

ФРАКТАЛЬНАЯ САМООРГАНИЗАЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМЫ С ГИПЕРБОЛИЧЕСКИМ РАНГОВЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ

Гурина Р.В., roza-gurina@yandex.ru

Аннотация. 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, метagalactic 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, самоорганизация, космические уровни

Abstract. 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.

Keyboard. Rank analysis, self-organization, cosmic levels

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, 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, т. е. 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 иерархи-

ческих 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 (т. е. $A=W$, 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 (т. е. по ценологическому типу) давно рассмотрена Б.И. Кудриным и его последователями (www.kudrinbi.ru; <http://gurinarv.ul.su>). 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 четырёх иерархических 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-ти ближайших галактик по массам; на рис. 2 – графики РР масс планет СС.

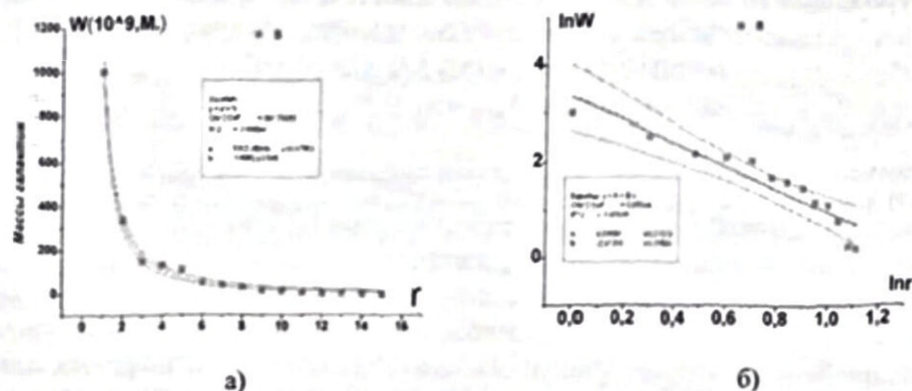


Рис. 1. РР масс ближайших галактик, выраженных в солнечных массах ($10^9 M_\odot$) (IV уровень); а) график $W(r)$; $A=1002 \pm 16$; $R^2=0,996$; $\beta=1,600 \pm 0,045$; б) график $\ln W(\ln r)$, $R^2=0,876$; $\beta=2,373 \pm 0,270$ [8, с. 182]

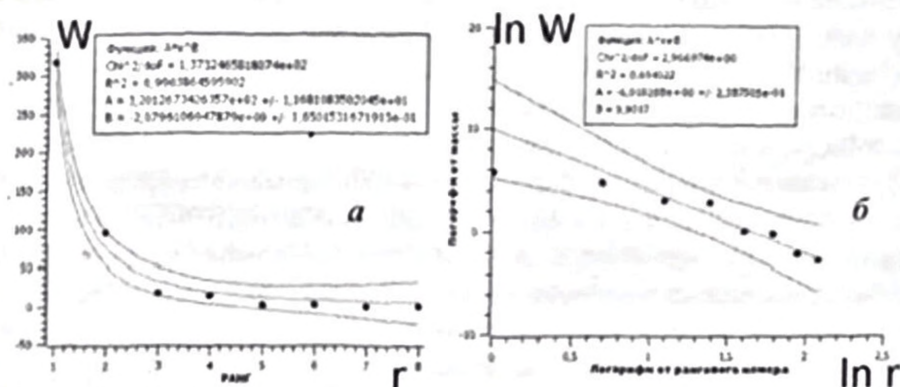


Рис. 2. РР масс восьми планет СС (без Плутона) с аппроксимацией, где W – масса планеты, выраженная в массах Земли, $M/M_\oplus$; r – ранг; $r=1$ – масса Юпитера (II уровень); а) график $W(r)$; $A=320,1$ ($M_\oplus$); $\beta=2,08$; $R^2=0,999$; б) график $\ln W=f(\ln r)$; $\beta=6,02$; $R^2=0,694$ [10,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

тов 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 проводили методом корреляционного анализа Пирсона [11], который устанавливает тесноту связи между выборками значений параметров x и y . Формула Пирсона для подсчёта коэффициента линейной корреляции r_{xy} [11]:

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

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) $r^*_{xy}=0,95940$.

1. Сравнение РР 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

N=r	x, %	y, %	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
n=9	0,0004	0,80	-7,82405	-0,223140
	r _{xy} =0,99490		r* _{xy} =0,95940	
Среднее: 0,97715				

Кроме этой пары РР рассмотрено 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.

Подобная картина наблюдается при парном сравнении РР одинаковой природы внутри одного и того же уровня. Было проведено парное сравнение РР параметров планет в других звёздных системах.

Справедлив ли для других планетных систем закон ГРР (1)? В настоящее время известно несколько сотен планетных систем с числом планет от 1 до 9, у которых измерены их параметры. При этом максимальное число планет 9 обнаружено у звезды HD 10180 HIP 7599 из созвездия Южной Гидры, находящейся на расстоянии 39,4 пк от Солнца. Её параметры близки к солнечным: масса звезды – 1,06 солнечных массы, эффективная температура – 5911°K, возраст – 4,3 млрд лет.

Исследования показали, что РР параметров планет СС, экзопланет и их орбитальных характеристик являются жёстко детерминированными системами с гиперболическими РР (1).

Рис. 3,а иллюстрирует график РР масс планет $M(r)$ СС с аппроксимацией. Известно, что гипербола "спрямляется" при построении в двойном логарифмическом масштабе. Рис. 3,б иллюстрирует линейризованный график РР $\ln W = f(\ln r)$. Причём, излом свидетельствует о делении системы на две подсистемы.

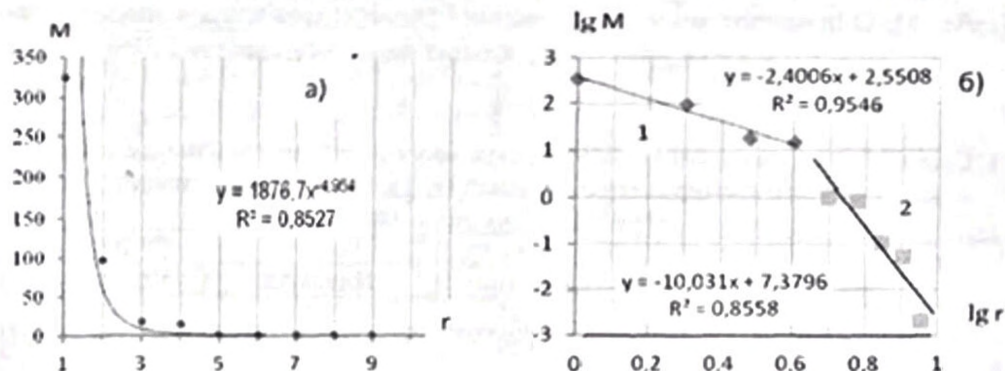


Рис. 3. Более точное гиперболическое РР девяти масс планет СС, включая Плутон; а) $M(r)$, где M – масса планеты в массах Земли ($M/M_{\oplus}$); б) линейризованный график $\lg M = f(\lg r)$ с изломом, где 1 – планеты-гиганты; 2 – планеты земной группы

График рис. 3,а РР масс планет СС аппроксимирован гиперболой (1) с высокой степенью – квадрат коэффициента регрессии $R^2=0,85$. Точка $r=1$ соответствует Юпитеру, точка $r=9$ – Плутону. Ранговый коэффициент β показывает довольно большую крутизну гиперболы $\beta=5$. Появление 9-й точки на графиках более наглядно позволило выявить две подсистемы планет в СС. Особенно это проявляется на спрямлённом в двойном логарифмическом масштабе графике (рис. 3,б), на котором фиксируется излом, свидетельствующий о наличии двух подсистем в СС: планет-гигантов (1) и планет земной группы (2). При этом для подсистемы 1 планет-гигантов

$\beta=2,4$, для подсистемы 2 планет земной группы $\beta=10$. Для них квадраты коэффициентов регрессии R^2 равны соответственно 0,89 и 0,86.

Плутон по праву включён в ранговое распределение, так как является пограничным объектом между планетами и планетоидами, как показано в работах [3–4] и может быть отнесён и к тем, и к другим.

На рис. 4,а,б представлены графики РР девяти экзопланет М(г) ЭПС Гидры HD 10180 НР по массам, которые оказались идентичны соответствующим графикам РР планет СС, включая наличие излома.

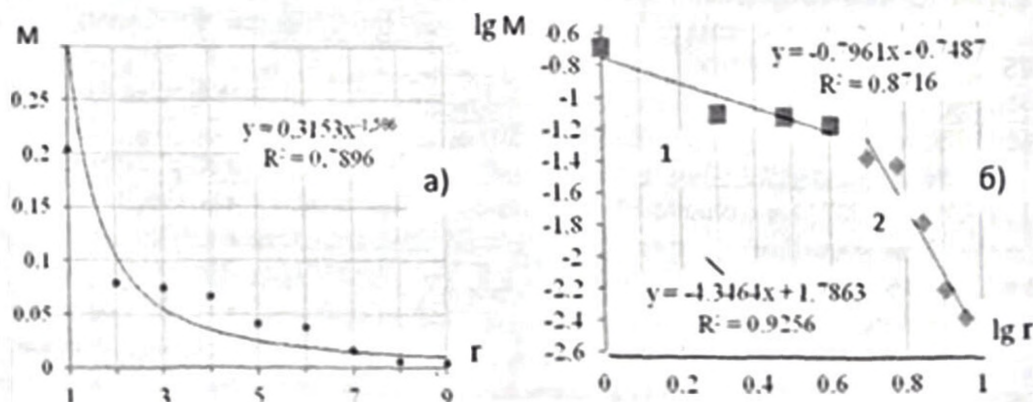


Рис. 4. Гиперболическое РР девяти масс планет звезды HD 10180 НР: а) $M(r)$, где M – масса планеты в массах Юпитера (M/M_J); б) линеаризованный график $\ln M=f(\ln r)$ с изломом; 1 – газовые гиганты, 2 – планеты-Земли

Эмпирические точки ложатся на гиперболу с высокой степенью точности: коэффициент регрессии $R^2=0,79$. Меньшая точность по сравнению с СС объясняется удалённостью объектов ЭПС. При этом крутизна гиперболы РР также высока и равна $\beta=1,6$.

Аналогия просматривается и в наличии двух подсистем – планет газовых гигантов и планет меньших размеров ("планеты-Земли"), на что указывает излом графика в логарифмическом масштабе (рис. 4,б).

Исследованы РР экзопланет по сидерическим периодам, большим полуосьям орбит, диаметрам планет. Они также аппроксимируются гиперболой (1) с высокой степенью точности.

В исследовании было важно выяснить, является ли случайной аналогия между РР планет в нашей СС и планет в системе Гидры, т.е. закон гиперболического РР (1) имеет частный или всеобщий, вселенский характер? Насколько близки эти две системы?

Сравнительный анализ РР этих двух систем, проведённый методом корреляционного анализа Пирсона [7], который устанавливает тесноту связи между выборками значений параметров x и y , показал:

- для первой пары гиперболических РР (рис. 3,а и рис. 4,а) коэффициент Пирсона $r_{xy}=0,936$;

• для второй пары РР в двойном логарифмическом масштабе (рис. 3, б и рис. 4, б) коэффициент Пирсона $r^*_{xy}=0,967$.

Сравнение РР двух систем методом Пирсона в обоих случаях показало высокую степень схожести – коэффициент Пирсона имеет высокое значение – около 1.

Подобным методом были рассчитаны коэффициенты Пирсона для нескольких других ГРР ЭПС:

• РР по массам планет для двух 6-планетных систем HD 219134 и Kepler-20 KOI-70 KIC 6850504 – коэффициент Пирсона $r_{xy}=0,784$;

• РР по массам планет для двух 5-планетных систем 55 Cancri HD 75732 и tau Ceti HD 10700 – $r_{xy}=0,937$;

• РР по радиусам планет для двух 6-планетных систем Kepler-11 KIC 6541920 и Kepler-20 KOI-70 KIC 6850504 – $r_{xy}=0,942$;

• РР по радиусам планет для двух 8-планетных систем Kepler-90 KOI-351 KIC 11442793 и Солнечной системы (без Плутона) – $r_{xy}=0,979$;

• РР по радиусам планет для двух 4-планетных систем Kepler-89 KOI-94 KIC 6462863 и Kepler-87 KOI-1574 KIC 10028792 – $r_x=0,968$.

Подобная картина наблюдается при парном сравнении РР разной природы внутри одного и того же уровня (табл. 2). Для примера парное сравнение РР галактического (III) и Земного (I) уровней приведено в табл. 2.

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

	Галактический, III уровень	Земной, I уровень	Галактический III уровень	Земной, I уровень
ранг	х, % (W_1)	у, % (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 $\langle r_{xy} \rangle = 0,96700$				

Ниже приводится таблица значений коэффициентов Пирсона для пяти пар сравнения РР объектов различной природы внутри пяти космических

уровней иерархии Вселенной, которая иллюстрирует также высокие показатели коэффициентов Пирсона.

3. Значения коэффициентов Пирсона для ГРР различной природы внутри пяти космических уровней ценозной самоорганизации

№ уров- ня	Уровни сравнения	Пары сравнения ГРР	r_{xy} сравнение ГРР x и y (W_1 и W_2)	r^*_{xy} сравнение линеаризо- ванных ГРР $\ln(x)$ и $\ln(y)$
0	Микро- уровень	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	Планетар- ный	Диаметры кратеров на Марсе (x) и кратеров на Луне (y)	0,9911	0,9793
III	Галактиче- ский	Процентный состав веществ фотосферы Солнца (x) и фотосферы звезды – ξ Персея (y)	0,9916	0,9893
IV	Метагалак- тический	Долевое содержание ближайших масс галактик относительно их общей массы (x) и распространённость 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 уровнейой фрактальной космической самоорганизации материальных объектов по ценологическому типу методом Пирсона. Сравнение коэффициентов корреляции Пирсона рассмотренных пар ГРР с разных космических уровней организации материи: Земного, планетарного (уровня СС), галактического (звёздного), метагалактического и микроуровня показало, что коэффициенты корреляции Пирсона, отражающие степень их близости, имеют очень высокие значения – более 0,9, что свидетельствует в пользу высказанной ранее гипотезы о фрактальном характере организации материи на всех её уровнях по ценологическому признаку.

Вышесказанное свидетельствует о механизме фрактальной самоорганизации объектов Вселенной по ценологическому типу, что не противоречит теории геометрической фрактальности Вселенной. Однако, почему космические объекты самоорганизуются именно в ценозы на всех космических уровнях – на это нет ответа.

ЛИТЕРАТУРА

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, No. 4, October 2007, pp. 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 / Материалы XV конференции по философии техники и технетике и семинара по ценологии (Москва, МЭИ, 19 ноября, 2010 г.). Вып. 47. "Ценологические исследования". – М., 2011. – С. 178–185.
10. Гурина Р.В., Учайкин М.В. Солнечная система как астроценоз / Материалы XIV конференции по технетике и общей ценологии с международным участием (Москва, МЭИ, 19 ноября 2009 г.). Вып. 43. "Ценологические исследования". – 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. Эконометрика: учебник для бакалавриата и магистратуры / Елисеева И.И. и др. / Под ред. И.И. Елисеевой. – М., 2018. – 449 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЯ С ТОЛСТЫМИ ХВОСТАМИ,
КОТОРЫЕ ОБРЕЗАНЫ, И ЧАСТОТНЫЕ СЛОВАРИ КОНЦЕПТОВ
Линь Цзиньфэн, Пущин С.Л., Петров Т.Г., Семёнова Д.М., Чебанов С.В.
linjinfeng1990@163.com, z1q813@mail.ru, tomas_petrov@rambler.ru,
dasha.glc@gmail.com, s.chebanov@gmail.com

Уже более трети века, как в центре интереса лингвистики и смежных дисциплин (культурологии, этнологии, когнитивистики и т.д.) находятся концепты языка, противопоставляемые понятиям логики. Особенно популярным оказалось изучение концептов в постсоветской лингвистике.

Выдающиеся отечественные лингвисты дают следующие трактовки концепта:

Концепт – "это как бы сгусток культуры в сознании человека; то, в виде чего культура входит в ментальный мир человека. ...концепт – это то, посредством чего человек ... входит в культуру, а в некоторых случаях и влияет на неё" [Степанов 2004: 43].

Концепт – "индивидуальные представления, которым в некоторых чертах и признаках даётся общая значимость. Концепт есть мысленное образование, которое замещает нам в процессе мысли неопределённое множество предметов одного и того же рода. Концепт есть образование ума" [Аскольдов, Концепт и слово, 1997: 269].