АСТРОФИЗИКА

ТОМ 46 МАЙ, 2003 ВЫПУСК 2

УДК: 524.74

СПЕКТРАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КРАТНЫХ IRAS - ГАЛАКТИК

А.М.МИКАЕЛЯН[1], Л.Р.ОГАНИСЯН[2], Л.А.САРГСЯН[1]

Поступила 26 июля 2002
Принята к печати 15 февраля 2003

Приводятся результаты спектральных наблюдений на 2.6-м телескопе БАО IRAS-галактик, отождествленных на основе Первого Бюраканского обзора (объектов BIG). Получены щелевые спектры для 16 объектов, включая компоненты 7 кратных систем и 2 отдельные галактики. Определены красные смещения, вычислены лучевые скорости, расстояния, абсолютные звездные величины, инфракрасные и далекие инфракрасные светимости, построена диагностическая диаграмма на основе отношений интенсивностей эмиссионных линий и определен тип активности объектов. Обнаружено 2 LINER-а, 5 галактик с составным спектром (Comp, из них 1 - с признаками Sy2) и 7 HII-областей. 2 объекта являются сверхсветимыми ИК-галактиками (ULIG). Показано, что все без исключения кратные системы являются физическими парами и группами. Полученная высокая ИК-светимость подтверждает мнение о том, что, по-видимому, явление ULIG/HLIG связано с взаимодействиями галактик.

1. *Введение.* Инфракрасные галактики были обнаружены спутником IRAS [1] и стали интенсивно изучаться как наземными, так и орбитальными телескопами во всех спектральных диапазонах. Их ИК-излучение, которое в 10-100 раз превышает оптическое излучение галактик, является результатом переработки коротковолнового спектра пылью, однако до сих пор не ясны механизмы и причины столь мощного ИК-излучения. Последние работы (напр., [2]) свидетельствуют о том, что наиболее мощные ИК-галактики являются взаимодействующими парами (или группами) и мерджерами. С другой стороны, статистика показывает [3], что у наиболее мощных ИК-галактик (т.н. LIG, ULIG и HLIG [4]) должно быть активное ядро. Во всех ИК-галактиках идет интенсивный процесс звездообразования, которое обусловлено либо активным ядром, либо взаимодействиями, либо каким-нибудь третьим механизмом (сверхновые и т.п.). Особенно интересно, когда во взаимодействующих системах обнаруживаются AGN: является ли AGN следствием взаимодействия или, наоборот, взаимодействие (кратность) обуславливается активным ядром, и которое из этих явлений играет главную роль в ИК-излучении? Таким образом, наибольший интерес представляют взаимодействующие системы, отождествленные с ИК-источниками и содержащие AGN. В них можно изучить взаимоотношение трех важных явлений - AGN, взаимодействий и звездообразования.

Объекты BIG (Byurakan-IRAS Galaxies) были выявлены путем оптических отождествлений точечных источников IRAS на основе низкодисперсионных

спектров Первого Бюраканского обзора (FBS) [5], прямых изображений Оцифрованного обзора неба (DSS) [6], ИК-цветов и др. данных [7]. Всего отождествлено 1577 новых IRAS-источников, из них 1278 - с внегалактическими объектами [8]. Среди них отдельную подгруппу составляют кратные галактики и группы, причем в ряде случаев невозможно уверенно определить тот компонент, который в отдельности может быть ответственен за ИК-излучение. В данной работе приводятся результаты спектральных наблюдений 14 объектов, составляющих 7 кратных галактических систем, а также 2 отдельных галактик, отождествленных с точечными IRAS-источниками. Спектральные наблюдения объектов BIG, в т.ч. ряда кратных галактик, ранее проводились на 6-м телескопе Специальной астрофизической обсерватории (САО) РАН и публиковались в работах [9] и [10].

2. *Наблюдения и обработка*. Наблюдения проводились 18-22 февраля 2002г. на 2.6-м телескопе Бюраканской астрофизической обсерватории (БАО) с помощью спектральной камеры SCORPIO, установленной в первичном фокусе. Поле зрения спектрографа - 14'x14', размер щели - 2"x14'. Щель спектрографа неподвижна и установлена в направлении восток-запад. Использовалась "зеленая" гризма, дающая дисперсию в 1.6 Å/pix, а также CCD-матрица Loral размером 2048x2048 pix, размер пикселя - 15x15 мкм, масштаб изображения - 0".42/pix. В результате получался спектральный диапазон 3950-7200 ÅÅ и спектральное разрешение в 8 Å.

В табл.1 приводится журнал наблюдений. В последовательных столбцах даются: наблюдательные файлы, название объектов, компоненты, дата наблюдений, экспозиции и зенитное расстояние. Помимо перечисленных в табл.1 объектов, был проведен также и ряд вспомогательных экспозиций для исправления поля и чувствительности CCD и перехода на длины волны.

Обработка осуществлялась в пакете программ MIDAS. Использовалась программа "extbao", созданная одним из авторов (А.М.) на основе программы "extohp" для автоматической обработки спектров 1.93-м телескопа Обсерватории Верхнего Прованса, любезно предоставленной Верон-Сетти [11]. В программе осуществляется очистка космических частиц, вычитание фона неба, переход на длины волны, исправление спектра с помощью стандартной звезды. Для калибровки спектров по длинам волн использовалась лампа He-Ne-Ar. Для калибровки спектров по потокам наблюдалась спектрофотометрическая стандартная звезда Feige 34 [12].

В ходе анализа спектров отождествлялись все спектральные линии, измерялись их положения и красные смещения, полные ширины линий на уровне нулевой интенсивности (непрерывного спектра - FW0I), полные ширины линий на уровне половины интенсивности - FWHM, эквивалентные ширины - EW и интенсивности линий. Вычислены средние красные смещения отдельно по всем эмиссионным и по всем абсорбционным

Таблица 1

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ НА 2.6-м ТЕЛЕСКОПЕ БАО
18-20 ФЕВРАЛЯ 2002г.

Файл	Объект	Комп.	Дата наблюдения	Экспозиция	z
SC051001	IRAS 06584+6716	a	18.02.2002	20^m	27.9
SC051002	IRAS 06584+6716	a	18.02.2002	20	27.2
SC051003	IRAS 06584+6716	b	18.02.2002	40	27.0
SC051004	IRAS 09427+7528		18.02.2002	40	35.8
SC051005	IRAS 10045+7502	b	19.02.2002	20	34.7
SC051007	IRAS 11067+7024	a, b	19.02.2002	30	30.2
SC051008	IRAS 12120+6838	a, c	19.02.2002	30	28.4
SC051009	IRAS 12120+6838	b	19.02.2002	20	30.0
SC051010	IRAS 12120+6838	dir.	19.02.2002	1	30.9
SC051011	IRAS 12120+6838	dir.	19.02.2002	3	31.3
SC051012	IRAS 14574+7641	a	19.02.2002	30	36.5
SC052003	IRAS 10361+7952	b	20.02.2002	20	39.6
SC052004	IRAS 10361+7952	a	20.02.2002	20	40.0
SC052005	IRAS 12138+7537	a	20.02.2002	30	35.0
SC052006	IRAS 12138+7537	b	20.02.2002	30	36.0
SC052007	IRAS 12138+7537	c	20.02.2002	30	37.0
SC052008	IRAS 14458+7926		20.02.2002	30	39.1

линиям для каждого объекта. На основе средних красных смещений эмиссионных линий были вычислены лучевые скорости, расстояния, абсолютные звездные величины, инфракрасные (в диапазоне 8-1000 мкм, L_{IR}) и далекие инфракрасные (в диапазоне 40-500 мкм, L_{FIR}) светимости для всех объектов. L_{IR} и L_{FIR} вычислены согласно формулам [13]:

$$L_{IR}(L_\odot) = 5.6 \cdot 10^5 R^2 (13.56 f_{12} + 5.26 f_{25} + 2.54 f_{60} + f_{100}),$$

$$L_{FIR}(L_\odot) = 5.6 \cdot 10^5 R^2 (2.58 f_{60} + f_{100}),$$

где R - расстояния объектов в Мпк при $H = 100$ км/с · Мпк, а f_{12}, f_{25}, f_{60} и f_{100} - ИК-потоки соответственно в диапазонах 12, 25, 60 и 100 мкм.

На рис.1 приводятся прямые (голубые) изображения DSS2 кратных BIG-объектов, а на рис.2 - прямое изображение области IRAS 12120+6838, полученное 19.02.2002г. на 2.6-м телескопе БАО для дальнейшего детального морфологического изучения этой системы.

3. *Результаты наблюдений.* В конце статьи приведены щелевые спектры всех 16 галактик, полученные на 2.6-м телескопе БАО. Детальное описание спектров и другие характеристики исследуемых объектов приводятся в следующем разделе.

В табл.2 приводятся наблюдательные характеристики 15 IRAS-галактик, исследованных в данной работе. В последовательных столбцах даны: названия объектов; видимые звездные величины; красные смещения, определенные

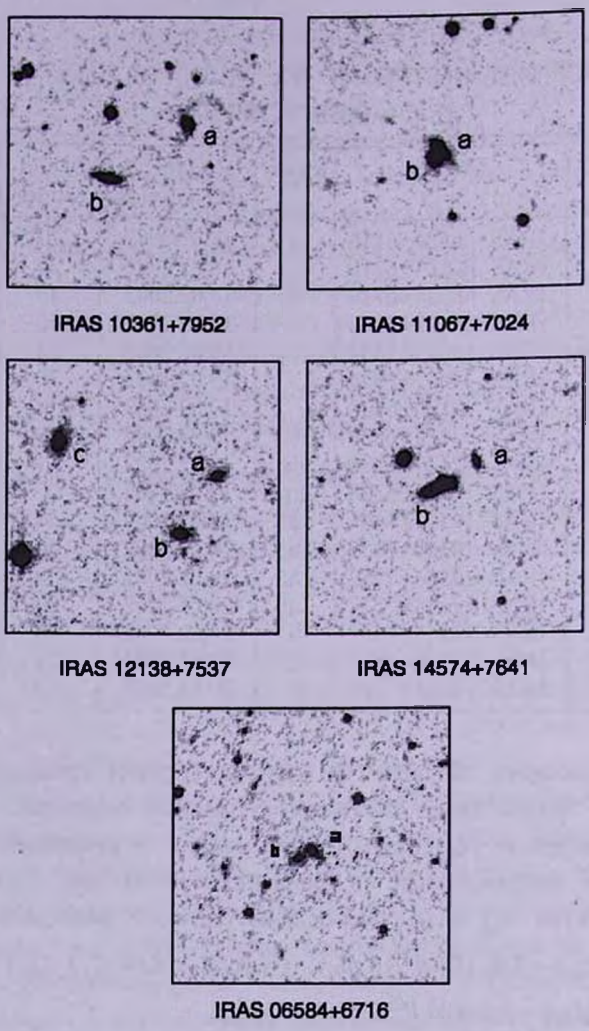


Рис.1. Изображения 5 взаимодействующих галактик IRAS из DSS2 (север сверху, восток слева, размеры 3' x 3').

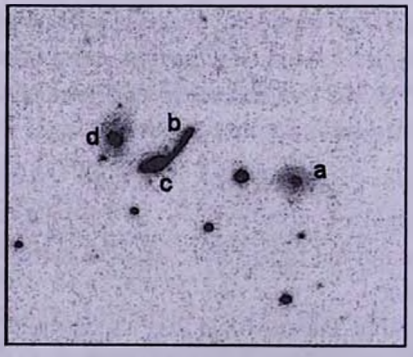


Рис.2. Изображения взаимодействующей галактики IRAS 12120+6838, полученное на 2.6- м телескопе БАО 18.02.2002г. (север сверху, восток слева, размеры 4' x 4').

по эмиссионным линиям (z_{em}), и их среднеквадратичные ошибки; красные смещения, определенные по абсорбционным линиям (z_{abs}), и их среднеквадратичные ошибки; лучевые скорости (v_r), определенные по эмиссионным z, и их среднеквадратичные ошибки; соответствующие расстояния объектов, вычисленные при $H = 100$ км/с · Мпк; абсолютные звездные величины (M_v); инфракрасные (L_{IR}) и далекие инфракрасные (L_{FIR}) светимости в единицах светимостей Солнца; тип активности объектов (":" обозначает объекты с неуверенной классификацией). Звездные величины для IRAS 10361+7952a и IRAS 12138+7537a взяты из [14].

На основе отношений интенсивностей эмиссионных линий построены диагностические диаграммы [15] и выполнена классификация объектов

Таблица2

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 16 ГАЛАКТИК - ОПТИЧЕСКИХ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЙ IRAS-ИСТОЧНИКОВ

Объект IRAS	m_v	z_{em}	$\sigma(z_{em})$	z_{abs}	V_r км/с	$\sigma(V_R)$ км/с	R $H=100$ Мрс	M_v	$L_{IR}/L_\odot$	$L_{FIR}/L_\odot$	Type
06584+6716a	17.0	0.0734	0.0009	0.0751	21214	270	212	-19.6	2.0E+12	8.7E+11	Comp:
06584+6716b	17.9	0.0710:			20546		205	-18.7	1.9E+12	8.2E+11	?
09427+7528	17.6	0.1099	0.0011	0.1092	31168	330	312	-19.9	4.3E+12	1.8E+12	HII:
10045+7502b	16.0	0.0481	0.0008	0.0482	14083	240	141	-19.7	1.0E+12	2.3E+11	LINER
10361+7952a	15.87	0.0388	0.0010	0.0398	11414	300	114	-19.4	1.0E+12	2.6E+11	HII
10361+7952b	15.5	0.0394	0.0014	0.0397	11587	420	116	-19.8	1.0E+12	2.7E+11	HII/Comp:
11067+7024a	15.5	0.0389	0.0010	0.0402	11443	300	114	-19.8	7.9E+11	4.8E+11	HII/Comp:
11067+7024b	16.0	0.0389	0.0006		11443	180	114	-19.3	7.9E+11	4.8E+11	HII
12120+6838a	15.8	0.0581	0.0005	0.0583	16924	150	169	-20.3	3.0E+12	2.2E+12	HII
12120+6838b	16.2	0.0604	0.0017	0.0592	17574	510	176	-20.0	3.2E+12	2.4E+12	HII
12120+6838c	15.6	0.0597	0.0003	0.0599	17376	90	174	-20.6	3.1E+12	2.3E+12	Comp:
12138+7537a	16.89	0.0497	0.0007	0.0496	14540	210	145	-18.9	1.0E+12	2.6E+11	HII
12138+7537b	15.5	0.0468	0.0001	0.0508	13712	30	137	-20.2	9.0E+11	2.3E+11	Em
12138+7537c	16.5	0.0525	0.0007	0.0476	15337	210	153	-19.4	1.1E+12	2.9E+11	LINER
14458+7926	16.5	0.0316	0.0012	0.0324	9330	360	93	-18.3	3.6E+11	9.9E+10	Sy2:/Comp
14574+7641a	16.5	0.0446	0.0005		13082	150	131	-19.1	7.2E+11	2.7E+11	НП

по типам активности HII, LINER, Sy2 и Comp. Тип LINER обозначает ядерные эмиссионные области низкой ионизации [16]. Последний тип (Composite) обозначает объекты, у которых наблюдается составной спектр, состоящий одновременно из активного ядра (напр., Sy2) и околоядерной области звездообразования [17]. Тип "Em" относится к спектру с признаками эмиссии без возможности более точного определения класса объекта. Спектр объекта IRAS 06584+6716b имеет большие шумы и его класс активности невозможно определить.

Диагностическая диаграмма приводится на рис.3. Из-за низкого спектрального разрешения в красной области спектра, отношение [NII]

λ6584/Hα почти во всех случаях невозможно определить, поэтому диагностическая диаграмма построена только на основе отношений интенсивностей эмиссионных линий [OIII] λ5007/Hβ и [OI] λ6300/Hα. Области для типов активности HII, LINER и Sy2 взяты из работы [18].

В табл.3 приводятся параметры эмиссионных линий 15 исследуемых IRAS-галактик, для которых получены спектры со сравнительно высоким

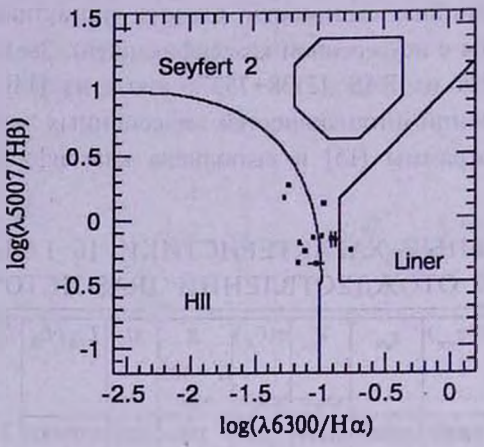


Рис.3. Диагностическая диаграмма для 12 галактик IRAS, построенная на основе отношений интенсивностей эмиссионных линий [OIII] λ5007/Hβ и [OI] λ6300/Hα. Квадраты с линиями изображают неопределенные значения соответствующих отношений.

S/N. В последовательных столбцах приводятся: название объектов, FWOI, FWHM и EW для спектральных линий HeII λ4686, Hβ, [OIII] λ4959, λ5007, HeI λ5876, [OI] λ6300, λ6363, Hα + [NII]λλ 6548/6584 и [SII] λλ 6717/6731.

4. *Описание отдельных галактик.* IRAS 06584+6716ab = BIG 218 [19]. Является одновременно источником IRAS FSC [20] и NVSS [21]. Компоненты "a" и "b" находятся в непосредственной близости и расположены перпендикулярно друг к другу, что указывает на их сильное взаимодействие. В спектре компонента "a" наблюдаются эмиссионные линии HeII λ4686, Hβ, HeI λ5876, [OI] λλ 6300/6363, Hα + [NII]λλ 6548/6584, и [SII] λλ 6717/6731, а также абсорбционные линии MgI λ5180, NaI λ5890. Непрерывный спектр практически отсутствует. Спектр компонента "b" имеет большие шумы и не поддается классификации. По отношению интенсивностей линий ($\log[OI]\lambda6300/H\alpha = -0.88$) объект можно, по-видимому, классифицировать как Comp. Отношение log[OIII]λ5007/Hβ невозможно определить. Значения красных смещений компонентов примерно одинаковы (относительная скорость компонентов составляет 668 км/с).

IRAS 09427+7528. В спектре наблюдаются эмиссионные линии Hγ + [OIII]λ4363, Hβ, [OIII] 5007, [NII] λ5755, HeI λ5876 и Hα + [NII]

Таблица 3

ПАРАМЕТРЫ ЭМИССИОННЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ 15 IRAS-ГАЛАКТИК

Объект IRAS	HeII 4686			Hβ 4861			[OIII] 4959			[OIII] 5007			HeI 5876			[OI] 6300			[OI] 6363			Hα + [NII] 6548/6584			[SII] 6717/6731		
	FWOI	FWHM	EW	FWOI	FWHM	EW	FWOI	FWHM	EW	FWOI	FWHM	EW	FWOI	FWHM	EW	FWOI	FWHM	EW	FWOI	FWHM	EW	FWOI	FWHM	EW	FWOI	FWHM	EW
06584+6716a	24	13.2	3	24	16.1	5							26	12.9	2	31	19.9	3	28	19.5	3	85	36.2	72	48	25.8	16
09427+7528				23	16.0	7				19	13.9	2	34	22.0	3							84	40.0	109			
10045+7502b				23	11.0	2							18	9.4	1	36	27.1	2	27	22.9	1	77	44.1	18	44	32.0	3
10361+7952a				31	15.0	7	26	17.0	2	37	18.0	5	23	15.0	1	33	23.4	2	25	14.9	1	109	32.9	68	71	32.3	12
10361+7952b	35	18.9	2	32	20.4	3				32	15.0	2	19	14.0	0	32	20.5	1				112	48.6	47	88	28.7	11
11067+7024a				26	11.9	3	24	14.0	2	30	14.9	5	31	11.5	2	30	17.2	2	35	19.9	3	77	41.4	58	80	38.1	18
11067+7024b	21	14.7	1	50	17.9	23	42	17.2	10	47	16.3	31	32	19.3	5	32	17.6	3	22	13.8	2	82	32.8	153	64	41.3	33
12120+6838a				26	13.3	6	24	16.4	2	15	12.6	2	35	18.5	3	29	19.0	2				89	28.6	75	45	34.3	11
12120+6838b				35	13.1	4	40	20.1	2	46	16.2	4	25	20.0	1	27	16.0	1				114	39.7	79	81	30.1	14
12120+6838c				24	14.3	2							24	7.8	1	27	16.2	1				94	43.3	29	71	35.0	12
12138+7537a				25	13.5	3	29	11.6	2	20	12.6	2	26	20.6	1	28	17.3	2				77	33.9	52	66	39.3	16
12138+7537b				28	19.7	2																63	35.2	8	27	15.4	0
12138+7537c				35	15.8	10	22	11.0	2	24	11.9	4	27	19.5	2	34	16.7	3	29	18.9	2	104	29.3	55	69	36.3	23
14458+7926				22	15.0	2				41	21.7	4										60	35.2	11	51	23.5	5
14574+7641a	30	22.3	3	39	15.5	27	40	15.5	26	43	15.8	58	30	23.2	4	30	14.2	3				81	27.8	131	70	31.4	32

λλ 6548/6584, а также абсорбционные линии MgI λ5180 и NaI λ5890. Непрерывный спектр указывает на голубую галактику. По отношению интенсивностей линий ($\log[OIII]\lambda5007/H\beta = -0.35$) объект можно, по-видимому, классифицировать как область HII. Отношение $\log[OI]\lambda6300/H\alpha$ невозможно определить. По ИК-светимости классифицируется как ULIG (Ultra-Luminous Infrared Galaxy).

IRAS 10045+7502b. Компонент "b", по-видимому, является основным и ответственен за ИК-излучение. В спектре наблюдаются эмиссионные линии HeI λ5876, [OI] λλ 6300/6363, $H\alpha$ + [NII] λλ 6548/6584 и [SII] λλ 6717/6731, а также абсорбционные линии $H\beta$, MgI λ5180 и NaI λ5890. Непрерывный спектр указывает на красную галактику. Звездная составляющая очень значительна. Наблюдается также $H\alpha$ в абсорбции, которая раздваивает пик эмиссионной системы $H\alpha$ + [NII]. По отношению интенсивностей линий ($\log[OI]\lambda6300/H\alpha = -0.71$) объект классифицируется как возможный LINER. Отношение $\log[OIII]\lambda5007/H\beta$ невозможно определить.

IRAS 10361+7952ab = NPM1G + 79.0077 [14]. Является одновременно источником IRAS FSC [20] и NVSS [21]. В спектре компонента "a" наблюдаются эмиссионные линии $H\beta$, [OIII] λλ 4959/5007, HeI λ5876, [OI] λλ 6300/6363, $H\alpha$ + [NII] λλ 6548/6584 и [SII] λλ 6717/6731, а также абсорбционные линии MgI λ5180 и NaI λ5890. Наблюдается слабый непрерывный спектр. В спектре компонента "b" наблюдаются эмиссионные линии HeII λ4686, $H\beta$, [OIII] λ5007, HeI λ5876, [OI] λ6300, $H\alpha$ + [NII] λλ 6548/6584 и [SII] λλ 6717/6731, а также абсорбционные линии $H\beta$, MgI λ5180, NaI λ5890. Интенсивный непрерывный спектр указывает на красную галактику. Отношения интенсивностей линий у компонента "a": $\log[OI]\lambda6300/H\alpha = -1.11$, $\log[OIII]\lambda5007/H\beta = -0.25$, у компонента "b": $\log[OI]\lambda6300/H\alpha = -0.99$, $\log[OIII]\lambda5007/H\beta = -0.13$. По диагностическим диаграммам оба классифицируются как HII (компонент "b" может оказаться Comp:) (рис.3). Значения красных смещений компонентов примерно одинаковы (относительная скорость компонентов составляет 173 км/с).

IRAS 11067+7024ab. Является одновременно источником IRAS FSC [20] и NVSS [21]. Компоненты "a" и "b" находятся в непосредственной близости и сильно взаимодействуют. По-видимому, наблюдается сливающаяся система - "мерджер". Расположение щели спектрографа (запад-восток) позволило одновременно наблюдать компоненты "a" и "b". В спектре компонента "a" наблюдаются эмиссионные линии $H\beta$, [OIII] λλ 4959/5007, HeI λ5876, [OI] λλ 6300/6363, $H\alpha$ + [NII] λλ 6548/6584 и [SII] λλ 6717/6731, а также абсорбционные линии MgI λ5180 и NaI λ5890; компонента "b": эмиссионные линии HeII λ4686, $H\beta$, [OIII] λλ 4959/5007, HeI λ5876, [OI] λλ 6300/6363, $H\alpha$ + [NII] λλ 6548/6584 и [SII] λλ 6717/6731. В обоих компонентах, в особенности "b", отсутствует непрерывный спектр. Компонент "b" является

классической HII-областью. Отношения интенсивностей линий у компонента "a": $\log[OI]\lambda6300/H\alpha = -0.97$, $\log[OIII]\lambda5007/H\beta = 0.13$, у компонента "b": $\log[OI]\lambda6300/H\alpha = -1.28$, $\log[OIII]\lambda5007/H\beta = 0.18$. По диагностическим диаграммам оба классифицируются как HII (компонент "a" может оказаться Comp:). Значения красных смещений компонентов в точности одинаковы.

IRAS 12120+6838abc = BIG 284 [22] = CGCG 335-006 [23]. Группа из четырех, по-видимому взаимодействующих галактик. Компоненты "b" и "c" могут считаться слияющейся системой - "мерджером". В непосредственной близости находится и компонент "d". Расположение щели спектрографа (запад-восток) позволило одновременно наблюдать компоненты "a" и "c". В спектре компонента "a" наблюдаются эмиссионные линии Hβ, [OIII] λλ4959/5007, HeI λ5876, [OI] λ6300, Hα + [NII]λλ6548/6584 и [SII] λλ6717/6731, а также абсорбционные линии MgI λ5180 и NaI λ5890; компонента "b": эмиссионные линии Hβ, [OIII] λλ4959/5007, HeI λ5876, [OI] λ6300, Hα + [NII]λλ6548/6584 и [SII] λλ6717/6731, а также абсорбционные линии MgI λ5180 и NaI λ5890; компонента "c": эмиссионные линии Hβ, HeI λ5876, [OI] λ6300, Hα + [NII]λλ6548/6584 и [SII] λλ6717/6731, а также абсорбционные линии Hβ, MgI λ5180 и NaI λ5890. Непрерывный спектр указывает на голубую галактику в случае компонента "a", и на красные галактики в случае компонентов "b" и "c". В спектре компонента "c" наблюдается также Hα в абсорбции, которая наложена на эмиссионный пик системы линий Hα + [NII]. Отношения интенсивностей линий у компонента "a": $\log[OI]\lambda6300/H\alpha = -1.17$, $\log[OIII]\lambda5007/H\beta = -0.33$, у компонента "b": $\log[OI]\lambda6300/H\alpha = -1.16$, $\log[OIII]\lambda5007/H\beta = -0.18$. По диагностическим диаграммам оба классифицируются как HII. По отношению интенсивностей линий ($\log[OI]\lambda6300/H\alpha = -0.91$) компонент "c" можно, по-видимому, классифицировать как Comp. Отношение $\log[OIII]\lambda5007/H\beta$ невозможно определить. Значения красных смещений компонентов примерно одинаковы (скорости компонентов относительно скорости системы составляют -367 км/с для "a", +283 км/с для "b" и +85 км/с для "c"). По ИК-светимости все три компонента можно классифицировать как ULIG.

IRAS 12138+7537abc = NPM1G + 75.0070 [14]. Является одновременно источником IRAS FSC [20] и NVSS [21]. Компоненты "a" и "b" ближе находятся к центру ИК-координат и, по-видимому, ответственны за ИК-излучение. В непосредственной близости находятся и другие слабые галактики. В спектре компонента "a" наблюдаются эмиссионные линии Hβ, [OIII] λλ4959/5007, HeI λ5876, [OI] λ6300, Hα + [NII]λλ6548/6584 и [SII] λλ6717/6731, а также абсорбционные линии MgI λ5180 и NaI λ5890; компонента "b": эмиссионные линии Hα + [NII]λλ6548/6584 и [SII] λλ6717/6731, а также абсорбционные линии Hβ и MgI λ5180; компонента "c": эмиссионные линии Hβ, [OIII] λλ4959/5007, HeI λ5876, [FeVII]

λ6087, [OI] λλ 6300/6363, Hα + [NII]λλ 6548/6584 и [SII] λλ 6717/6731, а также абсорбционные линии MgI λ5180 и NaI λ5890. Непрерывный спектр указывает на красные галактики в случае компонентов "a" и "b": в последнем случае звездная составляющая очень значительна. В спектре компонента "c" непрерывный спектр практически отсутствует. Отношения интенсивностей линий у компонента "a": log[OI]λ6300/Hα = –1.05, log[OIII]λ5007/Hβ = –0.14, у компонента "c": log[OI]λ6300/Hα = –0.76, log[OIII]λ5007/Hβ = –0.23. По диагностическим диаграммам "a" классифицируется как HII, а "c" - как LINER. Отношения интенсивностей эмиссионных линий для компонента "b" невозможно определить. Объект классифицирован как эмиссионная галактика (Em). Значения красных смещений компонентов примерно одинаковы (скорости компонентов относительно скорости системы составляют +10 км/с для "a", -818 км/с для "b" и +707 км/с для "c").

IRAS 14458+7926 = FGC 1812 [24]. В спектре наблюдаются эмиссионные линии [OIII] λ5007, Hα + [NII]λλ 6548/6584 и [SII] λλ 6717/6731, а также абсорбционные линии Hβ и NaI λ5890. Непрерывный спектр очень интенсивный и указывает на красную галактику. Строго говоря, отношения эмиссионных линий невозможно определить из-за больших шумов, однако в системе линий Hα + [NII] заметен сильный пик [NII] λ6584, что указывает на галактику типа Sy2. В пользу Sy2 говорит также относительно большое значение полуширины линии [OIII] λ5007 (ок. 1300 км/с). С другой стороны, линия Hβ находится в абсорбции, что указывает на богатое звездное население вокруг ядра. Таким образом, эту галактику в целом можно классифицировать как Comp с признаками ядра Sy2.

IRAS 14574+7641a. Является одновременно источником IRAS FSC [20] и NVSS [21]. Компонент "a" ярче и, по-видимому, ответственен за ИК-излучение. В спектре наблюдаются эмиссионные линии HeII λ4686, Hβ, [OIII] λλ 4959/5007, HeI λ5876, [FeVII] λ6087, [OI] λ6300, Hα + [NII]λλ 6548/6584 и [SII] λλ 6717/6731. Непрерывный спектр отсутствует, что является признаком классической HII-области. Отношения интенсивностей линий: log[OI]λ6300/Hα = –1.24, log[OIII]λ5007/Hβ = 0.27. По диагностическим диаграммам классифицируется как HII.

5. *Заключение*. Наблюдения объектов BIG с целью проведения полного обзора красных смещений и их классификации проводятся на 2.6-м телескопе БАО НАН Армении, 6-м телескопе САО РАН и 1.93-м телескопе Обсерватории Верхнего Прованса (Франция). В данной работе проведены спектральные наблюдения на 2.6-м телескопе для 16 галактик, являющихся компонентами кратных систем, отождествленных с точечными источниками IRAS. Определены их красные смещения, вычислены лучевые скорости, расстояния, абсолютные звездные величины, инфракрасные и

далекие инфракрасные светимости, построена диагностическая диаграмма на основе отношений интенсивностей эмиссионных линий и определен тип активности объектов. Объекты имеют красные смещения в диапазоне $0.032 \div 0.11$, абсолютные звездные величины $-18^m.3 \div -20^m.6$, L_{IR} - в диапазоне $3.6 \cdot 10^{11} \div 4.3 \cdot 10^{12}$, L_{FIR} - в диапазоне $9.9 \cdot 10^{10} \div 2.4 \cdot 10^{12}$.

Обнаружены 2 LINER-а, 2 Comp, 1 Comp с признаками Sy2 (IRAS 14458+7926), 7 HII-областей и 2 галактики являются промежуточными между HII и Comp. IRAS 09427+7528 и один из компонентов IRAS 12120+6838 (скорее всего, "мерджер" b/c) являются сверхсветимыми ИК-галактиками (ULIG). Для интересной системы IRAS 12120+6838 получены также прямые изображения без фильтра с помощью той же камеры SCORPIO.

Разность лучевых скоростей компонентов свидетельствует о физической связи всех без исключения кратных систем. Полученная в среднем высокая ИК-светимость для всех объектов подтверждает мнение о том, что, по-видимому, явление ULIG связано с взаимодействиями галактик. Результаты данной работы подтвердили наличие интересных объектов среди галактик BIG.

Авторы благодарны К.С.Гигояну за помощь в осуществлении наблюдений на 2.6-м телескопе, М.П.Верон-Сетти за любезное предоставление программы "extohp", на основе которой создан пакет для обработки спектров БАО, и М.А.Казаряну за ряд полезных замечаний и советов, позволивших улучшить качество данной статьи.

[1] Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна, Армения, e-mail: aregmick@bao.sci.am
[2] Ереванский государственный университет, Армения

SPECTRAL INVESTIGATION OF MULTIPLE IRAS - GALAXIES

A.M.MICKAELIAN[1], L.R.HOVHANNISYAN[2], L.A.SARGSYAN[1]

The results of spectral observations at BAO 2.6-m telescope for IRAS galaxies identified on the basis of the First Byurakan Survey (BIG objects) are given. Slit spectra for 16 objects have been obtained, including components of 7 multiple systems and 2 individual galaxies. Redshifts have been measured, radial velocities, distances, absolute magnitudes, infrared luminosities and far infrared luminosities have been derived, diagnostic diagram has been constructed on the basis of emission-line intensities ratios and the activity type of objects has been determined. 2 LINERs, 5 composite spectrum galaxies (Comp,

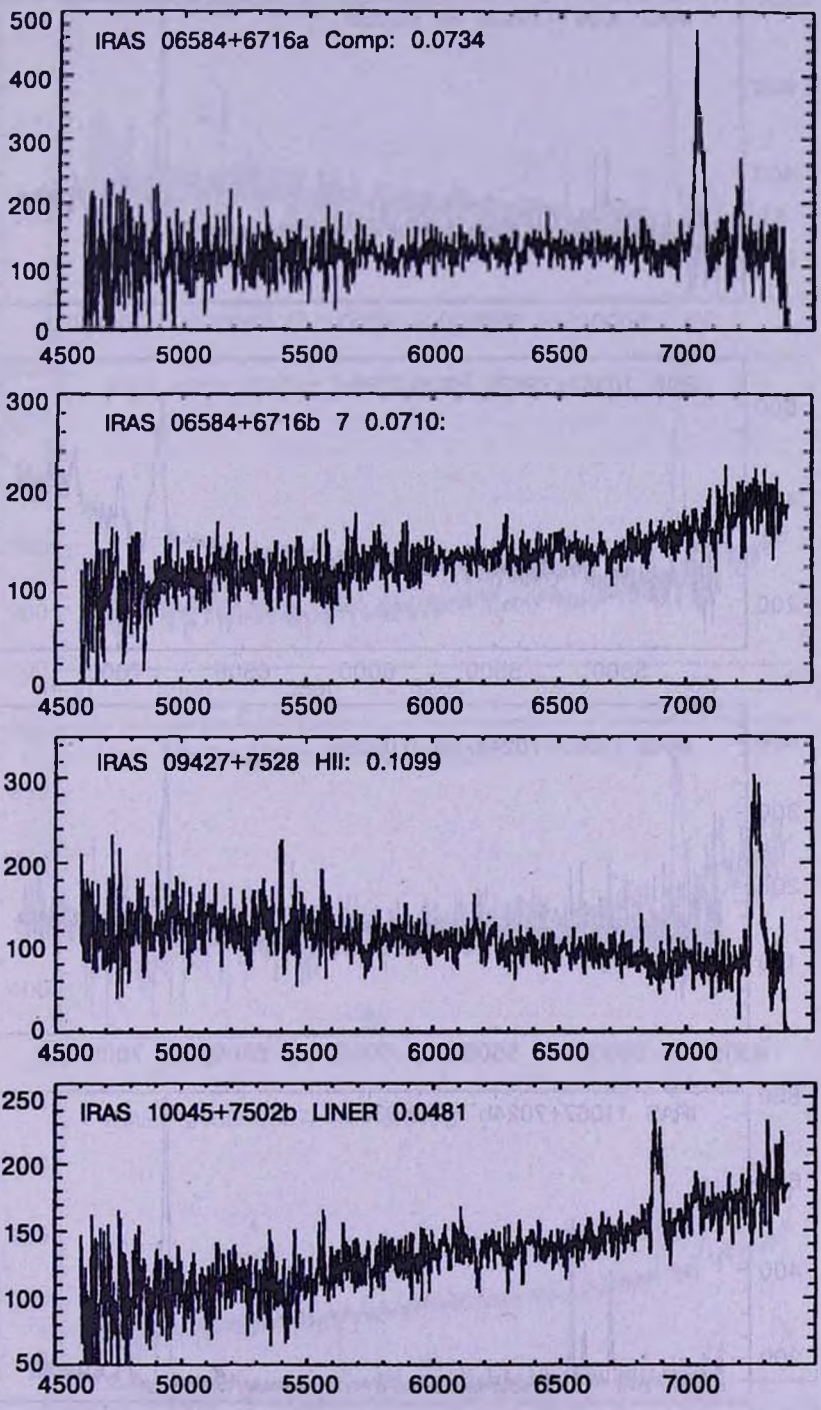
including 1 with Sy2 features) and 7 HII regions have been revealed. 2 objects are ultraluminous infrared galaxies (ULIG). It is shown that without any exception all multiple systems are physical pairs and groups. Obtained high IR luminosity confirms opinion that perhaps the ULIG/HLIG phenomenon is connected with galaxy interactions.

Key words: *Galaxies:peculiar - galaxies:spectra*

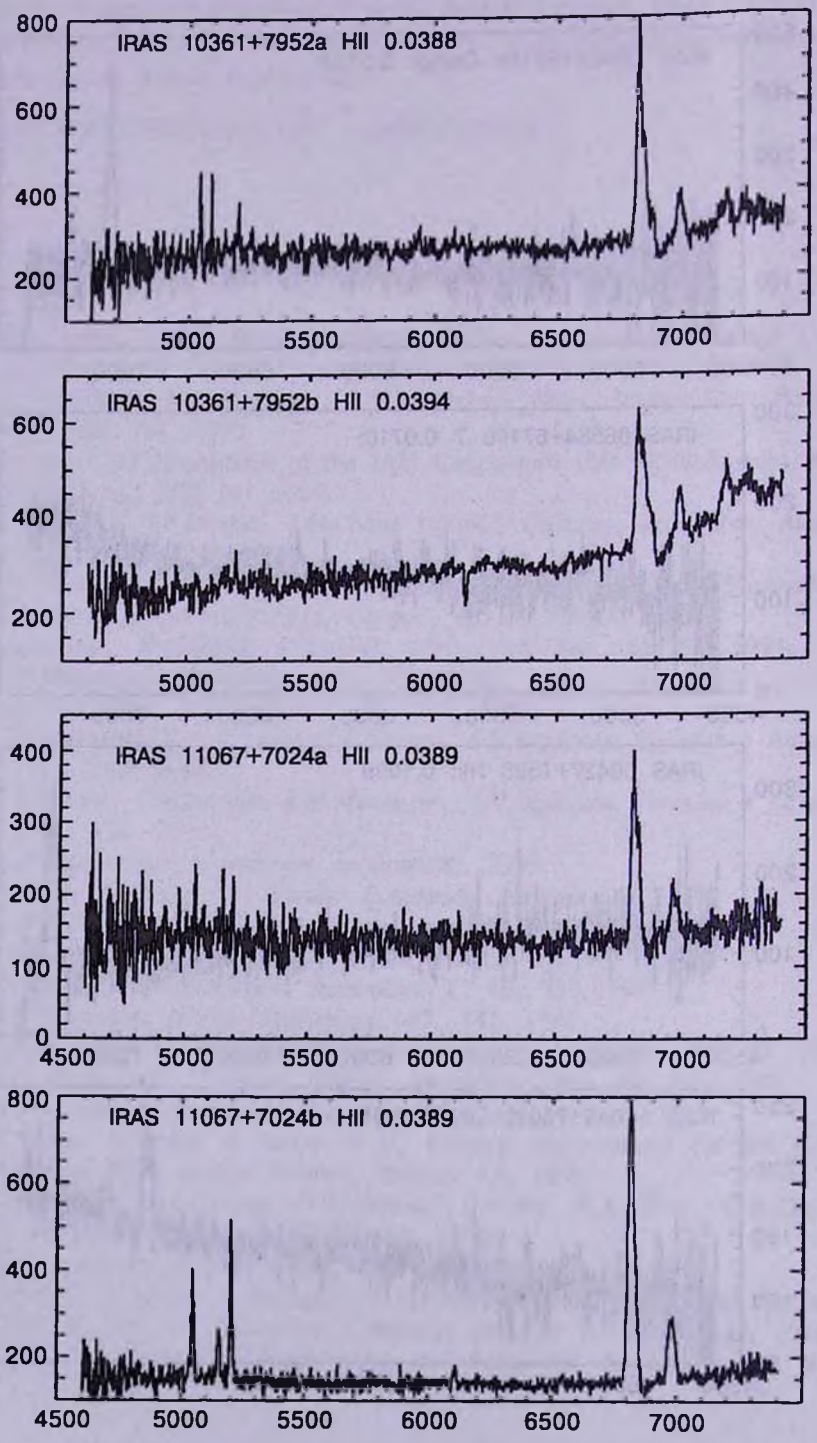
ЛИТЕРАТУРА

1. Joint IRAS Science Working Group. Infrared Astronomical Satellite Catalogs, The Point Source Catalog, Version 2.0, NASA RP-1190, 1988.
2. *D.L.Clements, W.J.Saunders, R.G.McMahon*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., **302**, 391, 1999.
3. *S.Veilleux*, in Proceedings of the IAU Colloquium 184: AGN Surveys, ASP Conf. Series, 2002 (in press).
4. *D.B.Sanders, I.F.Mirabel*, Luminous Infrared Galaxies, Ann. Rev. Astron. Astrophys., **34**, 749, 1996.
5. *B.E.Markarian, V.A.Lipovetski, J.A.Stepanian, L.K.Erastova, A.I.Shapovalova*, Commun. Special Astrophys. Observ., **62**, 5, 1989.
6. *T.McGlynn, N.E.White, K.Scollick*, ASP Conf. Ser., **61**, 34, 1994.
7. *A.M.Mickaelian*, Astrofizika, **38**, 625, 1995.
8. *А.М.Микаелян*, Астрофизика, **45**, 288, 2002.
9. *А.М.Микаелян, С.А.Акопян, С.К.Балаян, А.Н.Буренков*, Письма в Астрон. ж., **24**, 736, 1998.
10. *С.К.Балаян, С.А.Акопян, А.М.Микаелян, А.Н.Буренков*, Письма в Астрон. ж., **27**, 330, 2001.
11. *М.П.Верон-Сетти*, частное сообщение, 1999.
12. *P.Massey, K.Strobel, J.V.Barnes, E.Anderson*, Astrophys. J., **328**, 315, 1988.
13. *P.-A.Duc, I.F.Mirabel, J.Maza*, Astron. Astrophys. Suppl. Ser., **124**, 533, 1997.
14. *A.R.Klemola, B.F.Jones, R.B.Hanson*, Astron. J., **94**, 501, 1987.
15. *S.Veilleux, D.E.Osterbrock*, Astrophys. J., **63**, 295, 1987.
16. *T.M.Heckman*, Astron. Astrophys., **87**, 142, 1980.
17. *P.Veron, A.C.Goncalves, M.P.Veron-Cetty*, Astron. Astrophys., **319**, 52, 1997.
18. *M.P.Veron-Cetty, P.Veron*, Astron. Astrophys. Rev., **10**, 81, 2000.
19. *А.М.Микаелян*, Астрофизика, **43**, 425, 2000.
20. *M.Moshir, G.Kopan, T.Conrow et al.*, Infrared Astronomical Satellite Catalogs, The Faint Source Catalog, Version 2.0, 1990.
21. *J.J.Condon, W.D.Cotton, E.W.Greisen, Q.F.Yin, R.A.Perley, G.B.Taylor, J.J.Broderick*, Astron. J., **115**, 1693, 1998.
22. *А.М.Микаелян*, Астрофизика, **44**, 43, 2001.
23. *F.Zwicky, E.Herzog*, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies (CGCG), Vol. IV, Pasadena: California Institute of Technology, 1968.
24. *I.D.Karachentsev, V.E.Karachentseva, S.L.Parnovsky*, Astron. Nachr., **314**, 97, 1993.

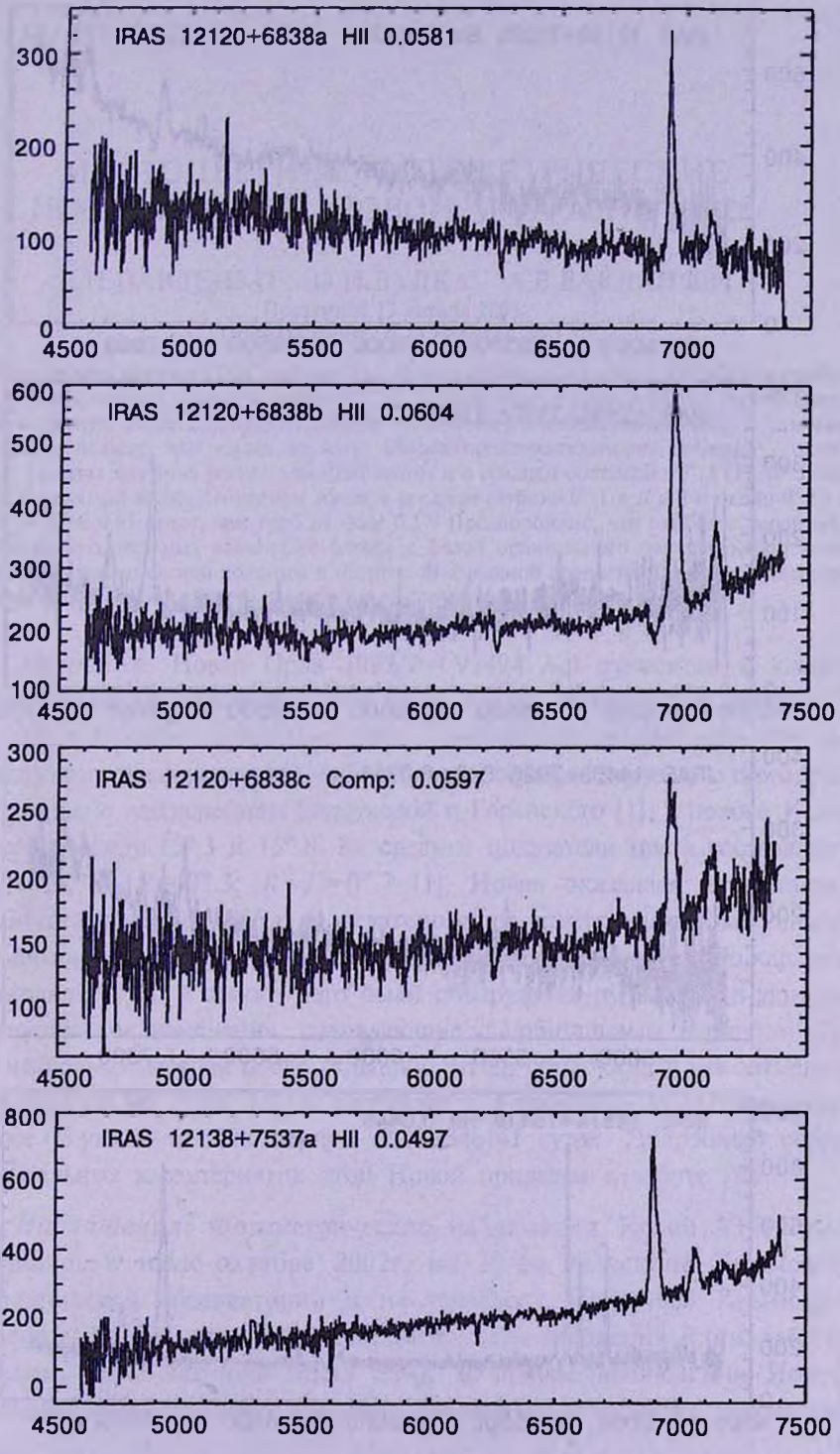
CCD-спектры галактик IRAS, полученные на 2.6-м телескопе БАО



CCD-спектры галактик IRAS, полученные на 2.6-м телескопе БАО



CCD-спектры галактик IRAS, полученные на 2.6-м телескопе БАО



CCD-спектры галактик IRAS, полученные на 2.6-м телескопе БАО

