

Жанабаев З.Ж., Хохлов С.А.

**Нелинейная геометрическая  
модель структуры ансамбля  
антигравитирующих галактик**

В работе использована новая идея авторов о поведении физической величины вблизи ее критических значений в виде нелинейной фрактальной меры для описания геометрического расположения галактик. В качестве критического значения расстояния от точки наблюдения приняты размер Местной группы галактик и расстояние нулевой гравитации. Этот подход к задаче космологии отличается от других современных исследований тем, что наиболее простым образом реализуется основная идея общей теории относительности – взаимосвязь структуры пространства с распределением материи.

Получено уравнение, описывающее отклонение размеров галактик в виде фрактальной меры от расстояния, отсчитываемого от центра Местной группы галактик. Построена диаграмма скорость – расстояние. До расстояния нулевой гравитации скорости галактик могут быть как положительными, так и отрицательными, дальше – картина приближается к закону Хаббла. Сопоставление теории с результатами наблюдений показывает правомерность основных положений предлагаемой теории.

**Ключевые слова:** Местная группа галактик, нулевая гравитация, фрактальная мера, фазовый портрет.

Zhanabaev Z.Zh., Khokhlov S.A.

**Nonlinear geometric model  
of structure of the ensemble  
antigravitating galaxies**

In this paper used a new authors' idea about the behavior of a physical quantity near its critical value as non-linear fractal measure to describe the geometric arrangement of galaxies. As a critical distance from the viewpoint taken the size of the Local galaxies group and the distance of zero gravity. This approach to the problem of cosmology different from other modern studies in that easiest way is realized basic idea of the general relativity theory - relationship between structures of space and distribution of matter.

Obtained equation that describes deviation of the sizes galaxies as a fractal measure of the distance, measured from the center of Local galaxies Group. «Speed – distance» diagram is constructed. Up to a zero gravity distance velocities of galaxies can be both, positive and negative, then – speed can be described on the Hubble law. Comparison the theory with observations shows lawfulness of the main provisions at the proposed theory.

**Key words:** Local Group of galaxies, zero gravity, fractal measure, phase portrait.

Жанабаев З.Ж., Хохлов С.А.

**Антигравитацияланатын  
галактикалар ансамблінің  
құрылымының бейсызық  
геометриялық моделі**

Жұмыста галактикалардың геометриялық орналасуын сипаттау үшін бейсызық фракталдық өлшем түрінде физикалық шаманың критикалық мәнінің аймағында өзгерісі туралы авторлардың жаңа қағидасы қолданылды. Бақылау нүктесінен қарағында қашықтықтың критикалық мәні ретінде жергілікті галактикалар тобының өлшемі мен нөлдік гравитация қашықтығы алынды. Космологияның мәселесіне осындай көзқарастың басқа заманауи зерттеулерден айырмашылығы кеңістіктің құрылымы мен материяның таралуы арасындағы байланыс – жалпы салыстырмалық теориясының негізгі қағидасы мүмкіндігінше оңай жүзеге асырылатынында.

Галактикалар өлшемдерінің жергілікті галактикалар жиынының центрінен ауытқуын фракталдық өлшемнің қашықтыққа тәуелді өзгеруін сипаттайтын теңдік алынды. Теңдеу шешімдерінің «жылдамдық – қашықтық» диаграммасы тұрғызылды. Нөлдік гравитация қашықтығына дейін галактикалар жылдамдығы оң және теріс мәндер қабылдай алады, ал бұл шектен тыс жатқан галактикалар Хаббл заңына сай, оң мәнді жылдамдықпен алыстайды. Теория мен бақылау нәтижелерін салыстыратын болсақ, ұсынылған теорияның негізгі қағидаларының дұрыстығына көз жеткізуге болады.

**Түйін сөздер:** жергілікті галактикалар тобы, нөлдік гравитация, фракталдық өлшемділік, фазалық портрет.

## **НЕЛИНЕЙНАЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ АНСАМБЛЯ АНТИГРА- ВИТИРУЮЩИХ ГАЛАКТИК**

### **Введение**

Современные астрономические наблюдения привели к выводу о существовании в природе антитяготения. Тяготение создается массами самих тел, а антитяготение – невидимой космической средой (темной энергией) [1,2]. Физическая природа и микроскопическая структура антигравитирующей среды неизвестны. К этой проблеме посвящаются многие современные исследования, которые обсуждаются, например, в работах [1,3,4].

В то же время представляет общий интерес поиск возможностей аналитического описания неоднородности хаббловского потока в пространстве вблизи Местной группы галактик и на расстояниях преобладания антитяготения единым образом в рамках стандартной космологической модели  $\Lambda$ CDM ( $\Lambda$  – эйнштейновская космологическая постоянная, CDM – сокращение от Cold Dark Matter). Этот вопрос рассмотрен в работе [2] в рамках динамики Ньютона с использованием выражений для силы всемирного тяготения (обратно пропорциональной квадрату расстояния) и силы всемирного антитяготения (линейно пропорциональной расстоянию).

Возникает естественный вопрос, можно ли описать peculiar скорости антигравитирующих галактик некоторыми простыми закономерностями их геометрического расположения? При этом пространственное распределение галактик должно зависеть от распределения их масс (материи) как в основных уравнениях общей теории относительности – в уравнениях гравитационного поля Эйнштейна.

Подходящую геометрическую закономерность распределения галактик можно искать в виде структурно – самоподобных (масштабно – инвариантных), фрактальных соотношений. Описание структуры Вселенной дробными размерностями предложено еще в работах Б. Мандельброта – одного из основателей фрактальной геометрии. Современные исследования по возможным топологиям пространства (модели Ж. Люмине, Н. Арками – Хамед и др.) обсуждаются в обзорах (например, в [1]). Однако нам неизвестна аналитическая зависимость нелинейной геометрической фрактальной меры от распределения

материи. Целью настоящей работы является поиск формулы фрактальной меры, зависящей от самой себя и распределения материи, получение фазовых портретов и сопоставления результатов с астрономическими наблюдениями.

### Нелинейные геометрические фрактальные меры

Известные теории фракталов [5] предполагают независимый выбор минимального масштаба измерения меры (аддитивной геометрической, физической величины) от величины самой определяемой меры. Геометрические меры (расстояние, площадь, объем) в теории гравитации должны зависеть от пространственного распределения материи и от соответствующего минимального геометрического масштаба. Необходимо записать формулу фрактальной меры, например, формулу Хаусдорфа для расстояния внутри ансамбля галактик  $X$  в нелинейной форме. Для этой цели выбираем некоторое характерное расстояние  $R$  (оно может равняться расстоянию нулевой гравитации) и в качестве масштаба измерения выбираем относительную разность  $|X - R| \setminus X$ , или,  $|X - R| \setminus R$ . Тогда формула Хаусдорфа для расстояния между галактиками вблизи  $R_*$  имеет вид:

$$X = R_* \left( \left| 1 - \frac{R}{X} \right| \right)^{-\gamma}, \quad \gamma = D - d, \quad (1)$$

$$R_* = (R_1, R_2), \quad R_2 = (3M/8\pi\rho_x)^{1/3} = (MG/H_x^2)^{1/2} \quad (2)$$

где  $R$ ,  $M$  – размер и масса Местной группы галактик,  $\rho_x$  – локальная плотность темной энергии,  $G$  – Ньютоновская гравитационная постоянная,

$H_x$  – космологический фактор Хаббла,  $D$  – фрактальная размерность пространства распределения галактик,  $d$  – топологическая размерность пространства, где определено расстояние  $R$ ,  $R_2$  – расстояние нулевой гравитации.

Если за определяющую переменную выбрать  $R_*$ , то формулу (1) можно записать в виде

$$X = R_* \left( \left| 1 - \frac{X}{R} \right| \right)^{-\gamma} \quad (3)$$

Формулы (1), (3) удобно анализировать в виде их отображений с целью описания эволюции меры  $x$  по шагу времени  $i - 1, 2, \dots$ :

$$X_{i+1} = R_* \left( \left| 1 - \frac{R}{X_i} \right| \right)^{-\gamma} \quad (4)$$

$$X_{i+1} = R_* \left( \left| 1 - \frac{X_i}{R} \right| \right)^{-\gamma} \quad (5)$$

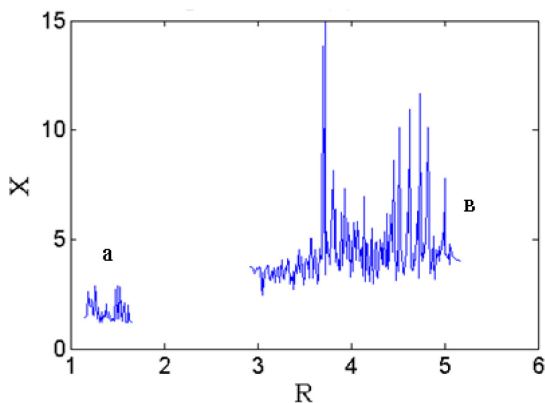
Производная реализации отображений (4), (5)

$$V_{i+1} = \frac{dX_{i+1}}{dR} = \frac{dX_{i+1}/dt}{dR/dt} \quad (6)$$

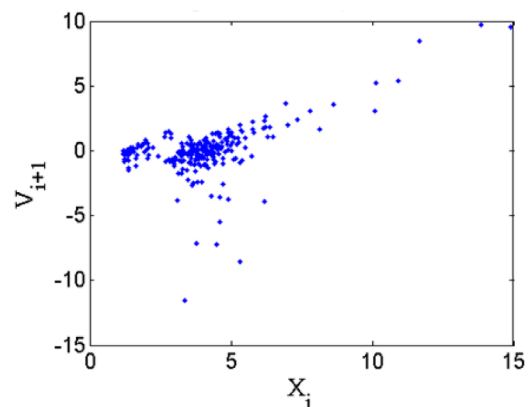
играет роль относительной скорости галактик, поэтому зависимость  $x_{i+1}(x_i)$  дает фазовый портрет реализации  $x_{i+1}$ .

### Результаты численного анализа и сопоставление с данными телескопа «Хаббл»

Местная группа – гравитационно связанная квазистационарная система с полной массой  $M = (2 - 3) \times 10^{12} M_\odot$  [6]. Эту массу составляют барионное вещество звезд и межзвездной среды, а также темная материя, сосредоточенная в протяженных гало двух гигантских галактик группы (Млечный путь и Андромеда).



**Рисунок 1** – Изменение размера галактик в зависимости от расстояния  $R$   
а: формула (4),  $R_1 = 1$ ; в: формула (5),  $R_2 = 3$ .



**Рисунок 2** – Фазовый портрет «скорость – расстояние»  
при  $R_1 = 1$ ;  $R_2 = 3$ ;  $\gamma = 0,194$ ;  $x_1 = 0,5$

Вне группы на расстояниях 1-3 Мпк от ее центра масс наблюдаются 24 карликовые галактики – движущихся в направлении от группы. Это и есть местный поток разбегания галактик. Исходя из этих фактов, мы можем принять  $R_1 = 1$  Мпк,  $R_2 = 3$  Мпк.

Значение параметра Хаббла входит в определение  $R_*$ . Полученные результаты можно

сопоставить с наблюдательными данными. Высокоточные зависимости «скорость – расстояние» для галактик, входящих в местную группу по данным полученным телескопом «Хаббл» представлены на рисунке 3 [7].

Если скорость  $V$  к скорости  $V_x = H_x R$ , то  $y = V / H_x R_*$  меняется в пределах  $2 < y < 4$ , при  $R_1 < 4$  Мпк: т.е. рис. 2 сопоставим с результатами работ [2,7].

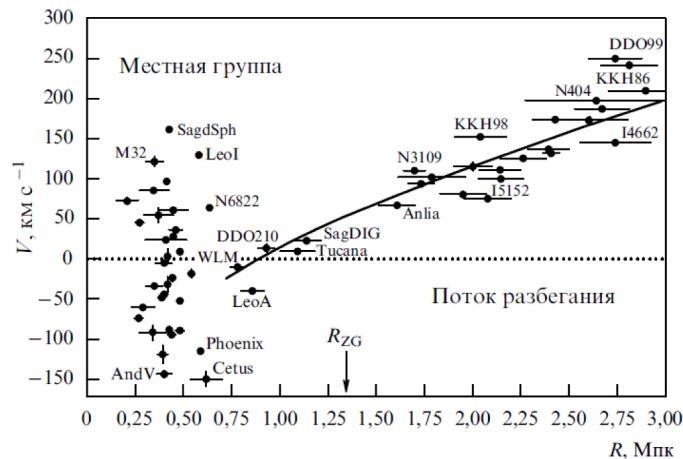


Рисунок 3 – Диаграмма «скорость – расстояние» для Местной группы галактик и потока вокруг нее

## Заключение

В работе предложена новая идея о поведении физической величины вблизи ее критических значений в виде нелинейной фрактальной меры. В качестве критического значения расстояния от точки наблюдения приняты размер Местной

группы галактик и расстояние нулевой гравитации. Этот подход к задаче космологии отличается от других современных исследований тем, что наиболее простым образом реализуется основная идея общей теории относительности – взаимосвязь структуры пространства с распределением материи.

## Литература

- 1 Чернин А.Д. Темная энергия и всемирное антитяготение // Uspekhi Fizicheskikh Nauk 178 (3), pp. 267, 2008.
- 2 Чернин А.Д. Темная энергия в ближней Вселенной: данные телескопа «Хаббл», нелинейная теория, численные эксперименты // Uspekhi Fizicheskikh Nauk 183 (7), pp. 741, 2013.
- 3 Лукаш В.Н., Рубаков В.А. Темная энергия: мифы и реальность // Uspekhi Fizicheskikh Nauk 178 (3), pp. 301, 2008.
- 4 Jamil M., Momeni D., Myrzakulov R. Generalized Teleparallel Gravity: Resolution of Dark Energy and Dark Matter Problems – LAP, Lambert Academic Publishing, ISBN 978-3-659-27123-6, (2012).
- 5 Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002, 656 стр.
- 6 Караченцов И.Д., Чернин А.Д. Темная энергия в ближней Вселенной // Природа. 2008. N11.
- 7 Karachentsev I D et al. Mon. Not. R. Astron. Soc. 393 1265 (2009).

## References

- 1 A.D. Chernin Temnaya jenergija i vseмирное antitjagotenie // Uspekhi Fizicheskikh Nauk 178 (3), pp. 267, 2008.
- 2 A.D. Chernin Tjomnaya jenergija v blizhnej Vselennoj: dannye teleskopa «Habbл», nelinejnaja teorija, chislennye jeksperimenty // Uspekhi Fizicheskikh Nauk 183 (7), pp. 741, 2013.
- 3 V.N. Lukash, V.A. Rubakov Temnaya jenergija: mify i real'nost' // Uspekhi Fizicheskikh Nauk 178 (3), pp. 301, 2008.