

УДК: 524.7:520.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛАКТИК ВТОРОГО БЮРАКАНСКОГО ОБЗОРА НЕБА. V. СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ В ПЛОЩАДКЕ $12^{\text{h}}22^{\text{m}}, +55^{\circ}$

С.А.АКОПЯН, С.К.БАЛАЯН

Поступила 21 февраля 2002

Принята к печати 30 марта 2002

Приводятся результаты спектральных наблюдений 28 галактик Второго Бюраканского спектрального Обзора неба, завершающих последующую спектроскопию галактик в площадке обзора с координатами центра $\alpha = 12^{\text{h}}22^{\text{m}}, \delta = +55^{\circ}$. Спектры получены на 2.6-м телескопе БАО НАН РА и 6-м телескопе САО РАН. Для всех галактик определены красные смещения и абсолютные звездные величины. Дан предварительный анализ пространственного распределения всех галактик данной выборки.

1. *Введение.* Выборка галактик Второго Бюраканского спектрального обзора неба (SBS - the Second Byurakan Survey) [1] включает примерно 1300 объектов, каталогизированных по наличию на бесщелевых низкодисперсионных спектрах избыточного ультрафиолетового континуума и/или эмиссионных линий и других пекулярных признаков. Для подтверждения природы отобранных галактик и их дальнейшего изучения необходимо проведение щелевой спектроскопии.

Второй обзор состоит из 65 площадок, по 16 кв. град. каждая, и, соответственно, выборка галактик всего обзора состоит из 65 подвыборок галактик. Значение уровня полноты всей выборки SBS галактик, полученное усреднением этой величины, определенной для 65 подвыборок, с использованием теста V/V_{max} , составляет примерно $16^{\text{m}}.5$. Нами исследуются выборки (подвыборки) галактик в семи площадках обзора, названных избранными, в которых значение уровня полноты выше среднего значения, $m_c \approx 17^{\text{m}}.5$ [2]. Это, в основном, площадки, для которых были получены фотопластинки с наилучшим пределом, примерно $19^{\text{m}}.5$. Более трети SBS галактик, почти 500, попадает в избранные площадки.

По мере получения обзорных фотопластинок на 1-м телескопе системы Шмидта БАО, отбора и составления списков объектов, спектральные наблюдения сравнительно ярких SBS галактик были начаты на 6-м телескопе САО РАН [3]. Для завершения последующей щелевой спектроскопии галактик в семи избранных площадках обзора нами получались спектры

наиболее слабых галактик семи выборок с 6-м телескопом САО и 2.6-м телескопом БАО (см. [4] и ссылки в ней). Наблюдениями галактик SBS в площадке $12^{\text{h}}22^{\text{m}}$, $+55^{\circ}$, результаты которых приводятся в данной статье, завершена последующая щелевая спектроскопия галактик Второго Бюраканского обзора в избранных площадках.

2. *Спектральные наблюдения.* В первоначальный список галактик шестой избранной площадки Второго Бюраканского Обзора [5] было включено примерно 70 объектов, 4 из которых - галактики Маркаряна из Первого Бюраканского Обзора [6].

Согласно обзорному типу объектов, 17 из них были отобраны по наличию лишь ультрафиолетового избытка, 30 - в предположении наличия лишь эмиссионных линий, остальные - по наличию обоих признаков. Распределение видимых звездных величин галактик данной выборки иллюстрирует гистограмма на рис.1.

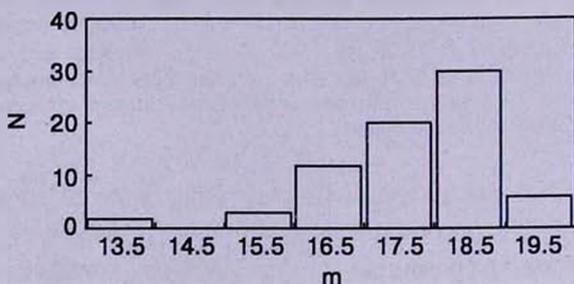


Рис.1. Распределение видимых звездных величин галактик SBS в площадке $12^{\text{h}}22^{\text{m}}$, $+55^{\circ}$.

Для завершения последующей щелевой спектроскопии галактик в данной площадке нами получены спектры примерно 40% объектов выборки.

Наблюдения проводились в период март-апрель 1999г. на 2.6-м телескопе БАО НАН РА и на 6-м телескопе САО РАН. На 2.6-м телескопе использовалась спектральная камера первичного фокуса ВууFOOSC-2 [7] и, в качестве светоприемника, детектор Томсон ПЗС 1028x1060. Применялась "красная" гризма с решеткой 600 штрих/мм и углом блеска примерно на 6500\AA - регистрировался спектральный диапазон $\lambda 5350 - 7550\text{\AA}$ с дисперсией $2.1\text{\AA}/\text{элемент}$. Наблюдения проводились с щелью, имеющей длину 6", ширину 2", жестко фиксированной в положении нуля позиционного угла. При этом, если галактика SBS 1223+533, позиционный угол которой также равен нулю, оказалась на щели полностью, спектр SBS 1232+549 относится к более яркому из двух сгущений, формирующих галактику. Положение щели в обоих случаях показано на рис.2.

На 6-м телескопе спектры получены со спектрографом первичного фокуса LSS (Long Slit Spectrograph) [8] в комбинации с ПЗС-матрицей 1024x1024. Регистрировался спектральный диапазон длин волн $\lambda 3550 - 8300\text{\AA}$ с

разрешением примерно 15\AA .

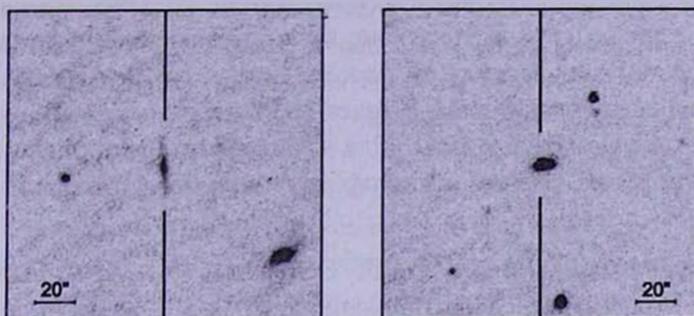


Рис.2. Прямые снимки галактик SBS 1223+533 и SBS 1232+549, полученные с 2.6-м телескопом БАО, с указанием положения щели при получении спектра.

Журнал наблюдений объектов приводится в табл. 1.

Таблица 1

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ

SBS-название объекта	R.A	Decl.	<i>m</i>	Дата наблюдений	Спектр. аппаратура	Эксп. (с.)
	(2000)					
1208+550	12 11 03.5	+54 46 60	18	99-03-09	ByuFOSC	7200
1211+542a	12 13 37.3	+54 00 58	18	99-03-09	ByuFOSC	2400
1211+542	12 13 42.4	+54 01 03	17.5	99-03-09	ByuFOSC	4800
				99-03-27	LSS	900
1211+559	12 14 10.8	+55 41 01	19	99-03-11	ByuFOSC	3600
				99-03-12	ByuFOSC	3600
				99-05-11	ByuFOSC	3600
1212+536	12 14 37.9	+53 20 59	18	99-03-12	ByuFOSC	3600
1215+565	12 17 49.6	+56 14 42	18	99-03-12	ByuFOSC	3600
1216+550B	12 19 02.1	+54 48 51	18.5	99-03-12	ByuFOSC	3600
1218+551A	12 20 32.6	+54 53 58	18	99-03-13	ByuFOSC	3600
1219+559	12 21 29.1	+55 38 21	18.5	99-03-12	ByuFOSC	3600
1219+560	12 21 39.6	+55 48 13	19	99-03-12	ByuFOSC	3600
1219+571	12 21 41.5	+56 49 45	18	99-03-13	ByuFOSC	3600
1219+551B	12 21 56.2	+54 50 11	17.5	99-03-13	ByuFOSC	3600
1219+558	12 22 06.1	+55 35 30	18	99-03-13	ByuFOSC	2800
1220+553	12 22 39.6	+55 04 56	16	99-03-11	ByuFOSC	3600
1220+558	12 22 43.7	+55 35 41	18	99-03-13	ByuFOSC	3600
1220+552	12 23 14.7	+54 58 02	17	99-03-14	ByuFOSC	2400
1222+567	12 24 50.9	+56 28 02	18	99-03-14	ByuFOSC	3600
1223+533B	12 25 54.5	+53 03 29	18	99-03-14	ByuFOSC	3600
1223+557	12 26 03.4	+55 30 42	17	99-04-24	LSS	1200
1224+536	12 27 11.2	+53 24 10	17.5	99-03-14	ByuFOSC	3600
1225+539	12 28 21.5	+53 37 28	17.5	99-04-24	LSS	600
1227+532	12 30 07.9	+52 57 07	18.5	99-03-14	ByuFOSC	3600
1227+563	12 30 07.3	+56 05 14	19.5	99-03-13	ByuFOSC	3600
1228+572	12 31 18.6	+56 57 58	18	99-03-14	ByuFOSC	3600
1229+538	12 31 42.0	+53 36 53	17.5	99-04-24	LSS	600
1232+549	12 34 49.6	+54 41 49	19	99-03-14	ByuFOSC	3600
1233+552	12 36 16.7	+55 01 26	18.5	99-04-24	LSS	600
1236+569	12 39 10.2	+56 40 16	17	99-03-13	ByuFOSC	1800

Редукция полученного спектрального материала проводилась с помощью системы обработки астрономических данных MIDAS. Проводились стандартные процедуры, включающие вычитание электронного смещения (bias subtraction), коррекцию за плоское поле, калибровку по длинам волн и калибровку по потокам. В качестве стандарта на обоих телескопах использовалась He-Ne-Ag лампа. Для калибровки спектров по потокам использовались наблюдения спектрофотометрических стандартов Feige 34 и HZ 44 [9].

3. *Результаты наблюдений.* Основные результаты наблюдений приводятся в табл.2, в столбцах которой даны: 1) SBS-название галактики; 2) значение красного смещения; 3) абсолютная звездная величина, при значении постоянной Хаббла $H=75 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$; 4) оценка типа активности по выявляемым спектральным линиям, при следующих обозначениях: LINER- (Low Ionization Narrow Emission Regions) - галактика с ядерными областями эмиссии низкой ионизации; HII - галактика с очагами звездообразования в различных стадиях активности; Norm - галактики, в спектрах которых эмиссия проявляется лишь малоинтенсивной блендой с H_{α} ($EW < 5 \text{ \AA}$), при наличии абсорбций; Abs - галактики с четко выраженным абсорбционным спектром, без каких-либо эмиссий. Двоеточие к обозначению добавляется, если тип объекта будет уточняться.

Таблица 2

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ГАЛАКТИК

SBS-название	z	M	Тип	SBS-название	Z	M	Тип
1208+550	.118	-20.6	HII	1220+558	.151	-21.2	Norm:
1211+542a	.047	-18.6	LINER:	1220+552	.033	-18.9	HII
1211+542	.048	-19.2	HII	1222+567	.066	-19.4	HII
1211+559	.099	-19.3	Abs	1223+533B	.035	-18.0	HII
1212+536	.026	-17.4	HII	1223+557	.031	-18.7	HII
1215+565	.016	-16.3	LINER:	1224+536	.046	-19.1	HII
1216+550B	.053	-18.4	HII	1225+539	.035	-18.5	HII
1218+551A	.031	-17.7	HII	1227+532	.083	-19.4	HII:
1219+559	.031	-17.2	HII	1227+563	.015	-14.7	HII
1219+560	.044	-17.5	HII	1228+572	.016	-16.3	HII
1219+571	.016	-16.3	HII	1229+538	.065	-19.8	HII
1219+551B	.033	-18.4	HII	1232+549	.081	-18.8	Norm:
1219+558	.031	-17.7	HII	1233+552	.066	-18.9	HII
1220+553	.036	-20.1	HII	1236+569	.015	-17.2	HII

Бальмеровская линия водорода H_{α} у всех наблюдавшихся объектов проявляется в эмиссии, кроме SBS1211+559, который классифицирован как абсорбционная галактика. В диапазон спектров, полученных с 6-м телескопом, наряду с областью бленды H_{α} - [NII] $\lambda 6584 \text{ \AA}$ попадает и область H_{β} - [OIII] $\lambda 5007 \text{ \AA}$, что позволяет использовать для классификации

двумерные диаграммы [10].

Из наблюдавшихся с 2.6-м телескопом галактик, только у SBS1208+550, с $z=0.118$, видны H_{α} и H_{β} . В остальных случаях, когда $z < 0.08$, H_{β} оказывается вне диапазона. Тип активности этих объектов оценивался с учетом отношения $[NII]\lambda 6584/H_{\alpha}$, наличия других линий, в частности, кислорода $[OI]\lambda 6300\text{\AA}$, $[OIII]\lambda 5007\text{\AA}$, их эквивалентной ширины и других параметров. В частности, SBS1215+565 и SBS1211+542a, классифицированные только по значению отношения $[NII]\lambda 6584/H_{\alpha} > 0.7$, являются одномерными LINER [11]. Отметим, что включенная в список под названием SBS1211+542a галактика, первоначально не входила в список объектов SBS.

Спектры, полученные для большинства галактик, приводятся в конце статьи.

Большинство галактик, классифицированных как NII (см. табл.2), по схеме Терлевича [12], находятся в ранней континуальной фазе звездообразования. Из них SBS1219+571, SBS1227+563, SBS1228+572, по компактности и абсолютной светимости, могут быть отнесены к классу BCG (Blue Compact Galaxies) - голубым компактными галактикам.

Спектр галактики SBS1223+533, вытянутой вдоль щели (рис.2), позволяет выявить два сгущения, расположенных южнее центрального, которые, в отличие от центрального, излучают только в линии H_{α} , указывая на различие химического состава. Дисперсия лучевых скоростей, определенных для самого южного сгущения и северного края галактики составляет ~ 380 км/с, указывая на вращение системы.

4. Пространственное распределение галактик выборки.

В качестве одного из основных результатов, полученных завершением последующей щелевой спектроскопии выборки SBS галактик в шестой избранной площадке обзора, на рис.3а приводится гистограмма с распределением красных смещений объектов выборки. Галактики, оказавшиеся абсорбционными, исключены из конечной выборки. Оставшиеся 69 объектов - это галактики с подтвержденной эмиссионной природой, 10% которых, являясь галактиками типа Sy, LINER, Composite

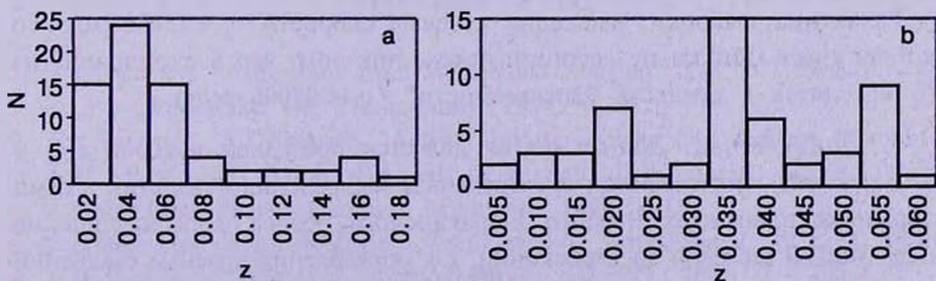


Рис.3. Распределение красных смещений SBS галактик в площадке обзора с центром $12^{\text{h}}22^{\text{m}}, +55^{\circ}$: а) для всей выборки, б) в интервале $0 < z < 0.06$.

[13], имеют признаки AGN, т.е. наличия активного галактического ядра.

Рис.3b более подробно показывает z -распределение галактик с $z \leq 0.06$, составляющих три четверти выборки (54 объекта). При значениях $z \sim 0.020, 0.035$ и 0.055 выделяются три пика, максимальный из которых соответствует $z \sim 0.035$. У 21 галактики, включая Mrk 1472, значения красных смещений находятся в диапазоне $0.03 < z < 0.04$ (данные для девяти из них впервые приводятся в табл.2 данной статьи).

Рис.4 иллюстрирует расположение галактик на небе, формирующих максимальный пик распределения ($0.03 < z < 0.04$), т.е. удаленных на расстояния 120-150 Мпк, при $H = 75 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$. Девять из них сгруппированы в пределах скопления Цвикки 1216.7+5542, контуры которого очерчены сплошной линией. Другая группа, которая прослеживается на склонениях 53° - 54° , не ассоциируется с известными формированиями.

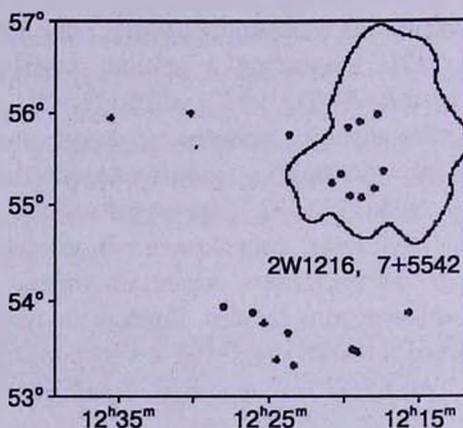


Рис.4. Распределение галактик из исследуемой выборки, расположенных на расстояниях 120-150 Мпс. Координаты соответствуют 1950г.

Всего скоплению Цвикки 1216.7+5542 принадлежат 13 галактик выборки SBS (включая 9 галактик, указанных на рис.4), при полноте исследуемой выборки, соответствующей $\sim 17^m.5$ [1]. Это единственное “близкое” ($v_r < 15000 \text{ км/с}$) скопление, из 25 скоплений Цвикки [14], расположенных в области исследуемой площадки, по удаленности наиболее соответствует диапазону лучевых скоростей галактик выборки.

Галактики выборки, имеющие лучевые скорости $v_r < 15000 \text{ км/с}$ со скоплениями Цвикки не ассоциируются, при том, что 8 скоплений (из 25) находятся в пределах “досягаемости” ($v_r < 45000 \text{ км/с}$).

5. *Заключение.* Данная статья является последней в серии ([4] и ссылки в ней), посвященной спектральным наблюдениям галактик в семи избранных площадках Второго Бюраканского обзора. Для завершения последующей щелевой спектроскопии, т.е. определения красных смещений и оценки типа активности SBS галактик в избранных площадках,

спектральные наблюдения 203 объектов проводились в 1996-2000гг. с 6-м телескопом САО РАН и с 2.6-м телескопом БАО.

Настоящей статьей мы приступаем к следующему этапу наших исследований галактик Второго Бюраканского спектрального обзора - анализу особенностей пространственного распределения галактик в избранных площадках и детальным исследованиям, в частности, 3D-спектроскопии отдельных, наиболее интересных объектов.

Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна,
Армения, e-mail: susanaha@bao.sci.am

INVESTIGATION OF GALAXIES OF THE SECOND BYURAKAN SURVEY. V. SPECTRAL OBSERVATIONS IN THE FIELD $12^{\text{h}}22^{\text{m}}$, $+55^{\circ}$

S.A.HAKOPIAN, S.K.BALAYAN

The results of observation of 28 galaxies, aimed to overhead the follow-up spectroscopy in the field of the Second Byurakan Sky Survey centered at $12^{\text{h}}22^{\text{m}}$, $+55^{\circ}$ are reported. Spectra were obtained with the 2.6-m telescope of the Byurakan Observatory and the 6-m telescope of SAO RAS. The redshifts, corresponding absolute magnitudes and activity type for all observed galaxies are determined. Preliminary analysis of space distribution of all galaxies of the sample is given.

Key words: *galaxies:spectra* - *galaxies:active*

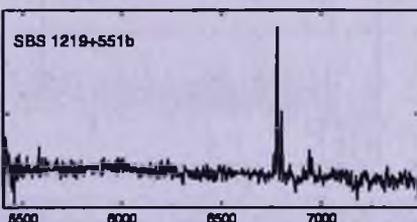
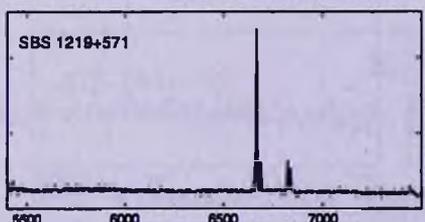
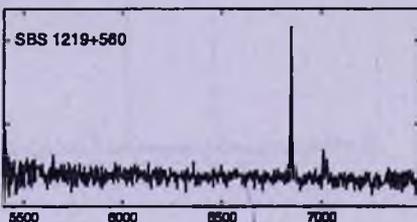
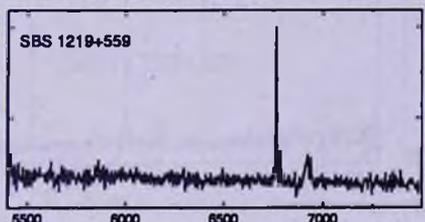
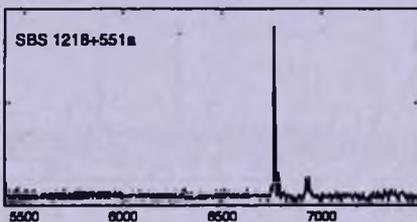
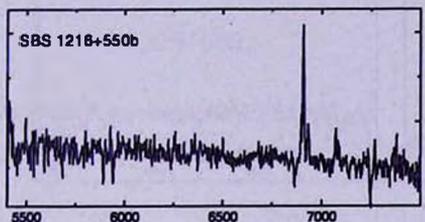
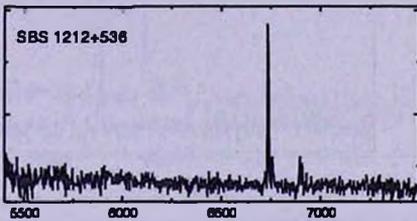
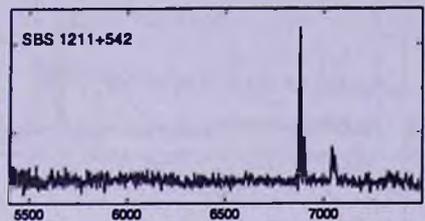
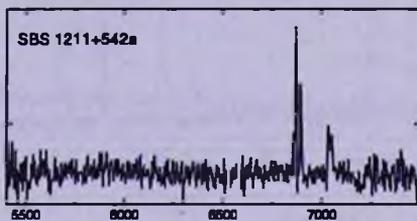
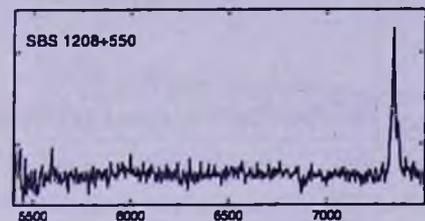
ЛИТЕРАТУРА

1. J.A.Stepanian, "Astronomy from Wide-Field Imaging", eds. H.T.MacGillivray et al., Dordrecht, The Netherlands, 1994, p.731.
2. S.A.Hakopian, S.K.Balayan, "Active Galactic Nuclei and Related Phenomena", Proc. IAU Symp. 194, eds. Y.Terzian, D.Weedman, E.Khachikian, Astron. Soc. Pacif., Chelsea, Michigan, 1999, p.162.
3. Б.Е.Маркарян, В.А.Липовецкий, Д.А.Степанян, *Астрофизика*, **20**, 213, 1984.
4. С.А.Акопян, С.К.Балаян, *Астрофизика*, **44**, 587, 2001.
5. Б.Е.Маркарян, Д.А.Степанян, Л.К.Ерастова, *Астрофизика*, **23**, 439, 1985.

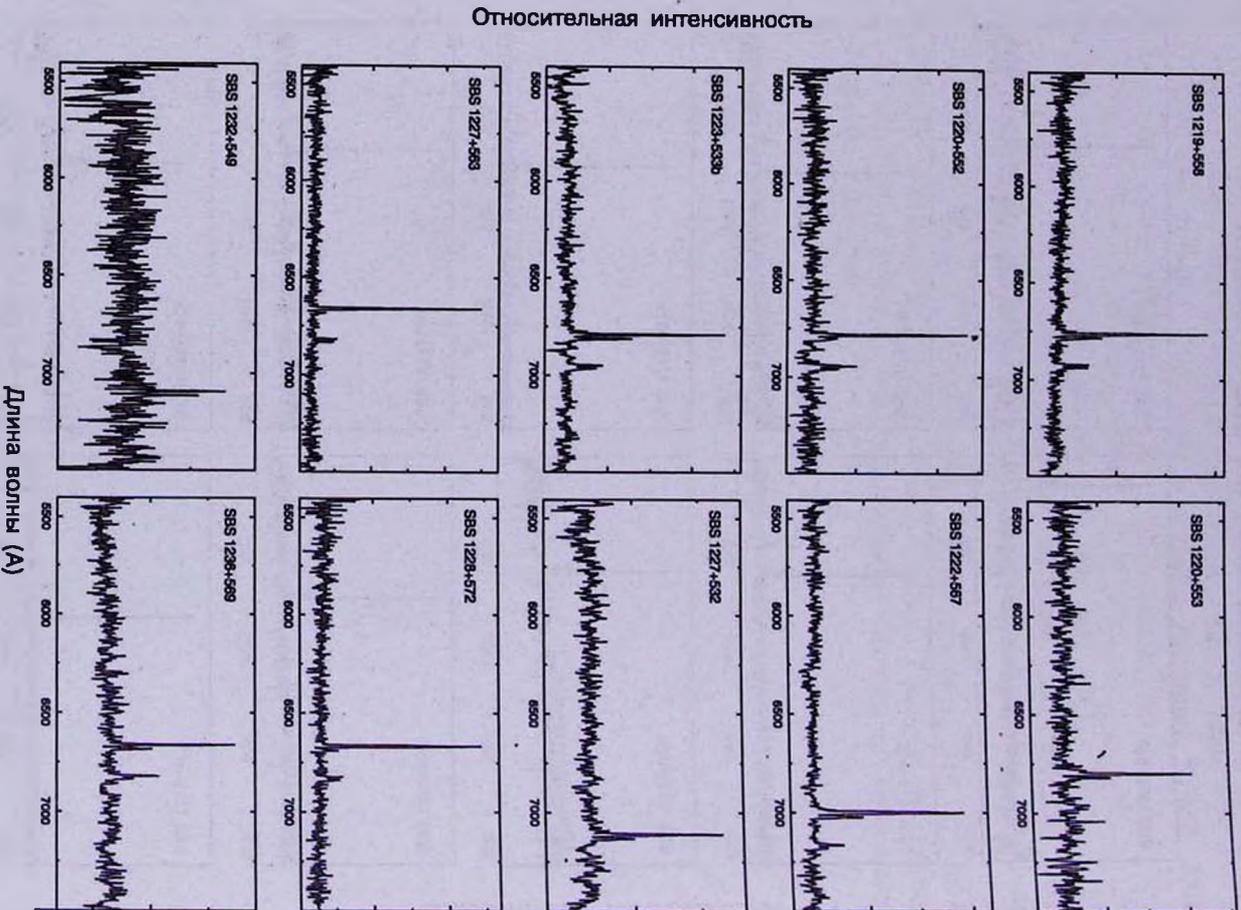
6. Б.Е.Маркарян, В.А.Липовецкий, Д.А.Степанян, Л.К.Ерастова, А.И.Шаповалова, Comm. Special Astrophysical Observ., 62, 5, 1989.
7. T.Movsessian, J.Boulesteix, J.-L.Gach et al, Baltic Astronomy, 9, 652, 2001.
8. <http://www.sao.ru/gafan/devices/LSS>.
9. B.Oke, Astron. J., 99, 1621, 1990.
10. S.Veilleux, D.E.Osterbrock, Astrophys. J., 63, 295, 1987.
11. A.V.Fillipenko, W.L.W.Sargent, Astrophys. J. Suppl. Ser., 57, 503, 1985.
12. R.Terlevich, Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica (Serie de Conferencias), 6, 1, 1997.
13. P.Veron, A.C.Goncalves, M.P.Veron-Cetty, Astron. Astrophys., 319, 52, 1997.
14. F.Zwicky, P.Wild, E.Herzog, M.Karpowicz, C.Kowal, Catalogue of Galaxies and Clusters of Galaxies, vol.I-VI, California Institute of Technology, Pasadena, 1961-1968.

Шелевые спектры SBS - галактик

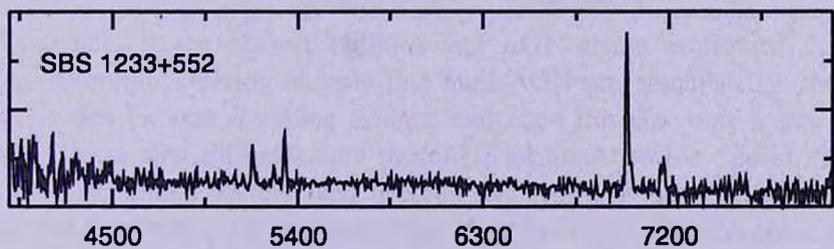
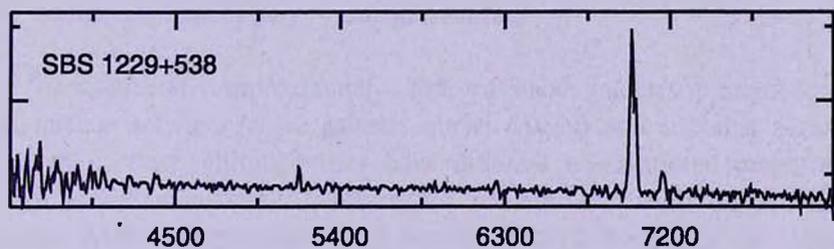
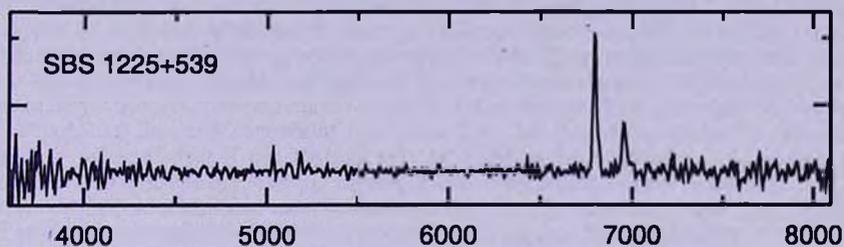
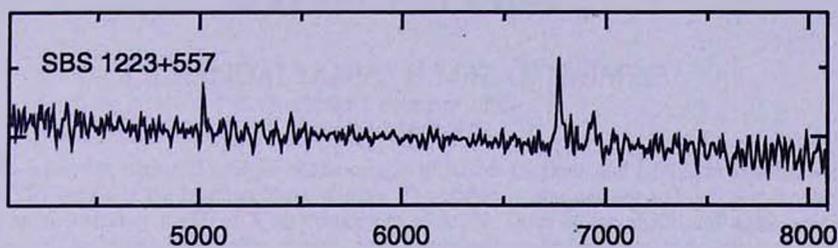
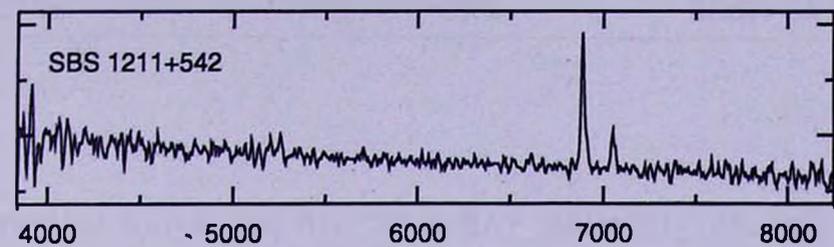
Относительная интенсивность



Длина волны (А)



Относительная интенсивность



Длина волны (Å)