

ВЫБОРКИ КВАЗАРОВ В ИЗБРАННЫХ ПЛОЩАДКАХ НЕБА

В. Л. Афанасьев, В. В. Власюк, С. Н. Додонов,
Х. Лоренц*, В. Ю. Терещих**

В работе рассматриваются выборки квазаров, полученные в ходе фотометрического и спектрального исследования объектов в полях SA68 ($00^h14^m51.03^s+15^\circ36'19.1''$), M82 ($9^h53^m28.33^s+69^\circ52'12.7''$), и SA57 ($13^h06^m03.69^s+29^\circ36'31.8''$) (Афанасьев и др., 1989). Приводятся списки объектов, их координаты, звездные величины, красные смещения. Рассматриваются некоторые свойства выборки квазаров, оценивается поверхностная плотность квазаров, дается сравнение полученных значений с опубликованными данными.

Complete samples of the QSO's received from photometrical and spectral investigations (Afanasyev et. al., 1989) of the fields SA68 ($00^h14^m51.03^s+15^\circ36'19.1''$), M82 ($9^h53^m28.33^s+69^\circ52'12.7''$) and SA57 ($13^h06^m03.69^s+29^\circ36'31.8''$) are considered. Lists of the objects, their coordinates, magnitudes and redshifts are given. Some properties of the samples are examined. Surface density of the QSOs is estimated, a comparison with the published data is given.

I. ВВЕДЕНИЕ

Исследование распределения квазаров по звездным величинам за 20^m в В является ключевым моментом для решения таких интересных задач, как исследование эволюции функции светимости квазаров, изучение вклада дискретных нетепловых источников в рентгеновский фон, определение эпохи возникновения первых галактик и т.д.

Относительно полные подсчеты квазаров за 20^m в В опубликованы Кроном и Куу (1982), Морано и др., (1984, 1985) и Куу и др. (1986). Эти подсчеты базируются на списках объектов – кандидатов в квазары, выделенных по цветовым избыткам, с последующей целевой спектроскопией кандидатов.

Ниже мы обсудим результаты поиска квазаров в ходе "Глубокого спектрального обзора в избранных площадках неба" на 6-м телескопе. Принципиальное отличие предлагаемой выборки квазаров от всех ныне существующих состоит в том, что

*Центральный институт астрофизики, Потсдам-Бабельсберг, ГДР

**Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга

выборка объектов строилась без предварительной селекции — спектрально исследовалось большинство звездообразных объектов поля.

В разделе 2 мы коротко опишем характеристики обзора: координаты исследованных полей, полноту выборки объектов, уровень их исследованности и т.д.

В разделе 3 будут рассмотрены полученные выборки квазаров в исследованных полях, приведены их основные параметры: координаты, звездные величины, красные смещения и т.д.

В разделе 4 рассмотрим некоторые свойства полученных выборок квазаров.

В разделе 5 оценим поверхностную плотность квазаров, проведем сравнение полученных оценок с существующими данными.

2. ГЛУБОКИЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ ОБЗОР ИЗБРАННЫХ ПЛОЩАДОК НЕБА

Наблюдательная программа "Глубокий спектральный обзор избранных площадок неба", начатая в 1982 г., в основном была завершена в 1986 г. Основной проведения программы стала разработанная авторами методика наблюдений с многощелевым полевым спектрографом (Афанасьев и др., 1982, 1984, 1987).

Основная цель предпринятого исследования — поиск квазизвездных объектов для уточнения распределения их числа по звездным величинам. Для исследования были выбраны три области неба: SA68 ($00^{\text{h}}14^{\text{m}}51.03^{\text{s}}$ $+15^{\circ}36'19.1''$), M82 ($09^{\text{h}}53^{\text{m}}28.33^{\text{s}}$ $+69^{\circ}52'12.7''$), SA57 ($13^{\text{h}}06^{\text{m}}03.69^{\text{s}}$ $+29^{\circ}36'31.8''$). Области расположены в высоких галактических широтах.

Исследование объектов отобранных полей состоит из двух этапов:

а) изучение цветовых характеристик объектов в полосах В, V и г (В и V — цветовые полосы, близкие к стандартной системе Джонсона, г — несколько уже цветовой полосы R системы Джонсона из-за падения спектральной чувствительности фотоэмульсии А700РП за 7000 \AA);

б) спектральное исследование большинства объектов поля с помощью метода многощелевой полевой спектроскопии; спектральное разрешение 30 — 40 \AA , спектральный диапазон 4000 — 6500 \AA и 4000 — 7500 \AA , в зависимости от варианта наблюдений.

Снимки полей с широкополосными фильтрами получены с помощью фокального редуктора обсерватории Верхний Прованс (светосила F/I, масштаб 33 "/мм) (Куртес, 1964). Спектральные снимки полей получены на многощелевом полевым спектрографе (Афанасьев и др., 1984), в вариантах наблюдений с однокаскадным ЭОП (рабочее поле $14'$) и панорамной системой счета фотонов (рабочее поле $7'$) (Афанасьев и др., 1988).

Маски для спектральных наблюдений изготовлены по прямым снимкам полей, полученным в первичном фокусе 6-м телескопа (F/4).

Размер фотометрически исследованных полей 0.047 кв. градуса ($14' \times 14'$) для полей SA68 и M82 и 0.028 кв. градуса ($10' \times 10'$) для поля SA57. Выборки звездообразных объектов полны в В до 21.75^{m} для поля SA68, до 22.75^{m} для поля M82 и до 23^{m} для поля SA57.

Основой для спектрального исследования объектов стали фотометрические каталоги объектов полей. Спектрально исследовались объекты на площади $14' \times 14'$

для полей SA68 и M82 и на площади 7'×7' для поля SA57.

Для спектральных наблюдений в поле SA68 были отобраны объекты ярче 22^m в В.

Для спектральных наблюдений в поле M82 были отобраны объекты ярче 22.5^m в В.

Для спектральных наблюдений в поле SA57 были отобраны объекты ярче 23.5^m в В. Полнота спектрального просмотра звездообразных объектов составляет 63 %, 64 % и 56 % для полей SA68, M82 и SA57, соответственно.

Более подробно описание наблюдений и каталоги объектов приведены в работе Афанасьева и др. (1989).

3. ВЫБОРКИ КВАЗАРОВ В ИЗБРАННЫХ ПОЛЯХ

Возможны различные варианты построения выборок квазаров. Используя данные бесщелевой спектроскопии, мы можем построить выборку кандидатов в квазары. Однако она будет отягощена значительными селекционными эффектами: критерии отбора объектов существенно зависят от светимости, красного смещения и контраста обнаруживаемых деталей в спектре объекта (Клоус, 1986; Крэмpton, 1987).

Применение методики многоцветной фотометрии для выделения кандидатов в квазары позволяет продвинуться в область звездных величин за 20^m в В, но полнота выборок кандидатов в квазары не поддается однозначной оценке (Куу и Крон, 1987).

В связи с этим представляется интересным изучение выборки объектов из работы Афанасьева и др. (1989), поскольку никакой предварительной селекции объектов не проводилось (кроме разделения на протяженные и звездообразные объекты).

В результате просмотра спектров звездообразных объектов нами выделено 6 квазаров в поле SA68, 7 квазаров в поле M82 и 7 квазаров в поле SA57. При анализе спектров звездообразный объект классифицировался как квазар при обнаружении в его спектре одной или нескольких широких эмиссионных линий. Точность определения красного смещения объекта при наличии двух эмиссионных линий не хуже 0.005 (Афанасьев и др., 1989).

Данные о квазарах, обнаруженных в полях SA68, M82 и SA57, приведены в табл. I. В первой колонке таблицы название поля и номер объекта в фотометрическом списке (Афанасьев и др., 1989); во второй и третьей колонках приведены координаты объектов (на эпоху 1950.0); в четвертой – звездная величина объекта в В; в пятой – показатель цвета В – V; в шестой колонке – красное смещение объекта; в седьмой – качество анализированного спектра по пятибалльной шкале (Афанасьев и др., 1989). В последней колонке таблицы приведены ссылки на работы, в которых данные о некоторых из этих объектов опубликованы впервые. Здесь необходимо отметить, что красные смещения объектов поля SA57 нами получены независимо от Куу и др. (1987).

4. НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ВЫБОРОК КВАЗАРОВ В ИССЛЕДОВАННЫХ ПОЛЯХ

Поскольку спектральное исследование объектов проводится в диапазоне длин волн 4000 - 7500 Å, то, в принципе, по эмиссионным линиям, характерным для квазаров, мы имеем возможность обнаруживать объекты с красными смещениями от $z=0$ до $z=5.12$, (рис.1). Однако снижение спектральной чувствительности в диапазонах длин волн 4000-4500 Å и 7000 -7500 Å несколько ухудшает возможность обнаружения эмиссионных линий в спектрах квазаров с $z=0.4$ до $z=0.6$ и $z>4.75$. Обнаружение нами квазаров с красными смещениями от $z=0.61$ до $z=3.87$ подтверждает эти соображения. Мы не обнаружили ни одного квазара с красными смещениями, лежащими в диапазоне от $z=0$ до $z=0.4$, что, видимо, связано с методикой выделения квазаров только из класса звездообразных объектов по глубоким снимкам 6-м телескопа. Следует обратить внимание на то, что и в выборке звездообразных объектов, представленной Куу и Крон, (1987), созданной по глубоким снимкам, полученным на 4-м телескопе обсерватории Китт Пик, также не обнаружено квазаров с красными смещениями меньше 0.6.

Таблица I. Квазары в полях SA68, M82, SA57

N_r	R.A.	DEC.	B	B-V	z	Q	Комментарий
Поле SA68 :							
90	00 ^h 14 ^m 50.81 ^s	+15°35'10.8"	21.62	0.32	1.00	4	
94	00 14 55.57	+15 35 19.7	19.90	0.58	1.08	3	
95	00 15 00.60	+15 35 23.9	21.68	0.38	1.24	3	
105	00 14 48.97	+15 36 06.1	20.94	0.36	0.71	4	
110	00 14 40.64	+15 36 14.2	20.09	0.67	0.78	5	
143	00 14 58.21	+15 38 30.3	21.36	0.68	2.11	3	
Поле M82 :							
22	9 53 49.09	+69 47 14.3	20.35	0.71	0.96	4	
55	9 53 12.93	+69 49 54.1	20.80	0.70	0.85	4	QS04
62	9 53 16.17	+69 50 30.5	21.20	0.69	2.03	4	QS03
69	9 53 42.38	+69 51 29.8	20.08	0.70	0.93	3	
85	9 53 12.30	+69 52 18.0	20.55	0.76	2.05	4	QS02
90	9 52 50.36	+69 52 53.0	20.10	0.84	2.05	4	QS01
95	9 52 33.91	+69 53 39.6	19.80	0.36	1.01	3	
Поле SA57 :							
20	13 06 07.51	+29 40 59.9	22.36	0.07	0.95	3	KKC36
83	13 06 00.45	+29 38 32.8	22.16	0.40	2.15	3	KKC30
154	13 06 15.40	+29 37 20.1	22.64	0.56	0.61	3	KKC41
203	13 06 09.26	+29 35 10.8	20.52	0.11	1.82	4	KKC37
216	13 06 18.15	+29 34 55.3	22.60	0.40	0.77	3	
221	13 06 16.85	+29 34 43.8	21.10	0.60	3.87	4	KKC43
431	13 06 03.79	+29 37 34.3	22.24	0.59	0.94	4	

Распределение обнаруженных нами квазаров по красному смещению представлено на рис. 2. Более 60 % объектов выборки имеют красные смещения в диапазоне $0.6 < z < 1.3$. Диапазон звездных величин, в котором лежат эти объекты, от 19.8^m до 22.6^m в В, что соответствует M_B от -23.2^m до -20.5^m (для $H=75 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$, $q_0=1$, $\Lambda=0$). В рассматриваемом случае нами, видимо, выделен "слабый хвост" распределения по звездной величине квазаров с небольшими красными смещениями.

Рис. 1. Возможность обнаружения эмиссионных линий в спектрах квазаров при наблюдениях с многощелевым полевым спектрографом.

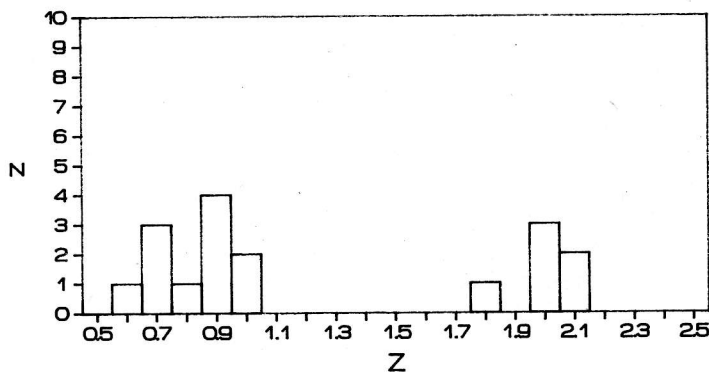
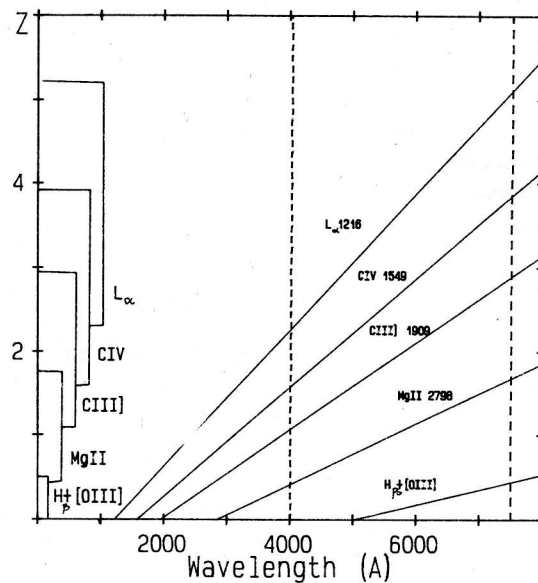


Рис. 2. Распределение обнаруженных нами квазаров по красному смещению.

5. ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛОТНОСТИ КВАЗАРОВ

Результаты анализа свойств полученной выборки квазаров не могут быть интерпретированы как статистические закономерности, поскольку число членов выборки невелико. Однако, поскольку исследуемые области разнесены на небесной сфере, закономерности, выявленные для этих площадок, могут указывать на более

общие зависимости.

Поверхностная плотность квазаров в исследованных нами площадках приведена в табл. 2. В первой колонке таблицы дается название исследованного поля; во второй – значение звездной величины, до которой обеспечивается полнота выборки звездообразных объектов; в третьей – размер спектрально исследованной площади поля в кв. градусах; в четвертой – полнота спектрального просмотра звездообразных объектов выборки в процентах; в пятой – число квазаров в площадке в пересчете на квадратный градус; в шестой – приведена поверхностная плотность квазаров для полей SA68 и SA57 из работы Куу и Крона, (1987), пересчитанная с учетом различий в цветовой системе.

Таблица 2. Поверхностная плотность квазаров в полях SA68, M82, SA57

Поле	Полнота	Площадь	Просмотр. %	N/кв.гр.	Куу и Крон
SA68	21.75 ^m	0.047	63	130 ± 50	100
M82	22.25 ^m	0.047	64	170 ± 60	–
SA57	23 ^m	0.0136	56	500 ± 200	250

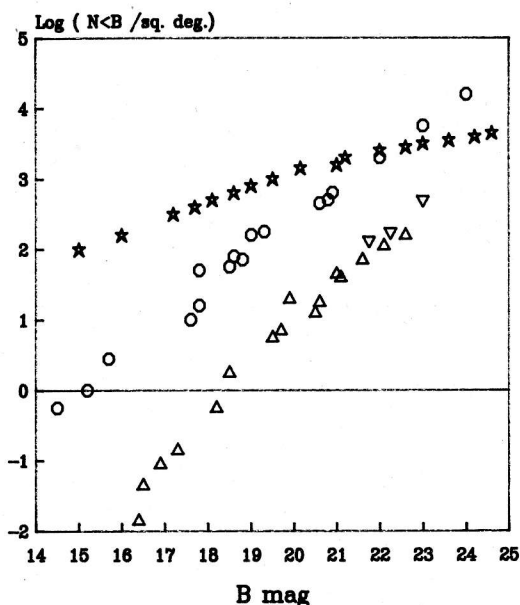


Рис.3. Подсчеты числа объектов на квадратный градус: ★ – звезды, ○ – галактики, Δ – квазары (литературные данные), ▽ – квазары (данные, полученные нами).

Полученные нами данные о поверхностной плотности квазаров неплохо согласуются с данными Куу и Крона (1987), но в среднем несколько превышают их. (При сравнении данных необходимо также учитывать полноту спектрального просмотра объектов выборки). Видимо, это превышение отражает принципиальные отличия в методике формирования выборок квазаров. Методика отбора кандидатов в

квazarы с помощью цветовых избытков, изучения их собственных движений и переменности все-таки вносит эффекты селекции в выборку. Это подтверждает прямое сравнение объектов, выделенных нами в поле SA57, и объектов, выделенных Куу и Кроном, (1987) в этом же поле. Так, объект 431 не вошел в списки кандидатов в квазары (Куу и Крон, 1987), по-видимому, из-за того, что его показатели цвета искажены близлежащим объектом. На рис. 3 приведены собранные нами литературные данные о подсчетах квазаров, а также результаты, полученные нами; приведены также данные подсчетов звезд и галактик.

ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьев и др. (Afanasyev V. L., Dodonov S. N., Karachentsev I. D., Terebizh V. Yu.): 1982, in Proc. IAU Colloquium 67, Instrumentation for Astronomy with Large Optical Telescopes, Dordrecht, P.185.
- Афанасьев В.Л., Додонов С.Н., Караченцев И.Д., Кузнецов В. М., Свиридов А. Н., Теребиж В. Ю., Тропихин Ю. Д.: 1984, Астрофиз. исслед. (Изв. САО), 18, С. III-II5.
- Афанасьев В. Л., Додонов С. Н., Михайлов В. П.: 1987, Сообщ. Спец. астрофиз. обсерв., 56, С. 29-39.
- Афанасьев В. Л., Додонов С. Н., Лоренц Х., Теребиж В. Ю.: 1988, Сообщ. Спец. астрофиз. обсерв., 59, С. 41-45.
- Афанасьев В. Л., Власюк В. В., Додонов С. Н., Лоренц Х., Теребиж В. Ю.: 1989, Препринт САО, No. 41.
- Клоус (Clowes R. G.): 1986, Mon. Not. R. Astron. Soc., 218, P. 139-157.
- Крон и Куу (Kron R. G., Koo D. C.): 1982, Astron. Astrophys., 105, P. 107-119.
- Крэмpton (Crampton D.): 1987, in: The Post-Recombination Universe, Reidel Publishing Co. ed.: Kalzer et. al., P. 257-263.
- Куртес Ж.: 1964, в сб.: Новые методы в астрофизике, Москва, М.: С. 131-252.
- Куу и др. (Koo D. C., Kron R. G., Cudworth K. M.): 1986, Publ. Astron. Soc. Pacif., 98, P. 285-306.
- Куу и Крон (Koo D. C., Kron R. G.): 1987, STSI prepr., 195.
- Морано и др. (Morano B., Zamorani G., Zitelli V.): 1984, The Messenger, 38, P. 6-8.
- Морано и др. (Morano B., Zamorani G., Zitelli V.): 1985, in: The Structure and Evolution of Active Galactic Nuclei, eds.: G. Giuricin, F. Mardirossian, M. Mezzetti, M. Ramella, Dordrecht: Reidel, P. 339-350.

Поступила в редакцию
18 сентября 1989 г.