

DOI: 10.17117/na.2018.10.02.077

<http://ucom.ru/doc/na.2018.10.02.077.pdf>

Поступила (Received): 03.10.2018

Гурина Р.В.

Самоорганизация космических объектов в системы с гиперболическим ранговым распределением

Gurina R.V.

Self-organization of space objects in systems with hyperbolic rank distribution

Проведён сравнительный анализ уровней фрактальной космической самоорганизации материальных объектов по ценологическому типу методом Пирсона. Коэффициенты корреляции Пирсона рассмотренных пар гиперболических ранговых распределений астрофизических систем с разных космических уровней (земного, планетарного, галактического, метагалактического и микроуровня) имеют очень высокие значения – более 0,9. Результаты свидетельствуют о фрактальном ценологическом принципе самоорганизации материи на всех её уровнях

Ключевые слова: ранговый анализ

The comparative analysis of level fractal space self-organization of material objects on the cenological type by Pearson's method is carried out. Pearson correlation coefficients of the considered pairs of hyperbolic rank distributions of astrophysical systems from different cosmic levels (terrestrial, planetary, galactic, metagalactic and micro levels) have very high values – more than 0.9. The results indicate the fractal-cenological principle of self-organization of matter at all its levels

Key words: rank analysis, self-organization, cosmic levels

Гурина Роза Викторовна

Доктор педагогических наук, профессор
Ульяновский государственный университет
г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42

Gurina Roza Viktorovna

Doctor of Pedagogic Sciences, Professor
Ulyanovsk state university
Ulyanovsk, L. Tolstogo st., 42

Синергетика как новое научное направление, основателями которого являются Г. Хакен и И. Пригожин [1-2], связанное с процессами самоорганизации в природе, возникло во второй половине прошлого столетия и получило признание как в естественнонаучных так и в гуманитарных областях человеческого знания, включая науку о строении Вселенной [3-6]. Положения синергетики были распространены практически на все уровни иерархии космоса. Модель иерархического строения Вселенной К. Шарлье [3] представляет Вселенную как бесконечную совокупность входящих друг в друга самоподобных систем-аналогов возрастающего порядка сложности. Б. Мандельброт – создатель математической теории простых иерархических (рекуррентных) самоподобных множеств, ввёл понятие **фрактал** и предложил модель фрактальной структуры Вселенной [4]. Р. Ольдершоу, развивая модель космического самоподобия, выделил

три основных уровня материи – **атомный, звёздный и галактический** [5], на которых материя сосредоточена в виде микрочастиц, звёзд, галактик. То же утверждает Теория Бесконечной вложенности материи: материя самоорганизуется в стабильные состояния, при этом для каждого класса объектов или явлений в данном масштабном уровне есть аналогичный класс объектов или явлений в любом другом масштабном уровне, то есть Вселенная состоит из бесконечного числа вложенных фрактальных уровней материи с подобными друг другу характеристиками [6].

В нашем случае самоподобие фрактальных уровней Вселенной обусловлено не геометрией, а самоорганизацией материи на разных иерархических уровнях **в ценозы**, которые описываются единым математическим аппаратом – законом гиперболического рангового распределения (ГРР) [7]:

$$W = \frac{A}{r^\beta}, \quad (1)$$

где W – ранжируемый параметр космических объектов, выстроенных в порядке убывания W при возрастании рангового номера r ($r = 1, 2, 3, \dots$); A – максимальное значение параметра W первого номера космического объекта (то есть $A = W$, при $r = 1$); β – ранговый коэффициент, характеризующий крутизну гиперболы. Ранговое распределение (РР) образуется в результате ранжирования объектов в порядке убывания рассматриваемого параметра W и оформляется в виде таблицы и графика. **Ценозы** – сообщества, РР объектов которых по видообразующим параметрам являются гиперболическими и выражаются математической зависимостью (1).

Самоорганизация технических изделий в ценозы (то есть по ценологическому типу) давно рассмотрена Б.И. Кудриным и его последователями (www.kudrinbi.ru; <http://gurinarv.ulsu>). То же обнаружено в космосе: материя на разных иерархических уровнях самоорганизуется **в космические ценозы** [8-9]. Причём, в отличие от *структурной* геометрической уровневой фрактальной самоорганизации Мандельброта [5], космические объекты самоорганизуются в ценозы, соблюдая строгую математическую закономерность (1). В этом состоит качественное различие между геометрической фрактальностью и функциональной фрактальностью ценозов (техноценозов, астроценозов и др).

В настоящем исследовании рассмотрено самоподобие фрактальных **космических систем-ценозов** на пяти иерархических масштабных уровнях Вселенной: на Земле – I уровень (земной уровень), в Солнечной системе (СС) – II уровень (планетарный), в галактике – III уровень (галактический), в метagalактике – IV уровень (метagalактический). Также рассмотрен микроуровень (0 уровень).

Для иллюстрации вышесказанного, на рис.1, а, б и рис 2, а, б представлены графики РР объектов с разных космических уровней: метagalактического (IV уровень) и планетарного (II уровень) с аппроксимацией. На рис.1 – графики РР 15 ближайших галактик по массам. На рис. 2 – графики РР масс планет СС.

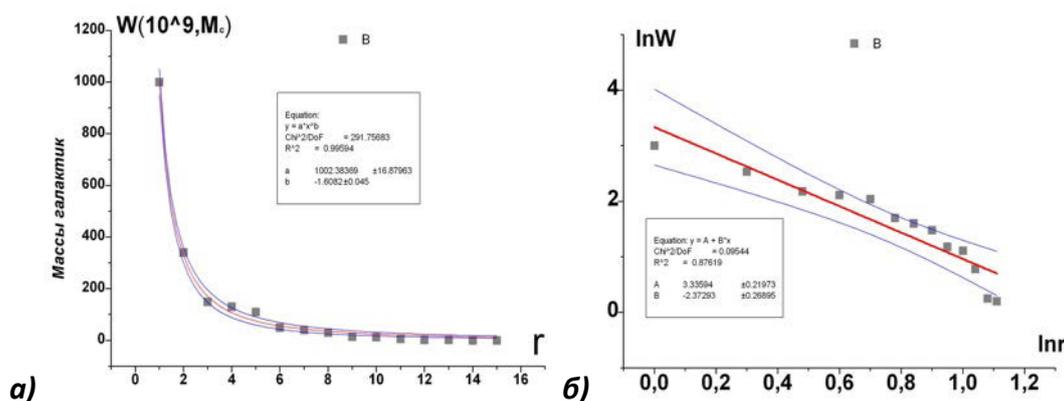


Рис. 1. PP масс ближайших галактик, выраженных в солнечных массах ($10^9 M_{\odot}$) (IV уровень): а) график $W(r)$; $A = 1002 \pm 16$; $R^2 = 0,996$; $\beta = 1,600 \pm 0,045$; б) график $\ln W(\ln r)$; $R^2 = 0,876$; $\beta = 2,373 \pm 0,270$ [8, с. 182]

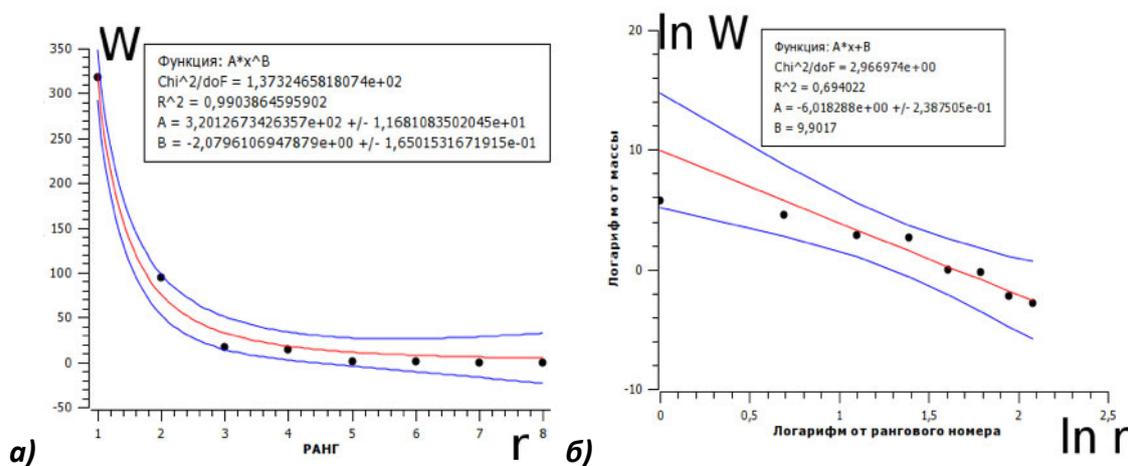


Рис. 2. PP масс восьми планет СС с аппроксимацией, где W – масса планеты, выраженная в массах Земли, M/M_{\oplus} ; r – ранг; $r = 1$ – масса Юпитера (II уровень): а) график $W(r)$; $A = 320,1 (M_{\oplus})$; $\beta = 2,08$; $R^2 = 0,999$; б) график $\ln W = f(\ln r)$; $\beta = 6,02$; $R^2 = 0,694$ [10, с. 173]

По обе стороны аппроксимационного тренда – линии доверительного интервала, составляющего 0,95. Графики рис.1, а и 2, а аппроксимируются зависимостью (1) с высокой точностью: коэффициент регрессии R (степень приближения эмпирических точек к аппроксимационной кривой) в обоих случаях близок к 1 (квадраты коэффициента R^2 равны 0,996 и 0,999 соответственно). Графики рис.1, б и 2, б иллюстрируют ГРР в двойном логарифмическом масштабе, в котором гипербола преобразуется в прямую («спрямляется» – вырождается в линейную зависимость) с достаточно высокой точностью: $R^2 = 0,876$ и $0,694$ соответственно.

Показано, на всех уровнях имеет место самоорганизация материи в системы-ценозы с гиперболическими ранговыми распределениями объектов в них, что доказывает фрактальность организации Вселенной по ценологическому признаку. Высокий уровень коэффициента регрессии свидетельствует об адекватности полученных результатов.

Сравнительный анализ уровневой фрактальной космической самоорганизации по ценологическому типу проводился методом корреляционного анализа

Пирсона [11], который устанавливает тесноту связи между выборками значений параметров x и y . Формула Пирсона для подсчета коэффициента линейной корреляции r_{xy} [11].:

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}}, \tag{2}$$

где x_i, y_i – значения, принимаемые в выборках x, y ;
 \bar{x}, \bar{y} – их средние значения.

В нашем случае обозначения x_i, y_i в формуле (2) заменяются с учётом формулы (1) на W_{II} и W_2 – значения параметров в независимых выборках первого и второго РР.

Для рассмотренных РР (рис.1, 2) вычислены коэффициенты Пирсона (табл. 1). Они имеют высокие значения и равны: для пары гиперболических РР (рис.1, а и 2, а) $r_{xy} = 0,9949$ для пары линеаризованных ГРР (рис.1, б и 2, б) $r^*_{xy} = 0,95940$.

Таблица 1. Сравнение ГРР масс планет СС (II уровень) и масс ближайших галактик (IV уровень); x, y – процентное содержание масс планет (x) и масс ближайших галактик (y) относительно их общей массы

г	х, % относительные массы	у, % относитель- ные массы	ln(x)	ln(y)
	Планеты	Галактики	Планеты	Галактики
1	71,1700 (Юпитер)	53,62	4,26507	3,981922
2	21,2600	18,23	3,05683	2,903069
3	3,8500	8,04	1,34807	2,084429
4	3,2700	6,97	1,18479	1,941615
5	0,2200	5,90	-1,51413	1,774952
6	0,1800	2,68	-1,71480	0,985817
7	0,0240	2,14	-3,72970	0,760806
8	0,0130	1,61	-4,34281	0,476234
9	0,0004	0,80	-7,82405	-0,223140
		$r_{xy} = 0,99490$	$r^*_{xy} = 0,95940$	
Среднее значение коэффициента Пирсона: 0,97715				

Кроме этой пары РР рассмотрены ещё 19 пар РР космических систем с разных уровней и проведён их сравнительный анализ методом Пирсона. Показано, что средние коэффициенты корреляции Пирсона для них имеют очень высокие значения: 0,8–0,99. Ниже приведены результаты ещё одного парного сравнения РР объектов галактического (III) и Земного (I) уровней (таблица 2).

Таблица 2. Сравнение ГРР процентного состава элементов в фотосфере Солнца – x (III уровень, галактический) и РР процентного состава атмосферы Земли y (I уровень, земной) методом Пирсона

	Галактический, III уровень	Земной, I уровень	Галактический III уровень	Земной, I уровень
ранг	x, % (W ₁)	y, % (W ₂)	ln(x)	ln(y)
	Состав фотосферы Солнца	Состав атмосферы Земли	Фотосфера Солнца	Атмосфера Земли
1	73,46 (H)	78,00000 (N ₂)	4,29674	4,35671
2	24,85 (He)	21,00000 (O ₂)	3,21286	3,04452
3	0,77	0,90000	-0,26136	-0,10536
4	0,29	0,10000	-1,23787	-2,30259
5	0,16	0,00180	-1,83258	-6,31997
6	0,12	0,00050	-2,12026	-7,60090
7	0,12	0,00016	-2,12026	-8,74034
8	0,09	0,00012	-2,40795	-9,02802
9	0,07	0,00011	-2,65926	-9,11503
10	0,05	0,00003	-2,99573	-10,41430
$r_{xy} = 0,99780$			$r^*_{xy} = 0,94210$	
Среднее значение коэффициента Пирсона: 0,96700				

Подобная картина наблюдается при парном сравнении РР разной природы внутри одного и того же уровня. Ниже приводится сравнительная таблица парного сравнения значений коэффициентов Пирсона РР объектов различной природы внутри каждого из пяти космических уровней иерархии Вселенной, которая иллюстрирует также высокие показатели коэффициентов Пирсона – более 0,9 (табл. 3).

Таблица 3. Сравнение ГРР различной природы ценозной самоорганизации внутри пяти космических уровней

№ уровня	Уровни сравнения	Пары сравнения ГРР	r_{xy} сравнение ГРР x и y (W ₁ и W ₂)	r^*_{xy} сравнение линеаризованных ГРР ln(x) и ln(y)
0	Микроуровень	Долевое содержание жизненно важных элементов в организме человека (x) и энергетические уровни атома водорода (y)	0,9910	0,9554
I	Земной	Процентный состав литосферы Земли (x) и атмосферы Земли (y)	0,9465	0,8968
II	Планетарный	Диаметры кратеров на Марсе (x) и кратеров на Луне (y)	0,9911	0,9793
III	Галактический	Процентный состав веществ фотосферы Солнца (x) и фотосферы звезды -Персея (y)	0,9916	0,9893
IV	Метагалактический	Долевое содержание ближайших масс галактик относительно их общей массы (x) и распространенность элементов в космосе по массе (y)	0,9898	0,9244

В заключение отметим правомерность использования метода линейной корреляции Пирсона для оценки тесноты связи независимых выборок значений ГРР, как нелинейных функций, так как для них возможно преобразование в линейную форму, что показано в учебниках по эконометрике И.И. Елисеевой [12, 13].

Выводы

Проведён сравнительный анализ уровневой фрактальной космической самоорганизации материальных объектов по ценологическому типу методом Пирсона. Сравнение коэффициентов корреляции Пирсона рассмотренных пар ГРР внутри каждого уровня, а также с разных космических уровней организации материи (земного, планетарного, галактического, метагалактического и микроуровня), отражающих степень их близости, показало: все коэффициенты Пирсона имеют очень высокие значения – около 0,9 и более. Это свидетельствует в пользу высказанной ранее гипотезы о фрактальном ценологическом характере самоорганизации материи на всех её уровнях.

Выявленный характер фрактальной самоорганизации объектов Вселенной по ценологическому принципу на всех космических иерархических уровнях, не противоречит теории геометрической фрактальности Вселенной, но является новым вкладом в систему знаний о строении Вселенной и современную научную картину Мира.

Однако, почему космические объекты самоорганизуются именно в ценозы на всех космических уровнях – на это нет ответа.

Список используемых источников:

1. Хакен Г. Синергетика. М. 1980. 404 с.
2. Пригожин И. От существующего к возникающему. М. 2002. 287 с.
3. Шарлье К. Небесная механика. М. 1966. 623 с.
4. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. Москва-Ижевск. 2002. 656 с.
5. Oldershaw R.L. Discrete Scale Relativity // *Astrophysics and Space Science*. Vol. 311. № 4. October 2007. P. 431-433.
6. Федосин С.Г. Физические теории и бесконечная вложенность материи. Пермь: Стиль-МГ, 2009. 844 с.
7. Кудрин Б.И. Введение в технетику. Томск. 1993. 552 с.
8. Гурина Р.В., Дятлова М.В., Хайбуллов Р.А. Ранговый анализ астрофизических и физических систем // *Казанская наука*. 2010. №2. С. 8-11.
9. Гурина Р.В. Космические системы как астроценозы. Вып 47. М. 2011. С. 178-185.
10. Гурина Р.В., Учайкин М.В. Солнечная система как астоценоз. Вып. 43. М. 2010. С. 170-180.
11. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. СПб. 2000. 350 с.
12. Елисеева И.И. Эконометрика. М. 2003. 344 с.
13. Елисеева И.И. и др. Эконометрика. М. 2018. 449 с.

© 2018, Гурина Р.В.

Самоорганизация космических объектов в системы с гиперболическим ранговым распределением

© 2018, Gurina R. V.

Self-organization of space objects in systems with hyperbolic rank distribution