нулю, новая формула практически совпадает со старой, то в случае, когда массы тел равны и их отношение равно единице, сила притяжения тел становится вдвое больше, чем по старой формуле.

Нелинейность силы тяготения, по-видимому, повлечёт за собой эффекты наподобие дефекта масс в масштабе макроскопических тел, что, в некоторых аспектах, усложнит теорию тяготения.

Но, проще – ещё не значит правильнее. Мы не можем рассчитывать на то, что в природе всё устроено просто, к нашему удовольствию. И как мы видели в предыдущей статье, проблемы современной физики связанные с тяготением указывают на то, что этой простоты в природе, по-видимому, как раз и нет. И поэтому новая формула, которая от этой простоты отходит, имеет шанс оказаться более правильной. И это требует проверки.

Что следует из такого изменения закона всемирного тяготения?

В небесной механике Солнечной системы, по-видимому, мало что изменится. Движение планет в поле Солнца и движение спутников в поле планет являют собой примеры взаимодействия сравнительно лёгких тел с массивным центральным телом, и поэтому одинаково хорошо описываются как старым, так и новым законом тяготения. Но, имея сравнимые массы, планеты будут сильнее влиять друг на друга, чем принято считать сейчас, в связи с чем, аномальное смещение перигелия Меркурия и планет уменьшится (и возможно, этим и объясняется значение $2/3$ от принятого в настоящее время, которое даёт [динамическая составляющая тяготения](#)), или даже вовсе исчезнет. Заметные изменения возможны и в теории движения Луны.

Изменится значение гравитационной постоянной G .

И её измерения, а вернее трактовка результатов этих измерений с помощью нового закона тяготения, могут быть использованы для попытки его «фальсификации», т.е. опровержения. Значения гравитационной постоянной, полученные разными группами экспериментаторов, должны теперь совпасть лучше, чем раньше. Это и будет означать, что новая формула силы тяготения действительно лучше старой. В противном случае её придётся отвергнуть как несостоятельную.

Давайте посмотрим, какое изменение величины гравитационной постоянной G повлечёт за собой указанное изменение закона тяготения.

Гравитационная постоянная измеряется в опытах аналогичных опыту Кавендиша по «взвешиванию Земли», где измеряется сила гравитационного притяжения двух тел, обычно шаров, находящихся на определённом расстоянии r друг от друга.

Взаимодействующие в опыте тела обычно довольно сильно отличаются по массе, т.е. измеряется притяжение лёгкого тела m к массивному телу M .

Как мы теперь понимаем, такое измерение могло бы дать точный результат лишь в случае, когда отношение масс близко к нулю, поскольку полагаем закон всемирного тяготения точным лишь в этом случае.

Таким образом, в случае интерпретации результата измерения с помощью закона всемирного тяготения, точность измерения существенно зависит от величины отношения притягиваемых масс, $k = m/M$. Чем меньше это отношение, тем точнее результат, т.е. тем точнее получаемое значение гравитационной постоянной. Новый же закон тяготения от такой зависимости предполагается свободным.

Обозначим новую гравитационную постоянную как Γ (гамма), тогда в опыте по измерению гравитационной постоянной для силы притяжения тел, по новому и старому закону тяготения, имеет место равенство:

$$\Gamma(1+k)\frac{Mm}{r^2} = G\frac{Mm}{r^2}.$$

Откуда получаем:

$$\Gamma = \frac{G}{1+k}.$$

То есть, всё, что нам нужно знать для вычисления значения новой гравитационной постоянной Γ – это значение старой гравитационной постоянной G , полученное в опыте по её измерению, и отношение масс тел участвующих в этом опыте, k .

В частности, в опыте Кавендиша отношение масс равно:

$$k = \frac{m}{M} = \frac{0,73}{158} = 0,00462 .$$

Значение гравитационной постоянной соответствующее результатам опыта Кавендиша оценивается как $G = 6,74 \cdot 10^{-11}$. Откуда из опыта Кавендиша для новой гравитационной постоянной Γ получается значение:

$$\Gamma = \frac{G}{1+k} = \frac{6,74 \cdot 10^{-11}}{1+0,00462} = 6,709 \cdot 10^{-11} .$$

Изменение небольшое, но вполне заметное, порядка 0,5 процента.

Для получения значения новой гравитационной постоянной Γ с приемлемой точностью, и проверки справедливости нового закона тяготения, нужны данные более точных современных экспериментов по измерению гравитационной постоянной G .

К сожалению, в открытом доступе их нет.