

Когда допустимы представления о глобальной стабильности, а когда о необратимых изменениях в Природе?

П. А. Стабников

Институт неорганической химии им. А. В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (СО РАН), пр. Академика Лаврентьева, 3, 630090 Новосибирск, Россия

E-mail: stabnik@niic.nsc.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается правомерность применения концепций глобальной устойчивости или необратимых изменений в зависимости от масштаба объектов или их скоплений. Эта проблема остается нерешенной по сей день. В 1937 году, используя термодинамические методы, Ф. Цвикки получил парадоксальные данные о движении галактик внутри скоплений. Хотя эти результаты подтверждали расширение Вселенной, ранее установленный Э. Хабблом и другими исследователями, но сам Цвикки оставался сторонником идеи стационарной Вселенной; в связи с этим он предположил существование «темной материи» (ТМ), которая должна была препятствовать разлетанию галактик. Однако до настоящего времени не найдено неоспоримых доказательств существования такой субстанции. Более того, если следовать подходу Цвикки, то приходят к выводу, что на долю барионной материи приходится лишь около 5% Вселенной. А все остальное составляют гипотетические невидимые субстанции.

Для объяснения движения материи в дальнем космосе предлагается ввести дополнительный потенциал. Такой потенциал убывает с расстоянием медленнее, чем классическая гравитация, и на очень больших расстояниях становится доминирующим фактором. Данный дополнительный потенциал позволяет объяснить постоянство орбитальных скоростей звезд на периферии галактик, конечные размеры галактик, а также равномерное расширение Вселенной в еще более крупных масштабах.

Исходя из фундаментальной связи между возрастом Вселенной и параметром Хаббла, показано, что значение последнего со временем уменьшается.

Ключевые слова: глобальная устойчивость или необратимые изменения; расширение Вселенной; темная материя; дополнительный потенциал притяжения; уменьшение параметра Хаббла

Abstract. This paper discusses the issue of the validity of applying concepts of global stability or irreversible changes, depending on the scale of the objects or their clusters—a problem that remains unresolved to this day. In 1937, using thermodynamic methods, F. Zwicky obtained paradoxical data regarding the motion of galaxies within clusters. While these findings supported the expansion of the Universe—as previously established by E. Hubble and others—Zwicky remained a proponent of a stable Universe; consequently, he proposed the existence of "dark matter" (DM) to counteract the dispersal of galaxies. To date, however, no indisputable evidence for the existence of such a substance has been found. Moreover, following Zwicky's approach

leads to the conclusion that baryonic matter accounts for only about 5% of the Universe, with the remainder consisting of hypothetical, invisible substances. To explain the observed motion of matter in the distant Universe, an additional potential is proposed. This potential decays more slowly with distance than classical gravitational potential, becoming the dominant factor at extreme ranges. This additional potential offers an explanation for the constant orbital velocities of stars at the edges of galaxies, the finite size of galaxies, and the uniform expansion of the Universe at even greater scales. Based on the fundamental relationship between the age of the Universe and the Hubble parameter, it is shown that the value of the latter decreases over time.

Keywords: global stability or irreversible changes; expansion of the Universe; DM; additional attractive potential; decrease in the Hubble parameter.

Введение

Окружающийся Мир с незапамятных времен прекрасно описывался понятием абсолютной стабильности. Суточные изменения, смена времен года и другие периодические изменения косвенно поддерживают представления об абсолютной стабильности Природы. Такие безвозвратные изменения в природе, как некоторые химические превращения, механические разрушения, падение астероидов, вспышки сверхновых звезд, и даже столкновения галактик носят локальный характер, поэтому не могут изменить глобальное представление об абсолютной стабильности Природы. В течении многих столетий Мир в представлениях ученых и философов оставался стабильным. Поэтому, когда появлялись гипотезы, косвенно указывающие на возможное безвозвратное изменение Природы, то большинство ученых яростно отстаивали идею стабильности и подвергали всесторонней критике такие гипотезы.

Впервые на возможность безвозвратного изменения нашего Мира высказался в 1865 R. Clausius. Он, опираясь на законы термодинамики, выдвинул гипотезу о тепловой смерти Вселенной. Эта гипотеза основывалась на том, что со временем Вселенная будет стремиться к состоянию с максимальной энтропией. В конечном состоянии вся энергия и материя во Вселенной будут равномерно распределены. И все процессы и формы жизни, какие известны, станут невозможными. Эта была первая гипотеза, которая косвенно указывала на глобальную нестабильность нашего Мира. Однако в то время практически все ученые были сторонниками глобальной стабильности Природы, поэтому такая гипотеза породила многочисленные опровержения. Наиболее известна из них флуктуационная гипотеза L. Boltzmann, согласно которой Вселенная извечно пребывает в равновесном состоянии, но по закону случая, то в одном, то в другом ее месте происходят отклонения от этого состояния. Также были выдвинуты другие многочисленные опровержения гипотезы R. Clausius. В связи с этим гипотеза о тепловой смерти Вселенной

в представлениях большинства ученых осталась курьезным артефактом некорректного применения законов классической термодинамики к неограниченной Вселенной.

Еще одним фактом, указывающем на глобальную нестабильность Природы стало доказательство в 1902 – 1903 г. F. Soddy and E. Rutherford необратимого превращения одних атомов в другие. В частности, атомы радия, испускающие α -частицы (ядра атомов гелия), превращаются в атомы радона. Однако это открытие касалось только нестабильности мельчайших частиц материи – атомов. Поэтому большинство ученых не стали отказываться от представлений о глобальной стабильности всей Вселенной, так как в процессе радиоактивности практически не меняется суммарная масса всех частиц, включая и выделение энергии.

Представления о глобальной неустойчивости нашей Вселенной стали обоснованными только с 1922 г., благодаря А. Фридману, а затем G. Lemaître в 1927 г., H. Robertson в 1929, and A. Walker 1935 г. Они, опираясь на ОТО, разработанную А. Einstein, математически показали, что Вселенная не может быть стабильной. Она должна расширяться, сжиматься или находиться в неустойчивых колебательных движениях. Затем в 1927 г. G. Lemaître and в 1929 г. E. Hubble экспериментально установили, что чем дальше от нас находится галактика, тем быстрее она от нас удаляется. Эти данные надежно свидетельствовали о глобальной нестабильности нашей Вселенной, так как она расширяется. Это представление о ее нестабильности в глобальных масштабах в настоящее время является общепризнанным.

Однако не все ученые стали отказываться от идеи глобальной стабильности нашего Мира. Так F. Zwicky, спустя 9 лет после работ G. Lemaître and E. Hubble, методами термодинамики установил, что галактики в скоплении Coma Berenices cluster слишком быстро перемещаются относительно друг друга, чтобы классическая гравитация могла сохранить устойчивость такого скопления [1]. Это означало, что в межгалактических масштабах Вселенная нестабильна. Но, F. Zwicky оставался сторонником стабильности Вселенной. Поэтому для стабилизации скопления галактик он предположил, что должна существовать невидимая Dark Matter (DM). Однако, F. Zwicky мог интерпретировать полученные им данные, как подтверждение прямых экспериментов G. Lemaître and E. Hubble. Тогда не нужно было бы почти девяносто лет заниматься поисками такой экзотической субстанции.

Следует отметить, что для стабилизации системы добавлять обычную материю бесполезно. Так как в этом случае увеличится как гравитационное взаимодействие, так и кинетическая энергия в системе. Поэтому DM должна иметь только гравитационную массу, и не иметь инерционной массы. В этом ее отличие от обычной материи. Однако, А.

Einstein при создании ОТО использовал эквивалентность гравитационной и инерционной масс материи. В связи с этим DM не может быть описана в рамках ОТО.

Удивляет также, почему G. Lemaître and E. Hubble, а также многие астрофизики не посоветовали F. Zwicky отказаться от представления о глобальной стабильности Природы в масштабах скопления галактик. В дальнейшем часть астрофизиков оставались сторонниками абсолютной стабильности Вселенной, а другая - глобальной неустойчивости Природы. Следует отметить, что это беспрецедентный случай, когда около ста лет одновременно являлись рабочими антагонистические гипотезы, основанные как на стабильности, так и неустойчивости Природы в глобальных масштабах. И такая ситуация до конца не разрешена до настоящего времени. Следует также отметить, что развитие гипотезы F. Zwicky приводит к парадоксальным выводам: в нашей Вселенной барионной материи всего около 5 %. А все остальное вымышленные невидимые и неуловимые субстанции.

В данной работе придерживаются общепринятых представлений, в которых о стабильности Природы можно говорить в интервале от размеров микрочастиц до размеров галактик. А для еще больших размеров и до границ нашей Вселенной справедливы представления о неустойчивости Природы. Следствием такого подхода является полный отказ от понятия DM. Автор с С.П. Бабайловым уже в течении 10 лет пытаются донести эти представления до исследователей [2 - 8]. Но, к сожалению, мы смогли опубликовать свои работы только в журналах с низким рейтингом. Это связано с тем, что рецензенты не поддерживают креативных подходов, особенно тех, в которых отвергается реальность DM, или различные модификации законов физики.

Второе пришествие DM

Дополнительная поддержка существования DM в 1970 г. связана с работой V. Rubin and W. Ford [9]. Они спектральным методом установили, что скорости вращения звезд на окраинах галактик почти постоянны. Это отличается от динамики в Солнечной Системе, в которой чем дальше планета от Солнца, тем меньше ее орбитальная скорость. Поэтому для объяснения аномалии на окраинах галактик в помощь к гравитационному взаимодействию нужно что-то добавить. V. Rubin and W. Ford предположили, что для объяснения почти постоянства орбитальных скоростей можно воспользоваться уже известной DM, предложенной F. Zwicky. Однако, такое введение DM должно привести к парадоксальным следствиям. Чтобы DM могла только гравитационным взаимодействием обеспечить постоянство скоростей вращения звезд на окраинах галактик, ее плотность должна постоянно возрастать при удалении от центра. Если плотность DM неограниченно

будет увеличиваться при удалении от центра, то и размеры галактики будут неограниченными, что противоречит наблюдениям. Если плотность DM 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. В общем, при логическом рассмотрении присутствия DM можно сделать заключения, которые иногда трудно согласовать с экспериментом.

Эти затруднения, связанные с введением DM, способствовали появлению более 30 вариантов modification of Newton's laws и вариации гравитационного взаимодействия. В этих подходах также предполагается, что и в дальнем космосе правит только гравитация. M. Milgrom [10] предложил подход, который получил название MOND. J. Bekenstein предложил релятивистский вариант такого подхода [11], который получил название TeVeS. Но MOND, TeVeS и другие варианты modification of Newton's laws позволяют объяснить постоянство орбитальных скоростей только для ограниченного интервала расстояний в галактике. Но следует отметить, что это только качественные подходы. Все они не доведены только до количественного уровня.

Также было выдвинуто предположение, что для объяснения постоянства скоростей вращения звезд на окраинах галактик в помощь к гравитационному взаимодействию (с силой $F = \gamma M m * R^{-2}$) необходимо добавить дополнительное взаимодействие (с силой притяжения $F = \delta M m * R^{-1}$). Используя теорему вириала, в 1982 J. Tohline [12] и в 1984 R. Sanders [13] показали, что взаимодействие с силой притяжения $F = \delta M m * R^{-1}$ позволяет объяснить постоянство скоростей спутников на окраинах галактик. Но такой подход не получил поддержку среди большинства астрофизиков. Однако, в 2003 А.А. Римский-Корсаков самостоятельно развил эту идею. Чтобы дополнительное взаимодействие практически не влияло на динамику движения тел в Солнечной Системе значение δ должно быть гораздо меньше γ ($\gamma = 6,67428 * 10^{-11} \text{ Н} \times \ell^2 \times \text{кг}^{-2}$, где Н – единица силы в ньютонах, ℓ - единица длины в метрах). Исходя из этих соображений А.А. Римский-Корсаков в 2003 г. [14] предложил значение $\delta \sim 1.7 * 10^{-31} \text{ Н} \times \ell \times \text{кг}^{-2}$. В 2014 В.А. Пуга, при «фитировании» вращения звезд вокруг центра в 60 галактиках получил значение $\delta \sim (2.7 \pm 0.4) * 10^{-31} \text{ Н} \times \ell \times \text{кг}^{-2}$. [15]. Мы (P.A. Stabnikov and S.P. Babailov) в своих работах [4 - 8] для дополнительного взаимодействия приняли это значение, как более точное.

Следует отметить, что константа взаимодействия дополнительного взаимодействия δ меньше гравитационной постоянной γ примерно на 20 порядков. В свою очередь гравитационное взаимодействие гораздо меньше кулоновского взаимодействия.

Например, сила гравитационного притяжения между двумя протонами примерно на 36 порядков слабее силы кулоновского отталкивания.

В работах [2, 4 - 8] мы применили методы термодинамики для объяснения аномалий на окраинах галактик с помощью дополнительного аддитивного потенциала ($F=\delta Mm \cdot R^{-1}$). Согласно законам термодинамики устойчивость любой системы зависит от суммы потенциальной и кинетической энергии. Если такая сумма отрицательна, то система устойчива, если положительна, то неустойчива. Справедливость такого утверждения можно показать на примере системы, состоящей из электрона и ядра атома. За нулевое значение потенциальной энергии этой системы принимается состояние, когда электрон бесконечно удален от ядра. Когда электрон падает на какую-нибудь устойчивую орбиту, то во внешнюю среду выделяется квант света, а потенциальная энергия такой системы станет отрицательной. Поэтому чем меньшее значение имеет общая энергия системы, тем она более устойчива. Для орбитального движения потенциальная энергия притяжения отрицательна, а кинетическая энергия спутника – положительна. Для дополнительного потенциала ($F=\delta Mm \cdot R^{-1}$) скорость орбитального движения постоянна [2, 4 – 8, 12 - 15], поэтому и постоянна кинетическая энергия. А потенциальная энергия при удалении от массивного центра по абсолютной величине уменьшается. Вблизи центра потенциальная энергия притяжения по абсолютной величине больше кинетической энергии вращения, поэтому такое вращение термодинамически устойчиво. При удалении от центра потенциальная энергия по абсолютной величине постоянно уменьшается. На некотором расстоянии эти энергии по абсолютной величине сравниваются. В этом случае общая энергия системы станет равна нулю, и система станет термодинамически неустойчивой. А на еще больших расстояниях спутники не смогут удерживаться на орбитах и улетят в космическое пространство. Это и позволяет объяснить конечность размеров галактик термодинамическим методом [4 - 8]. А также и равномерное расширение Вселенной на расстояниях, больших, чем размеры галактик.

Что касается классического гравитационного взаимодействия, то с увеличением расстояния скорость орбитального вращения уменьшается, следовательно уменьшается кинетическая энергия. Также уменьшается и потенциальная энергия притяжения. Но по абсолютной величине потенциальная энергия остается всегда большей, чем кинетическая энергия [4 - 8]. Одновременное уменьшение по абсолютным значениям и кинетической и потенциальной энергии вращения делает возможным устойчивость орбитального движения для гравитационного взаимодействия практически на любом расстоянии от центра.

Таким образом введение дополнительного потенциала в помощь к гравитации позволяет объяснить постоянство орбитальных скоростей звезд на окраинах галактик, конечные размеры галактик и равномерное расширение Вселенной на еще больших расстояниях.

Дрейф параметра Хаббла во времени

Предположение о возможной изменчивости констант имеет долгую историю. Ещё Поль Дирак выдвигал гипотезу об их эволюции при расширении Вселенной. Однако на сегодняшний день большинство данных указывают на стабильность фундаментальных констант в пределах точности наших измерений. Однако можно показать, что параметр Хаббла (H_p , где p – present time) изменяется [3]. Все дело в том, что размерность этой величины $[сек^{-1}]$, или $(km/sec)/Mpc$. Именно это позволило связать ее значение с возрастом Вселенной: $T_p = 1/H_p$, (где T_p – хаббловское время от зарождения Вселенной). Но каково было значение параметра Хаббла в самом начале? Согласно формуле $H_0 = 1/T_0$ при $T_0 = 0$, $H_0 = \infty$. Из этой фундаментальной взаимосвязи следует, что при зарождении Вселенной параметр Хаббла был практически бесконечным, а затем, постоянно уменьшаясь, достиг современного значения. В дальнейшем, эта величина будет продолжать уменьшаться. Из этого следует, что Вселенная расширяется с замедлением.

Утверждение о постоянном уменьшении параметра Хаббла находится в противоречии с утверждением об ускоренном расширении Вселенной, предложенным на основе измерения параметра Хаббла для очень удаленных расстояний [16]. Это противоречие легко разрешимо, если учесть, что сверхновые звезды типа Ia находятся на очень больших расстояниях. А световое излучение, дошедшее до Земли, было испущено тогда, когда Вселенная была совсем молодой. В то время параметр Хаббла имел гораздо большее значение, чем в настоящее время. Именно это и было экспериментально установлено. Дополнительный учет возраста звезд типа Ia позволит восстановить постоянное уменьшение параметра Хаббла при расширении Вселенной.

Заключение

В данной работе показано, что нужно неукоснительно соблюдать условия, при которых Природа стабильна, а при которых она расширяется. Опираясь на научную логику и законы термодинамики, показано, что введение дополнительного потенциала позволяет объяснить постоянство орбитальных скоростей звезд на окраинах галактик, конечность размеров галактик и равномерное расширение Вселенной на еще больших расстояниях. Другими словами, введение дополнительного потенциала позволяет

объяснить все особенности движения материи на сверхдальних расстояниях. Поэтому применение таких экзотических субстанций, как DM и DE излишне.

Опираясь на обратно-пропорциональную зависимость возраста Вселенной и параметра Хаббла, легко показать, что со временем этот параметр постоянно уменьшается. Из этого следует, что с увеличением времени жизни Вселенной, ее расширение замедляется.

REFERENCES

1. Zwicky F. On the Masses of Nebulae and Clusters of Nebulae. *Astrophys J.* 1937 86. 217. DOI:10.1086/143864
2. Stabnikov P.A., Babailov S.P. Will the new gravitational potential make it possible to dispense with dark matter and the modification of Newtonian dynamics? Collection of scientific papers based on the proceedings of an international scientific-practical conference. Part 1, Tambov 2014, p.157-158. <https://ukonf.com/doc/conf.2014.07.01.pdf> (in Russian).
3. Stabnikov P.A. Modeling Nature. Static and Dynamic Computer Models. Modern Society, Education, and Science. A collection of scientific papers based on the proceedings of an international scientific-practical conference. Tambov, 2015, Part 14, pp. 134–140. DOI: 10.17117./2015.03.31.14. (in Russian).
4. Stabnikov P.A., Babaylov S.P. Fundamental interactions, structure and motion of matter. *Bulletin of Scientific Conferences* 2016 No 6-1(10), pp. 107–113. DOI: 10.17117/cn.2016.06.01. (in Russian).
5. 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
6. 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
7. Babailov S.P., Stabnikov P.A. Approaches to Describing the Motion of Stars in Galaxies, *Astrophysics & Aerospace Technology*. 2023. V.11. :1-2. DOI: 10.37421/2329-6542.2023.11.264

8. Stabnikov P.A. Epistemological issues in the development of Newtonian mechanics and the modification of Newton's laws. J. Philos. Research. (Zhurn. Filosof. Issled.) 2025 V. 11, No. 4 P. 39-46 (in Russian)
9. Rubin V., Ford W., Rotation of the Andromeda Nebula from a Spectroscopic Survey of Emission Regions. Astrophys. J. 1970. 159:379. <http://dx.doi.org/10.1086/150317>
10. Milgrom M. A modification of the Newtonian dynamics as a possible alternative to the hidden mass hypothesis. Astrophys. J. 1983. 270: 365 DOI: 10.1086/161130
11. Bekenstein J. Relativistic gravitation theory for the modified Newtonian dynamics paradigm. Phys. Rev. D. 2004. 70, 083509 DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.70.083509>
12. Tohline J. Proceedings of the Symposium, Besancon, France. 1982. A83-49201 24-89
13. Sanders R. Anti-gravity and galaxy rotation curves. Astron. and Astrophys. 1984. 136 L21-L23. <http://adsabs.harvard.edu/abs/1984A%26A...136L..21S>
14. Rimsky-Korsakov A.A. Proceedings of the Radium Institute. Khlopin. St. Petersburg. 2003. 10, 65-69. (in Russian).
15. Puga V.A. Multidimensional Gravitational Interaction. Rotation Curves of Galaxies. J.E.T.P. 2014. 146: 500. DOI: 10.7868/S0044451014090090
16. Perlmutter, S. et al., 1999, Measurements of Omega and Lambda from 42 high redshift supernovae. Astrophysical Journal, 517, 565-586. DOI: 10.1086/307221