

Гаджиев М.Г.

Аномальные гравитационные эффекты в физическом пространстве

Аннотация: Рассматривается объяснение природы гравитации и эффектов темной энергии и темной материи на основе гипотезы о заполнении пространства средой с отрицательной плотностью. Исходя из закона всемирного тяготения определена зависимость гравитации от скорости потока среды с отрицательной плотностью. Получены модифицированные законы Ньютона, которые учитывают влияние физического пространства и наблюдаемое расширение Вселенной.

Установлено, что скорость распространения гравитации не является мгновенной или постоянной, а является функцией расстояния до центра притяжения. Выведена формула для расчета радиуса гравитационной устойчивости планетных систем и галактик. Результаты расчетов для Солнечной системы и галактики Млечный путь хорошо согласуются с наблюдаемыми размерами.

Для обоснования гипотезы об отрицательной плотности пространства рассмотрена проблема смещения перигелиев планет Солнечной системы. Установлено, что эти смещения не аномальные, а являются следствием влияния вращения Солнца. Количественные значения смещений перигелиев планет получены с учетом коэффициента увлечения.

В свете предположения об увлечении пространства вращающимся ядром галактики рассмотрена проблема незатухающего движения материи в диске галактики. Полученные аналитическое выражение для кривых вращения галактик соответствует наблюдениям и позволяют объяснить особенности движения материи в диске галактики в зависимости от массы и скорости вращения ядра, без привлечения идеи о темной материи.

Ключевые слова: физическое пространство, гравитация, скорость гравитации, смещение, перигелий, темная материя.

1. Введение

В 1921 году в статье “Геометрия и опыт” [1] Альберт Эйнштейн писал: “Гравитационное поле обладает такими свойствами, как если бы кроме весомых масс оно создавалось равномерно распределенной в пространстве плотностью массы, имеющей отрицательный знак. Так как эта фиктивная масса очень мала, то ее можно заметить только в случае очень больших гравитирующих систем”. Идея Эйнштейна состояла в том, что отрицательной плотностью можно обосновать тяготение. В некоторых современных космологических моделях для обоснования антитяготения используют вакуум Эйнштейна-Глинера [2] с уравнением состояния $P = -c^2 \rho$, где ρ средняя плотность материи во Вселенной. В теории физического пространства [3] подобное уравнение состояния объясняет и тяготение, и антитяготение. Основная гипотеза теории состоит в том, что пространство является непрерывной средой с отрицательной плотностью $\rho_f = -\rho$ и уравнением состояния $P = c^2 \rho_f$. Такое пространство, в которой и плотность, и давление отрицательные, называется физическим пространством. Скорость распространения возмущений в ней определяется по известной формуле и равна скорости света:

$$c = \sqrt{\frac{dP}{d\rho_f}};$$

Идея тридцатилетней давности [3] об отрицательной плотности уже не является новой. Она встречается, например, в модифицированной стандартной космологической модели Λ CDM [4], где отрицательные массы предлагаются для решения проблемы темной материи. Отличие состоит в том, что в теории физического пространства отрицательную плотность имеют не частицы занимающие определенный объем в пространстве галактик, а среда равномерно и однородно заполняющая все пространство Вселенной. Среда, из которой невозможно сформировать отдельные частицы, является самым физическим пространством, существенно отличающимся по свойствам от любого вида материи.

Так как плотность физического пространства равна средней плотности материи со знаком минус, то суммарная плотность Вселенной равна нулю. Это уже не гипотетическая симметрия, связывающая бозоны и фермионы, а реальная суперсимметрия между материей и физическим пространством, следствием аннигиляции которых может быть абсолютная пустота.

2. Гравитация

Очень общее утверждение принципа, сформулированного в 1896 году английским физиком и философом Эрнстом Махом, гласит: "Локальные физические законы определяются крупномасштабной структурой Вселенной". Несмотря на категоричность утверждения, нет такой физической теории, которая бы с математической точностью подтверждала эту гипотезу. Так, например, закон всемирного тяготения Ньютона:

$$F = \frac{GMm}{r^2}; (1)$$

определяет силу тяготения через локальные параметры и гравитационную постоянную, которая никак не отражает участие в этом удаленных космических объектов. Отсутствие научного обоснования принципа Маха, обусловлено неопределенностью в понимании природы гравитации и ее связи с пространством. А так как гравитация является свойством материи, в первую очередь, актуально понимание связи материи с пространством. Это понимание к настоящему времени претерпело значительные изменения по сравнению с временами Ньютона и Маха. Если тогда пространство рассматривалось как геометрический объект, внутри которого и независимо от него существует материя, то уже в теории относительности Эйнштейна оно проявляет свои физические свойства, реагируя на присутствие в ней материи. Предсказания этой теории были подтверждены астрономическими наблюдениями, которые в последующем выявили еще более необычные свойства пространства. С точки зрения связи материи и пространства наиболее интересным является открытие расширения Вселенной при неизменной средней плотности материи [5].

Одно из возможных объяснений гравитации и расширения Вселенной предложено в теории физического пространства, где гравитационное воздействие отождествляется с действием потока физического пространства, имеющего отрицательную плотность. Сила тяготения **F** действующая на тело массой **m** в потоке физического пространства, по аналогии с формулой Стокса [6], выражается формулой:

$$F = \gamma m V; (2)$$

где γ - гравитационный коэффициент, а V – скорость потока.

В этой формуле вместо размеров тела присутствует ее масса, потому что физическое пространство, идеальное по свойствам, проникает повсюду и воздействует на каждую частицу материи.

Известно, что скорость расширения Вселенной задается параметром Хаббла H . Рассмотрим единичный объем пространства. Этот объем при расширении всей Вселенной за 1 секунду увеличивается на величину $3H = (1+H)^3 - 1$. Таким образом, тело массой M образует за 1 секунду избыточную материю в виде излучения в количестве $3HM$ и физическое пространство в объеме $3HM/\rho$. Это и является причиной расширения Вселенной, которую приписывают темной энергии. При условии $\rho = -\rho_f$ увеличение размеров пространства сопровождается увеличением количества материи.

Излучаемая материя, как возмущение физического пространства, распространяется от тела со скоростью не более скорости света, а скорость потока физического пространства, которое не является материей, неограничена и вычисляется по формуле:

$$V = \frac{3HM}{4\pi r^2 \rho}; (3)$$

Подставляя (3) в (2), получим выражение для силы притяжения тела массой m :

$$F = \gamma \frac{3HMm}{4\pi r^2 \rho}; (4)$$

Из формул (1) и (4) следует, что если представить гравитационный коэффициент γ в виде:

$$\gamma = \frac{4\pi G\rho}{3H};$$

то формулы (1) и (2) не отличаются количественно в описании гравитации, то есть закон всемирного тяготения не зависит от того, расширяется Вселенная или нет.

Используя известное выражение для критической плотности материи в пространстве:

$$\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G};$$

выражение для гравитационного коэффициента γ можно представить в виде:

$$\gamma = \frac{H\rho}{2\rho_c}; (5)$$

Отношение средней плотности энергии Вселенной ρ к критической плотности ρ_c называется космологическим параметром плотности Ω :

$$\Omega = \frac{\rho}{\rho_c};$$

В случае $\Omega=1$ (средняя плотность Вселенной равна критической плотности) трёхмерное пространство является евклидовым (или плоским), а гравитационный коэффициент зависит только от параметра Хаббла:

$$\gamma = \frac{H}{2}; (6)$$

3. Законы Ньютона

Так как физическое пространство не пустое и обладает физическими свойствами, то движение материальных тел в нём имеет свои особенности. Эти особенности в полной мере проявляются в простейшей задаче движения тела единичной массы в покоящемся эфире под действием постоянной силы. Так как в этом случае появляется скорость v движения тела относительно физического пространства, то уравнение движения с учетом формулы (2) можно записать в виде:

$$\frac{dv}{dt} = f + \gamma v; (7)$$

В уравнении (7) учтено, что сила, действующая на тело со стороны физического пространства, направлена в сторону движения тела. То есть, физическое пространство из-за своих отрицательных свойств не сопротивляется движению, а наоборот увлекает его. Так как согласно формуле (6) γ является малой величиной порядка 10^{-20} , влияние второго члена уравнения (7) на движение тела незначительное и проявляется только в космологических масштабах.

Решение уравнения (7) с граничным условием $\mathbf{v}=\mathbf{v}_0$ при $\mathbf{t}=0$ имеет вид:

$$v = \left(v_0 + \frac{f}{\gamma} \right) e^{\gamma t} + \frac{f}{\gamma}; (8)$$

Учитывая малость параметра γ , и сохраняя в разложении $e^{\gamma t}$ только члены порядка γ , решение (8) можно представить в виде:

$$v = ft \left(1 + \frac{\gamma t}{2} \right) + v_0 (1 + \gamma t); (9)$$

Из этого решения уравнения движения можно сделать следующие выводы:

1. Если на тело не действует сила и оно покоится относительно физического пространства при $t=0$, то оно сохраняет это состояние и впредь.
2. Если на тело не действует сила и оно имеет начальную скорость относительно физического пространства, то оно в дальнейшем будет двигаться не по инерции, как это имеет место в первом законе Ньютона, а с малым ускорением $v_0 \gamma$, которое будет оставаться малым до тех пор, пока время не станет сравнимо с возрастом Вселенной.
3. Если на покоящееся тело действует постоянная внешняя сила f , то оно движется не только с постоянным ускорением, как это имеет место во втором законе Ньютона, но и с малым переменным ускорением $f \gamma t$, которое также становится существенным для времен, сравнимых с возрастом Вселенной.

Таким образом физическое пространство непосредственно участвует в движении материальных тел. При этом первый и второй законы Ньютона перестают быть абсолютными, как это имеет место в пустом пространстве. Физическое пространство вносит в равномерное или равноускоренное движение свои поправки, которые становятся существенными при космологических масштабах.

4. Скорость распространения гравитации

Вопрос о том, с какой скоростью распространяется гравитация, вовсе не праздный и его нельзя считать закрытым. Конечная скорость распространения гравитации означает, что все планеты Солнечной системы притягиваются не к тому месту где находится светило, а к точке, где оно уже успело побывать. Солнце успевает пролететь в галактике 3 млн. километров пока его свет доберется до Нептуна. Еще Лаплас [7], с учетом всех факторов, показал, что если скорость распространения гравитационного взаимодействия ниже 50 миллионов скорости света, то Солнечная система динамически неустойчива и может развалиться. Поэтому в механике

Ньютона скорость света бесконечна. В теории относительности постулируется, что скорость гравитации в пустом пространстве равна скорости света.

В теории физического пространства скорость распространения гравитации – это скорость течения физического пространства. Как следует из формулы (3), скорость распространения гравитации величина переменная, являющаяся функция координат и времени. Заключение о том, что гравитация не распространяется мгновенно или с постоянной скоростью, является одним из следствий гипотезы об отрицательной плотности физического пространства.

На поверхности Солнца по формуле (3) при $r=r_c$, получим скорость распространения гравитации $V=2,2 \times 10^{20}$ м/с. Это в 10^{12} раз больше скорости света и значительно больше ограничения Лапласа.

Ранее отмечалось, что скорость света является скоростью распространения возмущений в физическом пространстве с отрицательной плотностью. Таким образом скорость света – это наибольшая скорость движения частиц материи в физическом пространстве. С такой же скоростью распространяются в ней и другие возмущения, например, гравитационные волны. Физическое пространство не является материей и поэтому на нее не распространяется ограничение максимальной скорости скоростью света. Таким же свойством наделяется в теории инфляции [8] среда, которая называется инфлатоном.

Областью космологии, где скорость распространения гравитации имеет существенное значение, является гравитационная устойчивость планетных систем. Приближенную оценку необходимой скорости распространения гравитации для удовлетворения условию Лапласа для Солнечной системы можно получить, вычислив расстояние от Солнца до места, где убывающая скорость гравитации меньше ограничения Лапласа ($L=50 \times 10^6$ с). Для этого формулу (3) нужно переписать в виде:

$$R = 3HM/L / (4\pi r \rho); \quad (10)$$

В результате получим для солнечной системы расстояние в 10,5 млрд километров, дальше которого по ограничению Лапласа невозможно существование постоянных спутников Солнца. И это, более чем наглядно, подтверждается тем, что самая дальняя карликовая планета Эрида находится на расстоянии 10,2 млрд километров от Солнца. Расчет подтверждается наблюдением с погрешностью в 3%, что для космологии редкое явление.

Является ли формула (10) универсальной для расчета радиуса гравитационной стабильности систем с массивным ядром? Подтвердить или опровергнуть это можно только сравнивая расчетные радиусы зоны гравитационной стабильности систем с наблюдаемыми размерами. Применение этой формулы для расчетов означает, что предполагается универсальность ограничения Лапласа.

Подставляя в формулу (10) массу галактики Млечный Путь равную 3×10^{12} масс Солнца и радиус ядра галактики равный 1,5 килопарсек, получим, что радиус гравитационной стабильности нашей галактики равен 30 кпк, а диаметр 60 кпк, или 200 тысяч световых лет. Это расстояние до крайней галактики спутника Малое Магелланово Облако.

Если по формуле (10) рассчитать радиус гравитационной стабильности Земли, то получим, что он равен 3,4 млн километров. Здесь наблюдательных данных нет, но расчетная точка Лагранжа, где притяжение Земли равно притяжению Солнца находится на расстоянии 1,5 млн. километров от Земли.

5. Смещение перигелиев планет Солнечной системы

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 погрешностей приборов. Аналогичную формулу еще до Эйнштейна получил немецкий физик Гербер, когда пытался выразить

скорость распространения гравитации через аномальное смещение перигелия Меркурия. В обоих случаях результат является следствием выхода за рамки Ньютонской теории гравитации. По теории относительности и в представлении Гербера гравитация имеет конечную скорость равную скорости света. По этим теориям формула расчета угла смещения φ перигелия за 1 оборот планеты имеет вид:

$$\varphi = \frac{6\pi GM}{c^2 a(1-e^2)};$$

где a – большая полуось орбиты, e эксцентриситет.

Результаты вычислений по этой формуле (столбец 3 в таблице) не выходят за пределы погрешностей приборов и хорошо согласуется с наблюдениями. Одинаковой для всех планет частью этой формулы является величина, физический смысл которой - линейное смещение перигелия за один оборот:

$$S = \frac{6\pi GM}{c^2}; (11)$$

В теории физического пространства гравитация имеет совсем иную природу, чем в механике Ньютона. Гравитационным полем является поле скоростей течения физического пространства, которое истекает от Солнца. Поток физического пространства, порождаемый Солнцем, внутри него вращается вместе с ним. На поверхности Солнца поток имеет скорость, направленную по радиусу, а его тангенциальная скорость равна скорости вращения Солнца. Так как на бесконечности физическое пространство покоится относительно Солнца, то эта тангенциальная скорость стремится к нулю с увеличением расстояния. Этим отличается представление о гравитации в теории физического пространства от космологических моделей, в которых гравитация обусловлена действием потока частиц, которые не изменяют скорости и направления движения.

Еще в 1956 году Гинзбург В.Л., в статье посвященной смещению перигелия Меркурия [9], показал, что в теории относительности можно учесть релятивистский эффект вращения Солнца, но он во-первых - мал, а во-вторых – отрицательный.

В теории физического пространства смещение перигелиев планет обусловлено, во-первых, их движением вокруг Солнца с постоянной в

среднем скоростью, а во-вторых, вращением физического пространства вместе с Солнцем. Первую часть этого смещения можно вычислить исходя из формулы (9) при $\mathbf{f} = \mathbf{0}$. Тогда выражение для линейного смещения перигелиев планет при движении вокруг Солнца с постоянной скоростью v_0 в зависимости от времени имеет вид:

$$S = \gamma v_0 t^2 / 2; (12)$$

Результаты расчета смещения перигелиев планет по этой формуле за 100 лет на несколько порядков меньше, чем реально наблюдаемые смещения (столбец 2 в таблице). Для вычисления второй части смещения необходимо решить задачу расчета поля скоростей течения физического пространства от вращающегося источника с заданными граничными условиями. Имеющиеся сведения об особенностях смещения перигелиев позволяют упростить вывод формулы для расчета этого смещения. Особенность состоит в том, что при отклонении потока физического пространства от радиального направления, скорость потока $\mathbf{V}$ приобретает тангенциальную составляющую $\mathbf{W}$, для которой, по аналогии с (12), можно рассчитать линейное смещение перигелия планет за время T (период) по формуле:

$$S = \gamma W T^2 / 2; (13)$$

Обозначив через $\alpha(r)$ малый угол отклонения потока, тангенциальную составляющую можно представить в виде:

$$W = \alpha(r) V$$

$$\text{Тогда: } S = \gamma \alpha(r) V T^2 / 2; (14)$$

В этой формуле $V \sim 1/r^2$ по формуле (3), а $T^2 \sim r^3$ – согласно третьего закона Кеплера. В результате функция $\alpha(r)$ должна иметь вид C/r , так как S , согласно формуле (6), не зависит от r . Если учесть, что функция $\alpha(r)$ является углом для проектирования скорости гравитации на тангенциальное направление, ее можно выразить через тангенциальную скорость физического пространства $\mathbf{u}(\mathbf{r})$, которое является следствием вращения Солнца.

$$\frac{du(r)}{dr} = \alpha(r) = \frac{C}{r}; (15)$$

Решение этого уравнения имеет вид:

$$u(r) = C \ln r + C_1;$$

Для расчета констант C и C_1 имеем на поверхности Солнца ($r = r_s$) два условия:

1. $u(r) = u_s$; $u_s = 1875$ м/с – скорость вращения Солнца на экваторе;
2. $\frac{du(r)}{dr} = \frac{u_s}{r_s}$;

Для пояснения условий 1 и 2 воспользуемся рисунком, иллюстрирующим зависимость скорости вращения физического пространства от размеров и скорости вращения Солнца. График 1 на Рис.1 соответствует тому, что физическое пространство Солнца вращается вместе с ним с постоянной угловой скоростью. Тангенциальная скорость при этом линейно возрастает. График 2 построен в предположении, что вращение Солнца не оказывает влияния на физическое пространство, как это имеет место в случае с евклидовым пространством в ньютоновской механике. Третий график соответствует теории физического пространства, когда вращение Солнца влияет на поле скоростей физического пространства. На поверхности скорости вращения Солнца и физического пространства совпадают (условие 1), поток направлен по радиусу (условие 2). С удалением от Солнца кривая вращения отклоняется от графика 1 в сторону графика 2, так как уменьшается влияние вращения Солнца на физическое пространство.

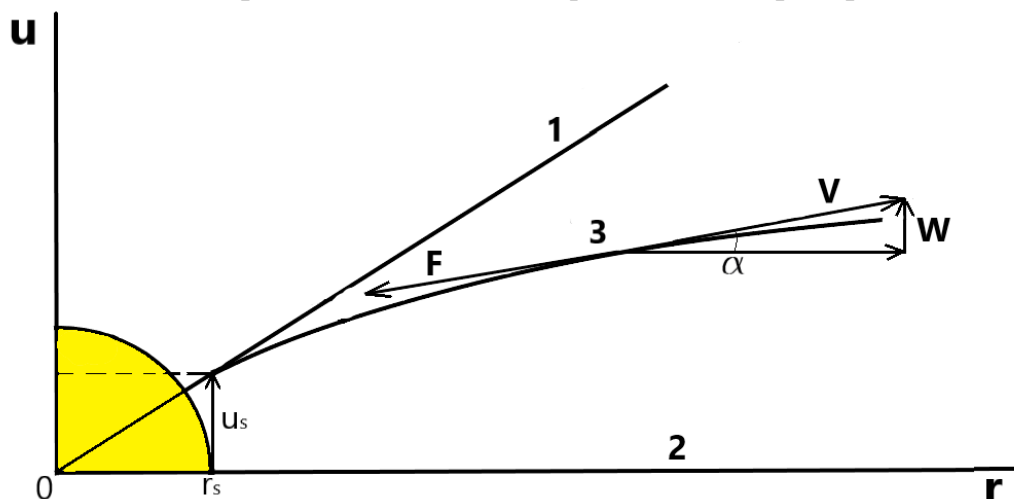


Рис.1 Графики потока физического пространства от Солнца

Из условий 1 и 2 следует, что $C = u_s$; $C_1 = u_s(1 - \ln r_s)$; Тогда выражение для функции $u(r)$ примет вид:

$$u(r) = u_s \ln \frac{r}{r_s}; \quad (16)$$

Подставляя (3), (5) и (15) в (14) и используя еще раз третий закон Кеплера в виде:

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

получим окончательное и универсальное выражение для линейного смещения перигелиев планет:

$$S = 2\pi^2 u_s; \quad (17)$$

Эта формула не только значительно проще, чем формула (13), но и выражает тот факт, что смещения перигелиев орбит не являются аномальными, имеют естественное объяснение и зависят только от скорости вращения Солнца и параметров орбит (**a**, **e**).

Замечание: В формуле (17) u_s – имеет размерность длины и равна смещению поверхности Солнца за 1 секунду, то есть скорости-

Результаты расчета смещения перигелиев по формуле (17) представлены в таблице (столбец 4). Они количественно больше, чем реально наблюдаемые. При выводе этой формулы было сделано идеальное предположение (условие 2), что поток физического пространства на поверхности направлен строго по радиусу перпендикулярно поверхности Солнца. Это имеет место только в том случае, когда физическое пространство жестко связано с поверхностью Солнца и вращается вместе с ним. Во всех других случаях имеет место частичное увлечение физического пространства. Поэтому в формулу (17) для линейного смещения перигелиев надо ввести коэффициент увлечения **q**, который изменяется в диапазоне от **0** до **1**. $S = 2\pi^2 q u_s; (18)$

Если использовать известную формулу (11) для линейного смещения перигелиев, то из (18) можно получить, независимое от наблюдательных данных, выражение для вычисления коэффициента увлечения:

$$q = \frac{3GM}{c^2 \pi u_s}; \quad (19)$$

Для Солнца по формуле (8) коэффициент увлечения физического пространства **q=3/4**. А вот если посчитать коэффициент увлечения физического пространства для Земли, то получится **q= 0,00001**, то есть Земля не увлекает физическое пространство. Совпадение расчетного смещения перигелия Луны с наблюдаемым [9] значением **0,06"** подтверждает

необходимость введения коэффициента увлечения в формулу (18), как и идею о частичном увлечении пространства.

Результаты вычисления смещений перигелиев планет Солнечной системы по формуле (18) с учетом коэффициента увлечения приведены в таблице (столбец 5).

ПЛАНЕТ А	Результат ы наблюдений	ОТО формула (13)	ТФП формула (17)	ТФП формула (18)
1	2	3	4	5
Меркурий	$43,1 \pm 0,5$	43	57,2	43,1
Венера	$8,4 \pm 4,8$	8,3	11,5	8,7
Земля	$5 \pm 1,2$	3,8	5,1	3,8
Марс	$1,1 \pm 0,3$	1,35	1,8	1,3
Икар	$9,8 \pm 0,8$	10,1	13,5	10,2

Таблица: Результаты расчета смещения перигелиев планет

6. Мнимый эффект темной материи

Так как галактика тоже является вращающейся космической структурой с ядром из гравитационно связанных между собой объектов, есть все основания полагать, что это вращение может влиять на физическое пространство, как это происходит с пространством вокруг Солнечной системы. Если предположить, что физическое пространство ядра вращается как целое, то для функции скорости вращения $u(r)$ на поверхности ядра выполняются те же условия 1 и 2, что и на поверхности Солнца. За скорость u_s принимается значение из наблюдений на поверхности ядра радиусом r_s . В дальнейшем будет показано, что этими параметрами исчерпывается необходимая информация для построения кривых вращения в дальней зоне. Для полного построения необходимо иметь информацию о массе ядра, а также профиле плотности в диске галактики.

Так как ядро галактики, как и сама галактика не являются массивными телами и имеют сравнительно низкую плотность Увлечение пространства этими структурами не может быть полным. Поэтому введем в рассмотрение коэффициент увлечения q и представим выражение (16) в виде:

$$u(r) = qu_s \dot{\varphi}; \quad (20)$$

Физический смысл скорости $u(r)$ состоит в том, что это скорость, с которой вращается увлеченное пространство ядра и диска галактики и прилегающая область Вселенной.

Необходимо обратить внимание на то, что из вида функции (20) и Рис.1 следует, что если на поверхности ядра скорость увлечения пространства отлична от нуля, то во внешней области она не убывает, а возрастает, но с замедлением. Если бы все физическое пространство галактики вращалось с той же угловой скоростью, что и ядро, то тангенциальная скорость во внешней области возрастала бы пропорционально радиусу r . Но так как с удалением от ядра влияние ее вращения на физическое пространство убывает, то тангенциальная скорость возрастает уже пропорционально $\ln(r)$. Следует отметить, что если нет вращения ядра галактики ($u_s=0$), то дополнительная скорость отсутствует, и кривая вращения галактики за пределами ядра убывает как $1/\sqrt{r}$. В общем случае кривая вращения галактики за пределами ядра является суммой классической кривой вращения и функции $u(r)$:

$$U(r) = \sqrt{GM/r} + qu_s \dot{\varphi} \quad (21)$$

где M – масса ядра галактики, а G – гравитационная постоянная.

В зависимости от соотношения параметров и для различных значений коэффициента увлечения кривые вращения, построенные по формуле (21), могут быть как возрастающие, так и убывающие (Рис.2).

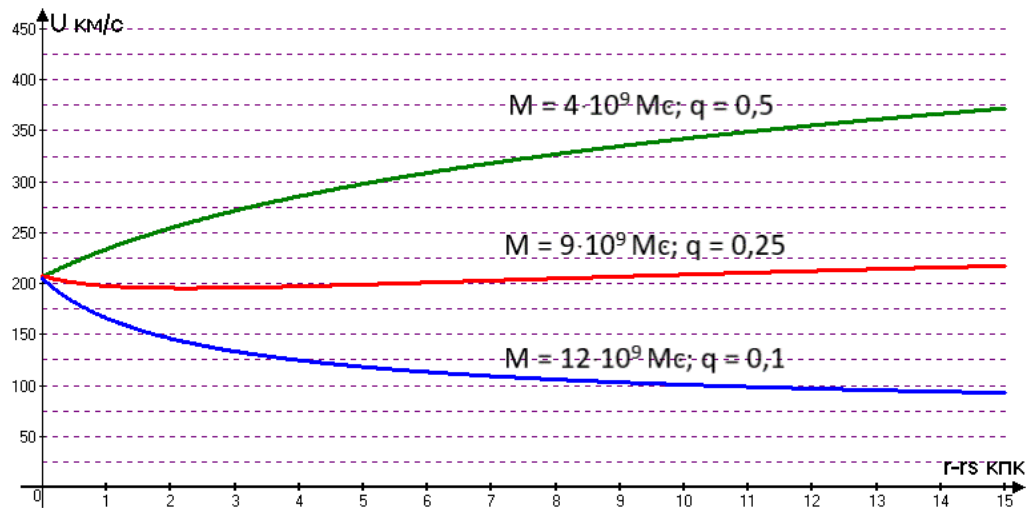


Рис.2 Варианты кривых вращения галактик в зависимости от массы ядра и коэффициента увлечения.

Для расчета смещения перигелиев планет солнечной системы коэффициент увлечения q вычисляется по формуле (19). Эту формулу нельзя применить для построения кривых вращения галактик, так как при её выводе использован третий закон Кеплера, который, как следует из наблюдений, не работает в галактической гравитации. Коэффициент увлечения для галактик может быть вычислен по известной наблюдаемой скорости на поверхности ядра. Выражение для этой скорости по формуле (21) имеет вид:

$$u_s = \sqrt{GM/r_s} + qu_s;$$

Следовательно, если параметры ядра известны, то выражение для коэффициента увлечения имеет вид:

$$q = 1 - \frac{1}{u_s} \sqrt{\frac{GM}{r_s}}; \quad (22)$$

На Рис.3 изображены кривые вращения в дисках галактик Млечный путь и Туманность Андромеды, построенные по формуле (21) с коэффициентами увлечения (22), которые хорошо согласуются с наблюдениями. Скорость вращения возрастает с приближением к поверхности ядра, образуя «горб» на графике кривой вращения. Она возрастает также и за пределами диска, границы которой на рисунке обозначены вертикальной линией.

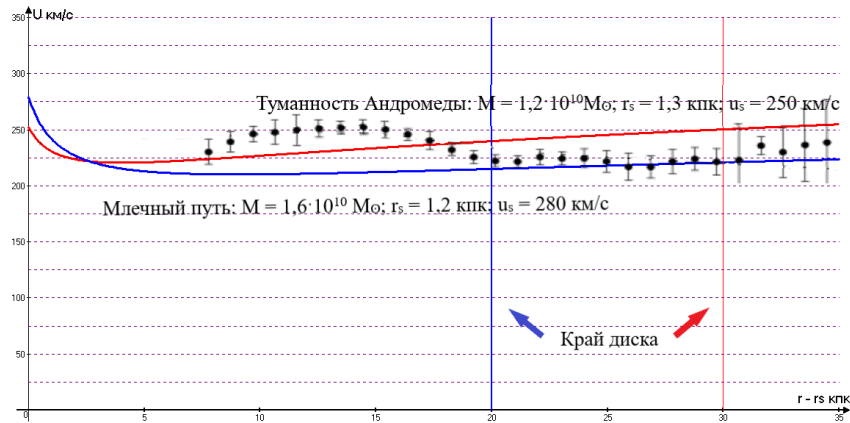


Рис.3 Кривые вращения в диске галактик Млечный путь и Туманность Андромеды. Данные наблюдений приведены для Туманности Андромеды.

По формуле (21) кривые вращения галактик строятся независимо от распределения материи в диске галактики. Влияние на кривую вращения материи, содержащейся в диске галактики, можно учесть если известно распределении плотности $\rho(r)$. В этом случае масса диска толщиной h внутри радиуса r вычисляется по формуле:

$$M_d(r) = 2\pi h \int_{r_s}^r \rho(x) dx \quad (23)$$

Тогда формула для построения кривых вращения галактик с учетом увлечения физического пространства и плотностью материи, содержащейся в диске, имеет вид;

$$U(r) = \sqrt{G(M + M_d(r))/r} + qu_s \dot{r} \quad (23)$$

Полученные формулы для расчета кривых вращения и коэффициентов увлечения позволяют однозначно ответить на вопрос о том, почему скорости планет солнечной системы убывают как $\dot{r}/\sqrt{r}$, у скорости звезд в галактиках возрастают как $\ln(r)$. Если обратить внимание на выражение коэффициента увлечения q , то можно заметить, что для планетной системы этот коэффициент (19) тем больше, чем больше масса звезды, а для галактики все наоборот: коэффициент увлечения (22) тем больше, чем меньше масса ядра. А из формулы (20) следует, что чем больше коэффициент увлечения, тем больше орбитальные скорости звезд. Наибольшего значения эти скорости

достигают при $q=1$, то есть тогда, когда ядро вообще отсутствует. Этот парадокс имеет естественное объяснение. Влияние вращения Солнца на физическое пространство ослабевает с расстоянием и это объясняет убывание скорости планет подобно функции $1/\sqrt{r}$. В галактике процесс увлечения физического пространства происходит по иному сценарию, так как причиной этого не может быть сравнительно небольшое по массе ядро галактики. Не вдаваясь в причину вращения галактик можно утверждать, что, если бы не было внешнего воздействия, то галактика вращалась бы как целое вместе со своим физическим пространством. В этом случае кривая вращения галактики в неподвижной системе координат соответствовала бы линии 1 (Рис.1). Так как физическое пространство Вселенной за пределами галактики не вращается, то оно отклоняет график скорости звезд от линии 1 в сторону линии 2. Из формулы (20) следует, что график, удовлетворяющий этим условиям, имеет вид логарифмической функции. **Таким образом, вращающееся относительно галактики Вселенная, увлекает физическое пространство галактики в сторону, противоположную ее вращению.**

Для построения кривых вращения в дальней зоне формулу (23) можно упростить, пренебрегая малыми величинами. В этом случае коэффициент увлечения равен единице, а кривая вращения является логарифмической функцией, которая для любой галактики в дальней зоне, даже за пределами галактики, имеет вид:

$$U(r) = u_s \ln (r/r_s); \quad (24)$$

Эти кривые отличаются между собой из-за различных u_s и r_s , что наглядно продемонстрировано на рис.4 с подборкой наблюдаемых кривых вращения галактик в дальней зоне. Очевидно, что логарифмическая форма кривых вращения характерна для большинства галактик, а отклонения от нее в ближней зоне являются следствием наличия массивного ядра или сложных профилей плотности материи в дисках.

Замечание: Формулы для кривых вращения материи в галактиках получены в предположении бесконечной скорости распространения гравитации. При учете скорости распространения гравитации (3), скорость вращения материи за пределами галактики будет уменьшаться, как и сама гравитация.

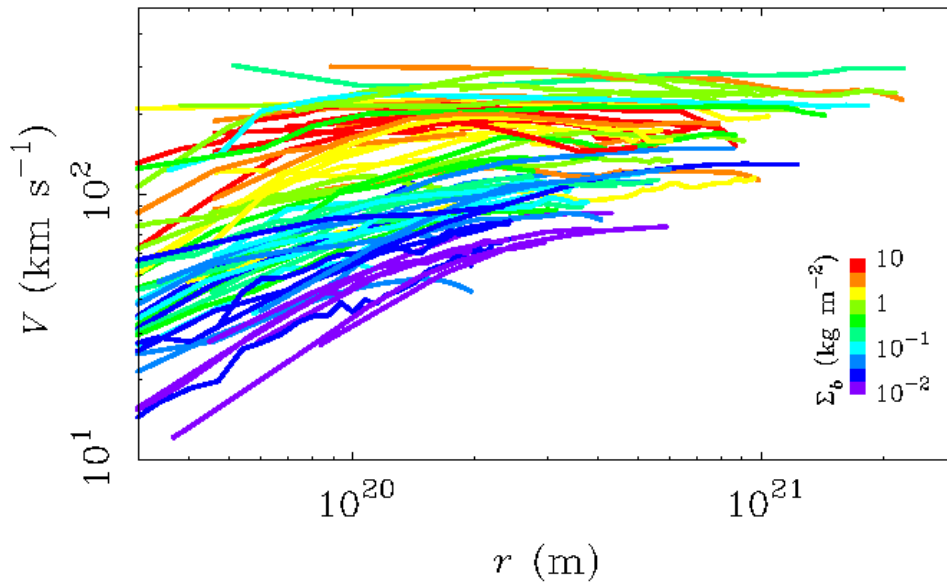


Рис.4 Компиляция многих наблюдаемых кривых вращения дисковых галактик [10].

Надо заметить, что формулы (19) и (22) для вычисления коэффициента увлечения существенно отличаются между собой. В случае с вращающейся звездой, чем больше масса звезды, тем больше коэффициент увлечения, и это естественно. В галактике все наоборот, чем больше масса ядра, тем меньше коэффициент увлечения (22). Этим объясняется совершенно разная форма кривых вращения в этих космических структурах. В первом случае коэффициент увлечения показывает степень увлечения окружающего пространства вращающейся звездой. Во втором случае коэффициент увлечения показывает степень увлечения пространства ядра вращающимся пространством диска галактики. Если физическое пространство галактики вращается вместе с галактикой, то тангенциальная скорость материи линейно зависит от расстояния до центра галактики. Но пространство Вселенной, которое окружает галактику, не вращается и оказывает на пространство галактики тормозящее влияние. Это влияние изменяет характер зависимости скорости от расстояния в пространстве галактики вплоть до ядра. Чем тяжелее ядро, тем труднее оно увлекается физическим пространством галактики. Поэтому внутри таких ядер сохраняется линейная зависимость тангенциальной скорости вращения материи от расстояния до центра галактики. Это никак не зависит от количества материи в этой области и нет

необходимости привлечения темной материи в центральную область галактики, чтобы поправить кривую вращения и породить проблему каспов.

7. Заключение

Рассматривается объяснение природы гравитации и эффектов темной энергии и темной материи исходя из гипотезы о заполнении пространства средой с отрицательной плотностью. Получены модифицированные законы Ньютона, которые учитывают влияние физического пространства и наблюдаемое расширение Вселенной.

Установлено, что скорость распространения гравитации является функцией расстояния до центра притяжения. Выведена формула для расчета радиуса гравитационной устойчивости планетных систем и галактик. Результаты расчетов для солнечной системы и галактики Млечный путь хорошо согласуются с наблюдаемыми размерами.

Для обоснования гипотезы об отрицательной плотности пространства рассмотрена проблема смещения перигелиев планет Солнечной системы. Установлено, что эти смещения не аномальные, а являются следствием влияния вращения Солнца. Количественные значения смещений перигелиев планет получены с учетом коэффициента увлечения.

Получено аналитическое выражение для построения кривых вращения галактик, которое объясняет особенности движения материи без привлечения идеи о темной материи и проблемы каспов. Установлена существенная разница между гравитационными эффектами в планетной системе и галактиках, которая является причиной нарушения законов тяготения, в том числе третьего закона Кеплера. Объяснение особенностей кривых вращения влиянием окружающего пространства Вселенной на вращающееся физическое пространство галактики значительно проще и нагляднее, чем в модифицированных теориях гравитации (MOND [10] и др.), а также в теориях с разнообразными функциями плотности темной материи в ядре и диске галактик.

8. Список литературы

1. Альберт Эйнштейн Собрание научных трудов в четырех томах. Наука, 1966, том II, стр. 83-94.

2. Чернин А.Д. «Темная энергия и всемирное антитяготение», УФН, март 2008, Том 178, №3, стр. 267-300.
3. Гаджиев М.Г. «Зазеркалье Вселенной» Ж-л Природа и человек (Свет) 1994, №4, стр.26-28
4. Farnes J. S. «Unifying Theory of Dark Energy and Dark Matter: Negative Masses and Matter Creation within a Modified», arXiv: 1712.07962
5. Петров А.Н. «Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор», Фрязино, ООО «Век», 2013, стр. 315-316
6. Матвеев А.Н. «Механика и теория относительности», Москва, «Мир и Образование», 2003, стр. 339-340
7. Лаплас П.С. «Изложение системы мира», Ленинград, «Наука», 1982, стр. 224
8. Линде А.Д. Раздувающаяся Вселенная, УФН, 1984, том 144, номер 2, 177–214
9. Гинзбург В.Л. «Экспериментальная проверка теории относительности», УФН, май 1956, т. LIX, вып. I, стр. 11-49
10. Mordehai Milgrom. MOND vs. dark matter in light of historical parallels. arXiv:1910.04368v3