

УДК: 524.74

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛАКТИК ВТОРОГО БЮРАКАНСКОГО ОБЗОРА НЕБА. III. СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ В ПЛОЩАДКАХ 09^h47^m , $+51^\circ$ И 09^h50^m , $+55^\circ$

С.К.БАЛАЯН¹, С.А.АКОПЯН¹, В.Л.АФАНАСЬЕВ², С.Н.ДОДОНОВ²

Поступила 1 ноября 2000

Принята к печати 15 января 2001

Приводятся результаты наблюдений 49 объектов Второго Бюраканского спектрального обзора неба, завершающих последующую спектроскопию галактических выборок в площадках с координатами центра $\alpha = 09^h47^m$, $\delta = +51^\circ$ и $\alpha = 09^h50^m$, $\delta = +55^\circ$. Спектры были получены на 2.6-м телескопе БАО НАН РА и 6-м телескопе САО РАН в течение 1998-2000гг. Для всех галактик определены красные смещения и абсолютные звездные величины.

1. *Введение.* Второй Бюраканский спектральный обзор [1] (SBS - the Second Byurakan Sky Survey) - один из наиболее известных обзоров неба с объективной призмой. Он охватывает примерно пятнадцатую часть обзора Маркаряна (FBS - the First Byurakan Sky Survey) [2] в области $07^h45^m < \alpha < 17^h15^m$, $49^\circ < \delta < 61^\circ$. Наблюдательный материал, полученный на 1-м Бюраканском телескопе системы Шмидта для 65 площадок (по 16 кв. гр. каждая), с использованием очувствленных фотопластинок, светофильтров и набора объективных призм [3], позволил расширить круг поставленных задач при одновременном увеличении глубины нового, Второго обзора. Множество квазаров, галактик, звезд, отобранных по низкодисперсионным спектрам Второго Бюраканского спектрального обзора, и их выборки являются предметом многосторонних исследований и многочисленных публикаций.

Нами исследуются выборки галактик SBS в семи избранных площадках [4], отличающихся высоким уровнем полноты отобранных здесь объектов. Значения видимых величин занимают весь диапазон, $12^m < m(pg) < 19.5^m$, и лишь менее пятой части - галактики слабее 18^m . Спектральные наблюдения этих сравнительно слабых галактик и некоторых более ярких позволили завершить последующую спектроскопию всех галактик в семи выборках. Ранее опубликованы результаты наблюдений в седьмой [5] и первой [6] площадках с $\alpha = 15^h30^m$, $\delta = +59^\circ$ и $\alpha = 08^h00^m$, $\delta = +59^\circ$, полученных с щелевыми спектрографами на 6-м телескопе САО РАН и 2.6-м телескопе БАО НАН. В настоящей статье приводятся результаты щелевой и/или 2D спектроскопии слабых галактик еще в двух смежных площадках SBS - второй и третьей из избранных - с координатами центров

$\alpha=09^h47^m$, $\delta=+51^\circ$ и $\alpha=09^h50^m$, $\delta=+55^\circ$, полученные на тех же телескопах.

2. *Наблюдения и обработка.* Журнал наблюдений всех объектов приводится в табл.1, где в столбцах даны, соответственно: 1) SBS-названия наблюдавшихся объектов в порядке возрастания прямого восхождения; 2,3) экваториальные координаты на эпоху 2000г.; 4) звездная величина по визуальным оценкам, принятым в SBS; 5) дата наблюдений; 6) название использованного спектрографа - LSS или MPFS на 6-м телескопе, ВууFosc на 2.6-м телескопе; 7) суммарное время экспозиций за соответствующую ночь.

Рис.1 и 2 иллюстрируют некоторые из спектров, полученных на 6-м и 2.6-м телескопах, соответственно.

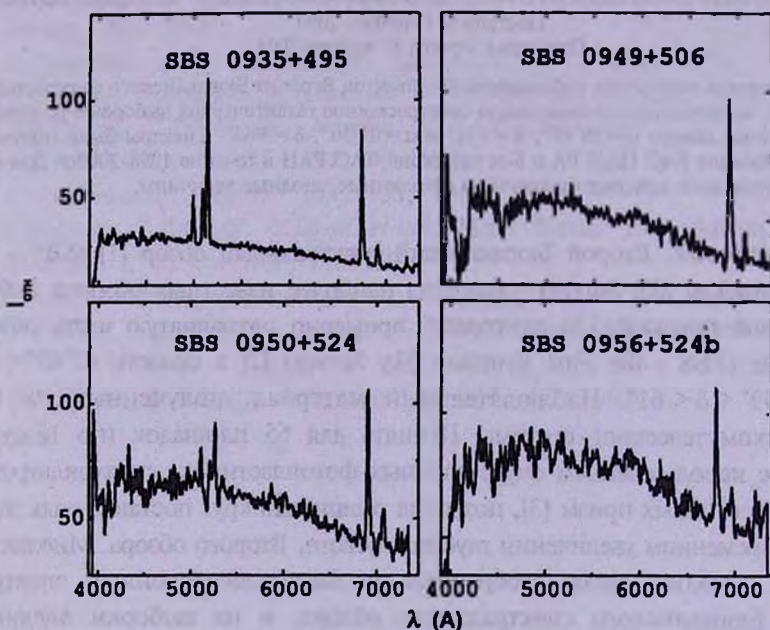


Рис.1. Щелевые спектры SBS-галактик, полученные на 6-м телескопе CAO РАН.

На 6-м телескопе CAO РАН наблюдения проводились в 1998-99гг.

В январе-феврале 1998г. использовался светосильный спектрограф первичного фокуса 6-м телескопа (LSS - Long Slit Spectrograph) [7], в комбинации с ПЗС 530х580, а с марта 1999г. на LSS была установлена ПЗС 1024 х 1024 (используемая область 1024 х 330). Регистрировался спектральный диапазон $\lambda\lambda$ 4000-7350 Å и $\lambda\lambda$ 3550-8300 Å с разрешением примерно 17 Å и 14 Å соответственно.

Во время наблюдений в ноябре 1998г. использовался мультизрчковый спектрограф (MPFS - Multi Pupil Fiber Spectrograph) [8], установленный в первичном фокусе, в комбинации с матрицей ПЗС 1034х1034 (Tektronix CCD). Регистрировался диапазон длин волн $\lambda\lambda$ 4300-7000 Å с дисперсией

2.6 Å/элемент.

Наблюдения на 2.6-м телескопе Бюраканской обсерватории проводились с фокальным редуктором VyuFOSC-2 [9] на ПЗС 1060x1028, установленном в первичном фокусе. Регистрировался либо диапазон 4300-6900 Å с дисперсией 2.6 Å/элемент, либо 5350-7550 Å с дисперсией 2 Å/элемент, в зависимости от используемой гризмы. Позиционный угол щели на 2.6-м телескопе жестко фиксирован вдоль направления N-S, т.е. равен нулю.

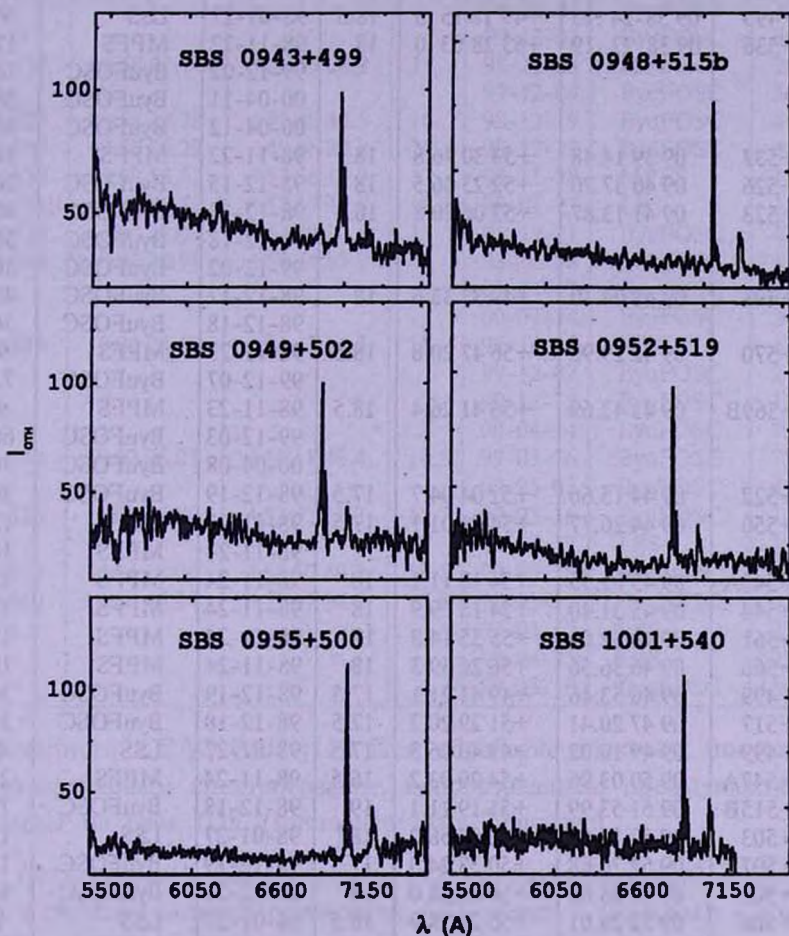


Рис.2. Щелевые спектры SBS-галактик, полученные на 2.6-м телескопе БАО НАН.

Для калибровки спектров по потокам каждую ночь снимались спектрофотометрические стандарты [10].

Калибровка спектров по длинам волн на обоих телескопах проводилась с использованием He-Ne-Ag ламп.

Обработка спектрального материала, полученного со щелевыми спектрографами, проводилась с использованием Астрономического пакета MIDAS и пакета программ для редукции астрономических данных,

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ

SBS-назв. объекта	R.A	Decl. (2000)	m	Дата набл.	Спектрограф	Эксп. (с)
1	2	3	4	5	6	7
0932+506	09 ^h 36 ^m 03 ^s .56	+50°26'11".9	17.5	98-01-27	LSS	900
0933+524	09 36 41.44	+52 14 11.4	17	98-12-15	ByuFOSC	3600
0935+495	09 38 24.15	+49 18 15.5	18.5	98-01-27	LSS	900
0935+536	09 38 27.19	+53 28 03.0	18	98-11-22	MPFS	1200
				99-12-02	ByuFOSC	3600
				00-04-11	ByuFOSC	3600
				00-04-12	ByuFOSC	3600
0935+537	09 39 14.48	+53 30 46.8	18	98-11-22	MPFS	2400
0937+526	09 40 37.20	+52 23 36.5	18	98-12-15	ByuFOSC	3600
0937+523	09 41 13.87	+52 06 20.8	18.5	98-12-17	ByuFOSC	4800
				98-12-18	ByuFOSC	3600
				99-12-02	ByuFOSC	3600
0938+498	09 42 04.10	+49 33 33.6	18	98-12-17	ByuFOSC	4800
				98-12-18	ByuFOSC	3600
0938+570	09 42 29.90	+56 47 20.8	18.5	98-11-23	MPFS	960
				99-12-07	ByuFOSC	7200
0940+569B	09 43 42.69	+56 41 26.4	18.5	98-11-23	MPFS	960
				99-12-03	ByuFOSC	6000
				00-04-08	ByuFOSC	3600
0940+522	09 44 15.66	+52 04 04.7	17.5	98-12-19	ByuFOSC	3600
0940+550	09 44 26.77	+54 51 01.1	17.5	98-11-22	MPFS	1200
				98-11-24	MPFS	1800
0941+545A	09 45 01.55	+54 18 11.1	18	98-11-24	MPFS	1800
0942+544	09 45 31.40	+54 15 39.9	18	98-11-24	MPFS	1800
0942+561	09 46 02.03	+55 55 14.8	17	98-11-24	MPFS	1800
0943+566	09 46 36.56	+56 26 59.3	18	98-11-24	MPFS	1800
0943+499	09 46 53.46	+49 41 21.1	17.5	98-12-19	ByuFOSC	3600
0943+517	09 47 20.41	+51 29 20.7	17.5	98-12-18	ByuFOSC	3600
0946+499	09 49 10.02	+49 40 05.3	17.5	98-01-27	LSS	600
0946+547A	09 50 03.96	+54 29 03.2	16.5	98-11-24	MPFS	2400
0948+515B	09 51 53.99	+51 19 21.1	19	98-12-18	ByuFOSC	7200
0949+503	09 52 14.67	+50 08 58.2	18	98-01-27	LSS	1500
0948+507B	09 52 20.88	+50 33 24.3	17.5	98-12-19	ByuFOSC	1800
0949+502	09 52 28.62	+50 00 08.0	18	98-12-20	ByuFOSC	4800
0949+506	09 52 29.01	+50 24 28.9	18.5	98-01-27	LSS	900
0950+560	09 53 44.19	+55 46 04.7	19	98-11-28	MPFS	3000
				99-12-03	ByuFOSC	3600
				99-12-04	ByuFOSC	3600
				00-05-06	ByuFOSC	7200
0950+503	09 53 50.83	+50 08 27.1	18.5	98-12-19	ByuFOSC	7200
0950+524	09 54 14.18	+52 10 11.9	18	98-01-27	LSS	900
0951+539	09 54 22.14	+53 40 49.4	18	98-11-28	MPFS	1800
0950+571	09 54 23.28	+56 53 06.1	16.5	98-11-28	MPFS	1800
				99-12-10	ByuFOSC	7200
0952+548	09 55 39.36	+54 35 30.7	18	98-11-28	MPFS	1800
0952+495A	09 55 48.09	+49 21 20.2	18	98-02-02	LSS	900

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7
0952+550	09 55 50.44	+54 46 37.5	19	98-11-28	MPFS	1800
0952+519	09 55 50.59	+51 44 49.7	17.5	98-12-19	ByuFOSC	3600
0952+523	09 56 07.49	+52 04 52.6	18	98-01-27	LSS	900
0952+556	09 56 24.02	+55 27 28.7	17	98-11-28	MPFS	2700
				99-12-10	ByuFOSC	4800
0954+515	09 57 47.43	+51 19 39.1	19	98-12-20	ByuFOSC	3600
				98-12-21	ByuFOSC	7200
				99-12-02	ByuFOSC	3600
0954+555	09 58 22.14	+55 19 08.9	18	98-11-28	MPFS	1800
				99-12-04	ByuFOSC	3600
0954+526	09 58 22.28	+52 26 48.5	18	98-12-19	ByuFOSC	4800
0955+500	09 58 39.29	+49 46 20.8	18	98-12-21	ByuFOSC	4800
0955+538	09 59 13.52	+53 36 13.3	17	98-11-28	MPFS	1800
0956+524B	09 59 50.58	+52 13 40.8	18.5	98-01-27	LSS	1800
0957+528	10 00 28.97	+52 35 50.8	18	98-12-21	ByuFOSC	4200
0958+548	10 01 36.98	+54 34 55.9	18	98-11-28	MPFS	1800
				00-04-12	ByuFOSC	1200
				00-04-14	ByuFOSC	3000
0959+549	10 02 28.69	+54 43 14.3	18	98-11-28	MPFS	1800
				99-12-07	ByuFOSC	2400
				99-12-12	ByuFOSC	1800
				00-04-14	ByuFOSC	7200
0959+544	10 03 06.01	+54 11 48.4	18.5	99-03-16	ByuFOSC	7200
				00-05-07	ByuFOSC	4200
1000+536	10 04 15.89	+53 23 31.3	15.7	99-03-16	ByuFOSC	1800
				99-03-27	LSS	1800
1000+560	10 04 18.06	+55 50 49.2	18.5	99-03-16	ByuFOSC	3600
1001+540	10 04 45.94	+53 47 34.7	17.5	99-03-16	ByuFOSC	4800
				99-03-27	LSS	2700
				99-04-25	LSS	2700
				99-05-10	ByuFOSC	3600

разработанного в CAO РАН [11]. При обработке спектров, полученных с мультиспектральным спектрографом, использовались, преимущественно, программы на базе IDL (Interactive Data Language).

3. *Результаты наблюдений.* Результаты наблюдений собраны в табл.2, в столбцах которой приводятся: SBS-название галактики - столбцы 1 и 5; значение красного смещения - столбцы 2 и 6; абсолютная звездная величина, при значении постоянной Хаббла $H = 75 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$ - столбцы 3 и 7; в столбцах 4 и 8 приводится оценка типа активности по выявляемым спектральным линиям, при следующих обозначениях: НП - галактики с очагами звездообразования в различных стадиях активности; Noptm - галактики, в спектрах которых эмиссия проявляется лишь малоинтенсивной блендой с H_{α} , при наличии абсорбций; Abs - галактики с четко выраженным абсорбционным спектром, без каких-либо эмиссий. Двоеточие, добавленное к обозначению типа или к значению красного смещения, предполагает

необходимость уточнения. К примеру, когда H_{α} не попадает в наблюдавшийся диапазон и нет уверенности в том, что объект чисто абсорбционный, к обозначению типа добавлено двоеточие - Abs.

Объект SBS 1000 + 536 (точнее его ядерная часть, по которой проходила щель спектрографа) - единственный, с признаками проявления ядерной активности. Поскольку область линий $N1 - H_{\beta}$ не попадает в наблюдавшийся спектральный диапазон, он классифицирован, по соотношению интенсивностей $H_{\alpha}/NII \lambda 6584 > 0.7$, как одномерный лайнер LINER (Low Ionization Narrow Emission Regions), т.е., предположительно, галактика с ядерными областями эмиссий низкой ионизации [12].

Как видно из табл.2, спектральные наблюдения выявили среди 49 наблюдавшихся объектов примерно равное число галактик, классифицированных нами как HII, Norm. и Abs. Отбор абсорбционных галактик, безусловно, не являлся задачей Второго Бюраканского обзора. Однако, чтобы не пропустить интересный объект, по низкодисперсионным спектрам отбирались галактики с наличием нечетких признаков «намечающихся

Таблица 2

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ГАЛАКТИК

SBS- название	z	M	Тип	SBS- название	z	M	Тип
0932+506	0.0637	-19.9	Norm	0950+560	0.1099	-19.5	Abs:
0933+524	0.0389	-19.3	Norm	0950+503	0.0537	-18.5	HII
0935+495	0.0271	-17.0	HII	0950+524	0.0522	-18.9	HII
0935+536	0.0655	-19.4	Norm	0950+571	0.0796	-19.8	Abs
0935+537	0.0482	-18.8	Abs	0951+539	0.0426	-20.0	Norm
0937+526	0.0667	-19.5	HII	0952+548	0.0255	-17.4	HII
0937+523	0.1503	-20.7	HII	0952+495A	0.0536	-19.0	Abs
0938+498	0.0450	-18.6	Abs	0952+550	0.0441	-17.6	Abs:
0938+570	0.1385	-20.6	Abs	0952+519	0.0366	-18.7	HII
0940+569B	0.1384	-20.6	Norm	0952+523	0.1156	-20.6	HII
0940+522	0.0452	-19.1	Norm	0952+556	0.0468	-19.7	Norm
0940+550	0.0445	-19.1	Abs	0954+515	0.0477	-17.7	Norm
0941+545A	0.0442:	-18.6	Abs:	0954+555	0.1032	-20.4	HII
0942+544	0.0607	-19.3	Norm	0954+526	0.0470	-18.7	Norm:
0942+561	0.0610	-20.3	HII	0955+500	0.0716	-19.6	HII
0943+566	0.0805	-19.9	Norm	0955+538	0.0385	-19.3	Abs
0943+499	0.0634	-19.8	HII	0956+524B	0.0385	-17.8	Norm
0943+517	0.1059	-21.0	Abs	0957+528	0.0470	-18.7	HII
0946+499	0.0601	-19.7	Abs	0958+548	0.0564	-19.1	HII
0946+547A	0.0316	-19.3	Norm	0959+549	0.0791	-19.8	Norm
0948+515B	0.0753	-18.7	HII	0959+544	0.0465	-18.2	Abs
0949+503	0.0492	-18.8	Abs	1000+536	0.0337	-20.3	LINER:
0948+507B	0.0505	-19.4	Abs	1000+560	0.0256	-16.9	HII:
0949+502	0.0466	-18.7	HII	1001+540	0.0475	-19.2	HII
0949+506	0.0522	-18.4	HII				

эмиссий». Большинство наблюдавшихся нами галактик, оказавшихся абсорбционными, были отобраны именно в таком качестве [13,14].

Галактика SBS 0935 + 495, со значением красного смещения 0.0271 и абсолютной звездной величиной $-17^m.0$, благодаря малым угловым размерам, имеет параметры, характерные для голубых карликовых галактик, BCG (Blue Compact Galaxy), находящихся в стадии активного звездообразования. Среди III галактик и наиболее удаленная из наблюдавшихся - SBS 0937 + 523, со значением красного смещения 0,1503.

4. Заключение. Спектральные наблюдения 49-и объектов, проведенные на 6-м телескопе CAO РАН и на 2.6-м телескопе НАН РА, позволили завершить последующую спектроскопию галактических выборок еще двух избранных площадок Второго Бюраканского обзора. Определены красные смещения и проведена классификация всех наблюдаемых объектов, среди которых большую часть составляют галактики с признаками звездообразования в различных стадиях активности. Области низкой ионизации в галактике SBS 1000 + 536 говорят о ядерной активности (AGN), для подтверждения которой нужны наблюдения в другом спектральном диапазоне. Наличие среди наблюдавшихся объектов абсорбционных галактик связано, в основном, с тем, что нами наблюдались наиболее слабые объекты выборок, где вероятность ошибочного отбора наибольшая.

Из наблюдавшихся объектов 30 принадлежат площадке $09^h47^m, +51^\circ$, где галактическая выборка включает 54 объекта, остальные 19 - площадке $09^h50^m, +55^\circ$, где всего 60 галактик SBS. Результаты ранее проведенных спектральных наблюдений в данных площадках также в основном опубликованы [15,16]. Предварительно анализируя накопленный спектральный материал по галактикам, изначально отобранным в двух исследуемых площадках, следует отметить, что эмиссионная природа подтверждена примерно для 80% объектов, из которых не менее 10% являются галактиками с признаками ядерной активности (AGN). Результаты детального анализа данных будут представлены отдельной статьей.

¹Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна, Армения

²Специальная астрофизическая обсерватория, Россия

STUDY OF THE SECOND BYURAKAN SURVEY'S GALAXIES. III. SPECTRAL OBSERVATIONS IN THE FIELDS $09^{\text{h}}47^{\text{m}}$, $+51^{\circ}$ and $09^{\text{h}}50^{\text{m}}$, $+55^{\circ}$

S.K.BALAYAN, S.A.HAKOPIAN, V.L.AFANASIEV, S.N.DODONOV

The results of observations of 49 faint objects, aimed to finish follow-up spectroscopy in two fields of the Second Byurakan Sky Survey centered at $\alpha = 09^{\text{h}}47^{\text{m}}$, $+51^{\circ}$, and $09^{\text{h}}50^{\text{m}}$, $+55^{\circ}$ are reported. Spectra were obtained with 6-m telescope of SAO RAS and 2.6-m telescope of Byurakan in 1998-2000. The redshifts and absolute magnitudes for all observed galaxies are determined.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б.Е.Маркарян, В.А.Липовецкий, Д.А.Степанян, *Астрофизика*, **18**, 29, 1983.
2. B.E.Markarian, V.A.Lipovetsky, J.A.Stepanian, L.K.Erastova, A.I.Shapovalova, *Special Astrofiz. Observ. Contribution*, **62**, 1, 1989.
3. J.A.Stepanian, "Astronomy from Wide-Field Imaging", eds. H.T.MacGillivray et al. Dordrecht, Netherlands, 1994, p.731.
4. S.A.Hakopian, S.K.Balayan, "Active Galactic Nuclei and Related Phenomena", *Proceedings of IAU Symp. 194*, eds. Y.Terzian, D.Weedman, E.Khachikian, Astron. Soc. Pacific, Chelsea, Michigan, 162, 1999.
5. С.А.Акопян, С.К.Балаян, *Астрофизика*, **40**, 169, 1997.
6. С.А.Акопян, С.К.Балаян, *Астрофизика*, **43**, 13, 2000.
7. <http://www.sao.ru/~gafan/devices/LSS>.
8. <http://www.sao.ru/~gafan/devices/MPFS>.
9. Т.Мовсисян, (частное сообщение), 1998.
10. В.Оке, *Astron. J.*, **99**, 1621, 1990.
11. V.V.Vlasyuk, *Bull. Spec. Astrophys. Observ.*, **36**, 107, 1993.
12. A.V.Fillipenko, W.L.W.Sargent, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **57**, 503, 1985.
13. Б.Е.Маркарян, Д.А.Степанян, *Астрофизика*, **20**, 21, 1984.
14. Д.А.Степанян, В.А.Липовецкий, Л.К.Ерастова, *Астрофизика*, **29**, 247, 1988.
15. В.А.Липовецкий, Д.А.Степанян, Л.К.Ерастова, А.И.Шаповалова, *Астрофизика*, **29**, 548, 1988.
16. J.A.Stepanian, V.A.Lipovetsky, L.K.Erastova, A.I.Shapovalova, M.B.Gyulzadyan, *Astrofiz. Issled. (Izv. SAO)*, **35**, 15, 1993.