

**О РАСПРЕДЕЛЕНИИ КРАСНОГО СМЕЩЕНИЯ
ДЛЯ ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ****On the Redshift Distribution of Extragalactic Objects**

Резюме. В работе мы проанализировали статистическое распределение красного смещения и зависимость красного смещения от экваториальных координат небесной сферы для эллиптических галактик и квазаров. Было показано, что оба рассматриваемых типа внегалактических объектов показывают слоистую, волнообразную структуру распределения во Вселенной.

Abstract. In this paper, we have studied the statistical distribution of the redshift and the redshift distribution on the equatorial coordinates of the celestial sphere for elliptical galaxies and quasars. It has been shown that both types of galaxies show undulating laminated structure of the distribution in the Universe.

В каталоге SWIRE Photometric Redshift Catalogue (Rowan-Robinson et al., 2008) [1] приведены наблюдательные данные для более чем миллиона внегалактических объектов (галактик различных морфологических типов и квазаров) в шести наблюдательных площадках размерами $\sim 5^\circ \times 5^\circ$ на небесной сфере. Это позволяет провести более точный статистический анализ наблюдаемых параметров разных морфологических групп галактик и квазаров. В настоящей работе мы пользовались специальными статистическими программами STATISTICA v.7.0 и SPSS v.12.0.

Целью настоящей работы является изучение вопроса о распределении величины красного смещения у эллиптических галактик и квазаров по небесной сфере.

Эллиптические галактики. В массиве оказалось около 300 000 эллиптических галактик. Для удобства мы пронумеровали наблюдательные площадки из [1], а примерные координаты центров площадок приводятся в таблице 1 (вторая колонка). На примере площадки 3 на рис. 1 приведены распределения значений красного смещения по спектру Z_{sp} (значения Z_{sp} взяты из каталога [1]) и графики зависимости Z_{sp} от прямого восхождения и склонения. Как видно из распределения, оно далеко от нормального, а на графиках хорошо видны сгущения точек типа слоёв. Соответствующий анализ данных для других площадок дал нам аналогичный результат. Но число эллиптических галактик с определенными значениями Z_{sp} на каждой площадке относительно невелико, и поэтому мы провели аналогичный анализ для значений Z_{ph} – фотометрических красных смещений, приведённых в каталоге [1] (мы пользовались значениями $alz2 = (1 + Z_{ph})$, определяемыми при условии $A_v \neq 0$). Равенство значений Z_{sp} и Z_{ph} показано в работе [2], это же показывают и результаты кластерного анализа (метод K-mean): вычисленные средние значения Z_{sp} и Z_{ph} для слоёв (при условии наличия трёх слоёв в обоих случаях) в большинстве случаев оказались равными друг другу.

На рис. 2 мы приводим как распределение значений Z_{ph} , так и графики зависимости Z_{ph} от прямого восхождения и склонения для площадок 1 и 3. И здесь хорошо видны три слоя сгущения точек, как и три пика на кривой распределения.

В таблице 1 мы приводим средние значения Z_{ph} , полученные с помощью кластерного анализа, для всех рассматриваемых наблюдательных площадок, при условии наличия трёх слоёв сгущения точек. Здесь N – число точек, а затем средние значения параметра $alz2$ для отдельных кластеров $c1$, $c2$, $c3$. Как видно из этих значений, вполне возможно существование непрерывных, практически сферически-симметричных слоёв эллиптических галактик.

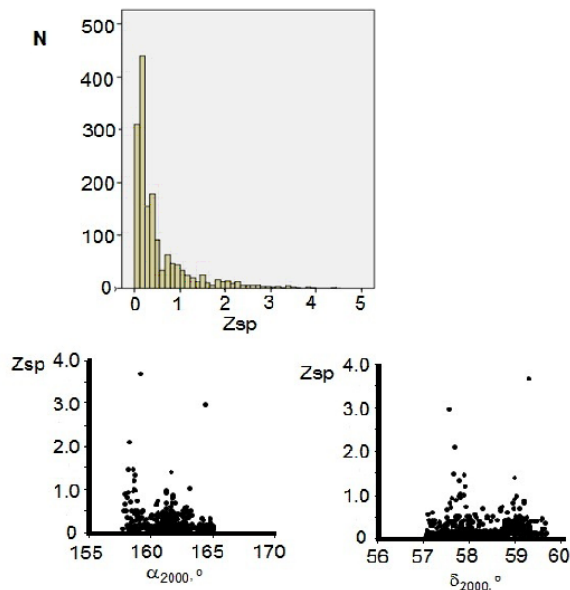


Рис. 1: Распределение значений Z_{sp} для эллиптических галактик на наблюдательной площадке 3 (верхняя панель). На нижней панели приведены графики зависимости Z_{sp} от прямого восхождения и склонения для той же площадки.

Таблица 1: Результаты статистического анализа эллиптических галактик

Field No.	α_{2000}	δ_{2000}	N	$c1(alz2)$	$c2(alz2)$	$c3(alz2)$
1	243°	55°	42242	0.11	0.18	0.29
2	249	41	24647	0.11	0.19	0.29
3	160.5	58.5	55509	0.11	0.19	0.30
4	35.5	-5	61249	0.12	0.25	0.38
5	53	-59.5	28233	0.11	0.21	0.31
6	9	-43.4	9270	0.08	0.18	0.27

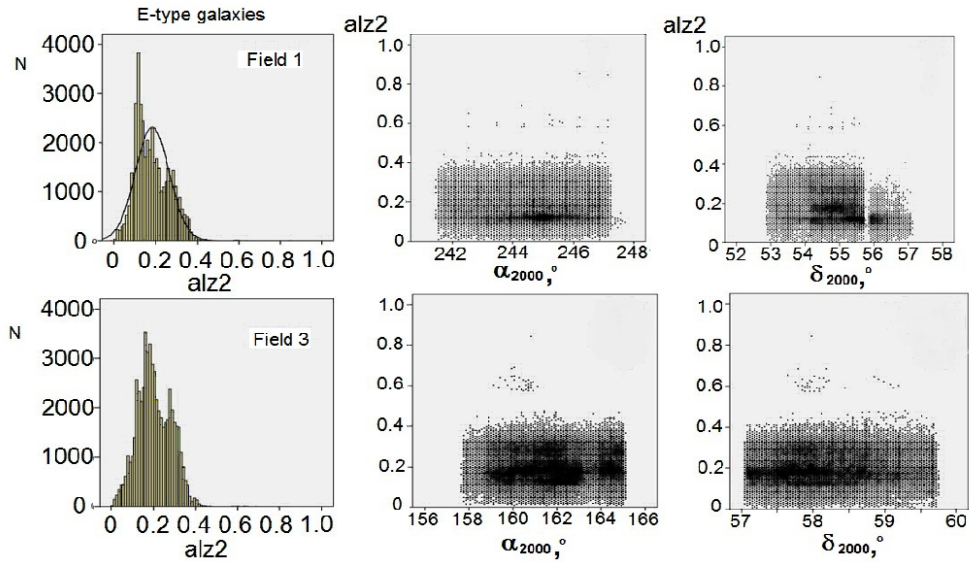


Рис. 2: Диаграммы статистического распределения параметра $alz2$ (левые панели) и графики зависимости $alz2$ от значений экваториальных координат α_{2000} и δ_{2000} (средняя и правая панели) для площадок 1 (верхняя панель) и 3 (нижняя панель).

Квazarы. Используя данные из каталога [1] для шести наблюдательных площадок, мы провели аналогичный анализ и по квазарам. На рис. 3 приведены распределения и графики для площадок 1 (верхние панели) и 3 (нижние панели) для квазаров. Как видно, статистическое распределение фотометрического красного смещения для обеих площадок имеет сложный характер. Нами были выделены четыре наиболее хорошо выделенных пика на диаграмме распределения. В таблице 2 приводятся средние значения $alz2$, полученные из результатов кластерного анализа (метод K-mean).

Таблица 2: Результаты кластерного анализа квазаров по шести площадкам

Field No.	N	$c1(alz2)$	$c2(alz2)$	$c3(alz2)$	$c4(alz2)$
1	8828	0.28	0.45	0.66	0.8
2	4610	0.27	0.45	0.63	0.8
3	1741	0.17	0.39	0.54	0.69
4	1247	0.12	0.39	0.52	0.74
5	1377	0.16	0.42	0.6	0.76
6	693	0.09	0.39	0.58	0.68

На рис. 3 также приведены графики зависимости величины $alz2$ от экваториальных координат α_{2000} и δ_{2000} . Как видно, на этих графиках также довольно чётко выделяются полосы, но в случае квазаров их больше и они более тонкие.

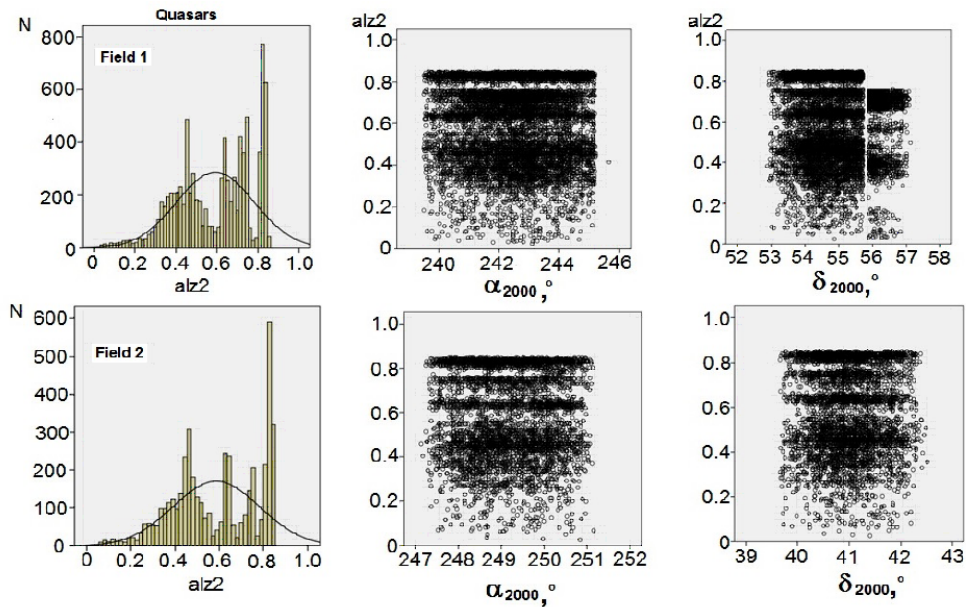


Рис. 3: То же, что на рис. 2, для квазаров площадок 1 (панели на верхней строке) и 3 (панели внизу).

Результаты кластерного анализа, вычисленные из предположения о наличии четырех групп (слоёв), сведены в таблицу 2. Из полученных средних значений трудно сделать какое-либо предположение о непрерывности или симметрии слоёв. Возможно, это связано с относительно малым числом точек.

Обсуждение. Таким образом, как для эллиптических галактик, так и для квазаров имеются несколько наиболее вероятных значений красного смещения, и если считать, что красное смещение соответствует расстоянию, то мы здесь имеем как бы слоистую структуру Вселенной.

В чём причина такой неоднородности распределения материи во Вселенной? Либо это резкое изменение масс рассматриваемых объектов, либо это продольная волна и т.д. Ответ на этот вопрос может дать лишь дальнейший анализ наблюдательных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. SWIRE Photometric Redshift Catalogue (Rowan-Robinson+, 2008), II/290/finalcat, cds.u-strasbg.fr.
2. Rowan-Robinson M., Babbedge T., Oliver S., et al., MNRAS, **386**, 697, 2008.

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория
НАН Азербайджана

ismailovn@yahoo.com

П.Н. Шустарев
P.N. Shustarev
Н.З. Исмаилов
N.Z. Ismailov
У.З. Баширова
U. Bashirova

Поступила в редакцию 16 января 2014 г.