

КРУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЗВЕЗДОЙ

Гаджиев М.Г., кандидат физико-математических наук

1. Введение

Достоверность любой теории оценивается тем, насколько ее выводы и расчеты согласуются с наблюдательными и экспериментальными данными. В этом смысле аномальное смещение перигелия Меркурия явилось первым и существенным подтверждением теории относительности, так как результаты расчетов по формуле, выведенной из теории, совпали с наблюдательными данными с точностью до погрешности приборов. Это был первый опыт применения уравнений общей теории относительности [1] для вычисления гравитационных эффектов, которые не имели объяснения в рамках ньютоновской механики. Согласно теории относительности, причиной аномального смещения перигелиев планет солнечной системы являются релятивистские эффекты, обусловленные деформацией пространства-времени. Учитывая, что аномальное смещение перигелиев планет происходит в сторону вращения Солнца, можно предположить, что кручение пространства вращающейся массой тоже может быть причиной аномального смещения перигелиев.

А что такое кручение пространства? Если вы, на экваторе вращающейся планеты, бросаете камень вертикально вверх, и он падает вам на голову, значит пространство вокруг планеты максимально закручено и вращается вместе с ней. Во всех других случаях имеет место частичное кручение пространства или его отсутствие. При полном кручении камень сохраняет угловую скорость, а при отсутствии кручения камень сохраняет тангенциальную скорость. В реальности степень кручения зависит от массы и скорости вращения объекта, и оно всегда будет угасающим при удалении от объекта, так как влияние его вращения не может распространяться до бесконечности.

В обзорной статье Гинзбурга В.Л. [2], посвященной экспериментальной проверке общей теории относительности, отмечается что согласно уравнениям теории относительности, вклад вращения Солнца в аномальное смещение перигелия Меркурия будет не только маленьким, но и отрицательным. Поэтому влиянием вращения Солнца на движение планет по орбите, в теории относительности пренебрегают. В ньютоновской механике аномальному смещению перигелиев планет нет никаких объяснений, иначе эта проблема разрешилась бы еще в XIX веке. Тем более, представляется интересным постулировать возможность кручения пространства вращающимся объектом и исследовать влияние такого кручения на динамику планетарных систем.

2. Расчет кручения пространства вращающейся звездой

Гипотеза о кручении пространства, как и возможность искривления пространства-времени в теории относительности, основана на предположении, что пространство обладает такими физическими свойствами, как однородность, непрерывность, неразрывность. Отличие же состоит в том, что в качестве причин аномальных явлений в движении планет рассматриваются не релятивистские эффекты, связанные с изменением геометрических свойств пространства-времени, а кручение физического пространства под влиянием вращения гравитирующих масс.

Рассмотрим звезду массой M , радиусом r_s , вращающуюся с угловой скоростью ω . При полном кручении пространства вращающейся звездой тангенциальная скорость пространства на экваторе совпадает с тангенциальной скоростью звезды и равна $u_s = \omega r_s$. На рис.1,2 представлены графики функций скоростей кручения пространства $U(r)$ в зависимости от расстояния до центра звезды в подвижной и неподвижной системе координат. Для удобства изображения звезда на рис.1 вращается по часовой стрелке, а на рис.2 - против.

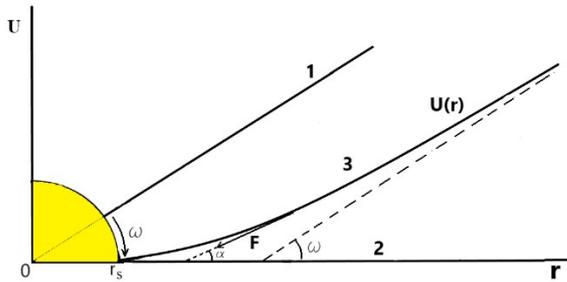


Рис.1 Функция скоростей кручения пространства в подвижной системе координат

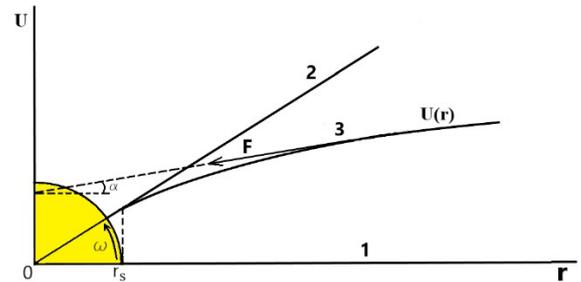


Рис.2 Функция скоростей кручения пространства в неподвижной системе координат

Если все пространство вращается так же, как и звезда, то тангенциальная скорость пространства в неподвижной системе координат растет пропорционально радиусу (линия 1 на рис.1,2). Если же пространство не закручивается звездой, то ее тангенциальная скорость равна нулю независимо от радиуса (линия 2 на рис.1,2). Если на поверхности звезды имеет место полное кручение пространства, то сила гравитации на поверхности звезды направлена в центр и её проекция на тангенциальное направление в системе координат, вращающейся вместе с звездой, равна нулю (рис.1). В связи с тем, что в дальней зоне кручение пространства стремится к нулю с удалением от поверхности, направление силы притяжения отклоняется от направления линии 2 и приближается к направлению линии 1.

Таким образом угол $\alpha(r)$ между силой гравитации и направлением на центр, в системе координат, вращающейся вместе со звездой, равен нулю на

поверхности звезды и стремится к ω на бесконечности. В неподвижной системе координат этот угол равен ω на поверхности звезды и стремится к нулю на бесконечности. Здесь ω – безразмерный угол поворота Солнца за 1 секунду в радианах.

Наиболее простой функцией, удовлетворяющей этим условиям, является функция:

$$\alpha(r) = \omega \left(1 - \frac{r_s}{r} \right); (1)$$

Если перейти от подвижной системы координат, вращающейся вместе с звездой, к неподвижной системе координат, связанной с удаленными звёздами, в которой и наблюдается в солнечной системе смещение перигелиев планет, то функция (1) примет вид:

$$\alpha(r) = \omega - \omega \left(1 - \frac{r_s}{r} \right) = \frac{\omega r_s}{r}; (2)$$

Проекция силы гравитации \mathbf{F} на радиальное направление вычисляется по закону всемирного тяготения:

$$F_r = F \cos \alpha = \frac{-GMm}{r^2}; (3)$$

а проекция силы гравитации на тангенциальное направление имеет вид:

$$F_\theta = F \sin \alpha = F_r \operatorname{tg} \alpha = \frac{-GMm \omega r_s}{r^3}; (4)$$

Здесь учтено, что в неподвижной системе координат на поверхности звезды точно, а далее везде и с высокой точностью, выполняется условие $\operatorname{tg} \alpha(r) = \omega r_s / r$.

Через тангенциальную проекцию силы гравитации можно выразить тангенциальное ускорение:

$$\mathbf{a}_\theta(\mathbf{r}) = F_\theta / m = \frac{GM \omega r_s}{r^3};$$

которое приводит к увеличению пути движения планеты по орбите за время t на величину:

$$\mathbf{S} = \mathbf{a}_\theta(\mathbf{r}) t^2 / 2 = \frac{GM \omega r_s t^2}{2 r^3}; (3)$$

Используя третий закон Кеплера в виде:

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

где T – период обращения, из (3) получим выражение для линейного аномального смещения перигелиев планет за один оборот в виде:

$$S = 2\pi^2 \omega r_s; (4)$$

Из наблюдательных данных аномального смещения перигелиев планет солнечной системы известно, что их угловые значения убывают как $1/r$, а линейное аномальное смещение S является константой, одинаковой для всех планет. То, что это подтверждается в формуле (4), является обоснованием выбора функции $\alpha(r)$ в виде (1).

Из формулы (4) однозначно следует, что аномальное смещение перигелиев планет зависит только от вращения звезды, чем быстрее вращается звезда, тем больше аномальное смещение перигелия планет.

3. Коэффициент кручения

Формула для расчета угла смещения перигелия планет солнечной системы за 1 оборот по орбите с эксцентриситетом e и большой полуосью a , имеет вид:

$$\varphi = \frac{S}{a(1-e^2)}; (5)$$

Вычисленные по этой формуле углы смещения перигелия Меркурия и других планет на 25% больше наблюдательных данных. Это значит, что предположение о том, что Солнце при вращении полностью закручивает окружающее пространство не соответствует действительности. Надо учесть, что физическое пространство пронизывает материальные тела, в том числе и Солнце насквозь, а поверхность Солнца не является особенной границей для физического пространства, чтобы обеспечить жесткую привязку к ней. Поэтому в формулу (4) для линейного смещения перигелиев надо ввести коэффициент увлечения q , который изменяется в диапазоне от 0 до 1 .

$$S = 2\pi^2 q \omega r_s; (6)$$

Если использовать известную формулу Эйнштейна-Герберга для линейного смещения перигелиев в виде:

$$S = \frac{6\pi GM}{c^2}; (7)$$

то из (6) и (7) можно получить, независимое от наблюдательных данных, выражение для вычисления коэффициента кручения:

$$q = \frac{3GM}{c^2 \pi \omega r_s}; (8)$$

Использование известной формулы (7) для определения коэффициента кручения требует отдельного разъяснения. В отличие от формулы (6), выведенной в предположении кручения физического пространства вращающейся звездой, формула (7) обосновывается релятивистским эффектом (Эйнштейн) или запаздыванием гравитационного воздействия (Гербер). Но независимо от предположений, результаты вычислений по этим формулам совпадают.

Таким образом, с одной стороны, кручение физического пространства вращающейся звездой является обоснованием смещения перигелиев планет, а с другой стороны, смещение перигелиев планет позволяет определить коэффициент кручения физического пространства.

Для Солнца по формуле (8) коэффициент кручения физического пространства $q=3/4$. А вот если посчитать коэффициент кручения физического пространства для Земли, то получится $q=0,00001$, то есть Земля не закручивает физическое пространство. Это подтверждается совпадением расчетного аномального смещения перигелия Луны с наблюдаемым значением $0,06''$.

Из формулы (8) следует, что чем больше масса тела M , тем больше коэффициент кручения, а чем быстрее тело вращается, т.е. чем больше ω , тем меньше коэффициент кручения, то есть физическое пространство не успевает за быстровращающейся звездой.

4. Кручение пространства и радиус Шварцшильда

Присутствие в формулах (7) и (8) скорости света создает иллюзию влияния на движение планет высокоскоростных процессов, таких как скорость света или скорость распространения гравитации. Если бы это действительно имело место, то перигелии планет отставали бы в их движении по орбите из-за запаздывания гравитационного воздействия. Но если переписать эти формулы, используя выражение для радиуса Шварцшильда, то они существенно упрощаются и проливают свет не только на смещение перигелиев планет, но и на процессы, происходящие на поверхности черных дыр.

Используя формулу гравитационного радиуса Шварцшильда, т.е. радиуса черной дыры с массой M :

$$r_g = 2GM/c^2; (9)$$

формулу (7) аномального линейного смещения перигелиев за 1 оборот можно переписать в виде $S = 3\pi r_g$; Тогда угловое аномальное смещение ϕ , при равном нулю эксцентриситете e , вычисляется по формуле:

$$\phi = 3\pi r_g / r; \quad (10)$$

Из этой формулы следует, что для черной дыры с радиусом Шварцшильда $r = r_g$, угловое смещение материальных объектов вблизи её поверхности равно 3π , то есть угловая скорость вращения этих объектов в 2,5 раз больше, чем скорость вращения самой черной дыры.

С учетом (9) формулу для коэффициента кручения пространства черной дырой можно переписать в виде;

$$q = \frac{3}{2\pi\omega}; \quad (11)$$

Таким образом, коэффициент кручения пространства черной дырой зависит только от её угловой скорости. Но коэффициент кручения не может быть больше единицы, иначе пространство в своем вращении опережало бы угловую скорость объекта, который ее вращает. Из этого ограничения получим, что черная дыра не может вращаться медленнее чем $3/2\pi$ (1/сек) или 4,6 оборотов в минуту. Этот неожиданный результат возможно является также ограничением на минимальный размер черной дыры и требует подтверждения или опровержения наблюдательными данными.

Ранее отмечалось, что полное кручение пространства ($q = 1$) вращающимся объектом означает, что между поверхностью объекта и физическим пространством имеется жесткая связь. Это, в частности, может означать, что поверхность медленно вращающихся черных дыр не является проницаемой для физического пространства или внутри них нет физического пространства, а если и есть, то оно никак не связано с физическим пространством снаружи.

5. Свойства гравитации вращающейся звезды

Граничные условия для функции $\alpha(r)$ совпадают с граничными условиями для касательной к тангенциальной скорости физического пространства. Интегрируя эту функцию и учитывая, что на поверхности звезды скорость кручения пространства известна, получим следующее выражение для $U(\mathbf{r})$ в вращающейся системе координат (Рис.1):

$$U(\mathbf{r}) = \omega (r - r_s(1 + \ln(r/r_s)));$$

и в неподвижной системе координат (Рис.2):

$$U(\mathbf{r}) = \omega r_s (1 + \ln(r/r_s));$$

График функции $U(\mathbf{r})$, с одной стороны это тангенциальные скорости вращения физического пространства, а с другой стороны это геодезические линии, указывающие в любой точке пространства направление силы гравитации звезды. Это направление для вращающейся звезды, отличается от направления в ее центр масс. Проекция силы гравитации на это направление вычисляется по закону всемирного тяготения. Из формулы (3) следует, что сила гравитации $F = F_r / \cos \alpha(r)$ всегда больше, чем F_r , рассчитанная по закону всемирного тяготения. График функции $U(\mathbf{r})$, является линией действия гравитации звезды, гравитация от звезды распространяется не по прямым линиям, проходящим через ее центр, а по образующим $U(\mathbf{r})$. Возвращаясь к примеру, с подброшенным камнем, следует отметить, что график функции $U(\mathbf{r})$ является траекторией свободного падения камня вниз, а его зеркальное отражение относительно оси \mathbf{r} траекторией полета камня, запущенного вертикально вверх. При этом, для Солнца в обоих случаях максимальное отклонение от направления в центр $\omega = 0,42''$. Таким образом, если фотон пролетает мимо Солнца, то он по ЗВТ Ньютона отклоняется в сторону Солнца на 0,88 угловые секунды независимо от направления вращения. А вот под влиянием вращения Солнца он отклоняется на $2 * 0,42 = 0,84''$ с одной стороны и на угол $-0,84''$, с другой стороны. Итого если Солнце вращается слева направо, то справа угол отклонения $1,72''$, а слева $0,04''$. По теории относительности угол отклонения света в два раза больше, чем по Ньютону и составляет $1,75''$ независимо от направления вращения Солнца.

6. Заключение

Исходя из гипотезы кручения пространства вращающейся звездой выведена новая формула для вычисления линейного смещения перигелиев за один оборот. Установлено, что это смещение не является аномальным и зависит только от радиуса и угловой скорости вращения звезды. Оно не зависит от гравитационной постоянной, скорости света и массы звезды, как это имеет место в известной формуле Эйнштейна-Герберга.

Рассмотрено влияние вращения массивного материального объекта на физическое пространство и направление сил гравитации. Установлено, что при этом изменяются не геометрические параметры пространства-времени,

как это принято в теории относительности, а вращается физическое пространство, то есть изменяется пространство в абсолютном времени.

Рассмотрены варианты полного и неполного кручения пространства вращающимися объектами. Исходя из формул для расчета смещения перигелиев планет солнечной системы, выведена формула для коэффициента кручения физического пространства q . Получены численные значения коэффициента кручения для Солнца ($q=3/4$) и для Земли ($q=0,00001$), которые подтверждаются наблюдательными данными о смещении перигелиев планет и Луны.

С использованием формул для гравитационного радиуса Шварцшильда рассмотрена проблема кручения пространства черной дырой. Установлено, что угол смещения перигелия спутника черной дыры может достигать значения 3π за один оборот, то есть его угловая скорость с учетом смещения возрастет в 2,5 раза. При условии полного кручения пространства черной дырой получено ограничение на минимальную скорость вращения черной дыры 4,6 оборотов в минуту.

Исходя из анализа наблюдательных данных о смещении перигелия Меркурия получено аналитическое выражение функции кручения физического пространства $U(\mathbf{r})$. Из вида функции $U(\mathbf{r})$ следует, что она зависит только от радиуса и скорости вращения звезды и не зависит от массы и величины силы гравитации. Установлено, что график функции $U(\mathbf{r})$ является направляющим для силы гравитации и имеет физический смысл траектории свободного падения и свободного взлета, а угол отклонения силы гравитации зависит от направления вращения, а максимальное значение угла отклонения луча света при прохождении вблизи Солнца согласуется с наблюдениями при солнечных затмениях.

7. Список литературы

1. Альберт Эйнштейн Собрание научных трудов в четырех томах. Наука, 1966, том II, стр. 83-94.
2. Гинзбург В.Л. «Экспериментальная проверка теории относительности», УФН, май 1956, т. LIX, вып. I, стр. 11-49