

Гносеологические проблемы ведения ТМ и модификации законов Ньютона

Gnoseological problems of introduction ТМ and modification of Newton's laws

Стабников П.А.

Канд. хим. наук, Институт неорганической химии, ФГБОУ «Сибирское отделение Российской академии наук», г. Новосибирск
e-mail: stabnik@niic.nsc.ru

Stabnikov P.A.

Candidate of Chemical Sciences, Institute of Inorganic Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk
e-mail: stabnik@niic.nsc.ru

Аннотация

Для объяснения почти постоянства скоростей орбитального движения звезд на окраинах галактик одного классического гравитационного взаимодействия недостаточно. Поэтому были разработаны различные трансцендентные гипотезы: существование невидимой ТМ, различные варианты модификации законов Ньютона и др. В работе показано, что классическое гравитационное взаимодействие ($F = \gamma Mm \cdot R^{-2}$) допускает орбитальное движение на любом расстоянии от массивного центра, вплоть до бесконечности. А дополнительное взаимодействие ($F = \delta Mm \cdot R^{-1}$) допускает орбитальное движение только на ограниченном расстоянии от центра. С помощью такого взаимодействия можно объяснить конечность размеров галактик. Кроме того, такое дополнительное взаимодействие обеспечивает постоянные скорости орбитального вращения звезд, что наблюдается на окраинах галактик. В работе показано, что синергия и взаимодополнение классической гравитации и дополнительного взаимодействия позволяет описывать движение материи от обычных до галактических расстояний. Такой подход имеет не только частное астрофизическое объяснение, но и глубинное философское значение в понимании основ мироздания.

Ключевые слова: гравитация, дополнительный потенциал, трансцендентные модели, термодинамический анализ орбитального движения.

Abstract

Classical gravitational interaction alone is insufficient to explain the nearly constant orbital velocities of stars at the outskirts of galaxies. Therefore, various transcendental hypotheses have been developed: the existence of invisible dark matter, various modifications of Newton's laws, and others. This paper demonstrates that classical gravitational interaction ($F = \gamma Mm \cdot R^{-2}$) allows for orbital motion at any distance from the massive center, even to infinity. However, additional interaction ($F = \delta Mm \cdot R^{-1}$) allows for orbital motion only at a limited distance from the center. This interaction can explain the finite size of galaxies. Furthermore, this additional interaction ensures the constant orbital velocities of stars, as observed at the outskirts of galaxies. The paper demonstrates that the synergy and complementarity of classical gravity and additional interactions allows us to describe the motion of matter from ordinary to galactic distances. This approach has not only a specific astrophysical explanation but also profound philosophical significance for understanding the foundations of the universe.

Keywords: gravitation, additional potential, transcendental models, thermodynamic analysis of orbital motion.

Введение

Согласно подходу, изложенному в [1] в структуре любой науки, существует два принципиально различных вида научных теорий: феноменологические и трансцендентальные. Феноменологические теории относятся к эмпирическому уровню научного знания, являясь обобщением фактов и эмпирических законов любой конкретной науки. Трансцендентальные теории — это структурные единицы не эмпирического, а теоретического уровня научного познания. Непосредственными объектами этого уровня являются уже не наблюдаемые материальные объекты, а идеальные, чисто мысленные объекты или модели. Эмпирическое познание Вселенной осложняется тем, что мы не можем экспериментировать, а только наблюдать, анализировать и создавать модели. Причем чем дальше от нас находится объект, тем информация о нем из-за конечности скорости света доходит до нас с опозданием. Так о том, что происходит в галактике Андромеда сейчас, станет нам известно только через 2.4 – 2.7 миллионов лет. Но плюсом является то, что имеется эпистемологическая возможность воссоздать картину движения материи в прошлом, анализируя информацию о свойствах далеких объектах во Вселенной. Это позволило трансцендентно описать движение материи в прошлом, вплоть до Большого Взрыва.

Феноменологический уровень может являться основанием для нескольких различных трансцендентных теорий. Так накопленные и уточненные эмпирические данные о движении материи в дальнем космосе, стали основой как минимум для трех различных трансцендентных теорий: 1) существование Темной Материи (ТМ) [2] и др.; 2) модификация законов Ньютона [3, 4] и др.; 3) дополнением к классической гравитации ($F = \delta M m * R^{-2}$) еще одного слабого взаимодействия ($F = \delta M m * R^{-1}$), которое медленнее спадает с расстоянием [5-12]. В данной работе проводится логический и термодинамический анализ применимости данных гипотез для трансцендентного описания движения материи в ближнем и дальнем космосе.

Классическое гравитационное взаимодействие

Для описания движения планет в Солнечной Системе достаточно законов Ньютона и гравитационного взаимодействия. В настоящее время большинство астрофизиков считает, что и в далеком космосе все можно объяснить, опираясь на ОТО и классическую гравитацию с силой притяжения $F = \gamma M m * R^{-2}$, (где F сила притяжения, M и m массы центрального тела и спутника, γ -гравитационная постоянная, R -расстояние между объектами). Для устойчивого вращения спутника по кругу необходимо равенство силы притяжения и центробежной силы $F = m V^2 / R$, где V – скорость орбитального движения. Приравняв эти силы, получим $M = V^2 * R / \gamma$, или $V^2 = \gamma M / R$. С помощью первой формулы можно оценить массу звезды, зная V спутника и расстояние R до звезды. Но для нас важнее вторая формула, из которой следует, что чем дальше от звезды находится спутник, тем меньше его скорость устойчивого орбитального движения. Эту формулу можно также переписать: $R * V^2 = \text{Const}$. В этой формуле связаны только расстояние и квадрат скорости, поэтому при стремлении R к бесконечности, V^2 должно стремиться к нулю. Опираясь на такую обратную взаимосвязь, можно сделать вывод, что гравитационное взаимодействие допускает орбитальное движение на любом расстоянии от массивного центра, вплоть до бесконечности. Это также означает, что границу Солнечной Системы можно обозначить в произвольном месте. В настоящее время для границы Солнечной Системы был предложен радиационный критерий: размеры нашей системы заканчиваются там, где интенсивность солнечного ветра становится меньше интенсивности галактического излучения. Такую границу зафиксировали Voyager 1 и Voyager 2 на расстояниях $1.91 * 10^{-3}$ и $1.88 * 10^{-3}$ св. лет, или $1.81 * 10^{10}$ и $1.78 * 10^{10}$ км, соответственно. Но следует отметить, что такая граница изменяется со временем, так как солнечное и звездные излучения не постоянны. Кроме того, в нашей системе выделяют области, опираясь на особенности строения, размеров и состава объектов. Так определены области каменных планет, газовых гигантов, пояса Койпера, облако Оорта и др.

Таким образом, важным фундаментальным свойством гравитационного взаимодействия является допустимость устойчивых орбит на любом расстоянии, вплоть до бесконечности. И это фундаментальное свойство гравитации невозможно изменить дополнительным присутствием ни обычной материи, ни такими экзотическими субстанциями, как темная материя и темная энергии, и даже модификацией законов физики, если они не искажают сам потенциал.

Спектральное исследование галактик Рубин и Форд

В 1970 г. В. Рубин и В. Форд [2] спектральным методом установили, что скорости вращения звезд на окраинах галактик почти постоянны. Это отличается от динамики в Солнечной Системе: чем дальше планета от Солнца, тем меньше ее орбитальная скорость. Для объяснения аномалии на окраинах галактик нужно в помощь к гравитационному взаимодействию что-то добавить, либо модифицировать некоторые законы Ньютона. Поэтому стали предлагаться различные гипотезы. В данной работе рассмотрим три гипотезы: 1) существование Темной Материи (ТМ) (см. Приложение I); 2) модификация законов Ньютона [3, 4] и др.; 3) влияние дополнительного взаимодействия ($F = \delta Mm \cdot R^{-1}$), которое медленнее спадает с расстоянием, чем гравитация Дж. Толине [5], Р. Сандерс [6], А.А. Римский-Корсаков [7], В.А. Пуга [8] и наши работы [9-12]. В первых двух гипотезах предполагается, что в дальнем космосе также правит только классическая гравитация. Но, как было показано выше, гравитационное взаимодействие допускает орбитальное взаимодействие вплоть до бесконечности. Т.е. невозможно объяснить конечность размеров галактик. А вот в третьей гипотезе, где предполагается использовать дополнительный потенциал, объяснить конечность размеров галактик, возможно.

Примерный диаметр нашей галактики Млечный Путь около 100 тыс. свет лет. Считается, что диаметры галактик от 80 до 800 тыс. свет лет. Расстояния между галактиками гораздо больше их диаметров. Так расстояние между нашей галактикой и галактикой Андромеда около 2.5 мил. свет лет. Также в космосе имеются плохо сформированные карликовые галактики, диаметром от 10 до 80 тыс. свет лет.

Дополнения к классической гравитации

Для объяснения конечности размеров галактик предлагается в помощь к классическому гравитационному взаимодействию ввести дополнительный аддитивный вклад ($F = \delta Mm \cdot R^{-1}$), который также носит характер притяжения, но медленнее спадает с увеличением расстояния, благодаря чему он на дальних расстояниях становится определяющим. Приравняв центробежную силу и силу притяжения для дополнительного потенциала, получим: $M = V^2/\delta$ и $V^2 = \delta M$. Первую из этих формул можно использовать для приблизительной оценки массы центральной части галактики, а из второй следует, что в случае дополнительного потенциала орбитальная скорость спутников постоянна и определяется значением массы центральной части M . Именно это свойство такого потенциала использовали Дж. Толине [5], Р. Сандерс [6] для объяснения результатов, полученных В. Рубин и В. Форд. Но среди астрофизиков такая модификация классической гравитации на дальних расстояниях не получило поддержку. Поэтому в настоящее время большинство астрофизиков считают, что объяснить постоянство скоростей орбитального движения звезд на окраинах галактик возможно присутствием невидимой ТМ, или модификацией законов Ньютона. Но объяснить конечность размеров галактик только с помощью классической гравитации проблематично.

Чтобы дополнительное взаимодействие практически не влияло на динамику движения тел в Солнечной Системе значение δ должно быть гораздо меньше γ ($\gamma = 6,67428 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \times \ell^2 \times \text{кг}^{-2}$, где Н – единица силы в ньютонах, ℓ – единица длины в метрах). Исходя из этих соображений А.А. Римский-Корсаков в 2003 г. [7] предложил значение $\delta \sim 1.7 \cdot 10^{-31} \text{ Н} \times \ell \times \text{кг}^{-2}$. В.А. Пуга, при «фитировании» вращения звезд вокруг центра в 60 галактиках, использовал выражение для сил притяжения: $F = Mm(\gamma/R^2 + G_2/R + G_1)$ [8]. При фитировании получены значения: $G_2 \sim (2.7 \pm 0.4) \cdot 10^{-31} \text{ Н} \times \ell \times \text{кг}^{-2}$, $G_1 \sim (3.0 \pm 1.0) \cdot 10^{-51} \text{ Н} \times \text{кг}^{-2}$. Мы в своих работах [9 - 12]

для дополнительного взаимодействия использовали $\delta = G_2$, как более точное, а для объяснения ускоренного расширения Вселенной предложили дополнительный потенциал отталкивания: $F = -\epsilon Mm \cdot R^{-0.5}$. Таким образом, константа дополнительного взаимодействия δ меньше константы гравитации γ примерно на 20 порядков. Но следует отметить, что значение силы гравитационного взаимодействия в свою очередь меньше силы электромагнитного взаимодействия примерно на 36 порядков.

Но как можно объяснить конечность размеров образований, в которых спутники притягиваются предлагаемым дополнительным взаимодействием ($F = \delta Mm \cdot R^{-1}$). Все очень просто: так как скорости вращения спутников постоянны, то и кинетическая энергия спутников постоянна, а потенциальная энергия притяжения при удалении от центра уменьшается. Вблизи центра потенциальная энергия притяжения больше кинетической энергии вращения, поэтому такая система термодинамически устойчива. На некотором большем расстоянии потенциальная энергия станет равна кинетической энергии. В этом случае общая энергия системы приблизится к нулю, и система станет неустойчивой, а на больших расстояниях спутники не смогут удерживаться на орбитах и улетят в космическое пространство. Что касается классического гравитационного взаимодействия, то с увеличением расстояния скорость орбитального вращения уменьшается, что наблюдается в Солнечной Системе. Поэтому кинетическая энергия вращения уменьшается, но и потенциальная энергия притяжения также уменьшается. Одновременное уменьшение и кинетической и потенциальной энергии вращения делает возможным устойчивость орбитального движения на любом расстоянии от центра.

Также нельзя исключить ситуацию, когда гравитационное притяжение $F = \gamma Mm \cdot R^{-2}$ с увеличением расстояния линейно модифицируется к виду $F = \delta Mm \cdot R^{-1}$. В Приложении II на основе строения звездных систем, карликовых галактик и эллиптических галактик доказывается, что описание движения материи в космосе можно объяснить с помощью двух аддитивных потенциалов, а не единственного, который линейно модифицируется с увеличением расстояния.

Заключение

Любая трансцендентная теория в естествознании должна обладать феноменологической объективностью и эмпирической проверяемостью [13]. В астрофизике объективность полученных данных не вызывает сомнения, но возникают проблема проверки теории опытом, так как астрофизикам дана возможность только наблюдать за движением материи в космосе. Поэтому устанавливать истинность или ложность теории можно с привлечением логики или методологии. Кроме того, трудность в положительном решении верности какой-либо теории обусловлена тем, что соответствие теории данным наблюдения не гарантирует ее истинность, ибо любая теория: а) всегда выходит за пределы опыта, и б) является не обобщением фактов, а результатом конструктивной деятельности мышления. Конструктивное научное мышление надстраивает научные законы и теории над фактами в виде особого слоя или уровня научного знания – теоретического, целями которого является понимание и объяснение имеющихся фактов, а также предсказание новых [13]. Это в полной мере относится и к созданию трансцендентных теорий о движении материи в космическом пространстве.

Большинство проблем и парадоксальных выводов при описании движения материи в дальнем космосе связано с тем, что астрофизики не допускают, что на сверхдальних расстояниях значимость классической гравитации может уменьшаться. А первую роль начинает играть дополнительное взаимодействие. Такой подход является продолжением иерархии значимости фундаментальных потенциалов при описании материальных объектов от элементарных частиц до галактик. Так на смену слабого и сильного взаимодействий приходит электромагнитное взаимодействие. А далее, при увеличении размеров, определяющим становится гравитационное взаимодействие, которое на еще больших расстояниях должно уступить место предлагаемому дополнительному потенциалу.

В рамках гипотезы о помощи классической гравитации дополнительной субстанцией, называемой ТМ, возникают логические осложнения в свойствах как самой ТМ, так и необходимости большой массы этой субстанции во Вселенной, а также в объяснении конечности размеров галактик. Также конечность размеров галактик невозможно описать в рамках гипотезы линейной модификации законов Ньютона.

Классическая гравитация ($F=\gamma Mm/R^2$) и дополнительное притяжение ($F=\delta Mm/R^{-1}$) способны формировать разные по строению орбитальные системы. Если классическая гравитация обеспечивает вращение спутников вплоть до бесконечности, то дополнительное притяжение только на ограниченном расстоянии от массивного центра. Кроме того, дополнительное взаимодействие предсказывает постоянные скорости вращения звезд на окраинах галактик, что экспериментально наблюдается. Поэтому гипотеза, в которой в помощь к гравитации предлагается дополнительный аддитивный потенциал, медленнее спадающий при увеличении расстояния, позволяет лучше описывать имеющиеся эмпирические данные о космосе, по сравнению с другими известными трансцендентными теориями.

Автор выражает благодарность С.П. Бабайлову за обсуждение и ценные замечания.

Литература

1. Лебедев С.А. Научные теории и их истинность. Журнал философских исследований. 2025. Т 11. №1. С. 3-14.
2. Лебедев С.А. Научное знание и его структура. Журнал философских исследований. 2025. Т 11. №2. С. 9-27.
3. Rubin V., Ford W. Rotation of the Andromeda nebula from a spectroscopic survey of emission regions. *Astrophys. J.* 1970. 159:379.
4. Milgrom M. A modification of the Newtonian dynamics as a possible alternative to the hidden mass hypothesis. *Astrophys. J.* 1983. 270: 365.
5. Bekenstein J. Relativistic gravitation theory for the modified Newtonian dynamics paradigm. *Phys. Rev. D.* 2004. 70, 083509.
6. Tohline J. Proceedings of the Symposium, Besancon, France, 1982. A83-49201, 24-89.
7. Sanders R. *Astronomy and Astrophysics* 1984. 136. L21-L23. <http://adsabs.harvard.edu/abs/1984A%26A...136L..21S>.
8. Пуга В.А. Многомерное гравитационное взаимодействие. Кривые вращения галактик. *ЖЕТФ*. 2014 146. 500. DOI: 10.7868/S0044451014090090.
9. Римский-Корсаков А.А., Труды радиового института им. Хлопина. Санкт-Петербург 2003 10 65-69.
10. Stabnikov P., Babailov S. A Change of the Gravitational Interaction on the Galactic Distances. *Astrobiol Outreach*, 2015 3. 4. DOI: 10.4172/2332-2519.1000137.
11. Stabnikov P.A., Babailov S.P. An Addition to the Classic Gravity Interstellar Interactions *J. Astrophys. Aerospace Technol.* 2017. 5. 1-4. DOI: 10.4172/2329-6542.1000138.
12. Stabnikov P.A., Babailov S.P. Global Systematization of Material Objects and the Number of Fundamental Interactions. *Intern. J. Astronaut Aeronautical Eng.* 2021. 6:050. DOI: 10.35840/2631-5009/7550.
13. Babailov S.P., Stabnikov P.A. Approaches to Describing the Motion of Stars in Galaxies. *Astrophysics & Aerospace Technology. Short Communication* 2023. Volume 11. Issue 4.

Два пришествия ТМ

Гипотезу о существовании ТМ в космосе впервые предложил в 1937 г. Ф. Цвики. Он был сторонником стабильности Вселенной. Однако, анализ методом вириала, проведенный для движения галактик в скоплении Coma Berenices показал, что кинетическая энергия движения галактик относительно друг друга намного превышает потенциальную энергию их притяжения. Это означало, что данная система нестабильна (галактики разлетаются). Чтобы эта система стала термодинамически стабильной необходимо повысить потенциальную энергию притяжения галактик. Поэтому Цвики и предположил существование некой ТМ, сдерживающей разлет галактик. Однако, такая невидимая ТМ должна давать вклад только в потенциальную энергию притяжения и не давать вклада в кинетическую энергию скопления. Если предполагаемая ТМ будет давать вклады и в потенциальную, и в кинетическую энергию, то такое дополнение не сделает систему стабильной. Другими словами, ТМ должна обладать гравитационной массой, но не должна обладать инерционной массой. Это кардинально отличает ее от обычной материи, для которой Галилей, Ньютон, Эйнштейн и др. разработали принцип эквивалентности между инерционной и гравитационной массами обычной материи.

Однако, Цвики полученные парадоксальные данные, мог интерпретировать как подтверждение расширения Вселенной. Так как восемью годами ранее, в 1929 г. Хаббл на основе изучения красного смещения света от галактик установил, что чем дальше они находятся, тем быстрее от нас удаляется. А еще ранее Фридман (1922) и независимо Лемерт (1927), опираясь на ОТО, построили модель эволюционирующей Вселенной, согласно которой Вселенная не может быть стабильной. Поэтому уже тогда спасти стабильность Вселенной с помощью ТМ было ненужно.

Следует отметить, что Цвики опирался на данные, полученные в результате расчетов, т.е. косвенным путем, а такие данные допускают различную интерпретацию. Тогда как данные Хаббла — это прямой эксперимент. Противостояние подходов Цвики и Хаббла — это трансцендентная борьба представлений о стабильной и расширяющейся Вселенной. Вероятно, что несколько позже после опубликования своей известной работы, Цвики признал, что Вселенная расширяется. Но он не опубликовал работу, в которой бы его термодинамические оценки подтверждали бы расширение Вселенной. Именно в этом его ошибка. Так как спустя 33 года (в 1970) его ошибочная идея о ТМ была реанимирована.

Второе пришествие ТМ связано с Рубин и Форд (1970), которые ее возродили для объяснения почти постоянных скоростей вращения звезд на окраинах галактик. Действительно, объяснить почти постоянные орбитальные скорости на окраинах галактик потенциально возможно с помощью невидимой ТМ. Однако, чтобы орбитальные скорости оставались постоянными, необходимо, чтобы плотность ТМ постоянно увеличивалась при удалении от центра. Обычная материя должна притягиваться к ТМ, иначе не объяснить постоянство скоростей звезд на окраинах, но сама ТМ должна отталкиваться от обычной материи, так как плотность ТМ на окраинах увеличивается при удалении от центра. Вот такими необычными свойствами притяжения-отталкивания должна обладать ТМ. Кроме того, возникает проблема максимальных размеров галактик. Если плотность ТМ за границей галактики будет равна нулю, или медленно уменьшаться, то далее этого расстояния орбитальные скорости звезд должны будут также уменьшаться при удалении, как и скорости планет в Солнечной системе. Но этого за окраинами галактик также не наблюдается. Другими словами, в рамках гипотезы существования ТМ и только классической гравитации возникают логические осложнения в объяснении как свойств самой ТМ, так и конечности размеров галактик.

Также присутствие ТМ должно увеличивать притяжение галактик, что неминуемо приведет к сжатию всей Вселенной. Поэтому для объяснения расширения Вселенной необходимо ввести нечто расталкивающее, более мощное, чем ТМ. Такая субстанция получила название ТЭ, которой по массе должно быть больше, чем масса ТМ. А для

объяснения ускоренного расширения Вселенной, необходимо предполагать, что масса ТЭ еще и постоянно увеличивается. Таким образом, введение ТМ и ТЭ потенциально позволяют объяснить только некоторые особенности движения материи на сверхдальних расстояниях. Но при развитии этого подхода выясняется, что обычной барионной материи всего 4.5% (PlanckCollab. (P. A. R. Adeetal.) 2016), а все остальное невидимые и неуловимые предполагаемые субстанции. Данные о ТМ и ТЭ только косвенные, но самое главное они невидимы, что методологически очень удобно, так, как их можно в любом месте и в любом количестве декларировать для объяснения линзирования, не учитывая, что линзирование можно объяснить и обычной материей. На фотографиях столкновения галактик также можно объяснить необычное излучение газовых скоплений присутствием ТМ, не пытаясь привлечь для объяснения другие предположения. В общем ситуация с невидимой ТМ очень напоминает сюжет, изложенный в сказке Г.Х. Андерсена «Новое платье короля».

Но почему, же возрожденная Рубин и Форд в 1970 г. ТМ, наделенная множеством противоречивых свойств, уже 55 лет поддерживается астрофизиками. А все очень просто, легко написать грант по поиску такой экзотической субстанции. И его поддержат, несмотря на то, что результат поиска или получения неопровержимых доказательств существования ТМ будет нулевым. Но следует отметить, что деньги, выделенные на грант, пойдут также на создание новых приборов, получения новых данных о Вселенной и разработку новых теорий. Т.е. деньги, выделенные на грант, обязательно принесут пользу. Поэтому в настоящее время ТМ – это удобная ксива (поддержка), с помощью которой грант получит одобрение. Большинство астрофизиков это скорее всего понимают, поэтому и не опровергают гипотезу о реальности ТМ, а также и ТЭ. Следует отметить, что в настоящее время поддерживается гипотеза о неуловимой девятой планете, которая вероятно находится на окраине пояса Койпера. И для ее обнаружения пишутся научные гранты. Также следует отметить, что в космическом пространстве можно зафиксировать только ярко светящиеся объекты, а вот количество темных и неизлучающих объектов установить невозможно. Поэтому гипотезу о существовании ТМ проблематично низвергнуть. Следует отметить, что гипотеза о существовании ТМ и варианты модификаций законов Ньютона были предложены американскими и европейскими астрофизиками, но почему-то российскими учеными до сих пор не проведена критическая гносеологическая оценка данных гипотез.

Приложение II

Один изменяющийся потенциал, или два аддитивных потенциала

Кроме аддитивной добавки к гравитационному потенциалу следует также рассмотреть гипотетическую ситуацию, когда гравитационное взаимодействие $F = \gamma Mm \cdot R^{-2}$ линейно модифицируется до $F = \delta m M \cdot R^{-1}$ с увеличением расстояния. Два трансцендентных подхода позволяют корректно описывать феноменологические данные о звездных системах, и динамику на окраинах галактик. Какой из этих подходов ближе к истине можно установить, опираясь на строение всех наблюдаемых объектов: звездные системы, карликовые галактики, эллиптические галактики. Общей закономерностью в строении звездных систем и галактик является наличие массивного центра, вокруг которого вращаются все объекты. Подход с линейным изменением силы взаимодействия будет способствовать формированию карликовых галактик, которые будут похожи и на звездные системы, и на галактики. Поэтому объекты промежуточных размеров также будут обладать массивными центрами. Однако, строение карликовых галактик весьма разнообразно: большинство из них имеют неправильную, несимметричную и даже клочковатую форму. В карликовых галактиках сложно установить массивный центр и определить, какая звездная система вращается вокруг какой. Поэтому из строения карликовых галактик следует несостоятельность модификации гравитационного потенциала на дальних расстояниях. Точно также и в гипотезе линейной модификации законов Ньютона проблематично объяснять большое разнообразие строения карликовых галактик.

Но какими будут карликовые галактики, если на их движение будут влиять два аддитивных потенциала. Обратимся к хорошо известной ситуации, когда изменяются значимости электромагнитного и гравитационного потенциалов при увеличении размеров объектов. Так похожие атомы и молекулы неотличимы друг от друга, также похожи друг на друга и большинство звездных систем. А вот промежуточные образования, к которым относимся и мы, люди, очень разнообразны. Более того все живые существа могут медленно расти, увеличивая свои размеры. Таким свойством не обладают атомы и молекулы. Атомы и молекулы под действием внешних воздействий (физических или химических) могут дискретно изменяться, но такие изменения приводят к совсем другим объектам. Что касается звездных систем, то они формируются в областях, где господствует только гравитационное взаимодействие. Поэтому они по строению близки. Другими словами, в области размеров, где одно дискретное фундаментальное взаимодействие приходит на смену другому, наблюдается большое разнообразие в строении и размерах объектов. Поэтому автор считает, что большое разнообразие в строении карликовых галактик является подтверждением смены значимости гравитационного взаимодействия на дополнительное аддитивное притяжение.