

Моделирование и выявление фрактальных структур в пространственном распределении галактик

Н. Ю. Ловягин

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

эл. почта: *lovyagin@gmx.com*

В настоящее время ведется спор о существовании или отсутствии структур, больших 30 Мпк, и надежности методов определения масштабов выхода на однородность [1]. В работе проводится анализ трех методов определения фрактальной размерности и масштабов неоднородности на модельных каталогах галактик и применение этих методов к данным каталогов 2dF и 6dF. В качестве модельных распределений галактик взяты множества точек с известной фрактальной размерностью (параметр модели), к которым приписана абсолютная звездная величина в соответствии с функцией светимости галактик.

Условная плотность

Исследование условной плотности (полной корреляционной функции [2]) модельных каталогов показывает, что ее величина для больших радиусов систематически существенно искажается наличием пространственных границ множества. Это накладывает ограничение на применение корреляционных методов для определения фрактальной размерности: надежной можно считать только ее оценку на масштабах от нескольких средних расстояний до ближайшего соседа до 10-20% от радиуса максимального шара, целиком лежащего в пространственных пределах выборки. По данным каталога 2dF величина фрактальной размерности оценивается в 2.2 ± 2.5 на масштабах от 2 до 20 Мпк.

Анализ радиальных распределений галактик

Метод состоит в аппроксимации радиального распределения галактик (зависимости количества галактик в сферической оболочке от расстояния до нее) эмпирической формулой $N(z) = Az^\gamma e^{-(z/z_c)^\alpha}$ [3]. Рассматривается относительное отклонение истинного количества от аппроксимации [4] $\sigma(z) = (N_{obs}(z) - N_{appr}(z)) / N_{appr}(z)$.

В однородном случае флуктуации не превосходят уровня $3\sqrt{N(z)}$, во фрактальном их число и амплитуда увеличивается с уменьшением размерности, что позволяет выявлять структуры. Этим методом по данным каталогов 2dF и 6dF обнаружены структуры размером до 70 Мпк, масштаб и величина которых согласуется с оценкой фрактальной размерности в 2.1-2.4

Анализ SL-статистики

Анализ SL-статистики [5] — диаграмм, на которых каждой галактике соответствует точка с абсциссой равной расстоянию до нее, а ординатой — концентрации галактик

в шаре радиуса r вокруг пробной галактики (r — параметр диаграммы) — для модельных каталогов галактик показал, что ее вид существенно отличается для множеств разной размерности: флуктуации увеличиваются с уменьшением размерности. Также рассмотрена функция распределения концентрации. В однородном случае наблюдается Гауссов закон со средним значением, равным средней концентрации галактик во всей выборке, во фрактальном существенно иная зависимость, параметры которой еще и зависят от радиуса r . Этот метод, как и анализ радиальных распределений, требуют дополнительных исследований.

Литература

1. Ю. В. Барышев, П. Теерикорпи, Бюлл. САО, 59, 92 (2006)
2. A. Gabrieli, et al. , «Statistical physics for cosmic structures» (Springer, 2004)
3. Pirin Erdođdu, et al. , MNRAS. 373, 45 (2006).
4. R. S. Somerville, et al. ,ApJ. 600, 171 (2004).
5. F. Sylos Labini, N. L. Vasilyev, L Pietroneiro and Yu. V. Baryshev, EL. 86, 4 (2009).