

ISSN 0370—8691

ՀԱՅԿԱՍՏԱՆԻ ԱՊՆԱԳՐԱԳՐԱԿԱՆ ԳԵՏԱԽՐՈՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ  
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

---

ԵՅԵՐՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏՂԱԳԵՏԱԽՐՈՅՆԻ ՀԱՂՈՐԴՈՒԹՅՆԵՐ  
СООБЩЕНИЯ БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ՊՐԵՍԻՆ ԿՆՍՏԱԿՆԻ ԿՈՆՍՏԱԿՆԻ  
ПРЕСИН КОНСТАКНИ КОНСТАКНИ  
ВЫПУСК

**Редакционная коллегия**

Ю. К. МЕЛИК-АЛАВЕРДЯН, Л. В. МИРЗОЯН, М. А. МНАЦАКМЯН,  
О. В. ПИКИЧЯН (ответственный секретарь), Г. М. ТОВМАСЯН (главный редактор),  
Р. К. ШАХБАЗЯН

С  $\frac{1705040000}{703(02)-88}$  51-87

ISBN 5-8080

© Издательство АН Армянской ССР, 1988.

А. А. ЕГНАЗАРЯН, Э. Е. ХАЧИКЯН

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
ГАЛАКТИК С УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ИЗБЫТКОМ. VIII

Приводятся результаты спектрофотометрического исследования двух галактик с ультрафиолетовым избытком из списков Казаряна [2] № 49 и 50. Спектры галактик получены на 6 м телескопе САО.

Для большинства выявленных эмиссионных линий в спектре галактики № 49 вычислены относительные интенсивности, приведены оценки электронной температуры и плотности в ядре. Определена масса ядра, эффективный объем излучающего газа, содержание тяжелых элементов в ядре, построена кривая вращения галактики.

Спектр ядра галактики № 49 показывает спектральные особенности ядер галактик сейфертовского типа. Северное сгущение в ней по своим морфологическим и спектральным особенностям является сверхассоциацией.

Галактика № 50 в основном имеет спектр поглощения, причем линии  $H\alpha$ ,  $H\beta$ ,  $H\gamma$ , наблюдаются как в поглощении, так и в эмиссии.

Выявлена пара физически связанных галактик с УФ избытком, одна из которых активная галактика типа Sy1.

Исследования галактик с ультрафиолетовым избытком говорят о том, что они представляют группу разнообразных, весьма интересных объектов как по морфологии, так и по спектральным особенностям. Особый интерес представляют пары галактик, один из компонентов которых обладает признаками сейфертовской галактики [1].

В данной работе приводится спектрофотометрическое исследование галактик № 49 и 50 с ультрафиолетовым избытком из I списка Казаряна [2], морфологическое описание которых приведено ранее [3].

Лучевые скорости этих галактик мало отличаются друг от друга, [4].

Галактика № 49 Остерброком была включена в список возможных кандидатов в сейфертовские галактики. Недавно были опубликованы данные спектрального исследования галактик из этого списка, где отмечается, что спектр галактики № 49 имеет лишь линии поглощения [5] и она не является сейфертовской. Но, вероятнее всего, по недоразумению была исследована галактика № 50, спектр которой действительно показывает линии поглощения (см. ниже).

Результаты настоящей работы указывают на то, что найдена еще одна пара физически связанных галактик, одна из которых показывает признаки сейфертовской галактики.

**Наблюдательный материал.** Спектры галактик № 49 и 50 получены в июне 1983 г. на 6 м телескопе САО АН СССР с помощью спектрографа СП-160 и двухкамерного ЭОП-а УМК-91В в трех областях спектрального диапазона при щели спектрографа 0.15 мм. В табл. 1 приведены данные о наблюдениях.

В качестве стандартной звезды была наблюдаена BD+25°3941 с  $m_{\text{рж}}=10^{\text{м}4}$ . Спектры звезды получены с расширением 0,6 мм при щели спектрографа 0,05 мм. При получении кривой реакции использованы данные Стоуна [6].

Таблица 1

Галактика	Дата наблюдения	Дисперсия, А мм	Позиц. угол	Экспозиция, мин	Спектральная область, А-А	Эмульсия Кодек
Каз 49	4 5.06	65	22°18'	10	3500-5000	103а-0
	—	—	20°18'	5	4400-5900	—
	—	—	18°	10	5600-7100	—
Каз 50	4 5.06	65	22°18'	20	3500-5600	103а-0
	—	—	20°18'	10	4400-5900	—
	—	—	18°	10	5600-7100	—

На рис. 1 приведены прямые снимки галактик № 49 и 50, полученные на телескопе 2,6 м Бюраканской астрофизической обсерватории АН АрмССР, а на рис. 2 и 3—репродукции спектров этих галактик в трех спектральных областях.

Галактика № 49—спиральная галактика с двумя рукавами и сгущениями на них.

При получении спектров щель спектрографа имела направление север—юг, проходя через ядро галактики, диаметр которого примерно 7".5, и два сгущения—северное, более яркое, компактное, почти звездообразное, с диаметром около 2".0, и южное, менее яркое, с диаметром около 2".5. Сгущения находятся примерно на расстоянии 8".0 от центра ядра галактики и расположены на соответствующих рукавах.

В соответствии с этой картиной спектр галактики разделяется на три составные части, каждая из которых принадлежит ядру галактики и двум ее сгущениям.

На яркий, сравнительно узкий непрерывный спектр ядра накладываются эмиссионные линии  $H_{\alpha}$ ,  $HeI$   $\lambda\lambda$  5876, 4926,  $H_{\beta}$ ,  $HeII$   $\lambda$  4686,  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\delta}$ ,  $H_{\epsilon}$ , довольно сильные запрещенные линии [SII]  $\lambda\lambda$  6731, 6717, 4976/67, [NII]  $\lambda\lambda$  6583, 6548, 5755, [OIII]  $\lambda\lambda$  5007, 4959, 4363, [NeIII]  $\lambda\lambda$  3968, 3869 и [OII]  $\lambda$  3727. Линии [NII]  $\lambda\lambda$  6583, 6548,  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$  и [OII]  $\lambda$  3727 выходят по обе стороны от границы непрерывного спектра ядра и простираются до видимых границ галактики, включая сгущения.

Важно отметить, что профили эмиссионных линий разные: запрещенные линии узкие, с учетом инструментального контура FWHI порядка 6.0—6.5 А, а эмиссионные линии бальмеровской серии водорода шире, у них FWHI порядка 20—25 А. Эти спектральные особенности ядра Каз 49 позволяют отнести ее к типу сейфертовских галактик. Скорость доплеровского расширения здесь по запрещенным линиям порядка 400 км/с, а по водородным линиям—1200 км/с.

На рис. 4 приведены регистрограммы спектров ядра галактики, записанные с помощью автоматического микроденситометра PDS Бюраканской астрофизической обсерватории.

В спектре северного сгущения на едва заметном непрерывном спектре накладываются весьма сильные эмиссионные линии [NII]  $\lambda\lambda$  6583, 6548,  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ , [OII]  $\lambda$  3727. Учитывая небольшие размеры этого почти звездообразного сгущения (диаметр его примерно 1 кпк) оно, по всей вероятности, является сверхассоциацией в галактике Каз 49.

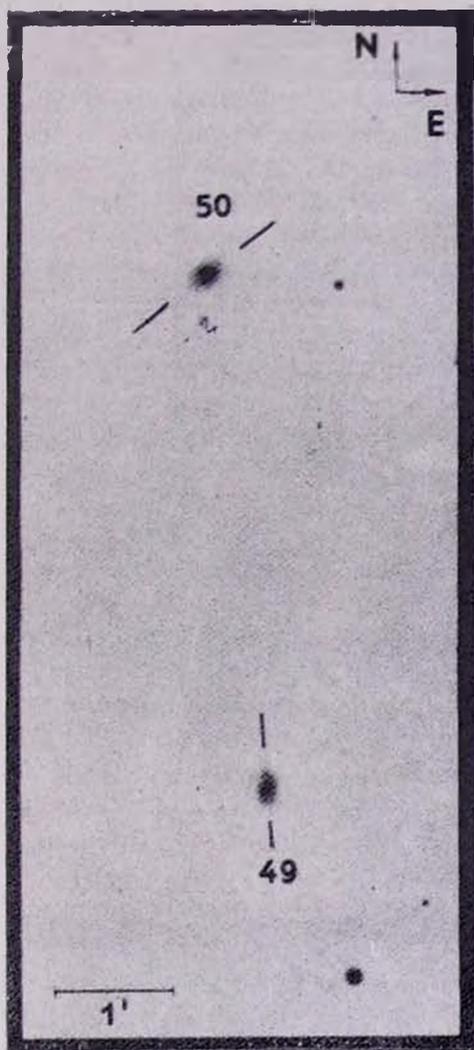


Рис. 1. Репродукция прямых снимков галактик № 49 и 50

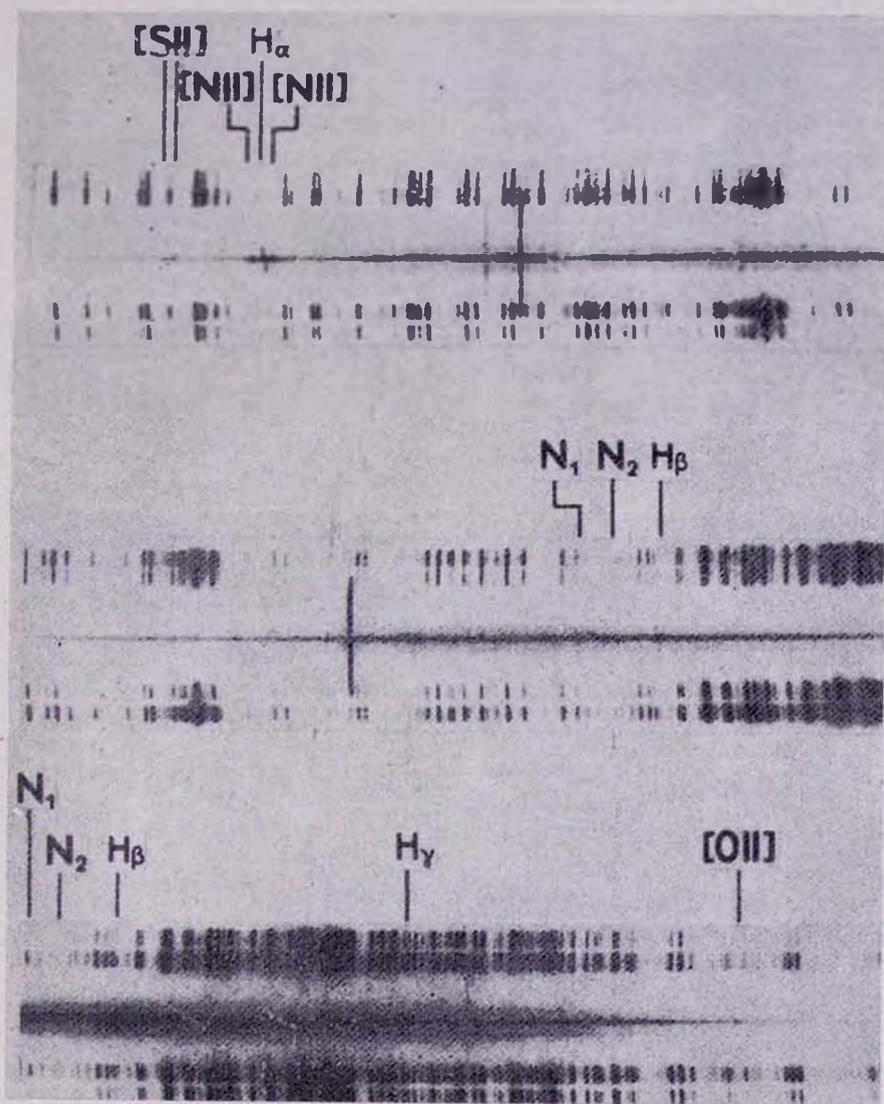


Рис. 2. Спектры галактики № 49

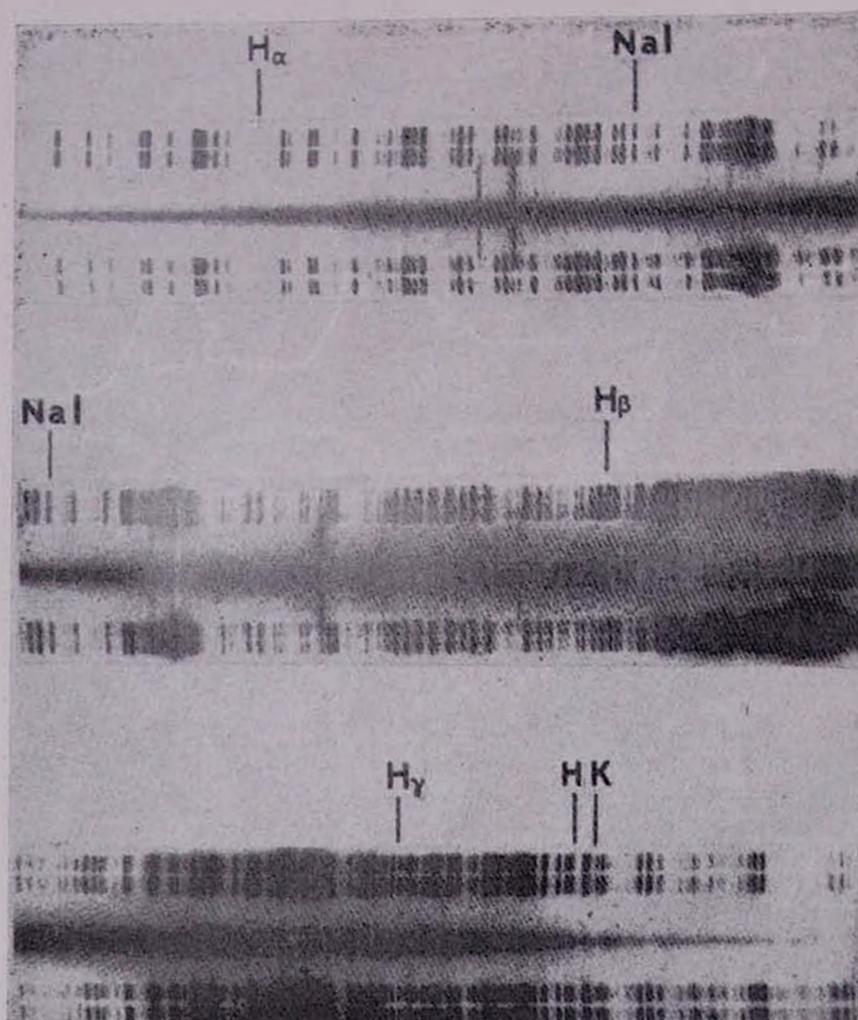


Рис. 3. Спектры галактики № 50

В спектре южного сгущения галактики на слабом непрерывном спектре накладываются те же эмиссионные линии, что и у северного сгущения галактики, но здесь они менее сильные.

Красное смещение ядра галактики Каз 49, впервые вычисленное

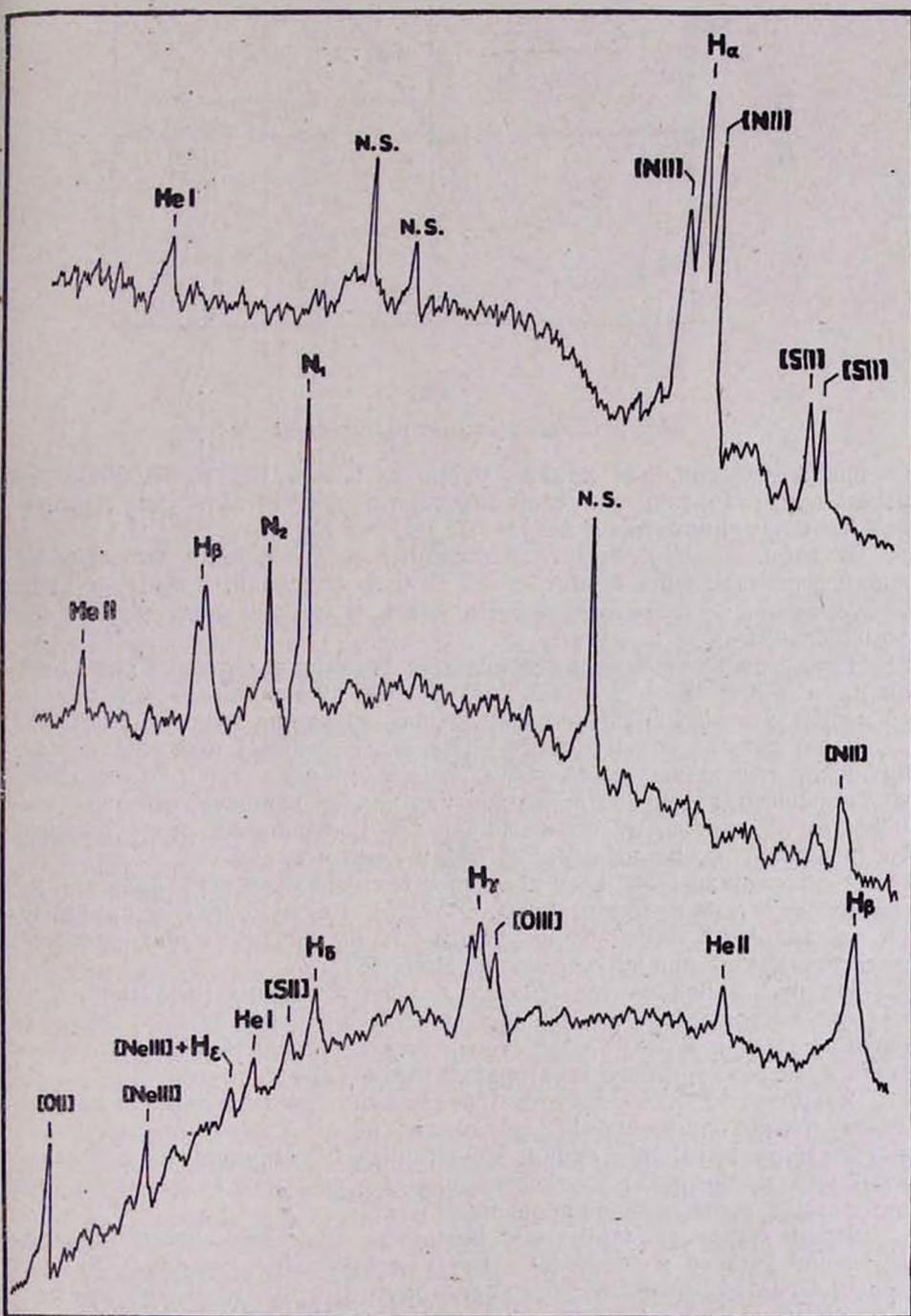


Рис. 4. Регистрограммы спектров ядра галактики № 49

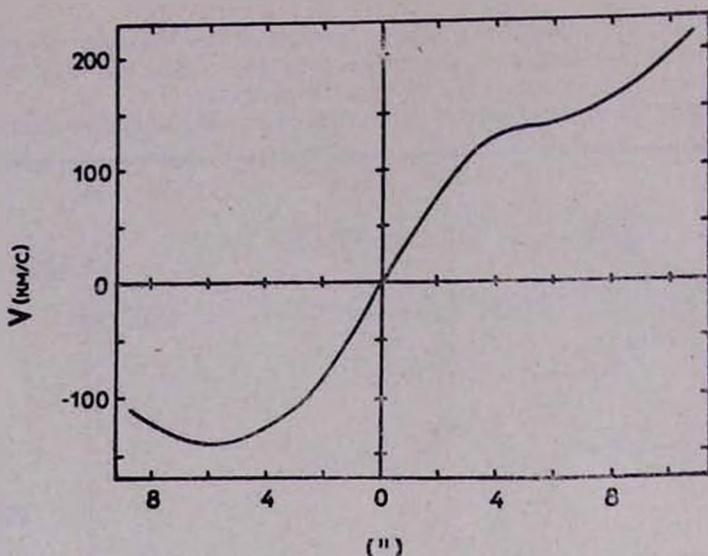


Рис. 5. Кривая вращения галактики Каз 49

по ярким эмиссионным линиям равно  $z=0.0298$  [6] ( $\sigma=0.0006$ ), для расстояния галактики получаем значение около 119 Мпк (для постоянной Хаббла принято значение  $H=75$  км/с на Мпк).

В табл. 2 приведены относительные интенсивности эмиссионных линий в спектре ядра галактики № 49 и ее сгущений. В таблице крестики означают, что данная линия слаба и ее интенсивность трудно было определить.

Кривая вращения галактики, масса ее ядра и северной сверхассоциации. Эмиссионные линии в спектре Каз 49 наклонены, что является результатом ее вращения. На основе изменения лучевых скоростей вдоль ярких эмиссионных линий [NII],  $H\alpha$ ,  $H\beta$ , [OII] построена кривая вращения галактики относительно центра ее ядра для каждой линии в отдельности, затем построена средняя кривая вращения методом наименьших квадратов. Средняя ошибка для центральной, прямолинейной части кривой вращения порядка 50 км/с, но к краям она растет и доходит до величины 100 км/с в связи с тем, что края спектральных линий менее четкие и расплывчатые. Отметим, что при определении наклона спектральных линий были учтены возможные искажения, неизбежно возникающие при использовании ЭОП [7].

На рис. 5 приводится средняя кривая вращения галактики. Кривая не показывает симметричной структуры относительно ядра (на рисунке правая ветвь кривой соответствует северной области галактики, а за начало координат принят центр ядра галактики).

Ядерная область галактики показывает твердотельное вращение до расстояния примерно 1.6 кпк от центра ядра, со скоростью около 135 км/с на этом расстоянии. Конец правой ветви кривой вращения относится к северной сверхассоциации, которая как будто имеет свое автономное твердотельное вращение.

Предполагая твердотельное вращение для ядра галактики, можно оценить массу в пределах вышеупомянутого расстояния (при этом предполагается, что галактика видна почти с боку [8]). Тогда для массы ядра галактики Каз 49 получается значение нижнего предела, то есть  $M \geq 0.7 \cdot 10^{10} M_{\odot}$ .

Таблица 2

Относительные интенсивности эмиссионных линий в спектре ядра галактики Каз 49 и ее сгущений

Ион	$\lambda$	$I_i / I_{H\beta}$		
		Ядро	Северное сгущение	Южное сгущение
[SII]	6731	0.3		
[SII]	6717	0.3		
[NII]	6583	1.4	1.3	0.8
$H_{\alpha}$	6563	2.9	3.0	2.7
[NII]	6548	0.6	0.4	0.3
HeI	5876	0.1		
[NII]	5755	0.2		
[OIII]	5007	1.8	+	
[OIII]	4959	0.6	+	
$H_{\beta}$	4861	1.0	1.0	1.0
HeII	4686	+		
[OII]	4363	} 1.0		
$H_{\gamma}$	4340			
$H_{\delta}$	4102	0.6		
[SII]	4076	} +		
[SII]	4069			
HeI	4026	+		
$H_{\epsilon}$	3970	} 0.2		
[NeIII]	3967			
[NeIII]	3869	0.2		
[OII]	3727	0.7	0.8	+

На расстоянии примерно 0.6 кпк от центра сверхассоциации ее скорость вращения порядка 30 км/с. Предполагая твердотельное вращение для нее можно оценить нижний предел ее массы, то есть  $M \geq 1.2 \cdot 10^8 M_{\odot}$ .

Электронная температура, электронная плотность, химический состав, эффективный объем и масса излучающего газа, скважность.

Как видно из табл. 2, отношения интенсивностей эмиссионных линий  $H_{\alpha}$  и  $H_{\beta}$  близки к теоретическому [9], поэтому поправки, обусловленные покраснением, в интенсивности линий не введены.

Ввиду того, что в спектре ядра галактики трудно непосредственно определить электронную температуру, она определена с помощью эмпирических зависимостей между  $I([\text{OIII}] + [\text{OII}])/I(H_{\beta})$ ,  $I([\text{OIII}])/I([\text{NII}])$  и  $T_e$ , приведенных в работах [10—12]. Значения отмеченных отношений, а также полученные значения электронной температуры приведены в табл. 3. В дальнейшем для  $T_e$  принято значение среднего из этих оценок. Оно оказалось равным примерно 7000°K.

Электронная плотность ядра определена по отношению интенсивностей эмиссионных линий дублета [SII]  $\lambda\lambda$  6717/31 [13]. Она оказалась равной  $9 \cdot 10^2 \text{ см}^{-3}$ .

Зная электронную температуру и электронную плотность, а также относительные интенсивности эмиссионных линий, и считая, что в рассмотренной области флуктуации  $T_e$  незначительные, оценивалось содержание ионов гелия, кислорода, азота, а также полное содержание этих элементов в ядерной области галактики. Использованы уравнения, приведенные в работах [14—17].

Так как в спектре ядра присутствует линия гелия, то можно ожидать наличие некоторого количества серы в дважды ионизованном состоянии из-за равенства их потенциалов возбуждения. Используя

Таблица 3

Оценки электронной температуры ядра галактики Каз 49

В е л и ч и н а	Оценка
$I([\text{OIII}]) / I(\text{H}\beta)$	3.1
$I([\text{OIII}]) / I([\text{NII}])$	1.2
$T_e$ по [10]	7000°K
$T_e$ по [11]	7200°K
$T_e$ по [12]	6900°K

методику, описанную в [18], можно оценить нижний предел содержания серы в ядре галактики [19].

Полученные значения обилия указанных элементов для ядра исследуемой галактики приведены в табл. 4, при значении  $\lg N = 12$ . В таблице для сравнения приведено содержание тех же элементов для ядер спиральных галактик, для галактических HII областей, для внегалактических HII областей и для Солнца [11, 20—25].

Таблица 4

Содержание тяжелых элементов в ядерной области галактики № 49

Объект	He	O	N	S	N/O	S/O
Каз 49 ядро	10.93	8.54	8.17	>7.22	0.430	>0.047
Ядра спир. гал.	—	9.03	8.16	—	0.135	—
HII области	11.07	8.60	7.59	>7.26	0.098	>0.046
Внегал. изол.	10.91	8.04	6.62	>7.28	0.035	>0.174
HII области Солнце	10.92	8.92	7.99	7.23	0.117	0.020

Зная электронную температуру и электронную плотность, можно оценить также объем, занятый излучающим газом в ядре галактики. Поток в линии  $\text{H}\beta$  от звезды нулевой величины класса G4 составляет  $3 \cdot 10^{-9}$  эрг/см<sup>2</sup> с А [26]. Тогда, при значении эквивалентной ширины линии  $\text{H}\beta$  ( $W_{\text{H}\beta} = 23\text{A}$ ), поток в линии  $\text{H}\beta$ , наблюдаемый на поверхности Земли, будет равен  $F(\text{H}\beta) = 4 \cdot 10^{-14}$  эрг/см<sup>2</sup> с (при  $m = 15^m$ ). Расстояние галактики от нас равняется  $3.7 \cdot 10^{20}$  см. Излучение одного кубического см газа в линии  $\text{H}\beta$  соответствует  $E(\text{H}\beta) = 6 \cdot 10^{-19}$  эрг/см<sup>3</sup> с. Тогда реальный эффективный объем излучающего газа [27], при заданных значениях  $T_e$  и  $N_e$ , будет равен  $W_{\text{эфф.}} = 10^{59}$  см<sup>3</sup>. Масса излучающего газа получается равной  $10^5 M_{\odot}$ .

Учитывая, что геометрический объем ядра галактики равен около  $10^{65}$  см<sup>3</sup>, для фактора скважности получается значение  $10^{-6}$ .

Абсолютная звездная величина галактики равна примерно  $M = -20.5$ , а отношение массы к светимости меньше единицы.

Галактика № 50—является эллиптической галактикой. При получении спектра галактики щель спектрографа была направлена по большой оси. На сильный непрерывный спектр галактики накладываются линии поглощения  $\text{H}\alpha$ ,  $\text{H}\beta$ ,  $\text{H}\gamma$ ,  $\text{H}\delta$ ,  $\text{NaI}$   $\lambda\lambda$  5896, 5892 и весь-ма сильный дублет  $\text{CaII}$   $\lambda\lambda$  3968, 3869. Интересную структуру показывают линии водорода, у которых наблюдаются эмиссионные компо-

ненты в центральных областях линий поглощения. Отметим, что при переходе от  $H_\alpha$  к  $H_\beta$  поглощение в линиях увеличивается, а эмиссия убывает. Красное смещение галактики равно  $z=0.0299$  ( $\sigma=0.0007$ ) [6], соответственно, расстояние галактики получается равным 119.6 Мпк.

Как уже было отмечено, в спектре галактики присутствуют линии поглощения H и K CaI и ( $D_1+D_2$ ) NaI. Если индикатором звездного населения брать абсорбционные линии, то по эквивалентным ширинам этих линий можно определить вероятный спектральный класс звезд, ответственных в среднем за образование этих линий [28]. С учетом же вклада эмиссионных компонентов, по эквивалентным ширинам линий  $H_\gamma$  и  $H_\delta$  [29], вероятный спектральный тип звезд GO—F5.

**Заключение.** Галактики с ультрафиолетовым избытком № 49 и 50 с большой вероятностью составляют физическую пару, так как они имеют близкие по значению красные смещения (0.0298 и 0.0299 соответственно) и в проекции на небесную сферу находятся друг от друга на расстоянии 150 кпк. Особенно интересно то обстоятельство, что эту физическую пару составляют галактики, совершенно разные и по морфологии, и по спектральным особенностям.

В спектре ядра галактики № 49 индекс возбуждения равен  $I([\text{OIII}])/I([\text{OII}])=3.4$ , эмиссионные линии намного шире, чем запрещенные, отношение массы к светимости меньше единицы, что характерно для сейфертовских галактик [30—34].

Галактика № 49 спиральная с активным ядром с сейфертовскими особенностями типа ядер галактик SyI.

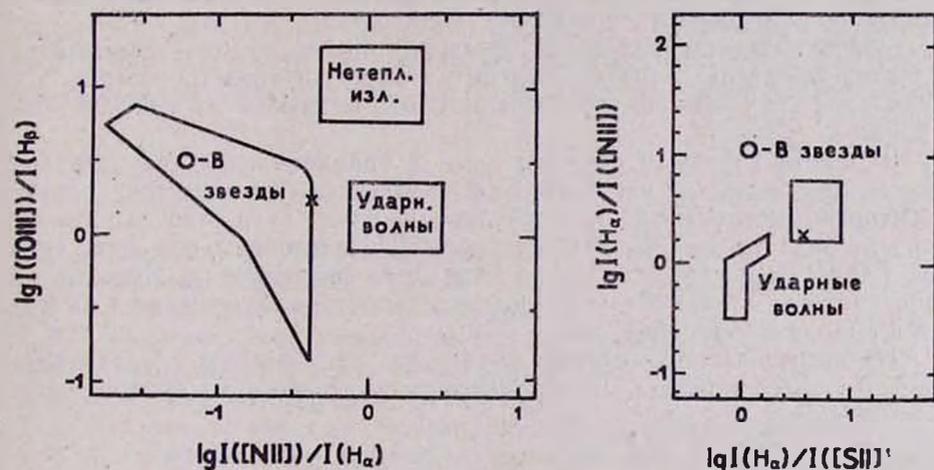


Рис. 6. Положение ядра галактики № 49 в двумерных классификационных схемах по [35, 36] (контуры показывают границы изменения отношений  $[\text{OIII}]/H_\beta$ ,  $[\text{NII}]/H_\alpha$ ,  $[\text{SII}]/H_\alpha$  при разных механизмах ионизации)

Используя отношения интенсивностей эмиссионных линий в спектре ядра, можно рассмотреть вопрос о возможном механизме ионизации и возбуждения (коротковолновое тепловое излучение O—B звезд, нетепловое континуальное излучение, нагрев с помощью ударных волн). В работах [35, 36] построены двумерные классификационные диаграммы, которые с большой вероятностью правильно разделяют объекты с эмиссионными спектрами по механизму ионизации и

возбуждения этих линий. На диаграммах, приведенных на рис. 6, видно, что ядро галактики № 49 обладает эмиссионным спектром, характерным для III областей, излучение в линиях которого обусловлено в основном фотоионизацией, коротковолновым излучением горячих O—В звезд.

Количество ранних звезд типа O7, необходимого для поддержания данного эмиссионного спектра, равно порядка 1500 [37]. Если принять, что одна такая звезда приходится на  $10^7$  звезд более поздних классов, то в ядре исследуемой галактики заключена масса порядка  $10^{10} M_{\odot}$ , что в согласии с найденной нами величиной массы ядра. Можно полагать, что газ в ядерной области действительно ионизируется в основном ультрафиолетовым излучением горячих звезд.

Значительная часть ионизованного вещества распределена в достаточном маленьком объеме, с радиусом 10 пк. Если предположить, что плотность ионизованного вещества остается постоянной во всем объеме ядра, то отношение  $M_{\text{HII}}/M_{\text{обш.}} \sim 10^{-5}$ .

Следует особо подчеркнуть, что галактика № 49 имеет двойное ядро, что хорошо видно из картины изоденс [3]. К сожалению, в щель спектрографа второе ядро не попало, и мы не имеем представления о его физических особенностях. Новые спектральные наблюдения с этой целью представляются весьма интересными.

Таким образом, выявлена еще одна пара галактик с ультрафиолетовым избытком, в которой сейфертовская галактика связана с эллиптической галактикой с необычным спектром.

В последнее время большое значение придается исследованию двойных галактик и галактик с двойными ядрами. Особый интерес вызывают те объекты, в которых оба ядра или оба компонента двойных галактик показывают признаки активности.

Можно сделать некоторые предварительные выводы относительно серии работ по морфологическому и спектрофотометрическому исследованию галактик с ультрафиолетовым избытком из списков Казаряна.

В работе [3] были описаны пары и триплеты галактик, выбранных по их близкому расположению в проекции на небесную сферу. Спектрофотометрическое исследование первых пяти пар показало, что они физические [38—41]. Ранее были исследованы еще пять систем [32, 41, 42], которые также оказались физическими. Имеющиеся предварительные данные о пяти других системах указывают на то, что и они физически связаны.

Из вышесказанного можно заключить, что объекты с ультрафиолетовым избытком из списков Казаряна показывают тенденцию к скупиванию.

19 июля 1985 г.

А. А. ЕГНАЗАРЯН, Э. Э. ХАЧИКЯН

ԳՆՐՄԱՆՈՒՇԱԿ ԱՎԵԼՅՈՒԿՈՎ ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ  
ՍՊԵԿՏՐԱԼՈՒՄ ԱԶԱՓԱԿԱՆ, ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ. VIII

Բերվում են Ղաղարյանի ցուցակից Կրկու (№ 49 և № 50) գերմանուշակ ավելցուկով գալակտիկաների սպեկտրալուսաչափական ուսումնասիրության

արդյունքները: Գալակտիկաների սպեկտրները ստացվել են ՍՍՀՄ ՀԱ 6 մ դիտակի միջոցով: Պարզվում է, որ № 49 և № 50 գալակտիկաների տեսագծային արագությունները սխալների սահմաններում նույնն են: № 49 գալակտիկայի սպեկտրը ցույց է տալիս Սևիֆերտի գալակտիկաներին բնորոշ սպեկտրալ առանձնահատկություններ, իսկ նրա հյուսիսային խտացումը իր կառուցվածքով և սպեկտրալ առանձնահատկություններով գերաստղասփյուռ է: № 50 գալակտիկայի սպեկտրում մյուս կլանման գծերի հետ (համատեղ) նկատվել են  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$  գծերը ինչպես կլանման, այնպես էլ առաքման մեջ: Պարզվում է, որ սա գերմանուշակ ավելցուկով գալակտիկաների ֆիզիկական համակարգ է, որի բաղադրիչներից Sy I տիպի ակտիվ պարուրածե գալակտիկա է:

A. A. YEGIAZARIAN, E. YE. KHACHIKIAN

### SPECTROPHOTOMETRY OF GALAXIES WITH UV EXCESS. VIII

The results of the spectrophotometry of two (No. 49, No. 50) Kazarian galaxies with ultraviolet excess are presented. The spectra of galaxies were obtained with the 6 m SAO telescope.

Redshifts of these galaxies and the relative intensities of the emission lines in No. 49 galaxy spectrum are measured. The masses of nucleus and of superassociation in No. 49 galaxy, the electron density, electron temperature, effective volume and chemical concentration of gas of the central region of No. 49 galaxy are estimated. The spectrum of No. 49 galaxy shows the Seyfert 1 galaxy peculiarities. This is a physical system of galaxies with ultraviolet excess, one of which is of Seyfert 1 type.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. К. Андрасян, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 24, 17, 1986.
2. М. А. Казарян, *Астрофизика*, 15, 5, 1979.
3. А. А. Егиазарян, *Астрофизика*, 19, 631, 1983.
4. А. А. Егиазарян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 57, 8, 1985.
5. D. E. Osterbrock, O. Dahari, *Astrophys. J.*, 273, 478, 1983.
6. P. P. S. Stone, *Astrophys. J.*, 218, 767, 1977.
7. В. Л. Афанасьев, *Изв. Спец. астрофиз. обс.*, 11, 51, 1979.
8. М. А. Казарян, Е. Ye. Khachikian, А. А. Yegiazarian, *Astrophys. Space Sci.*, 82, 105, 1982.
9. M. Brocklehurst, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 153, 471, 1971.
10. B. E. Pagel, M. G. Edmunds, D. E. Blackwell, M. S. Chun, G. Smith, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 189, 95, 1979.
11. D. Alloin, S. Collin-Souffrin, M. Joly, L. Vigroux, *Astron. Astrophys.*, 78, 200, 1979.
12. P. A. Shaver, P. X. McGee, L. M. Newton, A. C. Danks, S. R. Pottasch, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 204, 53, 1983.
13. D. Pequignot, S. M. V. Aldrovandi, G. Stasinska, *Astron. Astrophys.*, 58, 411, 1977.
14. M. Peimbert, S. Torres-Peimbert, *Astrophys. J.*, 188, 413, 1971.

15. P. Benvenuti, S. D'Odorico, M. Peimbert, *Astron. Astrophys.*, 28, 447, 1973
16. M. Peimbert, R. Costero, *Bol. Observ. Tonantzintla*, 5, 3, 1969.
17. M. Peimbert, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, 13, 113, 1975.
18. G. Stasinska, *Astron. Astrophys.*, 68, 257, 1978.
19. J. B. Kaler, *Astrophys. J.*, 244, 54, 1981.
20. S. A. Hawley, *Astrophys. J.*, 244, 417, 1978.
21. I. J. Danziger, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, 8, 161, 1970.
22. D. L. Lambert, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 182, 249, 1979.
23. D. L. Lambert, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 183, 79, 1979.
24. H. B. French, *Astrophys. J.*, 240, 41, 1980.
25. L. H. Aller, S. J. Szyzak, *IAU Sym.*, № 34, 1968, p. 209.
26. А. Д. Код, *Звездные атмосферы*, М., ИЛ, 1963, с. 67.
27. D. Menzel, *Astrophys. J.*, 85, 330, 1937.
28. Y. Andrillat, S. Souffrin, D. Alloin, *Astron. Astrophys.*, 19, 405, 1972.
29. И. М. Кольцов, *Изв. Крымской астрофиз. obs.*, 35, 11, 1966.
30. J. M. Studer, D. E. Osterbrock, *Astrophys. J.*, 250, 55, 1961.
31. E. M. Burbidge, G. R. Burbidge, *Astrophys. J.*, 130, 26, 1959.
32. М. А. Қазарян, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 13, 415, 1977.
33. А. А. Егизарян, М. А. Қазарян, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 14, 263, 1978.
34. H. K. Yee, *Astrophys. J.*, 241, 894, 1980.
35. J. A. Baldwin, M. M. Phillips, R. Terlevich, *Publ., Astron. Soc. Pacific* 93, 5, 1981.
36. F. Sabbadln, S. Minello, A. Bianchini, *Astron. Astrophys.*, 60, 147, 1977.
37. Э. А. Дибай, В. И. Проник, *Астрофизика*, 1, 67, 1965.
38. А. А. Егизарян, *Сообщ. Бюраканской obs.*, 58, 68, 1986.
39. А. А. Егизарян, *Астрофизика*, 25, 425, 1986.
40. А. А. Егизарян, Э. Е. Хачикян, *Сообщ. Бюраканской obs.*, 60, 15, 1987.
41. М. А. Қазарян, *Астрофизика*, 20, 35, 1984.
42. В. С. Тамазян, *Астрофизика*, 20, 43, 1984.

А. А. ЕГИАЗАРЯН, Э. Е. ХАЧИКЯН

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
ГАЛАКТИК С УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ИЗБЫТКОМ. IX

Приводятся результаты спектрофотометрического исследования пары галактик с ультрафиолетовым избытком из списков Казаряна—№ 135 и 136. Спектры галактик получены на 6 м телескопе САО АН СССР. Выявлены спектральные особенности галактик, определены лучевые скорости и расстояния.

Для трех ярких сгущений в ядерной области галактики № 135 вычислены относительные интенсивности эмиссионных линий, определены значения электронной температуры и электронной плотности, а также содержание тяжелых элементов, оценены значения масс для северного и южного сгущений. Показано, что источниками ионизации газа в этих областях являются молодые звезды ранних спектральных классов. В этих сгущениях идет процесс звездообразования.

**Введение.** Настоящая статья является продолжением серии работ, посвященных детальному морфологическому и спектрофотометрическому исследованию галактик с ультрафиолетовым избытком из списков Казаряна [1]. В ней приведены данные спектрофотометрического исследования двух галактик—№ 135 и 136. Выявлена еще одна пара физически связанных галактик с ультрафиолетовым избытком.

Эти галактики входят в список МСГ как взаимодействующие галактики с перемычкой (10—25—25 и 10—25—26) [2]. Одна из них, а именно № 135, входит и в список компактных галактик Цвикки (VII Zw 712) [3].

Морфологическое описание галактик № 135 и 136 приведено нами ранее [4], а краткое сообщение о спектрах этих галактик дано в [5]. Их лучевые скорости, впервые определенные в [5], почти одинаковые.

На рис. 1 приведена репродукция прямого снимка галактик, полученного на телескопе 2.6 м Бюраканской астрофизической обсерватории АН АрмССР в фотографических лучах. Расстояние между галактиками в проекции порядка 40" и их периферические области соприкасаются.

**Наблюдательный материал.** Спектры галактик № 135 и 136 получены в июне 1983 г. на 6 м телескопе САО АН СССР, в трех спектральных областях, с помощью спектрографа СП-160 и двухкамерного ЭОП УМК-91В, при щели спектрографа 0.15 мм.

На рис. 2 и 3 приведены репродукции спектров галактик.

В табл. 1 приведены данные о наблюдениях.

В качестве стандартной звезды наблюдалась BD+25° 3941 с  $m_{\text{фи}} = 10^{\text{m}}4$ . Спектры звезды получены с расширением 0.6 мм при щели спектрографа 0.05 мм. При построении кривой реакции используются электрофотометрические данные Стоуна [6].

**Описание спектров.** Галактика № 135 имеет яркую и сложную центральную область, состоящую из трех ярких сферических сгущений, расположенных по линии север-юг и имеющих диаметры соот-

Таблица 1

Галактика	Дата наблюдения	Дисперсия, А м	Позиц. угол	Экспозиция, мин	Спектральная область, А-А	Эмульсия Кодак
Каз 135	4.5.06	65	18°	15	5600—7100	103а-О
	—	—	20° 18'	5	4400—5900	—
	—	—	22° 18'	10	3500—5000	—
Каз 136	4.5.06	65	18°	10	5600—7100	103а-О
	—	—	20° 18'	5	4400—5900	—
	—	—	22° 18'	5	3500—5000	—

ответственно 3.5; 5.5; 7.5. Картины дополняют протяженные остропки [4] к юго-востоку и северо-западу от центрального сгущения.

При получении спектра этой галактики щель спектрографа имела направление север-юг с целью охватить одновременно вышеупомянутые три сферических сгущения.

Эмиссионные линии в спектрах № 135 явно делятся на три составляющие, которые по своим размерам и по расстояниям между собой соответствуют северному, центральному и южному сгущениям.

На весьма слабый непрерывный спектр северного, самого маленького по размерам сгущения накладываются весьма сильные эмиссионные линии [SII]  $\lambda\lambda$  6731, 6717, [NII]  $\lambda\lambda$  6583, 6548,  $H_{\alpha}$ , [OIII]  $\lambda\lambda$  5007, 4959,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$  и [OII]  $\lambda$  3727.

На яркий непрерывный спектр второго, центрального сгущения галактики накладываются эмиссионные линии [SII]  $\lambda\lambda$  6731, 6717, [NII]  $\lambda\lambda$  6583, 6548,  $H_{\alpha}$ , HeI  $\lambda$  5876, [OIII]  $\lambda\lambda$  5007, 4959,  $H_{\beta}$ , [OII]  $\lambda$  3727, а  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\delta}$ ,  $H_{\epsilon}$  наблюдаются в поглощении.

На слабый непрерывный спектр третьего, южного сгущения галактики накладываются сильные эмиссионные линии [SII]  $\lambda\lambda$  6731, 6717, [NII]  $\lambda\lambda$  6583, 6548,  $H_{\alpha}$ , HeI  $\lambda$  5876, [OIII]  $\lambda\lambda$  5007, 4959,  $H_{\beta}$ , [OII]  $\lambda$  3727, а в поглощении видны линии  $H_{\delta}$  и  $H_{\epsilon}$ .

Спектральные линии всех трех сгущений узкие, причем как эмиссионные, так и запрещенные линии имеют одинаковую ширину.

Красное смещение этой галактики равно  $z=0.0286$  [5, 7]. Расстояние до галактики равно 114.4 Мпк (для постоянной Хаббла принято значение  $H=75$  км/с на Мпк).

На рис. 4 приведены регистрограммы спектров северного сгущения галактики. В табл. 2 приведены относительные интенсивности эмиссионных линий в спектрах трех сгущений.

**Электронная температура, электронная плотность в сгущениях.**

Как видно из табл. 2, отношения интенсивностей эмиссионных линий  $H_{\alpha}$  и  $H_{\beta}$  близки к теоретическому [8], поэтому поправки, обусловленные покраснением, в интенсивности линий не введены.

Ввиду того, что в спектрах сгущений не наблюдаются линии, по которым можно непосредственно определить электронную температуру, она определена с помощью эмпирических зависимостей между отношением  $I([\text{OIII}] + [\text{OII}])/I(H_{\beta})$  и  $I([\text{OIII}])/I([\text{NII}])$  и электронной температурой, приведенных в работах [9—11]. Значения этих отношений и оцененные разными методами электронные температуры приведены в табл. 3.

Используя эти значения  $T_e$  по отношению интенсивностей эмиссионных линий дублета [SII]  $\lambda\lambda$  6731/6717 определены электронные плотности сгущений [12]. У северного, центрального и южного сгущений они оказались равными  $4.4 \cdot 10^2 \text{ см}^{-3}$ ,  $6.8 \cdot 10^2 \text{ см}^{-3}$ ,  $9.3 \cdot 10^2 \text{ см}^{-3}$  соответственно.

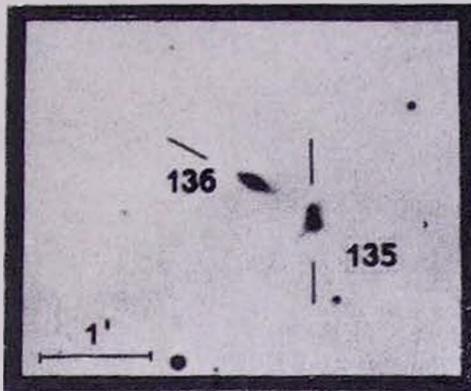


Рис. 1. Прямая фотография галактик № 135 и 136

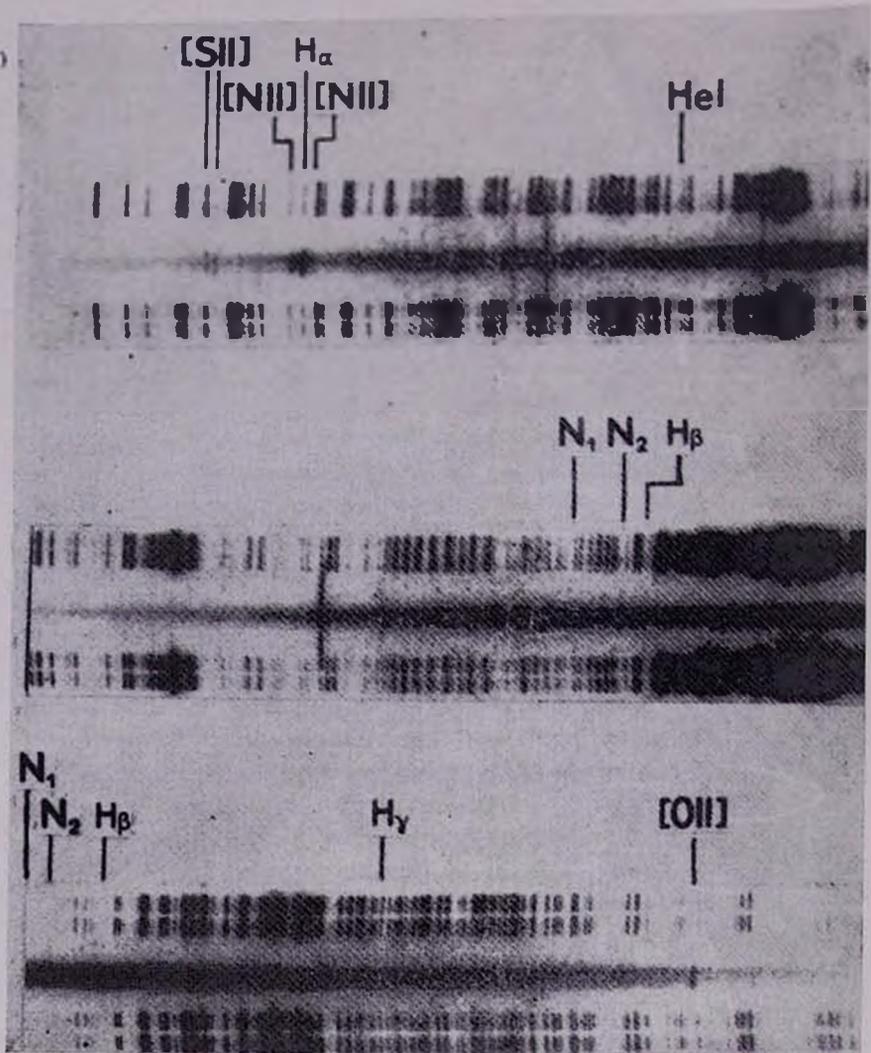


Рис. 2. Спектры галактики № 135

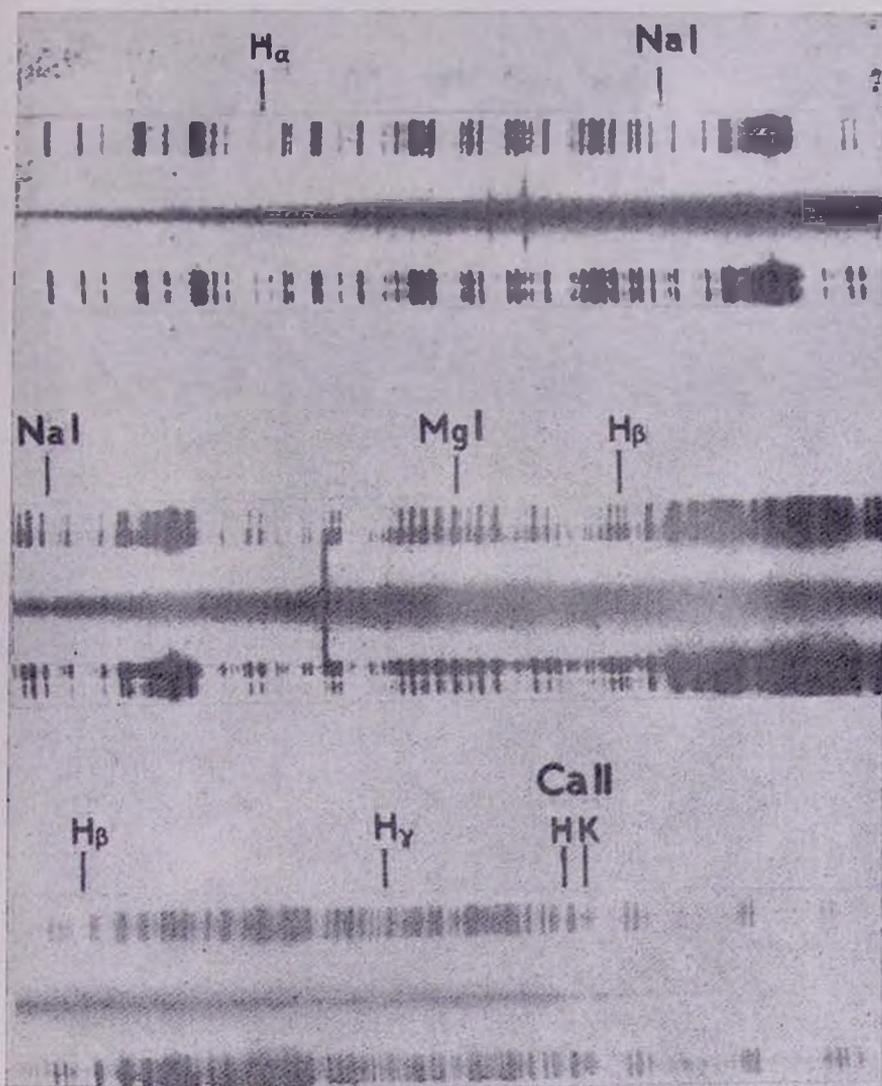


Рис. 3. Спектры галактики № 136

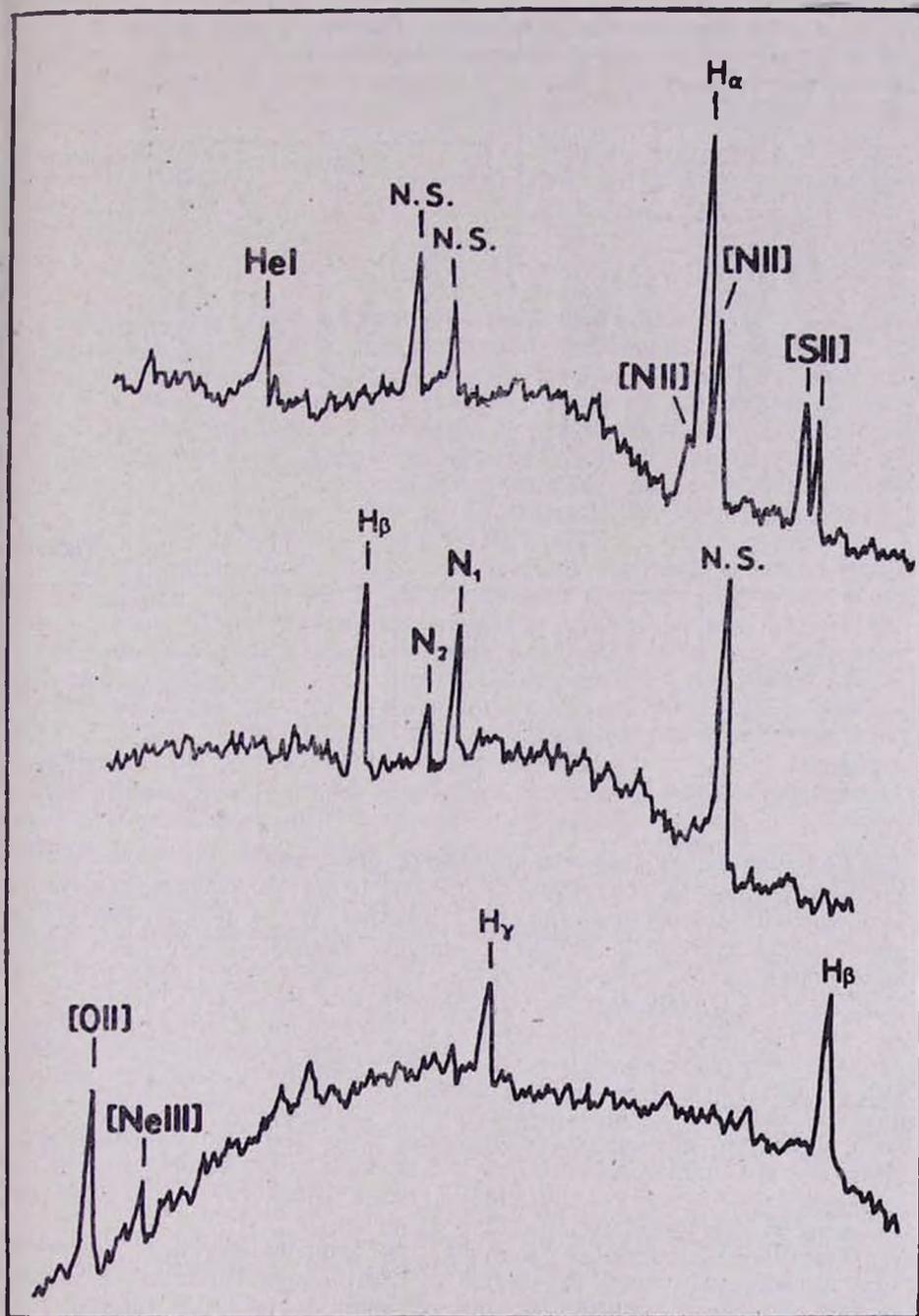


Рис. 4. Регистрограммы спектра северного сгущения галактики Каз 135

Относительные интенсивности эмиссионных линий в спектрах сгущений галактики № 135

Ион	$\lambda$	$I_i/I_h$		
		Северное	Центральное	Южное
[SII]	6731	0.25	0.30	0.30
[SII]	6717	0.30	0.35	0.20
[NII]	6583	0.50	1.20	0.60
H $\alpha$	6563	2.70	2.80	2.90
[NII]	6548	0.15	0.40	0.20
HeI	5876	—	0.10	0.05
[OIII]	5007	0.60	0.75	0.90
[OIII]	4959	0.15	0.30	0.30
H $\beta$	4861	1.00	1.00	1.00
H $\gamma$	4340	0.30	—	—
[OII]	3727	2.70	4.00	4.50

Таблица 3

Сгущения	[OIII]+[OII]	[OIII]	$T_e$		
	H $\beta$	[NII]	по [9]	по [10]	по [11]
Северное	4.5	1.4	8000°	7700°	7300°
Центральное	5.5	2.3	8200°	8200°	7700°
Южное	5.7	2.4	8500°	8400°	7800°

Содержание тяжелых элементов в сгущениях. Зная электронную температуру и электронную плотность, а также относительные интенсивности эмиссионных линий и считая, что в рассмотренных областях флуктуации  $T_e$  незначительные, оценено содержание гелия, кислорода, азота, а также полное содержание этих элементов. Использовались уравнения, которые приведены в работах [13—15].

Оценка полного содержания серы затрудняется тем, что в случае наличия эмиссионной линии HeI  $\lambda$  5876 подозревается также присутствие серы во второй степени ионизации, поскольку потенциалы ионизации He $^0$  и S $^{++}$  близки. Поэтому в спектрах центрального и южного сгущений при оценке содержания серы лишь по имеющимся линиям S $^+$  получается нижний предел полного содержания серы. В случае же северного сгущения линия гелия отсутствует, поэтому сера мало представлена во второй стадии ионизации [16].

Полученные значения содержания вышеупомянутых элементов для исследуемых трех сгущений в центральной области галактики № 135 приведены в табл. 4, при значении  $\lg N = 12$ . В таблице для сравнения приведено содержание тех же элементов для ядер спиральных галактик, для галактических HII областей и для Солица [17—20].

Надо отметить, что действительное значение содержания серы в центральном и южном сгущениях не должно сильно отличаться от данного нижнего предела, так как по [21]  $I([SII]) \sim I([SIII])^3$ , и вклад дважды ионизованной серы в ее общее содержание должен быть небольшим.

Таблица 4

Содержание тяжелых элементов в сгущениях галактики № 135

Объект	He	O	N	S
Северное сгущение	—	8.69	7.52	7.01
Центр. сгущение	11.01	8.82	7.70	>6.88
Южное сгущение	10.94	8.78	7.33	>6.73
Ядро спир. галактик	—	9.03	8.16	—
НII области	11.07	8.60	7.59	>7.26
С о л н ц е	10.93	8.92	7.99	7.23

Массы северного и южного сгущений галактики № 135. Благодаря большому масштабу перпендикулярно дисперсии, эмиссионные линии всех трех сгущений разделяются по высоте щели. Интересно, что эмиссионные линии северного и южного сгущений наклонены, причем в одну и ту же сторону, а линии центрального сгущения не показывают заметного наклона. Если этот эффект приписать вращению, то отсюда следует, что северное и южное сгущения вращаются таким образом, что их южные края к нам приближаются. Это особенно отчетливо видно у линий [NII],  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$  и [OII]  $\lambda$  3727.

Скорости вращения северного и южного сгущений ядра галактики, с радиусами около 1.1 и 2.2 кпк, равны соответственно, примерно 50 и 60 км/с. Предполагая твердотельное вращение для вышеупомянутых двух областей ядра галактики, и предполагая, что наблюдаемая нами лучевая скорость и есть линейная скорость вращения у этих двух сгущений на данном расстоянии от их центров [22], возможно оценить их массу. Вычисления дают для северного сгущения значение массы порядка  $6 \cdot 10^8 M_{\odot}$  и для южного  $2 \cdot 10^9 M_{\odot}$ .

**Возможные механизмы ионизации и возбуждения в сгущениях.** Используя отношения интенсивностей эмиссионных линий, можно рассмотреть вопрос о механизме возбуждения и ионизации в трех вышеупомянутых сгущениях ядерной области галактики № 135 (коротковолновое тепловое излучение O—В звезд, нагрев с помощью ударных волн, нетепловое континуальное излучение).

На двумерных классификационных схемах, взятых из [23, 24], все три объекта попадают в область, занимаемую NII областями (рис. 5).

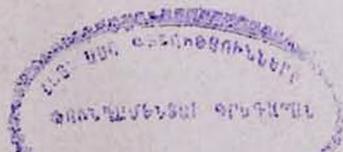
Можно оценить спектральные классы звезд, которые могут обеспечить эмиссионные спектры таких объектов. По установленной зависимости между отношением интенсивностей эмиссионных линий и температурой ионизирующих их звезд [21, 25, 26] температура звезд должна быть в пределах  $2.7 \cdot 10^4$ — $3.5 \cdot 10^4$ °K, то есть ионизация газа в данных областях обусловлена в основном ранними звездами спектрального типа O9—B1 [25].

Количество звезд типа O7, которое необходимо для поддержания данного эмиссионного спектра в сгущениях галактики № 135, соответственно для северного, центрального и южного сгущений равно 800, 800, 1000.

**Галактика № 136.** Имеет яркое, протяженное ядро эллиптической формы, окруженное слабым гало, более вытянутым в направлении галактики № 135.

При получении спектра этой галактики щель спектрографа проходила через ее большую ось.

На ярком непрерывном спектре галактики видна слабая эмиссионная линия  $H_{\alpha}$ , возможно, присутствуют и весьма слабые линии



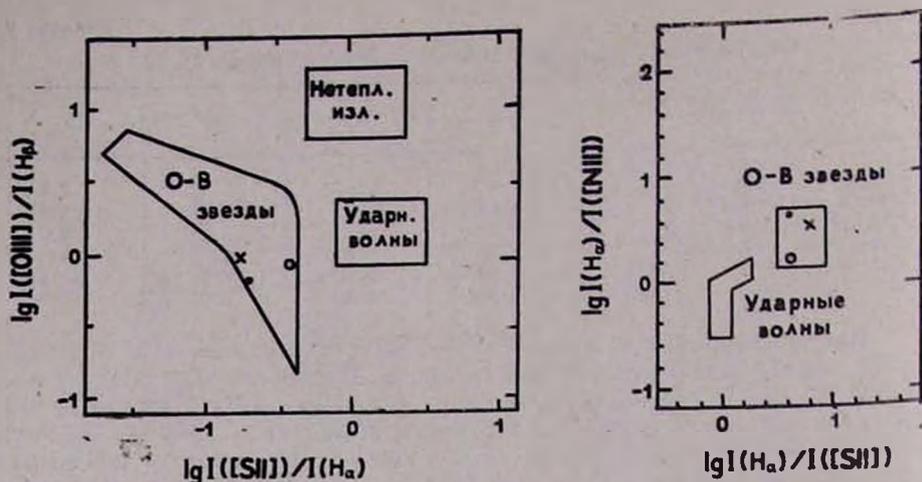


Рис. 5. Положение северного (·), центрального (○) и южного (×) сгущений в двумерных классификационных схемах по [23, 24]. Контуры показывают границы изменения отношений  $[\text{OIII}]/\text{H}\beta$ ,  $[\text{NII}]/\text{H}\alpha$  и  $[\text{SII}]/\text{H}\alpha$  при разных механизмах ионизации

азота  $[\text{NII}]$   $\lambda\lambda$  6583, 6548, а  $\text{H}\beta$ ,  $\text{H}\gamma$ ,  $\text{H}\delta$  находятся в поглощении. Наблюдаются также сильные линии поглощения  $\text{NaI}$   $\lambda\lambda$  5896, 5892,  $\text{H}$  и  $\text{K CaII}$   $\lambda\lambda$  3968, 3933. Все линии поглощения широкие, а контуры их асимметричны.

Вычисленное по линиям поглощения красное смещение равно  $z=0.0287$  [5], расстояние галактики 114.7 Мпк.

**Заключение.** Галактики № 135 и 136 с ультрафиолетовым избытком составляют физическую пару, так как их периферические области соприкасаются и они имеют близкие по значению красные смещения. Расстояние между их центрами примерно 20 кпк.

На рис. 6 приведена изоденситометрическая картина этих галактик, полученная с помощью автоматического микроденситометра PDS Бюраканской астрофизической обсерватории.

Галактика № 135 имеет сложную структуру с тремя сгущениями в ядерной области, которые показывают эмиссионные спектры высокового возбуждения. По содержанию тяжелых элементов эти сгущения похожи на обычные  $\text{HII}$  области. Ионизация газа в рассмотренных областях, по-видимому, обусловлена коротковолновым излучением молодых звезд. Ультрафиолетовый избыток, наблюдаемый в непрерывном спектре, обусловлен теми же молодыми звездами. Нормальное по сравнению с  $\text{HII}$  областями содержание тяжелых элементов и дефицит их содержания (особенно азота и серы) по сравнению с Солнцем, указывает на то, что все три сгущения в ядерной области галактики № 135 являются молодыми образованиями, а сама галактика — очагом бурного звездообразования.

В противоположность ей галактика № 136 не показывает большую активность, хотя наличие в ней ранних звезд можно считать установленным.

Таким образом, выявлена еще одна пара физически связанных галактик с ультрафиолетовым избытком с различными физическими особенностями.

19 июля 1985 г.

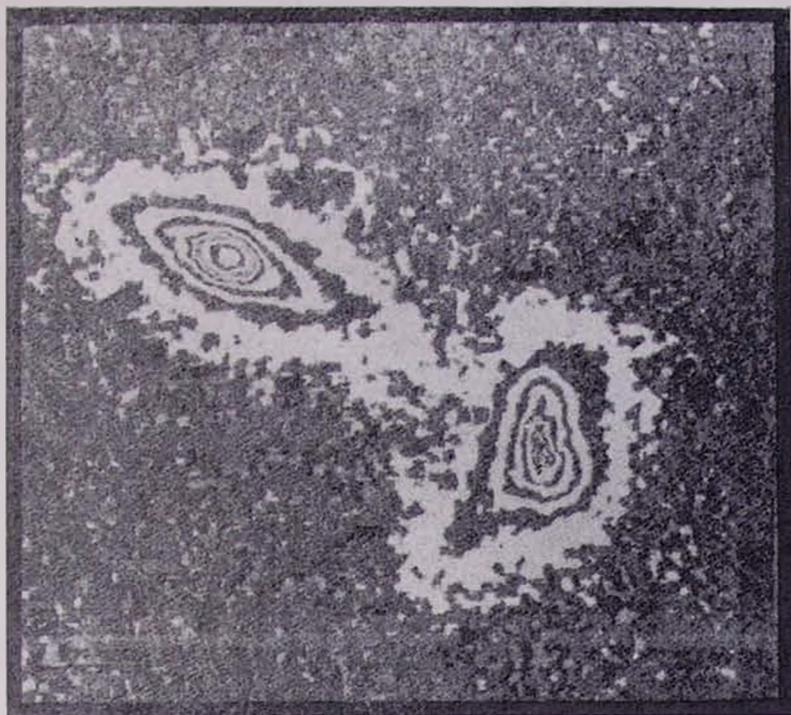


Рис. 6. Изоденситометрическая картина галактик № 135 и 136

Ա. Ա. ԵՂԱԶԱՐՅԱՆ, Է. Ե. ԽԱՇԻԿՅԱՆ

ԳԵՐՄԱՆՈՒՇԱԿ ԱՎԵԼՅՈՒԿՈՎ ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ  
ՊԼԵԿՏՐԱՎՈՒՍԱԶՍՓԱԿԱՆ ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՅՈՒՆ. IX

Բերվում են Ղազարյանի ցուցակից դերմանուշակ ավելցուկով գալակտիկաների դուդի (№ 135 և № 136) սպեկտրալուսաչափական ուսումնասիրության արդյունքները: Գալակտիկաների սպեկտրները ստացվել են ՍՍՀՄ ՀԱ 6 մ դիտակի միջոցով: Որոշվել են գալակտիկաների տեսագծային արագութունները, որոնք սխալների սահմաններում նույնն են: № 135 գալակտիկայի երեք պայծառ խտացումներում առաքման գծերի միջոցով գնահատվել են էլեկտրոնային ջերմաստիճանն ու խտությունը, բիմիական բաղադրությունը, զանգվածը: № 136 գալակտիկան հիմնականում ունի կլանման սպեկտր:

A. A. YEGIAZARIAN, E. YE. KHACHIKIAN

## SPECTROPHOTOMETRY OF GALAXIES WITH UV EXCESS. IX

The results of the spectrophotometry of a pair (No. 135, No. 136) of Kazarian galaxies with ultraviolet excess are presented. The spectra of galaxies were obtained with 6 m SAO telescope. The redshifts of these galaxies are measured. The relative intensities of the emission lines, the electron density, electron temperature, the chemical abundances of 3 condensations of No. 135 galaxy are estimated.

## ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Казарян, *Астрофизика*, 15, 5, 1979.
2. Б. А. Воронцов-Вельяминов, В. П. Архипова, *Морфологический каталог галактик*, т. 1, М., 1968.
3. F. Zwicky, A. Zwicky, *Catalogue of Selected Compact Galaxies*, Zurich, 1971.
4. А. А. Егиазарян, *Астрофизика*, 18, 631, 1983.
5. А. А. Егиазарян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 57, 8, 1985.
6. R. P. S. Stone, *Astrophys. J.*, 218, 767, 1977.
7. М. А. Казарян, Э. Л. Каранетян, В. С. Тамазян, *Астрон. Ц.*, № 1154, 1981.
8. M. Brocklehurst, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 153, 471, 1971.
9. B. E. Pagel, M. G. Edmunds, D. E. Blackwell, M. S. Chun, G. Smith, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 189, 95, 1979.
10. P. A. Shaver, R. X. McGee, L. M. Newton, A. C. Danks, S. R. Pottasch, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 204, 53, 1983.
11. D. Alloin, S. Collin-Souffrin, M. Joly, L. Vigroux, *Astron. Astrophys.*, 78, 200, 1979.
12. И. В. Носов, *Астрон. Ц.*, № 1050, 1979.
13. M. Peimbert, S. Torres-Peimbert, *Astrophys. J.*, 188, 413, 1971.
14. P. Benvenuti, S. D'Odorico, M. Peimbert, *Astron. Astrophys.*, 28, 447, 1973.

15. M. Peimbert, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, **13**, 113, 1979.
16. G. Stasinska, *Astron. Astrophys.*, **66**, 257, 1978.
17. S. A. Hawley, *Astrophys. J.*, **224**, 417, 1978.
18. J. J. Danziger, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, **8**, 161, 1970.
19. D. L. Lambert, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **182**, 249, 1978.
20. D. L. Lambert, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **183**, 79, 1978.
21. J. B. Kaler, *Astrophys. J.*, **244**, 54, 1981.
22. M. A. Kazartan, E. Ye. Khachikyan, A. A. Yeghazarian, *Astrophys. Space Sci.*, **105**, 1982.
23. J. A. Baldwin, M. M. Phillips, R. Terlevich, *Publ. Astron. Soc. Pacific*, **93**, 5, 1981.
24. F. Sabbadin, Minello, A. Blanchini, *Astron. Astrophys.*, **60**, 147, 1977.
25. P. G. Mezger, J. F. Smith, E. Chachwell, *Astron. Astrophys.*, **32**, 269, 1974.
26. J. B. Kaler, *Astrophys. J.*, **210**, 602, 1983.

Н. К. АНДРЕАСЯН

## О СПЕКТРЕ ИРРЕГУЛЯРНОЙ ГАЛАКТИКИ NGC 4753

Спектральные наблюдения, выполненные с помощью сканера 6 м телескопа, показывают, что NGC 4753 не похожа на галактику М 82, так как состоит в основном из второго типа звездного населения.

Маркарян [1] включил NGC 4753 в список галактик типа М 82 по несоответствию показателя цвета со спектром. Вокулер [2] отнес ее к классу Ю, а Воронцов-Вельяминов [3] описал ее как эллиптическую галактику с аномально большим содержанием пыли. Наблюдения в линии  $H_\alpha$  показали, что в NGC 4753 нет областей, излучающих заметно в этой линии [4]. На частотах 1410 и 2650 МГц радиополучение у этой галактики не обнаруживается [5].

Фотометрическое исследование в U, B, V цветах показало, что NGC 4753 населена, в основном, красными и желтыми звездами, причем в центральной части преобладает красная составляющая [6]. Согласно Шаповаловой [6], по звездному составу, структуре и цвету NGC 4753 похожа на галактику М 82.

Спектральное изучение, проведенное Хромеем, показало, что интегральный спектр NGC 4753 соответствует классу К, кривая вращения плавная и не обнаруживает некруговых движений, а ось вращения совпадает с малой осью галактики [7]. Согласно [7], NGC 4753 может рассматриваться как эллиптическая галактика с нормальным для этого класса населением, массой и светимостью.

Регистрограмма спектра NGC 4753, показанная на рисунке, получена с помощью сканера новой конфигурации 6 м телескопа САО АН СССР 15 января 1986 г. Сканирующая щель была направлена на самую яркую часть галактики, т. е. на отмеченное Сендиджем [8] ядро галактики.

Как видно из рисунка, спектр этой области NGC 4753 имеет довольно сильный континуум, на который накладываются только линии поглощения. В наблюдаемой нами области спектра эмиссионных линий нет, или же их интенсивность ниже порога обнаруживаемости. В таблице приведены лабораторные длины волн, идентификация и эквивалентные ширины наиболее уверенно отождествленных линий в спектре NGC 4753. Среднее значение красного смещения, полученного по самым отчетливым линиям, равно 0.0038 и в пределах ошибок совпадает с данными других авторов [9, 10].

Сравнение полученных значений эквивалентных ширин с результатами Тинсли [11] показывает, что интегральный спектр NGC 4753 соответствует классам G5—K. Значительного расхождения между спектральными и цветовыми характеристиками ( $B-V=0.93$ ) не замечается. По-видимому, эта галактика, как и NGC 2968 [12], по звездному населению соответствует классу Jrr II и состоит, в основном, из второго типа населения. Тем самым, она совершенно отличается от М 82, в которой обнаружены типичные представители первого типа звездного населения и неоспоримые доказательства активности.

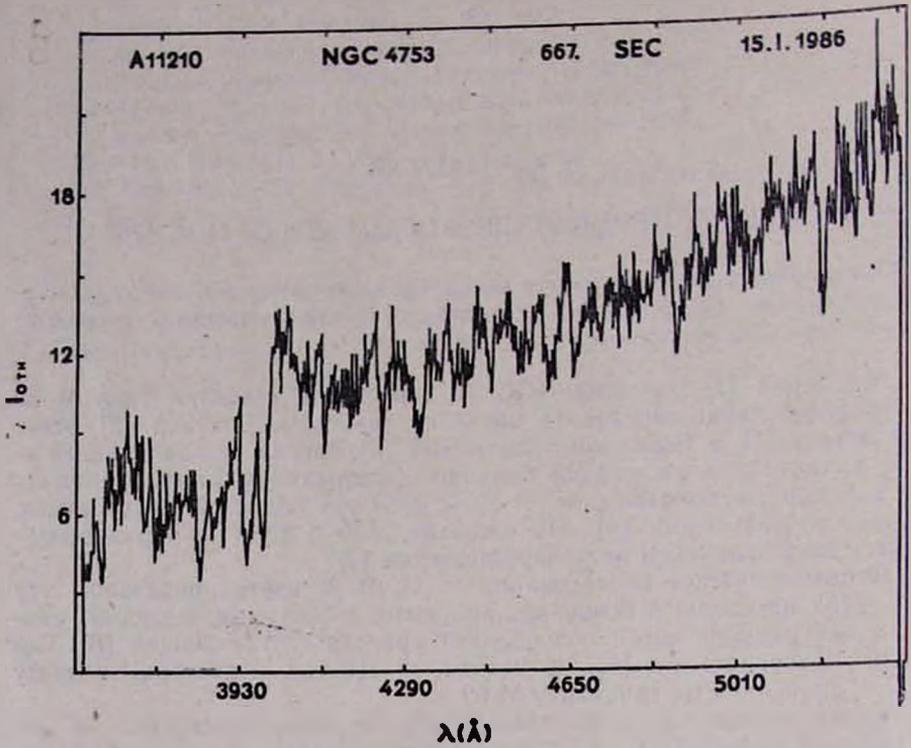


Рисунок. Регистрограмма спектра галактики NGC 4753

Таблица  
Эквивалентные ширины в спектре NGC 4753

$\lambda_0$	И о н	W(Å)
3826	Fe I	10.75
3860	Fe I	8.53
3934	Ca II K	14.35
3968	Ca II H	10.76
4227	Ca I	3.50
4304	полоса G	5.43
4549	Ti II, Fe II	14.46
4549	Cr II	3.11
4861	H $\beta$	2.81
5022	Fe I, Ti I	2.84
5172—5184	Mg I	5.57

6 мая 1986 г.

Ն. Կ. ԱՆԴՐԵԱՍՅԱՆ

## NGC 4753 ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՅԻ ՍՊԵԿՏՐԻ ՄԱՍԻՆ

6 մ դիտակով կատարված սպեկտրալ դիտումները ցույց են տալիս, որ NGC 4753 գալակտիկան, որը համարվում էր M 82 գալակտիկայի նման, տարբերվում է վերջինից և բաղկացած է հիմնականում երկրորդ տիպի աստղային բնակչությունից:

N. K. ANDREASIAN

## ON THE SPECTRUM OF THE GALAXY NGC 4753

The results of spectroscopy carried out with the 6-m telescope scanner show that the galaxy NGC 4753 considered as M 82 type galaxy differs from M 82 consists mainly of type II stellar population.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Е. Маркарян, Сообщ. Бюряканской обс., 34, 19, 1963.
2. G. de Vaucouleurs, Astrophys. J. Suppl. Ser., 8 31, 1963.
3. Б. А. Воронцов-Вельяминов. Морфологический каталог галактик, часть II, М., Изд. Московского ун-та, 1963.
4. P. W. Hodge, Astrophys J., 146, 175, 1966.
5. Г. М. Товмасын, Астрофизика, 3, 427, 1967.
6. Л. П. Шипошалова, Проблемы космической физики, 8, 187, 1973.
7. F R. Chromey, Astron. Astrophys., 29, 77, 1973.
8. A. Sandage, The Hubble Atlas of Galaxies, Carnegie Inst. Press, Washington.
9. A. de Vaucouleurs, G.de Vaucouleurs, Astron. J., 72, 730, 1967.
10. M. L. Humason, N. U. Mayall, A. R. Sandage, Astron. J., 61, 97, 1956.
11. B. M. Tisley, Publ. Astr. Texas Univ., Ser. II, 1, No. 15, 1967.
12. Մ. Կ. Անդրեասյան, Յ. Ե. Խաչիկյան, Астрофизика, 19, 575, 1983.

В. С. АРТЮХ, В. Г. МАЛЮМЯН

НАБЛЮДЕНИЯ ДВОЙНЫХ ГАЛАКТИК  
НА ЧАСТОТЕ 102 МГц

С помощью Большой синфазной антенны Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР методом межпланетных мерцаний на 102 МГц проведены наблюдения 93 объектов из списка двойных галактик Караченцева. У 5 двойных систем обнаружено радиоизлучение с плотностью потока больше 1 Ян. Два объекта из них содержат мерцающие компоненты с плотностью потока в несколько Ян и угловыми размерами гораздо меньше 1".

На основании этих наблюдений было проведено сравнение относительных количеств объектов, обнаруживших радиоизлучение среди двойных и одиночных (изолированных) галактик. Оказалось, что среди галактик—членов двойных систем—объектов, обнаруживших радиоизлучение, в несколько раз больше, чем среди одиночных галактик. Таким образом, был подтвержден вывод, сделанный на основании наблюдений на более высоких частотах [10, 11], о повышенной активности галактик в двойных системах.

**Введение.** Исследования двойных и кратных галактик, которые интенсивно ведутся в последние годы, показали, что ядра галактик в двойных и кратных системах более активны, чем ядра изолированных галактик [1—5]. Наряду с другими диапазонами, эта активность проявляется и в радиодиапазоне [6—15]. Согласно работам [10, 11], у галактик—членов двойных и кратных систем—компактные центральные радиосточники встречаются чаще и они в 2—3 раза мощнее по сравнению с таковыми в изолированных галактиках.

В 1984 и 1985 гг. на Большой синфазной антенне (БСА) ФИАН СССР им. П. Н. Лебедева на частоте 102 МГц методом межпланетных мерцаний были проведены наблюдения двойных галактик из списка [16] с целью поиска в них компактных радиокомпонентов.

**Методика наблюдений и обработки.** Диаграмма антенны имеет размер  $1^\circ \times \frac{0.5}{\cos z}$  ( $z$ —зенитное расстояние). Максимальная эффективная площадь составляла 20000 м<sup>2</sup> в 1984 г. и 40000 м<sup>2</sup> в 1985 г. Центральная частота наблюдений 102.5 МГц. Полоса пропускания приемника составляла 1400 КГц. Постоянная времени—0,5 с. Среднеквадратическая величина шумов—0,15 Ян. Величина эффекта путаницы порядка 1 Ян. Подавляющее большинство галактик наблюдалось в пределах солнечной элонгации  $\varepsilon = 20^\circ - 40^\circ$ . (На частоте 102 МГц мерцания максимальны при  $\varepsilon = 24^\circ$ ). Более подробно методика наблюдений и их обработки описана в [17, 18].

**Результаты наблюдений.** Наблюдалось 93 системы двойных галактик из списка [16]. Так как у наблюдавшихся пар угловые расстояния между компонентами значительно меньше ширины диаграммы направленности антенны, то оба члена пар наблюдались одновременно. Список наблюдавшихся пар приведен в табл. 1. В первом столбце таблицы даны номера пар по [16], во втором—морфологические ти-

пы членов пар по [16]. В третьем—плотности потоков на 102 МГц или их верхние пределы. Для мерцающих объектов плотности потоков  $S_m$  и угловые размеры  $\theta_m$  приведены в комментариях. Там же для систем с обнаруженным радиоизлучением приведены спектральные индексы радиоизлучения  $\alpha$ , вычисленные на основании наших измерений и данных на 2700 МГц из [19].

Таблица 1

Двойные галактики, наблюдавшиеся на 102 МГц

№	Морфологический тип	Плотность потока (Ян)	Комментарии
1	2	3	4
4	SS	$\angle 2$	
5	SS	$\angle 1$	
12	SS	$\angle 2$	
13	SS	—	Сложная область
14	SS	$\angle 3$	На $1^m,5$ к востоку сильный источник
18	EE	$\angle 2$	$\epsilon = 48^\circ$ . Возможно мерцает
19	E?	$\angle 1$	
20	SS	$3,4 \pm 1$	$\alpha \geq 1,36$ Не мерцает
21	SS	—	Сложная область
22	SS	—	Мешает ЗСЗЗ
25	EE	—	Сложная область
26	SS	—	На $1^m$ к западу сильный мерцающий источник
38	SE	$\angle 1$	
40	SS	$\angle 2$	
41	SS	—	Мешает сильный источник PKS 0148+20
42	EE	$\angle 1$	На $1^m$ к западу мерцающий источник
43	SS	$\angle 1$	
44	EE	$\angle 1$	$\epsilon = 47^\circ$
46	EE	$\angle 2$	На $30^s$ к западу источник
47	SS	$\angle 1$	
50	SS	$\angle 0,5$	$\epsilon = 42^\circ$
51	EE	$\angle 1$	Возможно мерцает
53	SS	—	Мерцающий источник, проходящий на $1^m,5$ позже
54	SS	$9 \pm 2$	4C 32.16=B2 0204-32. $S_m = 3 \pm 0,6$ , $\theta_m = 0'', 1 \pm 0'', 1$
55	ES	$\angle 0,5$	$\epsilon = 49^\circ$
61	ES	$\angle 1$	
62	ES	$\angle 2$	
63	ES	$\angle 1$	
64	SS	$\angle 2$	Возможно мерцает
65	SS	$\angle 1$	Возможно мерцает
66	SS	$\angle 2$	Возможно мерцает
67	SS?	$\angle 1$	На $2^m$ к востоку сильный мерцающий источник
68	SS	$\angle 1$	На $1^m$ к западу мерцающий источник
69	SS	$\angle 0,5$	
70	SS	$\angle 2$	
72	SS	—	Сложная область. На $2^m,5$ к западу сильный мерцающий источник
73	SE	$\angle 2$	
76	SE	—	Возможно мерцает. Мешает сильный источник
82	SS	$\angle 2$	Возможно мерцает. На $1^m$ к востоку сильный мерцающий источник
83	EE	$\angle 2$	
84	EE	$42 \pm 8$	ЗС 75. $S_m < 1$
85	SS	$\angle 1$	
86	SE	$\angle 3$	На $1^m$ к востоку источник
87	SS	$\angle 1$	

1	2	3	4
88	SS	<2	Возможно мерцает. На 1 <sup>м</sup> к западу сильный мерцающий источник
89	SE	<1	
90	EE	<1	
91	SE	—	Мешает ЗС 89
92	SS	<1	
93	ES?	<1	Возможно мерцает. Вокруг сильные мерцания
95	SS	<1	Возможно мерцает
96	SS	<1	
97	SS	<2	Возможно мерцает. На 1 <sup>м</sup> к западу мерцающий источник
98	SS	<2	Возможно мерцает. К западу и к востоку мерцающие источники.
99	EE	<2	
100	EE	5,2+1	$S_m = 1,6 \pm 0,5$ , $U_m = 0^{\circ}, 3 \pm 0^{\circ}, 2$ , $\alpha \geq 1,12$
101	SE	<1	
103	SE?	<1	
104	EE	<2	Возможно мерцает
105	SS	<2	
106	ES	—	Мешает сильный мерцающий источник OG+028
107	ES	—	Мешает OG+028
108	SS	<2	Возможно мерцает
111	SS	<2	
112	SS	<0,5	
115	EE?	<1	
117	SS	<1	
118	ES	<1	Возможно мерцает
119	SS	<1	Возможно мерцает
120	SS	<2	На 1 <sup>м</sup> к западу сильный источник
121	ES	<2	На 1 <sup>м</sup> к западу сильный источник
122	SE	<0,5	
123	SE	<1	
124	SS	<1	Возможно мерцает
125	SS	<2	На 1 <sup>м</sup> к востоку сильный источник
130	ES	<1	
134	ES	<1	Возможно мерцает
136	SS	<0,5	
138	ES	<0,5	
146	SS	<1	
153	SE	<2	Возможно мерцает. На 1 <sup>м</sup> к западу мерцающий источник
161	SS	<2	Возможно мерцает. На 1 <sup>м</sup> к западу мерцающий источник
166	EE?	<1	
571	SS	3+0,6	Возможно мерцает. $\alpha \geq 1,3$
574	EE	<1	
584	SS	<1	
587	SS	<2	Возможно мерцает
590	SS	<1	
591	ES	<1	
592	SS	<1	
593	SS	<1	Возможно мерцает
601	SS	<2	
603	SS	<1	

**Обсуждение результатов.** Из наблюдавшихся 93 пар радионизлучение обнаружено у 5 пар. Между тем, согласно работе [18], ожидаемое число случайно обнаруженных источников с плотностью потока больше 1 Ян на БСА при наших наблюдениях должно было составить меньше 0,2. Вероятность такого случайного отклонения около  $2 \cdot 10^{-6}$ .

Как следует из табл. 1, из 5 обнаруженных пар у 2 наблюдались мерцающие компоненты с плотностью потока  $S_m > 0,5$  Ян. В непосред-

ственной близости от многих двойных галактик обнаружены мерцающие источники с плотностью потока меньше 0.5 Ян. Такие случаи мы относили к сомнительным и отмечали как возможные мерцания, так как medianное значение эффекта путаницы для мерцающих источников на БСА составляет 0,15 Ян [20].

Распределение наблюдавшихся двойных галактик по морфологическим типам приведено в табл. 2. Пара № 19 не включена в нее, так как морфологический тип одной из ее компонент неизвестен.

Таблица 2

Распределение пар по морфологическим типам

Морфологический тип галактик	Количество пар	Среднее расстояние до пар, Мпк	Количество пар с обнаруженным радиоизлучением	Процент обнаружения
SS	53	105+5 (42)	3	2,8 (5,7)
SE	24	73+8 (15)	0	0
EE	15	78+10 (14)	2	6,7 (13,3)

В третьем столбце табл. 2 приведены средние расстояния до пар галактик разных морфологических типов, вычисленных на основании лучевых скоростей, взятых из [16, 21], при постоянной Хаббла  $75 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$ . В скобках приведены количества объектов с измеренными лучевыми скоростями. При вычислении процентов обнаружения радиоизлучающих галактик на уровне 1 Ян принималось во внимание количество отдельных галактик. Предполагалось, что радиоизлучение пары может быть обусловлено как одной компонентой, так и двумя компонентами пары.

Из табл. 2, видно, что среди SE пар ни один радиоизлучающий объект не обнаружен. Однако это не означает, что среди таких пар по сравнению с SS и EE парами радионисточники встречаются гораздо реже, так как число измеренных нами SE пар невелико и среднее расстояние до них может быть больше, чем приведенное в табл. 2, поскольку оно вычислено на основании радиальных скоростей всего 15 объектов из 24.

Поскольку среди членов двойных галактик (в особенности среди компонент тесных и взаимодействующих пар) по измерениям на более коротких волнах, радионисточники наблюдаются заметно чаще, чем среди изолированных галактик, то интересно сделать аналогичное сравнение по результатам наших наблюдений на метровых волнах.

К сожалению, на БСА или на других радиотелескопах метровых волн систематические наблюдения изолированных галактик не проводились. Для грубого сравнения мы воспользуемся работой Альтшулера и др. [22]. В [22] приведены результаты наблюдений 118 изолированных галактик не ярче  $14^m.5$  из [23] на 2380 МГц. Из 53 SS пар, наблюдавшихся на БСА, условию  $m \geq 14,5$  удовлетворяют 33 пары, среди которых находятся все 3 пары с обнаруженным радиоизлучением. Это означает, что процент обнаружения среди таких SS пар составляет 4.5 (9). Из выборки изолированных спиральных галактик [22] при среднем спектральном индексе радиоизлучения 0.8 на частоте 102 МГц на уровне  $\geq 0.5$  Ян были бы обнаружены две галактики. То есть

процент обнаружения составил бы примерно 2. Средние расстояния и абсолютные звездные величины изолированных галактик из [22] и галактик, наблюдавшихся нами на 102 МГц, соответственно равны  $(77 \pm 3.5)$  Мпк,  $-19.7 \pm 0.1$  и  $(105 \pm 7)$  Мпк,  $-20.5 \pm 0.1$ . Эти величины для двойных систем определены на основании 30 объектов. Как видим, изолированные галактики в среднем находятся ближе, чем двойные галактики, но несмотря на это они значительно уступают членам пар по проценту обнаружения радиоизлучения. Это отличие вряд ли можно объяснить разницей в абсолютных величинах.

Сравнение с выборкой изолированных спиральных галактик наблюдавшихся на 5000 МГц из работы [8], также показывает, что среди пар с SS компонентами радиоизлучающие объекты встречаются чаще. В самом деле, при спектральном индексе 0,8 среди объектов выборки [8] на частоте 102 МГц могли быть обнаружены 11 галактик из 440, что составляет всего 2,5%. Для галактик из [8] средняя видимая величина равна  $14^m 4 \pm 0.1$ , а для членов двойных систем  $14^m 6 \pm 0.1$ . Частота встречаемости радиоизлучения выше также среди членов EE пар. Из 120 наблюдавшихся эллиптических галактик из [8] на 102 МГц могла быть обнаружена всего одна галактика, то есть примерно 1% от общего числа. Из 15 EE пар обнаружены 2. Это соответствует 7% (13%) обнаружения среди компонент пар этого типа. Такое отличие нельзя полностью объяснить разницей в расстояниях или абсолютных звездных величинах изолированных E галактик и членов EE пар.

Если даже спектры исследованных изолированных галактик на метровых волнах становятся круче (спектральный индекс больше 0,8), то приведенные выше результаты сравнения существенно не изменяются.

Таким образом, наши наблюдения двойных галактик на 102 МГц подтверждают вывод, сделанный ранее на основании наблюдений на более коротких волнах о том, что среди компонент двойных галактик радиоисточники встречаются чаще, чем среди одиночных галактик.

Чтобы ответить на вопрос, встречаются ли мерцающие компоненты в двойных галактиках чаще, чем в изолированных, необходимы наблюдения на метровых волнах изолированных галактик, находящихся на тех же расстояниях, что и исследованные нами пары галактик.

Авторы выражают благодарность сотрудникам группы эксплуатации БСА за помощь в наблюдениях.

Физический институт им. П. И. Лебедева АН СССР  
Бюраканская обсерватория АН АрмССР

20 декабря 1985 г.

Վ. Ս. ԱՐՏՅՈՒԽ, Վ. Հ. ՄԱԼՅՈՒՅԱՆ

ԿՐԿՆԱԿԻ ԳԱՒԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ ԴԻՏՈՒՄՆԵՐԸ 102 ՄՀց  
ՀԱՃԱԽՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ

ՍՍՀՄ ԳԱ Պ. Ն. Լեբեդևի անվան ֆիզիկայի ինստիտուտի Մեծ միափող դիտակի միջոցով 102 ՄՀց հաճախությամբ միջմոլորակային առկայծումների եղանակով Կարաչենցևի կրկնակի պալակտիկաների ցուցակից դիտվել է

93 օբյեկտ: Հինգ կրկնակի համակարգերի մոտ հայտնաբերվել է ուղիղա-  
 ուղարկում: Յանսկուց մեծ հոսքի խտությունը, նրանցից երկուսը պարու-  
 նակում են մեկ աղեղնային վայրկյանից փոքր անկյունային չափեր ունեցող  
 մի քանի Յանսկի հոսքի խտությամբ առկայծող բաղադրիչներ:

Այս դիտումների արդյունքների հիման վրա կատարվել է ուղիղաու-  
 դարկում ունեցող օբյեկտների հարթերական քանակությունների համեմա-  
 տություն կրկնակի և միայնակ (մեկուսացված) գալակտիկաներում: Պարզվել  
 է, որ կրկնակի համակարգերի անդամ գալակտիկաների մեջ ուղիղաուղարկ-  
 քում ցուցաբերող օբյեկտներ դիտվում են մի քանի անգամ ավելի հաճախ,  
 քան միայնակների մոտ: Այսպիսով, հաստատվել է ավելի բարձր հաճախու-  
 թյուններում դիտումների հիման վրա կատարված գալակտիկաների կրկնակի  
 համակարգերի անդամների ավելի ակտիվ լինելու վերաբերյալ հղյակացու-  
 թյունը [10, 11]:

V. S. ARTUKH, V. H. MALUMIAN

## OBSERVATIONS OF DOUBLE GALAXIES AT A FREQUENCY 102 MHz

93 double galaxies from Karachentsev list have been observed with  
 the Large Phased Array of the Lebedev Physical Institute of the Aca-  
 demy of sciences of the USSR at 102 MHz by means of the method of  
 interplanetary scintillations. 5 objects have been detected. Two of them  
 contain scintillating components with angular sizes considerably less  
 than 1 second of arc having flux densities more than 1 Jy.

The comparison of the detection rate of radio emission among the  
 members of pairs of galaxies and single (isolated) galaxies have been  
 made. According to this comparison the radio sources in double systems  
 of galaxies are observed several times more frequently than in single  
 galaxies. Thus, the observations of double galaxies at low radio frequ-  
 encies confirm the conclusion that the galaxies in pairs are more active  
 than single galaxies, made earlier on the ground of observations at  
 higher frequencies [10, 11].

### ЛИТЕРАТУРА

1. R. C. Kennicutt, W. C. Keel, *Astrophys. J.*, 279, 5, 1984
2. W. C. Keel, R. C. Kennicutt, E. Hummel, J. van der Hulst, *Astrophys. J.*, 90, 708, 1985.
3. R. D. Joseph, W. P. Meickle, N. A. Robertson, C. W. Wright, *Mon. Notice Roy. Astron. Soc.*, 209, 111, 1984.
4. J. J. Condon, M. A. Condon, Gistler, J. J. Puchell, *Astrophys. J.*, 252, 102, 1982.
5. O. Dahart, *Astrophys. J.*, 89, 966, 1984.
6. J. W. Sulentic, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 32, 171, 1976.
7. J. T. Stocke, *Astron. J.*, 83, 348, 1978.
8. M. T. Adams, E. B. Jensen, J. T. Stocke, *Astron. J.*, 85, 1010, 1980.
9. T. M. Heckman, *Astrophys. J.*, 268, 628, 1981.

10. Г. М. Товмасын, *Астрофизика*, 18, 227, 1982.
11. E. Hummel, *Astron. Astrophys.*, J., 98, 111, 1981.
12. А. Р. Петросян, *Астрон. ж.*, 61, 441, 1984.
13. D. R. Altschuler, C. Pantaja, *Astron. J.* 89, 1531, 1984.
14. В. Г. Малумян, *Астрофизика*, 25, 19, 1986.
15. V. Balick, T. M. Heckman, *Ann. Astron. Astrophys.*, 20, 431, 1982.
16. И. Д. Караченцева, *Сообщ. Спец. астрофиз. обс. АН СССР*, 7, 3, 1972.
17. В. С. Артюх, *Астрон. ж.*, 58, 208, 1981.
18. В. С. Артюх, В. Г. Малумян, М. Л. Оганнисян, *Астрон. ж.*, 59, 1075, 1982.
19. J. T. Stocke, W. G. Tift, M. A. Kaftan-Kassim, *Astron. J.*, 83, 322, 1978.
20. В. С. Артюх, В. И. Шишов, *Астрон. ж.*, 59, 896, 1982.
21. J. D. Karachentzev, *Astron. J. Suppl. Ser.*, 44, 137, 1980.
22. D. R. Altschuler, R. Glevanelli, M. P. Haynes, *Astron. J.*, 89, 1695, 1984.
23. В. Е. Караченцева, *Сообщ. Спец. астрофиз. обс. АН СССР*, 8, 3, 1973.

А. П. МАГТЕСЯН, М. А. ОГАННИСЯН

## НАБЛЮДЕНИЯ ГАЛАКТИК В ГРУППАХ НА 102 МГц

На частоте 102 МГц методом мерцаний на неоднородностях межпланетной плазмы проведены наблюдения 325 галактик в группах. В 42 из них обнаружено радиоизлучение, 11 из которых имеют мерцающий компонент.

1. Введение. В работах [1, 2] изучена связь радионеполучательной способности галактик на частотах 1400—5000 МГц в группах галактик от среднего гармонического линейного расстояния между галактиками, характеризующего плотность группы, и от относительного количества эллиптических и линзовидных галактик в них.

Интересно было выяснить, сохраняются ли полученные в [1, 2] результаты при переходе к низким частотам. Кроме того, важно изучить зависимость радиоспектров галактик от плотности и морфологического состава группы в широком диапазоне радиоволн. С этой целью с 1980 по 1983 гг. были проведены наблюдения галактик в группах [3, 4] на частоте 102 МГц методом мерцаний на неоднородностях межпланетной плазмы, что позволяет также изучить зависимость точкой структуры галактик от тех же характеристик групп.

2. Методика наблюдений и обработки. Наблюдения были проведены на большой синфазной антенне (БСА) Физического института АН СССР им. П. Н. Лебедева в г. Пуцццио [5]. Диаграмма направленности антенны по половинной мощности имеет размер  $49' \times 27' / \cos z$ , а ее максимальная эффективная площадь составляет 20 000 м<sup>2</sup>. Частота приема менялась от 102 до 103 МГц, что позволило нам выполнить наблюдения радиоисточников в максимуме диаграммы антенны по склонению. Полоса пропускания приемника составляла 1400 кГц, постоянная времени 0.6 с.

Погрешность измерений плотностей потоков оценивалась по формуле:

$$\sigma = [\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + (0.2S)^2]^{1/2},$$

где  $\sigma_1$ —среднеквадратическая величина шумов, которая в зените равна 0.14 Ян,  $\sigma_2$ —уровень эффекта путаницы (confusion), которая в зените равна 1.1 Ян,  $\sigma_3$ —среднеквадратическая ошибка одного измерения (каждый радиоисточник наблюдался не менее 5 раз).  $S$ —плотность потока, а коэффициент 0.2 связан с погрешностью определения потоков опорных источников. Их значения на частоте 102 МГц вычислялись с помощью потоков от 38 МГц до 178 МГц [6—9] путем интерполяции.

Погрешность плотности потока мерцающей компоненты, когда наблюдаются только мерцания, в основном определяется шумами аппаратуры и эффектом путаницы мерцающих источников. Эффект путаницы для мерцающих источников на антенне БСА исследован в [10], его медианное значение равно 0.14 Ян. Поэтому погрешность

потока мерцающей компоненты вблизи зенита составляет 0.2 Ян.

Наблюдения обрабатывались на ЭВМ М-600 по программе, описанной в [11]. Результатом обработки явились оценки плотностей потоков  $S$ , индексов мерцаний и временных спектров мерцаний радиоисточников.

Путем сопоставления полученного спектра с теоретическими [12], можно оценить угловой размер  $\theta$  мерцающей компоненты источника. Зная  $\theta$  и используя расчеты [13], можно оценить теоретический индекс мерцаний. Отметим, что на частоте 102 МГц мерцания максимальны при солнечной элонгации  $\epsilon = 24^\circ$ . Отношение измеренного индекса мерцаний к теоретическому позволяет оценить долю энергии  $R$ , заключенную в мерцающей компоненте. Отсюда получаем поток мерцающего компонента  $S_M = S \cdot R$ .

В тех случаях, когда на аналоговой записи наблюдалась ровная нулевая линия, мы давали верхнюю оценку плотности потока  $S = 1$  Ян. В случае же, когда источник находился в сложной области или был настолько слаб, что оценки плотности потока становились ненадежными, оценивался его верхний предел по аналоговым записям. Если вокруг наблюдавшегося объекта имелся мешающий источник или источники, то поток этого объекта не оценивался. В тех случаях, когда было наблюдеено лишь сильное мерцание, оценивались только плотность потока мерцающего компонента и его размер. Погрешность оценок размеров составляет  $\begin{matrix} +100\% \\ -50\% \end{matrix}$  (см. [11]).

Источники, у которых плотность потока мерцающего компонента была меньше 0.5 Ян, относились к немерцающим источникам (НМ).

**3. Результаты наблюдений.** За период 1980—1983 гг. было наблюдеено 325 галактик, в 42 из которых обнаружено и измерено радиоизлучение (11 из них имеют мерцающий компонент), для 201 оценена верхняя граница, а для 82 оценка потоков не производилась, поскольку около них находились мешающие источники.

Результаты наблюдений приведены в табл. 1—3.

В табл. 1 приведены радио- и оптические данные обнаруженных в радиодиапазоне галактик. В последовательных столбцах приведены следующие величины: 1—номер по NGC или IC (отмечены звездочками); 2, 3—номер группы по [3] и [4]; 4, 5—прямые восхождения и склонения по [14—19]; 6—видимая оптическая величина по [14—20]; 7—геллиоцентрическая радиальная скорость по [20, 21]; 8—интегральный поток на частоте 102 МГц; 9—поток мерцающей компоненты на той же частоте, немерцающие источники отмечены—НМ; 10—угловой размер мерцающей компоненты.

В столбце 4 табл. 2 приведены верхние границы интегральных потоков галактик, у которых радиоизлучение не было обнаружено.

В табл. 3 приведены данные о тех галактиках, вблизи которых наблюдаются мешающие источники. В последовательных столбцах приведены следующие величины: 1, 2, 3—аналогичные величины, что и в табл. 1 и 2; 4—информация относительно мерцания; 5—предполагаемый мешающий источник.

В табл. 1—3 включены и данные о результатах наблюдений ряда галактик, входящих в группы, из работ [22—24].

Авторы благодарят проф. Э. Е. Хачикяна за обсуждение результатов и замечания.

7 января 1986 г.

Номер	K	CfA	$\alpha$	$\delta$	m	V	S	S <sub>M</sub>	"
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
224 <sup>1</sup>	1		00 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 0	41° 00'	4.3	-61	70+30	-	
383 <sup>2</sup>	7	8	00 50.2	28 45	14.1	4985	0.8±0.8	HM	
598	1	9	01 04.7	32 09	13.6	5071	28+4	HM	
684	—	18	01 31.0	30 24	6.5	-180	10.7±2	HM	
936 <sup>3</sup>	10	22	01 47.4	27 24	13.2	3513	4.5±1	1.5±0.5	0.1
1068	10	28	02 25.1	-01 23	11.3	1421	5.1±1	-	
2793	21	32	02 40.1	-00 13	9.7	1131	24+5	5.0±1	0.2
2841	—	43	09 13.7	34 39	13.9	1681	5.5±1	HM	
3031	22	44	09 18.5	51 12	9.9	637	2.0±1	HM	
3034	22	52	09 51.4	69 18	8.1	-44	5.5±1	HM	
3067	21	52	09 51.7	69 55	9.2	247	22+4	HM	
3162 <sup>4</sup>	24	50	09 55.4	32 37	12.7	1460	15±3	6.0±1	0.1
3166 <sup>5</sup>	—	58	10 10.8	22 59	12.2	1303	6.5±1.3	-	
3169 <sup>6</sup>	—	57	10 11.2	03 40	11.1	1339	-	-	
3177	24	57	10 11.7	03 43	11.9	1299	6.5±1.3	-	
3185	24	58	10 13.8	21 22	12.8	1309	1.6±1	HM	
3627	31	58	10 14.9	21 56	12.9	1237	-	0.9±0.5	0.1
3690 <sup>1</sup>		78	11 17.6	13 16	8.9	737	4.0±1	2.0±0.5	0.7
694 <sup>8</sup>		94	11 25.7	58 50	12.7	3101	12±3	HM	
3726		94	11 25.7	58 50	12.6	3115	-	HM	
3888		94	11 30.6	47 18	11.2	861	2.5±1	HM	
4151		94	11 44.9	56 14	12.6	2408	1.5±1	HM	
4258 <sup>9</sup>		94	12 08.0	39 41	11.2	989	6.0±1	0.8±0.5	0.1
4261 <sup>1</sup>	39	94	12 16.5	47 35	9.6	449	8.0±2	-	
4264 <sup>2</sup>		106	12 16.8	06 06	12.0	2200	70±10	HM	
4321		106	12 17.0	06 07	13.9	2633	-	HM	
4374 <sup>7</sup>	42	106	12 20.4	16 06	10.6	1560	4.5±1	HM	
4486 <sup>8</sup>	44	106	12 22.5	13 10	10.8	1033	30±10	HM	
4904		106	12 28.3	12 40	10.4	1265	2000±300	HM	
5055	46	106	12 58.4	00 14	13.2	1164	-	0.9±0.5	0.1
5194 <sup>1</sup>	46	116	13 13.5	42 17	9.7	497	8.0±1.6	HM	
5195 <sup>2</sup>	46	116	13 27.8	47 27	8.8	474	20±4	HM	
5322	48	122	13 27.8	47 31	10.6	558	-	HM	
			13 47.6	60 26	11.3	1804	3.5±1	HM	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5678	48	140	14 20.0	15 18	14.2	2240	1.5+0.5	1.5+0.5	0.1
5692		144	14 30.6	58 09	12.1	1929	2.5+1	HM	
5866	54	145	14 35.8	03 37	13.3	1610	15+3	3.0+1	0.1
7317		152	15 05.1	55 57	11.1	672	—	0.7+0.5	1.0
7318A	60		22 33.6	33 41	15.3	6736			
7318B	60		22 33.7	33 43	14.9	6967	5.0+2	1.0+1	1
7319	60		22 33.8	33 43	14.4	6005			
					14.8	6935			

## Примечания к табл. 1

- <sup>1</sup> вокруг центра наблюдаются некоторые мерцающие источники (см. [23])
- <sup>2</sup> отождествляется с ЗС 31
- <sup>3</sup> возможно мерцает
- <sup>4</sup> на 1<sup>m</sup> раньше наблюдается мерцающий источник с  $S_M=3Ян$
- <sup>5</sup> мешает мерцающий источник
- <sup>6</sup> на 1<sup>m.5</sup> раньше наблюдается мерцающий источник
- <sup>7</sup> мешает NGC 4486=З С 274
- <sup>8</sup> у этой галактики невозможно было обнаружить мерцающий компонент с потоком меньше чем 50 Ян

Таблица 2

Необнаруженные в радиодиапазоне галактики

Номер	K	CfA		Номер	K	CfA	
1	2	3	4	1	2	3	4
671. <sup>2</sup>			2	3338 <sup>5</sup>	27	68	3
67A <sup>1,2</sup>			2	3348		69	2
68 <sup>1</sup>	3	2	2	3359		68	1
69 <sup>1</sup>	3		2	3368	27	68	1
70 <sup>1,2</sup>		2	2	3379	27	68	1
71 <sup>1</sup>	3		2	3384	27	68	1
72 <sup>1</sup>	3		2	3389	27	68	1
72A <sup>1</sup>	3		2	3395	29	67	2
				3396	29	67	2
125	4		3	3412	27	68	3
126	4		3	3441		70	2
127	4		3	3457		68	1
128	4		3	3489	31	68	1
130	4		3	3504		71	1
160		5	2	3512		71	1
182		6	3	3556		94	1
185	1		1	3605	33	77	1
194		6	3	3607	33	77	1
198		6	3	3608	33	77	1
200		6	3	3611		76	3
628 <sup>3</sup>		17	2	3613	34	94	2
672		22	3	3619	34	94	2
750	9		1	3631		94	2
751	9		1	3633		76	1
976		29	1	3664 <sup>4</sup>		74	4
992		29	2	3718		94	1
1087	10	32	1	3733		94	1
2268	16		1	3738		94	1
2276	16		1	3756		94	1
2300	16		1	3769		94	2
2336	16		2	3850		94	2
2551	16		3	3913		94	1
2633	16		1	3917		94	2
2798		45	2	3928		94	3
2799		45	2	3938		94	1
2859	21	43	2	3958		91	2
2880		46	1	3963		91	2
2911		47	2	4051		94	2
2914		47	2	4064		97	1
2976	22	52	4	4116		100	1
3021	21	50	1	4123		100	2
3077	22	52	3	4136		94	1
3107		53	2	4157		94	1
3156		57	2				
3158	23	56	2	4168		106	2
3159	23		2	4178		106	1
3161	23		2	4189		106	1
3163	23		2	4237		106	1
3187 <sup>1</sup>	24	58	2	4344		106	1
3189 <sup>4</sup>		58	2	4396		106	1
3190 <sup>4</sup>	24		2	4414 <sup>6,5</sup>		94	2
3193 <sup>4</sup>	24	58	2	4457		106	2
3198		56	3	4458	42	106	1
3226	24	58	4	4461	42	106	1
3227	24	58	2	4517		106	1
3239		58	1	4517A		106	1
3245	26	60	3	4522		106	1
3277		60	1	4525		94	1
3301		61	1	4532		106	2

1	2	3	4	1	2	3	4
				5600		140	2
4567 <sup>a</sup>		106	3	5633	48		1
4568 <sup>b</sup>		106	3	5638		145	1
4569		106	1	5653	50	143	3
4571		106	1	5660		135	1
4595		106	2	5668		145	1
4608		106	1	5672		143	2
4638	45	106	2	5676	48	135	2
4639 <sup>d</sup>		106	3	5682	48		2
4647 <sup>e</sup>	45	106	3	5683	48		2
4649	45	106	2	5689	48		2
4654 <sup>c</sup>		106	3	5701		145	2
4688		106	1	5806	53	150	1
4713 <sup>g</sup>		106	2	5813	53	150	3
4725		94	2	5831	53	150	2
4765		106	3	5838	53	150	1
4772 <sup>d</sup>		106	3	5845		150	2
4880		106	2	5846	53	150	2
4900		106	1				
5005		115	1	5846A	53		2
5173	48		1	5850	53	150	2
5198	48		2	5854	53	150	1
5300		124	1	5879	54	152	1
5308	48	122	2	5905		151	1
5313		123	1	5962		156	2
				5970		157	1
5363		124	1	5982		158	1
5364		124	1	5985		158	1
5371	49	123	2	6003		159	2
5377	48	135	2	7448		163	2
5383	49	123	1	7463			1
5384		127	1	7464	62		1
5394	50	126	1	7465	62		1
5395		126	1	7678		168	1
5430		122	3	7769	63		3
5448	48	135	2	7770	63		3
5473	48	132	2	7771	63		3
5474	46	128	1	1727*		22	2
5480	48	135	1	3582*		109	3
5481	48	135	1	A0026	4		3
5485	48	132	2				
5486		123	2	1200+1646		96	5
5533	50	141	1	1352+1517		125	2
5544	50	141	1				
5545	50	141	1				
5557	50	141	1				

## Примечания к табл. 2

<sup>1</sup> NGC 67, 67A, 68, 69, 70, 71, 72, 72A—на 1<sup>m</sup>.5 к западу наблюдается источник с S=2 Ян.

<sup>2</sup> NGC 67, 67A, 70—в список Караченцева [3] эти объекты не входят, но ввиду близости их координат и лучевых скоростей к членам группы № 3, возможно, они принадлежат к этой группе.

<sup>3</sup> NGC 628—на 2<sup>m</sup> к западу наблюдается источник с S=2.5 Ян.

<sup>4</sup> NGC 3187, 3189, 3190, 3193, 4772—возможно мерцают.

<sup>5</sup> NGC 3338—возможно мерцает с  $\Delta S \sim 0.3$  Ян.

<sup>6</sup> NGC 3664, 4414, 4639, 4647, 4654, 4713—confusion

<sup>7</sup> NGC 4414—возможно излучает с S=2 Ян.

<sup>8</sup> NGC 4567, 4568—мешает боковой лепесток NGC 4486.

Таблица 3

Галактики, вблизи которых наблюдаются мешающие источники

Номер	K	СГА		Предполагаемый мешающий источник
1	2	3	4	5
205	1		—	NGC2.4
221	1		—	NGC224
1055		32	--	на 40 <sup>а</sup> восточнее находится источник с S=10.5 Ян, S <sub>H</sub> =2 Ян, $\mu=0^{\circ} 8$
1073	10	32	HM	на 1 <sup>м</sup> восточнее находится источник с S=3 <sup>м</sup> Ян
2964	21	50	--	на 1 <sup>м</sup> .5 западнее находится мерцающий источник
2668	21	50	--	на 1 <sup>м</sup> .5 западнее находится мерцающий источник
3165		57	--	NGC 3165 и мерцающий источник
3254	26	60	HM	на 2 <sup>м</sup> восточнее находится источник с S=10 Ян
3351	27	68	—	на 1 <sup>м</sup> западнее находится мерцающий источник с S=8.5 Ян
3367		66	HM	на 50 <sup>а</sup> восточнее находится источник с S=2 Ян
3370		68	—	на 2 <sup>м</sup> восточнее находится мерцающий источник
3414		71	--	на 1 <sup>м</sup> западнее находится мерцающий источник
3418		71	--	на 1 <sup>м</sup> западнее находится мерцающий источник
3601		74	HM	Cas A
3623	31	78	HM	на 30 <sup>а</sup> восточнее находится источник с S=5.5 Ян
3626		77	HM	протяженный источник
3640		76	—	сильный протяженный источник
3641		76	—	сильный протяженный источник
3659		77	HM	на 2 <sup>м</sup> восточнее находится сильный источник
3681	35	77	HM	протяженный источник с S>15 Ян
3684	35	77	HM	протяженный источник с S>15 Ян
3686	35	77	HM	протяженный источник с S>15 Ян
3691		77	HM	Cas A
3780		94	HM	на 40 <sup>а</sup> западнее находится источник с S=5 Ян
3906		94	--	на 1 <sup>м</sup> .5 западнее находится мерцающий источник
3949		94	HM	на 2 <sup>м</sup> западнее находится источник
3953		94	HM	на 1 <sup>м</sup> .5 восточнее находится источник с S=6 Ян
3982		94	HM	на 1 <sup>м</sup> западнее находится сильный источник
3991	37	93	—	на 1 <sup>м</sup> западнее находится мерцающий источник с S=10 Ян
3994	37	93	—	на 1 <sup>м</sup> западнее находится мерцающий источник с S=10 Ян
3995	37	93	—	на 1 <sup>м</sup> западнее находится мерцающий источник с S=10 Ян
4085		91	HM	на 50 <sup>а</sup> западнее находится источник с S=2.5 Ян
4088		94	HM	на 50 <sup>а</sup> западнее находится источник с S=2.5 Ян
4102		94	HM	на 30 <sup>а</sup> западнее находится источник с S=5 Ян
4269		106	HM	NGC 4261 64 и NGC 4486
4485		94	HM	сложная область
4490		94	HM	сложная область
4559		94	HM	с двух сторон источники
4736		94	HM	на 2 <sup>м</sup> .5 западнее находится источник
4747		94	—	на 15' южнее находится источник с S <sub>H</sub> =2 Ян, $\mu=0^{\circ}.1$
4754		106	—	на 1 <sup>м</sup> западнее находится мерцающий источник с S=4 Ян
4762		106	—	confusion
5033		115	—	на 40 <sup>а</sup> восточнее находится мерцающий источник с S=3.1 Ян
5204	46		HM	на 30 <sup>а</sup> западнее находится источник с S=5 Ян
5457	46	128	—	на 1 <sup>м</sup> западнее находится мерцающий источник с S=12 Ян
5560		139	--	на 1 <sup>м</sup> .5 западнее находится мерцающий источник
5566	52	139	--	на 1 <sup>м</sup> .5 западнее находится мерцающий источник
5574	52	139	--	на 1 <sup>м</sup> .5 западнее находится мерцающий источник
6927	58		HM	на 1 <sup>м</sup> западнее находится источник с S=5 Ян
6927A	58		HM	на 1 <sup>м</sup> западнее находится источник с S=5 Ян
6928	58		HM	на 1 <sup>м</sup> западнее находится источник с S=5 Ян
6930	58		HM	на 1 <sup>м</sup> западнее находится источник с S=5 Ян

## Дополнение к табл. 3

1. NGC 375, 379, 380, 382, 384, 385, 386, 388 находятся в группах K7 и/или CfA9 близ радиогалактики NGC 383=3C 31.

2. NGC 4216, 4267, 4387, 4388, 4406, 4413, 4425, 4429, 4435, 4438, 4473, 4476, 4477, 4478, 4486B, 4491, 4497, 4503, 4550, 4564, 4579 и 1228+1233 находятся в CfA 106 близ радиогалактики NGC 4486=3C 274.

Ա. Պ. ՄԱՇԵՍՅԱՆ, Մ. Ա. ՆՈՎՆԱՆԻՍՅԱՆ

ԳԱՂԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ ԴԻՏՈՒՄՆԵՐ ԽՄԲԵՐՈՒՄ 102 ՄՀց  
ՀԱՃԱԵՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ

Միջմարտակային պլազմայի անհամասեռություններում անկայծումների գրանցման եղանակով կատարվել են խմբերում գտնվող 325 գալակտիկաների դիտումներ 102 ՄՀց հաճախության վրա: 42 գալակտիկաներում հայտնաբերվել է ռադիոճառագայթում: Դրանցից 11-ն ունեն անկայծող բաղադրիչներ:

A. P. MAHTESSIAN, M. A. HOVANNISIAN

OBSERVATION OF GALAXIES IN GROUPS  
AT 102 MHz

By interplatetary scintillation method observation of 325 galaxies in groups have been made at 102 MHz, 42 galaxies were detected, 11 of which have scintillating components.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Магтесян, Сообщ. Бюраканской обс., 57, 21, 1985.
2. А. П. Магтесян, Тезисы докладов республиканской конференции молодых ученых по физике, Ереван, АН АрмССР, 1983, с. 96.
3. И. Д. Караченцев, Проблемы космической физики, 5, 201, 1970.
4. M. J. Geller, J. P. Huchra, *Astrophys. J. Suppl.*, 52, 61, 1983.
5. В. В. Виткевич, А. А. Глушаев, Ю. Т. Ильясов, С. М. Кугузов, А. Д. Кузьмин, И. А. Алексеев, В. Д. Бунин, Г. Ф. Новозенов, Г. А. Павлов, Г. С. Соломин, М. М. Тягин, *Радиофизика*, 19, 1594, 1976.
6. P. S. I. Williams, S. Kanderline, J. E. Baldwin, *Mem. Roy. Astron. Soc.*, 70, 53, 1966.
7. В. С. Артюх, В. В. Виткевич, Р. Д. Дагкесаманский, В. И. Кожухов, *Астрон. ж.*, 12, 567, 1969.
8. J. D. H. Picketton, P. F. Scott, *Mem. Roy. Astron. Soc.*, 69, 183, 1965.
9. K. L. Kellerman, J. I. Pauliny-Toth, P. J. S. Williams, *Astrophys. J.*, 157, 1, 1969.
10. В. С. Артюх, В. И. Шишов, *Астрон. ж.*, 59, 896, 1982.
11. В. С. Артюх, *Астрон. ж.*, 58, 208, 1981.
12. В. И. Шишов, Т. Д. Шишова, *Астрон. ж.*, 55, 411, 1978.
13. M. Marlans, *Radio Sci.*, 10, 115, 1975.
14. F. Zwicky, E. Herzog, P. Wild, *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, vol. 1, 1961.
15. F. Zwicky, E. Herzog, *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, vol. 2, 1963.

16. *F. Zwicky, E. Herzog*, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, vol. 3, 1966.
17. *F. Zwicky, E. Herzog*, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, vol. 4, 1968.
18. *F. Zwicky, M. Karpowicz, C. T. Kowal*, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, vol. 5, 1965.
19. *F. Zwicky, T. Kowal*, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, vol. 6, 1966.
20. *G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, Jr.*, Second Reference Catalogue of Bright Galaxies, The University of Texas Press, 1975.
21. *J. P. Huchra, M. Davis, D. Latham, J. Tonry*, *Astrophys. J. Suppl.*, 52, 89, 1983.
22. *B. С. Артюх, М. А. Оганнисян*, *Астрофизика*, 19, 655, 1983.
23. *B. С. Артюх, М. А. Оганнисян*, *Астрон. ж.*, 61, 639, 1984.
24. *B. С. Артюх, М. А. Оганнисян*, *Астрофизика*, 22, 211, 1985.

Г. М. ТОВМАСЯН

## О ФОРМАХ АКТИВНОСТИ ГАЛАКТИК С ИЗБЫТОЧНЫМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Рассмотрены формы активности галактик с избыточным УФ излучением. Показано, что активность ядер этих галактик имеет следующие три наиболее вероятные формы:

1. *Сейфертовская форма активности*, характерная для приблизительно 10% галактик с УФ избытком. Эта форма активности сопровождается извержением из ядер значительных масс газа, сильным ИК излучением и в некоторых случаях сравнительно сильным радионизлучением, которое в отличие от радиогалактик, исходит из самих ядер. Ранее было высказано предположение [19], что галактики типа Sy 1 находятся, вероятно, на более ранней фазе эволюции, чем галактики типа Sy 2.

2. *Наличие относительного сильного нетеплового радионизлучения*, наблюдаемого у ~3% галактик с УФ избытком.

3. Наиболее часто встречаемой формой активности у рассматриваемых галактик, является *наличие избыточного ультрафиолетового излучения в основном тепловой природы*. Оно обусловлено присутствием большого количества OB-звезд в этих галактиках и свидетельствует о протекании бурных процессов звездообразования в них.

В рамках открытого В. А. Амбарцумяном [1—4] явления активности ядер галактик было дано и объяснение мощного радионизлучения радиогалактик. Для объяснения феномена ядерной активности В. А. Амбарцумян предполагал существование в ядрах галактик огромных количеств гипотетической сверхплотной протозвездной материи, той же материи, взрывы которой приводят к формированию звезд в звездных ассоциациях [5] и обуславливают вспышки яркости вспыхивающих звезд и звезд типа Т Тельца [6].

В. А. Амбарцумяном было указано, что одной из форм проявления ядерной активности является наличие ультрафиолетового (УФ), избыточного излучения в спектрах галактик, которое было характерно для радиогалактик и квазаров. В Бюраканской астрофизической обсерватории была поставлена задача выяснить, имеется ли избыточное УФ излучение в спектрах нормальных галактик, галактик, не имеющих мощного радионизлучения. Предпринятый в середине 60-х гг. обзор неба с метровым телескопом Шмидта в сочетании с объективными призмами привел к обнаружению около 1500 галактик (до приблизительно  $17^m$  видимой звездной величины) с УФ избытком. Галактики, списки которых были составлены Б. Е. Маркаряном с сотрудниками [7—9], известны теперь как галактики Маркаряна. Несколько сот таких же галактик были обнаружены М. А. Казаряном и Э. С. Казарян [10, 11].

В настоящей работе обсуждаются возможные формы проявления активности ядер галактик с избыточным УФ излучением.

Детальное спектральное исследование показало, что некоторые из объектов в списках галактик с избыточным УФ излучением оказались квазизвездными объектами и объектами типа BL Lac. Кроме

того, среди галактик с избыточным УФ излучением было открыто большинство известных к настоящему времени сейфертовских галактик. Присутствие квазизвездных объектов, объектов типа BL Lac и сейфертовских галактик среди галактик с избыточным УФ излучением с определенностью показывает, что в ядрах некоторых из них протекают бурные активные процессы. И поскольку радиоизлучение является одним из ярких проявлений ядерной активности, то было интересно выяснить, имеют ли эти галактики, подобно радиогалактикам, радиоизлучение. Первый обзор радиоизлучения галактик Маркаряна был выполнен Р. Шрамеком и Г. М. Товмасыном на длине волны 6 см [12]. Было обнаружено около 500 галактик из первых пяти списков [7, 8 а, 6]. О результатах радионаблюдений нескольких сотен галактик Маркаряна из последующих списков ([8 в-е, 9 а, 6] сообщается в работах [13—15].

В первом обзоре [12] с предельным потоком обнаружения в 20—30 мЯн радиоизлучение было обнаружено от 26\* галактик из 506 наблюдававшихся. Так что, только около 5% галактик первых пяти списков имеют измеримое радиоизлучение с потоком, превышающим 20—30 мЯн на длине волны 6 см. В более поздних обзорах процент обнаруживаемости радиоизлучения оказался меньше. Так, из 464 наблюдававшихся галактик списков 7—11 [8 г-е, 9 а, 6] радиоизлучение на 11 см с предельным потоком в 30 мЯн было обнаружено всего от 14 галактик [15], хотя на основе данных первого обзора [12] ожидалось, что радионисточники будут обнаружены в  $43 \pm 7$  или, по крайней мере, в  $27 \pm 6$  галактиках [15]. Относительно меньшее количество радиоизлучающих галактик среди галактик последних списков обусловлено, возможно, относительно меньшим количеством среди них галактик с очень сильным УФ избытком [17].

Итак при радиообзоре 1110 галактик радиоизлучение было обнаружено у 46 галактик или всего у 4.1%. Среди объектов с радиоизлучением оказалось 15 сейфертовских галактик, 4 объекта типа BL Lac и один QSO. С исключением этих последних объектов относительное количество радиоизлучающих объектов среди остальных галактик с УФ избытком оказывается меньше 0.03. Наличие теплого радиоизлучения у этих галактик с определенностью говорит о том, что в них протекают активные процессы, сходные с таковыми в радиогалактиках, в меньших, однако, масштабах.

В работе [15] было оценено среднее значение плотности потока на 11 см галактик Маркаряна с необнаруженным радиоизлучением, оказавшееся равным  $2.2 \pm 0.6$  мЯн. Это почти на два порядка больше того потока, который бы давал тепловой источник типа 30 Золотой Рыбы с потоком в 30 Ян на 11 см [18], будучи удаленным на расстоянии в 50 Мпк, которое может быть принято, как среднее расстояние галактик Маркаряна. Так что, очевидно, что оцененный средний поток от галактик с необнаруженным радиоизлучением не может быть обусловлен тепловым излучением источников типа 30 Золотой Рыбы. Для этого потребовалось бы около сотни таких выдающихся обла-

---

\* Хотя и в работе [12] приводится список 28 галактик с обнаруженным радиоизлучением, в двух случаях отождествление является, по всей видимости, ложным. Более поздние наблюдения [15] показали, что радионисточники, отождествленные с объектами Маркаряна 377 и Маркаряна 396, смещены от положений этих объектов а 2'.5 и 1'.5 соответственно. Кроме того, согласно Д. Уилсу и Б. Уилсу [16], оба эти объекта являются не галактиками, а, вероятно, карликовыми звездами типа DA.

стей в одной галактике. Хотя и в некоторых галактиках были обнаружены очень яркие объекты со светимостями, превышающими светимость 30 Золотой Рыбы до 100 или даже более раз [19—21], вряд ли это является распространенным феноменом. Следовательно, оцененное среднее значение плотности потока от галактик Маркаряна с необнаруженным радиоизлучением, вероятнее всего, обусловлено слабым нетепловым излучением некоторых из них. Так что активные процессы меньшего масштаба, проявляемые в радиодиапазоне, идут, возможно, и в ряде других галактик с УФ избытком.

Подавляющее же большинство галактик с УФ избытком, не проявляющих иных признаков активности (признаки сейфертовских галактик, объектов типа BL Lac), не имеют измеримого радиоизлучения. Этот факт говорит о том, что наблюдаемое ультрафиолетовое избыточное излучение этих галактик вероятнее всего не имеет нетепловой природы и обусловлено, главным образом, большим количеством в них горячих звезд. Иначе говоря, в этих галактиках идут бурные процессы звездообразования. Большей частью такие процессы идут, по-видимому, в ядерных областях галактик. Иногда же процессы звездообразования могут захватывать весь объем галактики. Этот вывод находится в согласии с результатами оптического исследования этих галактик. Так, исходя из сходства спектров диффузных галактик типов d—ds со спектрами компактных звездных ассоциаций и сверхассоциаций Б. Е. Маркарян [22] заключил, что эти галактики являются, вероятно, в целом конгломератами голубых гигантов и газа и являются, тем самым, молодыми объектами. С другой стороны, как было показано К. А. Саакян и Э. Е. Хачикяном [19], некоторые из галактик Маркаряна низкой светимости являются сверхассоциациями\* в составе ряда ближайших спиральных галактик.

Таким образом, процессы звездообразования в галактиках Маркаряна идут либо в их ядерных областях, либо, в случае галактик низкой светимости, во всем их объеме. Некоторые же из галактик Маркаряна низкой светимости оказались просто сверхассоциациями в составе других галактик. И в этом случае мы, бесспорно, имеем дело с процессами звездообразования. Идея о том, что в ряде галактик Маркаряна идут интенсивные процессы звездообразования, стала в последние годы весьма распространенной [24—26].

Исходя из того, что некоторые из объектов списков Маркаряна оказались сверхассоциациями в составе более крупных по размерам галактик, галактики низкой светимости со сходными спектральными характеристиками начали называться изолированными сверхассоциациями. Введение этого термина нам кажется излишним, поскольку любые изолированные звездные системы, независимо от их светимостей и линейных размеров, уже давно принято называть галактиками.

Среди наблюдавшихся в радиообзорах галактик с УФ избытком оказалось 122 галактики сейфертовского типа. Об активных процессах, идущих в ядрах этих галактик, говорят уже наблюдаемые в их спектрах достаточно широкие и яркие эмиссионные линии, а также достаточно сильное ИК излучение, возможно нетепловой природы [27]. И интересно, что 15 из обнаруженных галактик с радиоизлучением оказались сейфертовскими, т. е. процент радиоизлучающих га-

\* Термин сверхассоциация был введен В. А. Амбарцумяном с сотрудниками [23] еще в 1963 г. после открытия и изучения объектов типа 30 Дорадос в спиральных галактиках. Вместо термина сверхассоциация в последнее время в литературе нередко употребляется термин гигантская III область.

лактик среди них, (12%) оказался заметно более высоким, чем среди ординарных галактик с УФ избытком. Так что, кроме явных оптических признаков активных процессов в сейфертовских галактиках, о таких же процессах свидетельствует наличие у них сравнительно мощного нетеплового радиоизлучения. Следует заметить, что наблюдения ряда сейфертовских галактик, выполненные с большей чувствительностью, обнаружили слабое радиоизлучение еще у многих из них [28—30].

По мощности своего радиоизлучения сейфертовские галактики находятся между нормальными спиральными галактиками и радиогалактиками. Кроме того, от радиогалактик с широкими эмиссионными линиями в оптическом спектре их отличает и структура радиосточников. Если в радиогалактиках мощное радиоизлучение исходит обычно от двух облаков релятивистских электронов, симметрично расположенных относительно самой галактики, то более слабое радиоизлучение сейфертовских галактик исходит из их ядерных областей.

Таким образом, если исключить из списков галактик Маркаряна объекты типа BL Lac и квазизвездные объекты, то просто в галактиках с избыточным УФ излучением мы встречаемся, вероятно, со следующими тремя формами проявления активности.

1. *Сейфертовская форма активности*, наблюдаемая у  $\sim 10\%$  галактик с УФ избытком. Эта форма сопровождается извержением из ядер галактик значительных масс газа, достаточно сильным ИК излучением, а в некоторых случаях и относительно сильным нетепловым радиоизлучением. Исходя из различия в морфологии, спектре и радиоизлучательных свойствах галактик сейфертовского типа, в работе [19] было сделано предположение о том, что галактики типа Sy 1 по сравнению с галактиками типа Sy 2 представляют, возможно, более раннюю фазу своего развития.

2. *Наличие относительно мощного радиоизлучения нетепловой природы*. Проявляется у очень небольшого количества ( $\approx 3\%$ ) галактик с УФ избытком. В этих галактиках УФ избыток может частично или даже полностью иметь нетепловую природу.

3. Наиболее характерной формой активности рассматриваемых галактик является *наличие ультрафиолетового избыточного излучения в спектре*, имеющего тепловой характер и обусловленного относительно большим количеством горячих звезд типов OB в этих галактиках, что говорит, очевидно, о бурных процессах звездообразования в них. В большинстве галактик с УФ избытком такие процессы имеют место, в основном, в ядерных областях. В некоторых случаях УФ избыток обусловлен, видимо, наличием нескольких сверхассоциаций в составе галактики. В некоторых галактиках низкой поверхностной яркости процессы звездообразования протекают в объеме почти всей галактики. Это либо вообще молодые галактики, либо в наблюдаемую эпоху у них по какой-то причине началось интенсивное звездообразование. Некоторые же из галактик из списков Маркаряна являются попросту сверхассоциациями в составе других галактик, т. е. в последних галактиках процессы звездообразования протекают только в ограниченных областях их объема, зачастую расположенных на их периферии.

В заключение отметим, что ситуация в галактиках с УФ избытком сходна с ситуацией в галактиках вообще, и в квазизвездных объектах. Во всех них форма бурной ядерной активности, сопровождаемая мощным радиоизлучением, встречается намного более редко, чем менее бурные формы активности.

10 октября 1985 г.

## 2. Մ. ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ

ԳՆՐՄԱՆՈՒՇԱԿ ԱՎԵԼՅՈՒԿ ՃԱՌԱԳԱՏԹՈՒՄՈՎ  
ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՁԵՎԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Քննարկված են գերմանուշակ ավելցուկ ճառագայթում ունեցող գալակտիկաների կորիզների ակտիվության ձևերը: Ցույց է տրված, որ այս գալակտիկաների կորիզների ակտիվությունն ունի հետևյալ երեք ամենահավանական արտահայտումները՝

1. Ակտիվության սեյֆերտյան ձևը, որը հատուկ է գերմանուշակ ավելցուկով գալակտիկաների շուրջ 10 տոկոսին: Ակտիվության այս ձևը զուգորդվում է կորիզից գազի հսկայական զանգվածների արտավիժումով, հզոր իԿ—ճառագայթմամբ և, որոշ դեպքերում՝ ոչ ջերմային ռնույթի համեմատաբար հզոր ռադիոճառագայթմամբ, որը, ի տարբերություն ռադիոգալակտիկաների՝ դիտվում է այս գալակտիկաների հինգ կորիզներում:

Ինչպես արդեն ենթադրվել էր [19], Sy 1 տիպի գալակտիկաները հավանաբար գտնվում են զարգացման ավելի վաղ փուլում, քան Sy 2 տիպի գալակտիկաները:

2. Համեմատաբար հզոր ռադիոճառագայթման առկայությամբ, որը հատուկ է քննարկվող գալակտիկաների շուրջ 3 տոկոսին:

3. Քննարկվող գալակտիկաների ակտիվության ամենատարածված ձևը հիմնականում ջերմային ռնույթի գերմանուշակ ավելցուկ ճառագայթումն է: Այն պայմանավորված է այդ գալակտիկաներում մեծ թվով ՕԵ տիպի աստղերի առկայությամբ և վկայում է դրանցում բուռն աստղառաջացման պրոցեսների մասին:

Г. М. ТОВМАСЯН

ON THE FORMS OF ACTIVITY OF GALAXIES WITH  
UV-EXCESS

The forms of activity of the nuclei of galaxies with UV-excess is considered. It is shown that most probable manifestations of nuclear activity of these galaxies are the following three forms:

1. **The Seyfert form of activity** which is characteristic to about 10% of UV-excess galaxies. This form of activity is accompanied with ejection of appreciable amount of gas from nuclei, with a strong IR—emission and in some cases with comparatively strong radio emission which, unlike to radio galaxies, is observed in the very nuclei of them. As it was suggested [19] the Sy I galaxies are probably in an earlier phase of evolution than Sy 2 galaxies.

2. **The presence of comparatively strong non—thermal radio emission**, which occurs in about 3% of UV—excess galaxies.

3. The most common form of activity of the considered galaxies is the presence of excess ultraviolet emission of mainly thermal nature. It is due to a large number of OB stars in these galaxies and evidences on a high star-burst rate in them.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Амбарцумян, Труды V совещания по вопросам космогонии, М., 1956, с. 413.
2. В. А. Амбарцумян, Изв. АН АрмССР, серия физ.-мат. наук, 11, 9, 1958.
3. V. A. *Ambartsumian*, *Astron. J.*, 66, 536, 1961.
4. V. A. *Ambartsumian*, *Fonticinal Academiatal Scientiarum Scripta. Vatican*, 35, 9, 1971.
5. В. А. Амбарцумян, Эволюция звезд и астрофизика, Изд-во АН АрмССР, 1947.
6. В. А. Амбарцумян, Сообщ. Бюраканской обс., 13, 3, 1954.
7. Б. Е. Маркарян, Астрофизика, а) 3 55, 1967; б) 5, 413, 1969; в) 5, 581, 1969.
8. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, Астрофизика, а) 7, 571, 1971; б) 8, 155, 1972; в) 9, 487, 1973; г) 9, 307, 1974; д) 12, 389, 1976; е) 12, 657, 1976.
9. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, Дж. А. Степанян, Астрофизика, а) 13, 225, 1977; б) 13, 397, 1977; в) 15, 201, 1979; г) 15, 363, 1979; д) 15, 549, 1979; е) 16, 609, 1980.
10. М. А. Казарян, Астрофизика, а) 15, 5, 1979; б) 15, 193, 1979.
11. М. А. Казарян, Э. С. Казарян, Астрофизика, а) 16, 17, 1980; б) 18, 512, 1982; в) 19, 213, 1983.
12. R. A. *Sramek*, H. M. *Tomassian*, *Astrophys. J.*, 196, 339, 1975.
13. J. W. *Salentic*, *Astron. J.*, 91, 582, 1976.
14. G. *Kojolan*, D. *Dickinson*, H. M. *Tomassian*, A. St. C. *Dinger*, *Astron. J.* 85, 1462, 1980.
15. H. M. *Tomassian*, W. A. *Sherwood*, V. E. *Sherwood*, G. V. *Schultz*, C. J. *Salter*, H. E. *Matthews*. *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 58 3.7, 1984.
16. D. *Wills*, B. J. *Wills*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 167, 79p, 1971.
17. Г. М. Томасян, Сообщ. Бюраканской обс., 55, 58, 1984.
18. R. X. *McGee*, J. W. *Brooks*, R. A. *Batchelor*, *Austral. J. Phys.*, 25, 613, 1972.
19. К. А. Саакян, Э. Е. Хачикян, Астрофизика, 11, 207, 1975.
20. P. *Venvenuti*, C. *Casini*, J. *Haldman*, *Nature*, 282, 272, 1979.
21. А. Р. Петросян, К. А. Саакян, Э. Е. Хачикян, Астрофизика, 19, 619, 1983.
22. Б. Е. Маркарян, Астрофизика, 8, 165, 1972.
23. В. А. Амбарцумян, С. Г. Искубарян, Р. К. Шахбизян, Сообщ. Бюраканской обс., 33, 3, 1963.
24. J. P. *Huchra*, *Astrophys. J.*, 217, 928, 1977.
25. F. R. *Feldman*, D. W. *Weedman*, V. A. *Balzano*, L. W. *Ramsey*, *Astrophys. J.* 256, 427, 1982.
26. V. A. *Balzano*, *Astrophys. J.*, 268, 602, 1983.
27. A. G. *de Bruyn*, A. G. *Willis*, *Astron. Astrophys.*, 33, 351, 1974.
28. A. G. *de Bruyn*, A. S. *Wilson*, *Astron. Astrophys.*, 53, 93, 1976.
29. E. J. A. *Meurs*, A. S. *Wilson*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 45, 99, 1981.
30. В. А. Санамян, Р. А. Кандилян, Астрофизика, а) 14, 625, 1978; б) 15, 701, 1979; в) 16, 425, 1980.

В. А. САНАМЯН, М. А. ОГАННИСЯН

## АНАЛИЗ ДАННЫХ РАДИОНАБЛЮДЕНИЙ ГАЛАКТИК БЮРАКАНСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

Проведен статистический анализ радиоизлучения 330 галактик с известными бюраканскими классами по данным наблюдений, выполненных на частоте 102 МГц с помощью радиотелескопа БСА ФИАН и по данным других авторов. Показано, что среди галактик с бюраканской классификацией наибольшее относительное число галактик с радиоизлучением и с компактными радиосточниками наблюдаются у галактик класса 5.

**Введение.** Как это принято считать, активность ядра является общим свойством галактик, в первую очередь тех из них, цвет которых более голубой, или тех, которые имеют другие оптические или морфологические особенности [1, 2]. Это стимулировало разносторонние исследования в оптическом и радиодиапазонах различных классов галактик, радиогалактик, квазаров, сейфертовских галактик, галактик с ультрафиолетовым континуумом, галактик с высокой поверхностной яркостью и других, с целью выявления роли активности ядра в их эволюции. К числу таких исследований относятся также проведенные в течение 1980—1983 гг. с помощью радиотелескопа БСА РАС ФИАН СССР наблюдения на частоте 102 МГц галактик, для которых известны «бюраканские классы» (БК), [3]. Наблюдения проводились методом мерцания излучения радиосточника на неоднородностях межпланетной плазмы, что обеспечило хорошее угловое разрешение при сравнительно небольших размерах радиотелескопа и дало возможность получить информацию о радиоизлучении центральных компактных областей галактик. Результаты этих наблюдений были опубликованы в работах [4—7]. В настоящей статье приводится общий анализ данных этих наблюдений, а также их сопоставление с данными радионаблюдений, полученными другими авторами на более коротких длинах волн.

В работах [8—11] было показано, что радиоизлучение спиральных галактик довольно определенно зависит от характера центральных областей, характеризующихся тем или иным БК.

**Анализ результатов.** В работах [4—7] были приведены данные наблюдений 330 галактик с БК, полученные на частоте 102 МГц методом мерцаний. Данные этих наблюдений позволяют сделать некоторые статистические выводы относительно радиоизлучения этих галактик в зависимости от их класса по БК и морфологического типа. Кроме того, многие из этих галактик наблюдались другими авторами на других частотах [10—18] и имеется возможность сравнить наши результаты с результатами этих наблюдений.

При анализе данных, из 330 наблюдаемых галактик, мы исключили 65 галактик, которые расположены вблизи интенсивных мешающих радиосточников. Из оставшихся 265 галактик у 44 на частоте

102 МГц было обнаружено радиоизлучение, величина которого превысила среднеквадратичную ошибку измерений не менее, чем в 3 раза.

Из этих 44 галактик у 14 были обнаружены мерцающие компоненты, что свидетельствует о наличии в них компактных областей с угловыми размерами меньше  $1''$ .

Статистические данные наблюдений для 265 галактик, сгруппированные по БК, приведены в табл. 1. В ее столбцах последовательно приведены: классы галактик по БК, числа галактик ( $N$ ), числа галактик с радиоизлучением ( $N_p$ ), отношения ( $N_p/N$ ) и средние расстояния  $R$ . В скобках приведены средние расстояния галактик с радиоизлучением. В последней строке таблицы приведены суммарные данные для всех галактик по классам.

Если, как принято, считать наличие у галактики заметного радиоизлучения признаком ее активности, то по данным табл. 1 получается, что среди наблюдаемых на частоте 102 МГц галактик с БК, в среднем, наиболее активными являются галактики 5-го класса. Данные таблицы говорят также в пользу активности галактик класса 2s. Однако отнесение их к числу активных галактик является менее уверенным, т. к. они являются сравнительно близкими объектами и, кроме того, число наблюдаемых галактик этого класса мало для надежного статистического анализа. Галактики классов 1, 2, 3 менее активны и содержат приблизительно одинаковое относительное число радиосточников. Галактики, класса 4 занимают промежуточное положение. Наши результаты в общих чертах подтверждают результаты, полученные в работах по наблюдениям на высоких частотах [9—13], где было показано, что галактики классов 2, 2s, 4, 5 более активны, чем галактики классов 1 и 3.

Таблица 1

Распределение галактик с обнаруженным радиоизлучением на частоте 102 МГц по БК

БК	N	$N_p$	$N_p/N$ , %	$\bar{R}_{\text{мнк}}$
1	22	3	14	14 (18.4)
2	56	5	9	16.1(20.7)
2s	6	2	33	19.3(12.5)
3	90	10	11	29.3(14.7)
4	68	16	23.5	23.2(15.7)
5	23	8	35	26.7(24.6)
Общ. число.	265	44	17	—

Из общего числа выбранных для анализа галактик 231 являются спиральными (S), 27—эллиптическими (E) и 7—пререгулярными (I). В табл. 2 приведены данные о радиоизлучении галактик различных типов. Здесь в столбцах обозначения те же, что и в табл. 1. Данные табл. 2 показывают, что относительное число радиосточников среди наблюдаемых нами галактик с БК не зависит от их морфологического типа.

В нашей выборке галактик большинство являются спиральными галактиками и мы рассмотрели их по подтипам  $SO$ ,  $S_a$ ,  $S_b$ ,  $S_c$  (табл. 3). Средние величины потоков радиоизлучения этих подтипов галактик почти одинаковы. По данным табл. 3 нетрудно заметить, что галактики  $S_b$  подтипов (учитывая, что они находятся на больших

расстояниях) более активны по сравнению с галактиками остальных подтипов. Расстояния галактик подсчитаны при значении  $H = 75$  км/с Мпк.

Многие галактики с БК в разное время наблюдались на частотах 408 МГц [14], 1410 МГц [12, 13], 1415 МГц [15], 2380 МГц [16], 2695 МГц [17], 5000 МГц [18] и мы использовали данные этих наблюдений для сравнительного анализа степени активности галактик с БК на различных частотах. В табл. 4 и 5 приведены результаты наблюдений на этих частотах. В столбцах таблиц приведены отношения

Таблица 3

Распределение галактик с обнаруженным радиоплучением на частоте 102 МГц по морфологическим типам

Морф. тип	N	$N_p$	$N_p/N, \%$
I	7	1	14
S	231	39	17
E	27	4	15

Таблица 3

Распределение спиральных галактик с обнаруженным радиоплучением на частоте 102 МГц по морфологическим подтипам

Морф. тип	N	$N_p$	$N_p/N, \%$	$R_{\text{Мак}}$
SO	45	5	11	25.5
Sa	39	8	20.5	21.1
Sb	74	15	20.3	25.5
Sc	52	10	19.2	14.2

Таблица 4

Распределение (в %)  $N_p/N$  по БК

БК	Частоты в МГц, на которых выполнены наблюдения					
	102	408	1415	2380	2695	5000
1	14	33	26	20	43	19
2	9	60	46	54	36	17
2s	33	100	86	83	78	29
3	11	43	28	32	26	19
4	23.5	75	48	43	44	25
5	35	88	56	78	67	44
Сумма	17	61	38	40	37	22

Таблица 5

Распределение (в %)  $N_p/N$  по морфологическим типам

Морф. тип	Частоты в МГц, на которых выполнены наблюдения					
	102	408	1415	2380	2695	5000
1	14	0	50	67	55	33
S	17	62	39	40	38	23.5
E	15	—	36	23	25	9

Таблица 6

Количество галактик с обнаруженным радиоизлучением ( $N_p$ ) и компактными компонентами ( $N_k$ )

БК	Частота, на которой выполнены наблюдения					
	102 МГц			1415 МГц		
	$N_p$	$N_k$	$N_k/N_p$ , %	$N_p$	$N_k$	$N_k/N_p$ , %
1	3	2	67	5	4	80
2	5	2	40	25	11	44
2s	2	0	0	6	6	100
3	10	2	20	39	30	77
4	16	4	25	31	23	74
5	8	4	50	13	10	77
Среднее	44	14	32	119	84	70

$N_p/N$  в процентах. Из общего анализа результатов наблюдений галактик с БК, полученных для интервала частот от 100 до 5000 МГц, можно сделать следующие выводы относительно их радиоизлучения.

На всех измеренных частотах указанного диапазона, наблюдается повышенная активность галактик классов 2s и 5. На всех частотах менее активными являются галактики классов 1 и 3. Галактики 4-го класса занимают промежуточное положение. Галактики класса 2 в диапазоне 400—3000 МГц достаточно активные и по активности они похожи на галактики класса 4, а на частотах 102 и 5000 МГц они менее активны и похожи на галактики классов 1 и 3. На частоте 5000 МГц наблюдается меньшая активность для всех классов галактик. Меньшая активность галактик класса 2 на частоте 102 МГц наверно обусловлена тем, что у них радиоспектры плоские или заваливаются на низких частотах. Это мнение подтверждается данными работы [7].

На частоте 102 МГц из 44 радиосточников 14 (32%) имеют угловые размеры  $<1''$ . А на частоте 1415 МГц из 119 радиосточников 84 (70%) имеют угловые размеры  $<23''$ . Из этих 84 источников 49 были наблюдаемы на частоте 102 МГц и радиоизлучение было обнаружено у 9 галактик, из которых 5 имеют компоненты с угловыми размерами  $<1''$ . Радиоизлучение на частоте 102 МГц показывают примерно 18% из тех галактик, которые на частоте 1415 МГц имеют радиосточники с размерами  $<23''$ . И из них 10% имеют радиосточники  $<1''$ . На частоте 102 МГц 55% радиосточников имеют компактные компоненты  $<1''$ . Такой результат получается у галактик 5-го класса (см. табл. 6).

Относительные числа компактных радионисточников по данным на частотах 102 и 1415 МГц для отдельных классов галактик с БК приведены в табл. 6. В ее столбцах последовательно приведены: классы галактик, числа радионисточников в классе,  $N_p$  - числа компактных радионисточников,  $N_k$ , отношения  $N_k/N_p$ . Несмотря на наличие больших разбросов в цифрах таблицы, относящихся к данным на частоте 102 МГц, что, вероятно, обусловлено малым числом объектов, можно сказать, что компактность радионисточников или, во всяком случае, наличие в источниках компактного компонента, является общим свойством для всех классов галактик, имеющих радионизлучение. На частоте 1415 МГц подавляющее большинство почти всех классов галактик имеют компоненты  $< 23''$ . Исключение составляет класс 2, у которого число компактных радионисточников сравнительно мало.

Из приведенных в табл. 1 и 6 данных следует, что компактность наиболее характерна для галактик класса 5, у которых относительное число компактных радионисточников больше как на высоких, так и на низких частотах.

2 ноября 1985 г.

Վ. Ա. ՍԱՆԱՄՅԱՆ, Մ. Ա. ՕԳԱՆՆԻՍՅԱՆ

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆՅԱՆ ԳԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄ ՈՒՆԵՑՈՂ ԳԱՂԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ  
ՌԱԴԻՈԴԻՏՈՒՄՆԵՐԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

Կատարված է 102 ՄՀ-ի հաճախությամբ բյուրականյան դասակարգում ունեցող 330 գալակսիդաների դիտումների, ինչպես նաև այլ հեղինակների կատարած դիտումների վիճակագրական վերլուծություն: Յույց է տրված, որ բյուրականյան դասակարգման 5-րդ դասի գալակտիկաները համեմատաբար ավելի հաճախ են ցուցաբերում ուղիղաճառագայթում և պարունակում կոմպակտ տիրույթներ, քան մյուս դասերի գալակտիկաները:

V. A. SANAMIAN, M. A. HOVHANNISIAN

THE ANALYSIS OF RADIO OBSERVATIONAL DATA OF THE  
BYURAKAN CLASSIFICATION GALAXIES

The results of analysis of radio observational data of 330 galaxies with nuclei of Byurakai classification carried out at 102 MHz by radio telescope of Lebedev Physical Institute in Puschino are given. It is shown that galaxies with nuclei of the 5-th class comparatively more often have radio sources most of which are compact.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Амбарцумян, Изв. АН АрмССР, сер. ФМЕТ, 9, 23, 1956.
2. В. А. Амбарцумян, Изв. АН АрмССР, сер. физ.-мат. наук, 11, 9, 1958.

- 3 Сообщ. Бюраканской обс., 47, 43, 1975.
4. В. С. Артюх, М. А. Оганнисян, *Астрофизика*, 19, 655, 1983.
5. В. С. Артюх, М. А. Оганнисян, *Астрон. ж.*, 61, 639, 1984.
6. В. С. Артюх, М. А. Оганнисян, *Астрофизика*, 22, 211, 1985.
7. М. А. Оганнисян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 60, 55, 1988.
8. Г. М. Товмасын, *Астрофизика*, 16, 563, 1980.
9. H. M. Toumassian, *Astrophys. J.*, 178, L 47, 1972.
10. Г. М. Товмасын, *Астрофизика*, 2, 419, 1966.
11. Г. М. Товмасын, *Астрофизика*, 3, 555, 1967.
12. H. M. Toumassian, *Austral. J. of Phys.*, 19, 883, 1966.
13. H. M. Toumassian, *Austral. J. of Phys.*, 21, 193, 1966.
14. J. M. Glola, L. Gregorini, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 41, 329, 1980.
15. E. Hummel, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 41, 1951, 1980.
16. L. L. Dressel, J. J. Condon, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 36, 53, 1978.
17. J. J. Pfleiderer, L. Ourst, N. H. Gebler, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 192, 635, 1980.
18. R. A. Sramek, *Astron. J.*, 80, 771, 1975.

С. Г. ИСКУДАРЯН

О ЦЕНТРАЛЬНЫХ ЧАСТЯХ НЕКОТОРЫХ ГАЛАКТИК—  
КАНДИДАТОВ В Iгг II

Дается бюраканская классификация 38 галактик—кандидатов в Iгг II—членов тесных групп и цепочек и соседних с ними галактик.

В настоящей заметке приводится третий список галактик—кандидатов в Iгг II, для которых выполнена бюраканская классификация [1]. Классифицированы кандидаты, которые входят в состав групп и цепочек, а также те галактики, которые вместе с ними входят в одну и те же группы или цепочки, а также некоторые галактики фона. Наблюдательный материал получен на 21" телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории в августе 1985 г. Методика наблюдений и классификации описана в [2—4]. Общий список этих галактик приводится в таблице, где NGC номера кандидатов в Iгг II даются с индексом «к».

В последовательных столбцах таблицы даются порядковые и NGC номера галактик, их интегральные фотографические звездные величины, взятые из каталогов [5, 6], Хаббловские типы [5] и бюраканские классы. Хаббловские типы, определенные автором по снимкам Паломарских карт, взяты в скобки. Для галактик, радиальные скорости которых известны, в последнем столбце—в примечаниях, приводятся значения этих скоростей [7].

Галактики NGC 23, 499, 507 в бюраканском сводном списке отнесены к бюраканскому классу 3 [1], что, по-видимому, является результатом неправильного выбора экспозиций.

Галактики NGC 6286 и NGC 7715 входят в список вероятных кандидатов в Iгг II [8]. Остальные же входят в список галактик с возможными признаками галактик типа M 82 [9].

Примечательно то, что все рассмотренные галактики без исключения принадлежат бюраканским классам 4, 2, 2s. Бюраканский класс 3, как у галактик прежних двух списков [3, 4], здесь также отсутствует.

Обобщая результаты всех трех списков, можно с уверенностью заключить, что среди кандидатов в Iгг II—членов тесных групп и цепочек, галактики бюраканского класса 3 отсутствуют. В этом отношении эти кандидаты ведут себя как поздние спирали, хотя последние среди них отсутствуют. Следует подчеркнуть также обилие галактик подкласса 2s [10] среди кандидатов—членов тесных групп и цепочек. Среди 73 таких кандидатов 9 галактик имеют расщепленные ядра, тогда как среди 702 нормальных галактик бюраканского сводного списка [1] только 12 имеют такие ядра, т. е. нормальные галактики в этом отношении уступают кандидатам почти на порядок.

Следует подчеркнуть также, что сама галактика М 82 в бюраканском сводном списке отнесена к подклассу 2s. Обилие объектов этого подкласса может быть обусловлено присутствием ярких III областей в их центральных областях, а также присутствием пылевой полосы в их ядерных областях. Оба фактора, которые могут создать картину расщепления ядра, приближают эти объекты к объектам типа М 82.

Таблица

Бюраканская классификация некоторых галактик—кандидатов в Iгг II и соседних галактик

№	NGC	$m_{pp}$	HT	БК	П р и м е ч а н и я
1	1	13 <sup>m</sup> .4	Sb	4	$V_{II}=4548$ км/с [7]
2	2	14.8	Sa—b	2	
3	16к	13.2	S0	4	$V_{II}=3041$
4	23к	13.0	SBa	4	№4,5 входят в одну группу, $V_{II}=4566$ и
5	26	13.9	Sb	2	4583 соответственно
6	266	12.6	SBa	4	$V_{II}=4702$ , №6—8, 10 входят в группу
7	295	13.5	SB : b	2	8 [11]
8	315к	12.5	E	2	$V_{II}=4921$
9	318	15.0	(S0)	4	
10	338	14.0	Sa—b	4	$V_{II}=4766$
11	420к	13.5	S0:	2	$V_{II}=4951$ , входит в группу 9 [11]
12	494к	14.0	Sa—b	2s	№12—21 входят в довольно
13	496к	14.5	Sb—c	4	богатую группу галактик
14	498	16.0	(S...)	2	
15	499	13.0	S0	4	
16	504	14.0	S0	4	
17	507	13.0	E	2s	
18	508	14.5	E	2s	
19	515к	14.5	S0	4	
20	517к	13.5	S0	4	
21	528к	13.5	S0	2s	
22	740к	15.0	S...	2s	член трапецеобразной системы
23	6198	14.8	E	4	
24	6206	14.5	[S0] compact	4	
25	6211к	14.0	S0	4	№25, 26—первые яркие члены одной и той
26	6213	15.0	(S0)	2	же цепочки
27	6258	14.5	E	2	
28	6285к	14.5	Sb	4	№28, 29 составляют пару
29	6286к	14.2	pec.	2	
30	6329	14.3	E	2	№30, 31 входят в одну группу
31	6332к	14.5	Sa	2	
32	7385к	14.1	E	2	$V_{II}=7829$ [7], №32, 33 составляют пару
33	7386к	14.6	(E—S0)	4	
34	7387	15.5	(S0)	4	
35	7389	15.0	(SB0)	2	
36	7390	15.5	(S...)	2	
37	7714к	13.0	(S...)	4	$V_{II}=2804$ , №37, 38 составляют пару
38	7715к	14.9	(S...)	2	

20 декабря 1985 г.

IRR II ՏԻՊԻ ԳԱՂԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ԹԵԿՆԱՄՈՒՆԵՐԻ  
ԿԵՆՏՐՈՆԱԿԱՆ ՏԻՐՈՒՑՔՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Կատարված է սեղմ խմբերի անդամ Irr II դասի գալակտիկաների թվա-  
նածուների և դրանց հարևան գալակտիկաների՝ թվով 38 օբյեկտների բյու-  
րականյան դասակարգում:

S. G. ISKUDARIAN

CENTRAL PARTS OF SOME Irr II TYPE CANDIDATES

The Byurakan classification of 38 Irr II type candidates-members of narrow groups and neighbouring galaxies are given.

ЛИТЕРАТУРА

1. Классификация центральных частей 711 галактик, Сообщ. Бюраканской обс., 47, 43, 1975.
2. С. Г. Искударян, *Астрофизика*, 4, 385, 1968.
3. С. Г. Искударян, А. С. Ходжаев, Сообщ. Бюраканской обс., 57, 51, 1985.
4. С. Г. Искударян, А. С. Ходжаев, Сообщ. Бюраканской обс., 57, 54, 1985.
5. P. Nilson, *Uppsala General Catalogue of Galaxies*, Uppsala, 1973.
6. J. W. Sulentic, W. G. Tifft, *The Revised New General Catalogue of Nonstellar Astronomical Objects*, Arizona, 1973.
7. J. P. Huchra, H. Davits, D. Latham, J. Tonry, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 52, 89, 1983.
8. С. Г. Искударян, Сообщ. Бюраканской обс., 57, 39, 1985.
9. С. Г. Искударян (в печати).
10. Г. М. Товмасын, *Астрофизика*, 2, 317, 1966.
11. M. J. Geller J. P. Huchra, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 52, 61, 1983.

М. А. ОГАНИНСЯН

## РАДИОСПЕКТРЫ ГАЛАКТИК С БЮРАКАНСКОЙ КЛАССИФИКАЦИЕЙ

Исследованы радиоспектры 99 галактик по бюраканской классификации. Показано, что галактики 2-го класса по сравнению с другими галактиками имеют полные радиоспектры. Некоторые галактики имеют линейные спектры.

В работах [1—3] проведен анализ радиоспектров нормальных галактик, а в работах [1—4] приведены гистограммы их радиоспектров. Из этих гистограмм видно, что галактики в основном имеют радиоспектры с индексами  $\alpha=0.6—1.0$ .

В работе [5] рассмотрены радиоспектры галактик, имеющих бюраканскую классификацию. В ней показано, что галактики с пологими радиоспектрами чаще встречаются среди галактик классов, 2, 2s, 4, 5, чем у галактик классов 1 и 3. В указанных работах исследованы в основном высокочастотные спектры. С целью исследования радиоспектров в низкочастотной области в 1980—1983 гг. нами были проведены наблюдения 330 галактик из каталога [6] на частоте 102 МГц. Для построения радиоспектров галактик были использованы результаты наблюдений различных авторов [10—18] на других частотах.

На рис. 1 приведена гистограмма радиоспектральных индексов 83 галактик с линейными радиоспектрами, определенными по не менее чем трем частотам. Как видно из гистограммы, большинство этих галактик имеют радиоспектры с индексом 0.7—0.8, что вообще характерно для внегалактических радионеточников.

На рис. 2 приведены гистограммы радиоспектральных индексов для галактик различных классов по бюраканской классификации. Средние спектральные индексы со среднеквадратическими ошибками приведены в таблице.

Из рис. 2 и таблицы следует, что средние спектральные индексы различных классов, за исключением галактик класса 2, почти не отличаются друг от друга. Статистическая значимость различия средних спектральных индексов галактик класса 2 от средних спектральных индексов галактик других классов составляет 0.2 (по  $t$ -критерию Стьюдента).

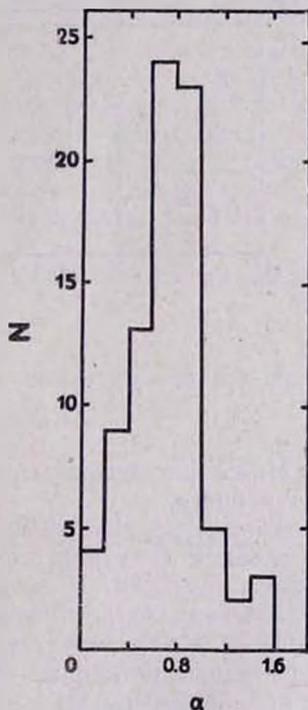


Рис. 1. Гистограмма радиоспектральных индексов для 83 галактик

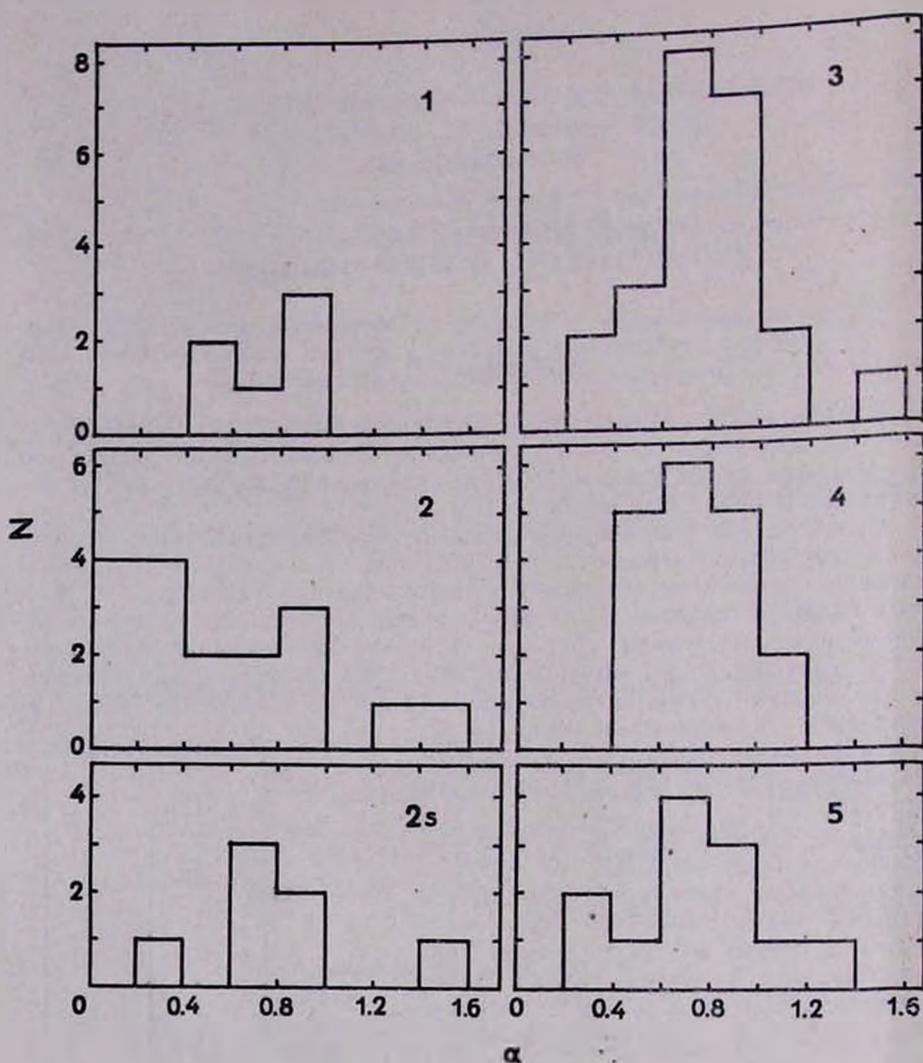


Рис. 2. Гистограммы радиоспектральных индексов галактик различных бюраканских классов

Ниже рассмотрены галактики, имеющие радиоспектры, отличные от линейного.

Галактики NGC 278, 2903, 3034, 3504, 3521, 3556, 5005, 7331 имеют завал в спектрах, который, возможно, обусловлен синхротронным самопоглощением. У галактик NGC 1073, 5813, 4151, 4321, 5055 низкочастотная часть спектра очень крутая. Возможно, что на частоте 102 МГц в этих случаях в диаграмму направленности радиотелескопа попадают источники поля с сильным радиоизлучением. Можно также предположить, что в этих галактиках имеются источники радиоизлучения неизвестной природы с крутым низкочастотным спектром. Плотности потока галактик NGC 507, 598, IC 342, измеренные на различных частотах, имеют большие разбросы, что указывает на их возможную переменность.

В наших наблюдениях [7—9] были определены плотности потоков мерцающих компонентов с угловыми размерами  $< 1''$ . В случае мерцающих компонентов нормальных галактик определение их спектров радионизлучения не достаточно уверенно, потому что, во-первых, для этих галактик имеется очень мало наблюдений с разрешением  $< 1''$  и, во-вторых, не всегда с уверенностью можно сказать, что обнаруженные нами мерцающие компоненты находятся именно в центральных частях галактик. Все же имеющиеся данные дают основание считать, что у нормальных галактик радиисточники с угловыми размерами  $< 1''$  чаще показывают крутой спектр. У компактных источников крутые спектры были обнаружены также и в работе [19].

Таблица

Бюраканский класс	$\alpha$
1	$0.75 \pm 0.2$
2	$0.50 \pm 0.15$
2s	$0.80 \pm 0.2$
3	$0.75 \pm 0.03$
4	$0.75 \pm 0.1$
5	$0.80 \pm 0.17$

Галактики 2-го класса имеют в основном пологие спектры. Если и в этом случае, радионизлучение, как это обычно принято, обусловлено синхротронным механизмом, то это можно считать свидетельством в пользу молодости этих радиообъектов. Например, в галактике M 82 с пологим спектром относительно недавно—примерно 1.5 млн. лет тому назад, имели место взрывные процессы, чем, очевидно, обусловлено ее наблюдаемое радионизлучение. Полученные нами результаты можно считать дополнительным аргументом в пользу предположения, сделанного в работе [20], о том, что в некоторых галактиках класса 2, по-видимому, также имели место взрывные процессы, подобные тому, которые произошли в M 82.

В заключение благодарю Г. М. Товмасына за полезные советы и интерес к работе.

18 октября 1985 г.

У. А. ՀԱՎԱՆՆԻՍՅԱՆ

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆՅԱՆ ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄ ՈՒՆԵՑՈՂ ԳԱՂԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ  
ՌԱԴԻՈՍՊԵԿՏՆԵՐԻ

Ուսումնասիրվել են բյուրականյան դասակարգում ունեցող 99 գալակտիկաների ռադիոսպեկտրները:

Ցույց է տրված, որ 2-րդ դասի միջուկներով գալակտիկաները մյուս դասերի համեմատ ունեն ավելի հարթ ռադիոսպեկտրներ: Որոշ գալակտիկաներ ունեն ոչ գծային սպեկտրներ:

M. A. HOVHANNISIAN

RADIOSPECTRA OF GALAXIES OF THE BYURAKAN  
CLASSIFICATION

Radiospectra of 99 galaxies of the Byurakan classification are investigated.

It is shown that galaxies of class 2 have flat spectra and some of galaxies have non-linear spectra.

## ЛИТЕРАТУРА

1. I. Khan, S. Pfleiderer, *Met. Astr. Gas.*, 43, 112, 1973.
2. E. Hummel, *Astron. Astrophys.*, 106, 183, 1982.
3. R. D. Ekers, J. A. Ekers, *Astron. Astrophys.*, 24, 247, 1973.
4. H. M. Tovmassian, *Astrophys. J.*, 178, L 47, 1972.
5. В. Г. Малумян, *Астрофизика*, 19, 251, 1983.
6. Сообщ. Бюраканской обс., 47, 43, 1975.
7. В. С. Артюх, М. А. Оганнисян, *Астрофизика*, 19, 655, 1983.
8. В. С. Артюх, М. А. Оганнисян, *Астрон. ж.*, 61, 639, 1984.
9. В. С. Артюх, М. А. Оганнисян, *Астрофизика*, 22, 211, 1985.
10. Г. М. Товмасын, *Астрофизика*, 2, 419, 1967.
11. Г. М. Товмасын, *Астрофизика*, 3, 555, 1967.
12. H. M. Tovmassian, *Austral. J. Phys.*, 19, 883, 1966.
13. H. M. Tovmassian, *Austral. J. Phys.*, 21, 193, 1966.
14. E. Hummel, *Astron. Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 41, 151, 1980.
15. I. M. Glota, L. Gregorini, *Astron. Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 41, 329, 1980.
16. L. L. Dressel, J. J. Condon, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 36, 53, 1978.
17. J. Pfleiderer, L. Ourst, N. H. Gebler, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 192, 635, 1980.
18. R. A. Shramek, *Astron. J.*, 80, 771, 1975.
19. W. D. Cotton, *Astrophys. J.*, 271, 51, 1983.
20. Г. М. Товмасын, *Астрофизика*, 3, 427, 1967.

Д.Ж. Б. ОГАНЕСЯН

## АНАЛИЗ ЗВЕЗДНЫХ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ПОТОКОВ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ «ОРИОНА-2»

Проведен сравнительный анализ звездных ультрафиолетовых потоков в диапазоне длин волн 2000—3800 Å по наблюдениям «Ориона-2», с одной стороны, и данных IUE, OAO-2, ANS, S2/68, а также наземных наблюдений, с другой. Для 80% звезд, использованных в анализе, согласно между данными «Ориона-2» и остальными экспериментами имеет место в пределах 10--15%. Обнаружен некоторый рост в отклонениях потока «Ориона-2» на 3500 Å у небольшого числа слабых звезд из области неба вокруг  $\alpha$  Aur. Для двух областей неба ( $\alpha$  Aur и  $\epsilon$  Ori) найдена линейная зависимость между величиной отклонения ультрафиолетового потока «Ориона-2» и длиной волны. Уточнены численные значения редуцированной кривой менискового телескопа с объективной призмой «Ориона-2» для длинноволновой области спектра (3500—3800 Å).

### 1. Постановка задачи

С помощью космической обсерватории «Орион-2» в декабре 1973 г. было получено несколько тысяч изображений спектров звезд до 13 визуальной величины в диапазоне длин волн 2000—3800 Å [1, 2]. Результаты измерений этих спектрограмм и их интерпретация были изложены в многочисленных статьях и работах, в том числе и в «Каталоге ультрафиолетовых спектров 900 слабых звезд» [3]. В последнем световые потоки даны в абсолютных энергетических единицах. В связи с этим возникает вопрос о проведении сравнительного анализа результатов измерений «Ориона-2» с данными других ультрафиолетовых спектральных и фотометрических каталогов звезд [4—11] и, в первую очередь, с IUE, ANS, S2/68 TD—IA, OAO-2, а для оптического ультрафиолета—с результатами наземных наблюдений.

Настоящая работа посвящена изложению основных результатов проведенного нами сравнительного анализа. Всего для анализа были привлечены данные примерно 200 звезд ярче  $11^m,5$ ; эти звезды присутствуют одновременно в каталоге «Орион-2» [3] и, как минимум, в одном из упомянутых выше каталогов.

В перечень сравниваемых списков не был включен Каталог ультрафиолетовых спектров Скайлэб [12] ввиду сильного расхождения его данных с данными других каталогов.

Сравнительный анализ между данными каталога «Орион-2» и остальных каталогов проведен для двух категорий наблюдений—спектрофотометрических и фотометрических, во втором случае—для отдельных участков длин волн.

### 2. Анализ спектрофотометрических данных

*IUE* спектрофотометрия. Общими в спектральном каталоге «Орион-2» и IUE -атласе являются пять звезд: HD 4614, HD 20902,

HD 32630, HD 36512 и HD 40136. Для четырех из них результаты сопоставления наблюдаемых УФ потоков IUE (сплошные линии) и «Орион-2» (точки) приведены на рис. 1. Несмотря на различия в спектральном разрешении между IUE (разрешение везде 7 Å) и «Орион-2»

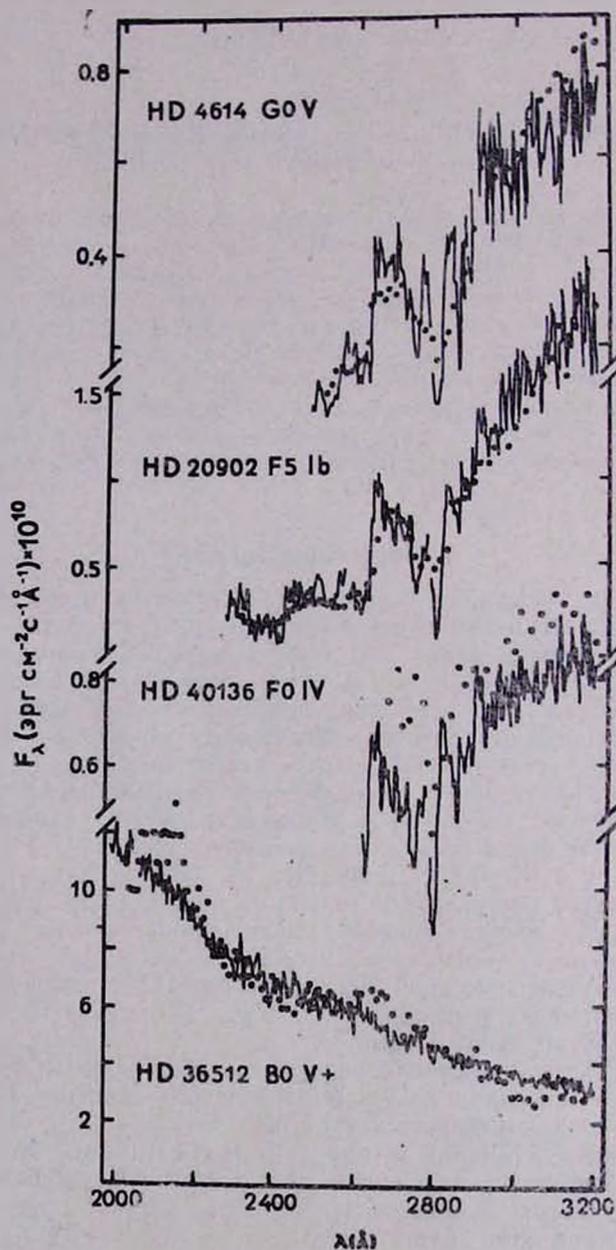


Рис. 1. Распределение энергии в эрг см<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup> Å<sup>-1</sup> в спектрах четырех звезд HD 4614, HD 20902, HD 40136, HD 36512 по измерениям IUE (сплошная линия) и «Орион-2» (точки)

(разрешение 8, 15 и 28 Å соответственно на 2000, 2500 и 3000 Å), согласие между данными обоих экспериментов достаточно хорошее для звезд HD 4614 и HD 20902, почти хорошее в случае звезды HD 36512, за исключением области 2000—2200 Å, где «орнионовские» потоки оказались на 20% выше. В случае же звезды HD 40136 наблюдается почти параллельное смещение в размере 12% «орнионовских» УФ потоков относительно кривой распределения энергии по измерениям IUE в области длин волн 2700—3300 Å.

Что касается звезды HD 32630 (B3U+), то ее «орнионовские» УФ потоки в области 2070—3200 Å оказались сильно отличающимися—от 20 до 80% от УФ данных IUE. Факт существования хорошего взаимного согласия между УФ потоками IUE, S2/68 TD—1A и ОАО-2 (среднее отклонение в области длин волн  $\lambda > 2000$  Å меньше или равно 3% [13, 14]) в частности и для звезды HD 32630, говорит о том, что «орнионовские» УФ потоки ( $\lambda > 2000$  Å) этой звезды измерены со значительной ошибкой.

В случае звезды HD 41511 (AOV Shell+M1111) появляется еще одна возможность сравнения «орнионовских» УФ потоков с данными IUE [16]. Звезда HD 41511—симбиотическая и наблюдалась с помощью IUE в двух фазах—в декабре 1978 г., январе 1979 г. (0.84P) и в июле 1979 г. (0.61P). Сравнение кривых распределения энергии в спектре этой звезды, приведенных в [16] с «орнионовскими» УФ потоками показывает, что наряду с расхождениями в абсолютных величинах потоков для двух разных фаз наблюдений IUE, налицо и достаточно хорошее согласие (в пределах 10%) в области 2600—3200 Å между «орнионовскими» измерениями, соответствующими наблюдениям в фазе 0.83P и IUE данными в момент наблюдений в фазе 0.84P.

Согласно [17], ОАО-2 потоки для  $\alpha$  Cas (HD 3712) оказались превышающими потоки IUE в перекрывающейся области спектра в размере 0,015  $F_v$  ( $F_v$ —визуальный поток) и возможное объяснение этому—влияние рассеянного света при наблюдениях ОАО-2. Поток от этой звезды вблизи 3000 Å по измерениям IUE равен  $0.4 \cdot 10^{-11}$  эрг  $\text{см}^{-2}$   $\text{с}^{-1}$   $\text{Å}^{-1}$ , что на 60% меньше величины потока, даваемого ОАО-2 ( $1.0 \cdot 10^{-11}$  эрг  $\text{см}^{-2}$   $\text{с}^{-1}$   $\text{Å}^{-1}$ ). Такая большая величина ошибок в измерениях ОАО-2 отмечается в [17] обычно у звезд спектрального класса позднее КО. Это стало известно совсем недавно, в 1984 г.; в пору развертывания обработки и измерения спектрограмм «Орион-2» (в 1974 г.), ничего не зная об этом, звезда  $\alpha$  Cas (HD 3712) была использована в качестве стандарта абсолютизации для своей серии фотокладов. Поэтому ошибку в размере 60% мы должны отнести и к «орнионовским» УФ потокам всех звезд области неба вокруг  $\alpha$  Cas. Вместе с тем придется констатировать и такую странную ситуацию, когда в случае звезды HD 4614 из той же области неба вокруг  $\alpha$  Cas «орнионовские» УФ потоки оказались в полном согласии с измерениями IUE.

*ОАО-2 спектрофотометрия.* Большинство звезд, общих для спектрофотометрических каталогов «Орион-2» и ОАО-2 были использованы нами в качестве стандартов для определения коэффициентов абсолютизации относительных потоков [3, 15]. Для этих звезд кривые распределения энергии по данным «Ориона-2» и ОАО-2 совпадают друг с другом в пределах ошибок «орнионовской» фотометрии (порядка 15%).

*S2/68 TD—1A спектрофотометрия.* Фотометрическая система «Орион-2» была сравнена с фотометрической системой S2/68 лишь в диапазоне 2000—2540 Å, общем для обеих систем, на основе анализа

УФ данных для 28 звезд, присутствующих в обоих каталогах. Результаты сопоставления наблюдаемых УФ потоков и «Орион-2», приведенные к одному общему спектральному разрешению, позволяют сделать вывод о том, что для подавляющего числа звезд этой группы согласие между измерениями обоих экспериментов находится в пределах ошибок, 10—15%. Из этой общей тенденции выпадают семь звезд (см. ниже). Абсолютные величины УФ потоков, например, у одной из них, HD20365, по измерениям шести спектрограмм «Орион-2» оказались в 2,5 раза большими УФ данных одного (единичного) измерения S2/68. В то же время ОАО-2 фотометрия в этой же области спектра (2000—2540 Å) дает потоки, сравнимые с «орионовскими» потоками. У другой звезды, HD 37756, абсолютные величины УФ-потоков оказались на 20—50% большими, чем потоки, даваемые S2/68, причем последние являются также результатом единичного измерения S2/68.

Отмечено существование различий в структуре спектра среди звезд этой группы—HD 20365, HD 21428, HD 36166, HD 36589, HD 37752, HD 37967: для всех них характерно наличие глубоких и широких спектральных деталей в «орионовских» спектрах и их отсутствие в записях спектров, полученных с помощью S2/68.

Спектрофотометрия в оптической УФ области спектра. 14 звезд оказались присутствующими одновременно в каталоге «Орион-2» и Каталоге ГАЙШ [11], составленном по данным наземных наблюдений. Для всех этих звезд согласие между данными обоих каталогов для потоков на  $\lambda > 3225$  Å оказалось удовлетворительным—расхождения не превышают 15%.

Обращает на себя внимание факт наличия у всех этих звезд больших значений потока по измерениям «Ориона-2» по сравнению с данными наземных наблюдений. Различие появляется начиная с  $\lambda > 3500$  Å и растет в длинноволновую сторону, что, по-видимому, говорит об ошибках, вкравшихся при построении редуциционной кривой  $\epsilon_{\lambda}$  для менискового телескопа «Орион-2» (см. [15]). Поэтому мы сочли целесообразным внести соответствующие коррективы в редуциционную кривую «Ориона-2» для указанного интервала длин волн (3513—3815 Å). Они приведены в табл. 1.

Таблица 1

Уточненные и приведенные в [15] величины редуциционной кривой «Ориона-2»

Длина волны, Å	log $\delta_{\lambda}$		Длина волны, Å	log $\delta_{\lambda}$	
	уточненные	[15]		уточненные	[15]
3815	-0.11	0.14	3656	-0.01	0.07
3774	-0.08	0.12	3584	0.02	0.06
3734	-0.06	0.10	3548	0.04	0.05
3694	-0.03	0.08	3513	0.04	0.05

Для проведения анализа «орионовских» УФ потоков в оптическом ультрафиолете мы можем использовать также имеющиеся в нашем распоряжении спектральные снимки звезд области неба вокруг  $\alpha$  Aur, полученные на 70 см менисковом телескопе в комбинации с 4° призмой Абастуманской обсерватории. Для восьми «орионовских» звезд до 9<sup>m</sup> визуальной величины из этой области неба были построены наблюдаемые кривые распределения энергии от 3500 до 6500 Å в абсолютных единицах (абсолютизация относительных потоков проводи-

лась на 5550 Å, используя в качестве стандарта Вега и описанную в [18] методику). Полученные по наземным наблюдениям потоки для всех этих восьми звезд оказались более низкими, чем «орниовские». Учитывая ошибку в редуцированной кривой для  $\lambda > 3500$  Å (табл. 1), были найдены величины отклонений «орниовских» потоков в оптической ультрафиолетовой области спектра при сравнении с наземными наблюдениями—они приведены в табл. 2. Эти данные относятся к звездам не слабее 9<sup>m</sup> визуальной величины.

Таблица 2

Величины отклонений потоков по результатам «орниовских» и наземных наблюдений для области неба вокруг  $\alpha$  Aur

Длина волны, Å	$\log \frac{F(\text{Op2})}{F(\text{наз})}$	Длина волны, Å	$\log \frac{F(\text{Op2})}{F(\text{наз})}$
3500	-0.10	3700	-0.05
3550	-0.09	3750	-0.02
3600	-0.05	3800	-0.01
3650	-0.04		

### 3. Анализ фотометрических данных

Имеющиеся в нашем распоряжении УФ спектрофотометрические каталоги звезд—IUE, OAO-2, S2/68 TD—1A позволяют нам провести сравнительный анализ «орниовских» потоков только в отношении звезд ярче 6—7<sup>m</sup>. В то же время основная ценность Каталога «Орiona-2» состоит в том, что в нем приведены абсолютные УФ потоки для ряда слабых звезд—до 12—13<sup>m</sup>. Поэтому с целью расширения проводимого нами сравнительного анализа «орниовских» данных в сторону более слабых звезд, были привлечены также УФ фотометрические каталоги, т. е. данные об абсолютных УФ-потоках, относящихся к отдельным широким полосам спектра. При этом «орниовские» спектры в каждом отдельном случае были пересчитаны с учетом кривых чувствительности фотометрических полос ANS, OAO-2, S2/68 [10, 19]. По сути дела речь идет о создании «орниовских» аналогов фотометрических систем указанных каталогов для анализируемых групп звезд, а их, как увидим ниже, оказалось довольно много—около 800 пересчетов более чем 200 звезд.

*ANS фотометрическая полоса на 3300 Å.* В обоих каталогах оказались 84 общие звезды до 9<sup>m</sup> визуальной величины.

Мы построили диаграмму зависимости величин разницы  $m(\text{ANS}) - m(\text{Op 2})$  от  $m(\text{ANS}) - V$  для этих 84 звезд—(рис. 2, а). Здесь  $m(\text{ANS})$  и  $m(\text{Op 2})$ —потоки в звездных величинах на 3300 Å по данным ANS и «Орiona-2» соответственно,  $V$ —визуальная звездная величина. Нанесенные на этой диаграмме точки, как видим, рассеяны в пределах полосы с границами  $\pm 0,2^m$  по всему диапазону спектральных классов В1—К1.

Нами были построены также аналогичные диаграммы разниц  $m(\text{ANS}) - m(\text{OAO})$  на 3300 Å (по данным 110 звезд до 5<sup>m</sup>) и  $m(\text{ANS}) - m(3320 \text{ OAO})$  (по данным 320 звезд до 12<sup>m</sup>) в зависимости от  $m(\text{ANS}) - V$ , где  $m(3320 \text{ OAO})$ —фотометрические данные OAO-2 на

3320 Å [6]. Ввиду идентичности обеих диаграмм, на рис. 2, *b* приведена только одна из них  $m(\text{ANS}) - m(3320 \text{ ОАО})$  от  $m(\text{ANS}) - V$ . Разброс точек на этой диаграмме одинаков по всему диапазону спектральных классов ранее F0. Тогда для этого диапазона спектральных классов можно ввести понятие средней величины отклонения УФ данных ОАО-2 от АНС на 3300 Å: она оказалась равной

$$m(\text{ANS}) - m(\text{ОАО}) = +0^{\text{m}},06 \pm 0^{\text{m}},06$$

и в хорошем согласии с результатами, приведенными в [20].

Возвращаясь к рис. 2, *a, b*, мы можем констатировать, что обе эти диаграммы аналогичны. Тогда для точек левой диаграммы, ограниченных полосой  $\pm 0^{\text{m}},2$ , мы можем определить среднюю величину отклонения УФ потоков «Ориона-2» от АНС на 3300 Å:

$$m(\text{ANS}) - m(\text{Op 2}) = +0^{\text{m}},03 \pm 0^{\text{m}},16.$$

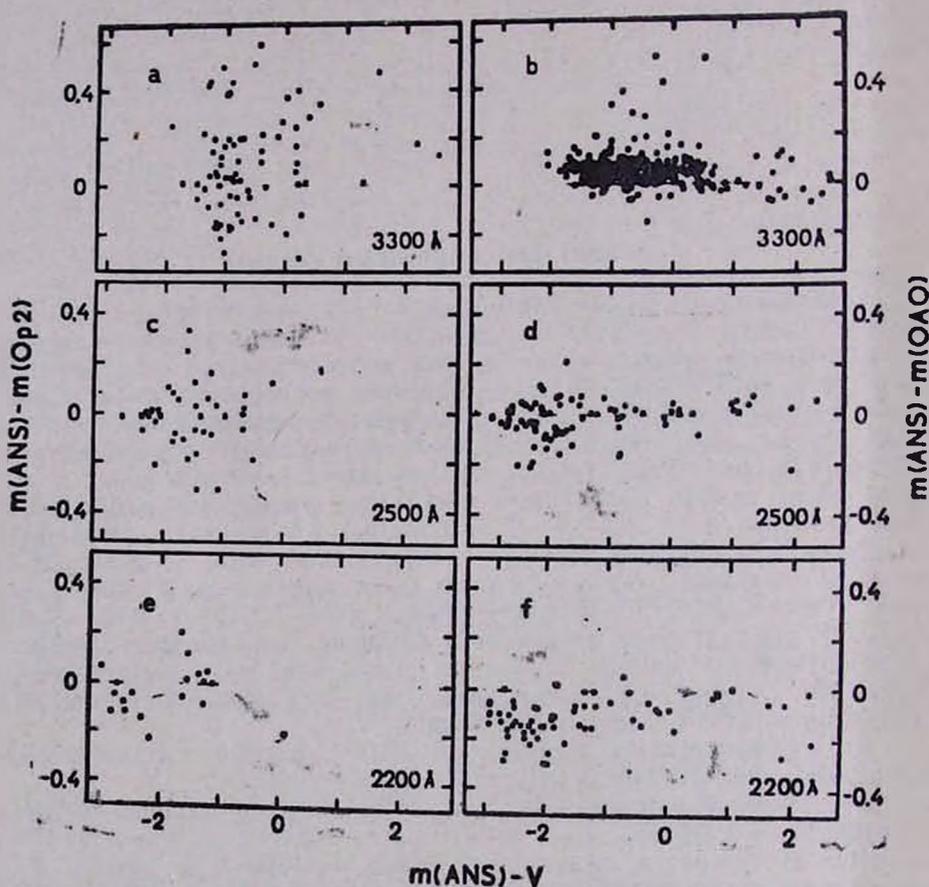


Рис. 2. Сопоставление УФ величины АНС в фотометрических полосах 3300 Å АНС, 2500 Å АНС и 2200 Å АНС с УФ величинами, рассчитанными из ультрафиолетовых спектров «Ориона-2» (*a, c, e*) и ОАО-2 (*b, d, f*). УФ величины ОАО-2 на 3300 Å (диаграмма *b*) соответствуют УФ величинам ОАО-2 в фотометрической полосе 3320 Å ОАО-2

На диаграмме рис. 2, *a* имеются случаи отклонения точек больше  $\pm 0,^m2$ , и они относятся в основном к звездам из области неба вокруг  $\epsilon$  Ori. При этом средняя величина отклонения УФ потоков «Ориона-2» от ANS на 3300 Å для звезд этой области неба составляет  $-0,^m44$ . Имеется еще пять случаев больших отклонений потоков для этих двух экспериментов, однако они не носят систематического характера.

*ANS фотометрическая полоса на 2500 Å.* Согласно диаграмме зависимости величины разницы  $m(\text{ANS}) - m(\text{Op } 2)$  от  $m(\text{ANS}) - V$  на 2500 Å ANS, построенной на основе данных для 48 звезд до 7<sup>m</sup> (рис. 2, *c*), разброс точек довольно равномерный по всему диапазону рассмотренных спектральных классов (A0 и ранее,  $m(\text{ANS}) - V < 0$ ).

На рис. 2, *d* приведена диаграмма зависимости  $m(\text{ANS}) - m(\text{OAO})$  от  $m(\text{ANS}) - V$  на 2500 Å ANS. Судя по этой диаграмме, а также по результатам анализа сравнения УФ потоков на 2500 Å по данным IUE, ANS, OAO-2 [17] все три фотометрические системы хорошо согласуются друг с другом для звезд спектрального класса ранее F0. Тогда можно для звезд спектрального класса ранее F0 определить среднюю величину отклонения:

$$m(\text{ANS}) - m(\text{Op } 2) = -0^m,02 \pm 0^m,14,$$

$$m(\text{ANS}) - m(\text{OAO}) = -0^m,01 \pm 0^m,07.$$

Таким образом, мы приходим к выводу, что УФ потоки «Ориона-2» на 2500 Å были определены, в среднем, с худшей в два раза точностью по сравнению с величинами потоков, приведенными в каталогах IUE, ANS, OAO-2. Однако, как и в случае фотометрической полосы 3300 Å ANS, сильные систематические отклонения на 2500 Å показывают УФ потоки «Ориона-2», главным образом, звезды из области неба вокруг  $\epsilon$  Ori. При этом средняя величина отклонения для звезд этой области неба равна  $-0^m,12$ .

*ANS фотометрическая полоса на 2200 Å.* Общих звезд до 7<sup>m</sup> в обоих каталогах на этой длине волны всего 20. Средняя величина разброса точек на диаграмме зависимости  $m(\text{ANS}) - m(\text{Op } 2)$  от  $m(\text{ANS}) - V$  (рис. 2, *e*) составляет

$$m(\text{ANS}) - m(\text{Op } 2) = -0^m,04 \pm 0^m,10.$$

Из-за отсутствия данных для звезд поздних спектральных классов пришлось ограничиться в настоящем анализе только звездами ранее класса A0.

Для сравнения нами построена диаграмма зависимости величин разницы  $m(\text{ANS}) - m(\text{OAO})$  от  $m(\text{ANS}) - V$  на 2200 Å для 74 звезд до 5<sup>m</sup>, общих для каталогов ANS и OAO-2 (рис. 2, *f*). Величины  $m(\text{OAO})$  вычислены из OAO-2 спектров для ANS полосы на 2200 Å [5, 19]. Средняя величина отклонения OAO-2 потоков от ANS на 2200 Å оказалась равной:

$$m(\text{ANS}) - m(\text{OAO}) = -0^m,10 \pm 0^m,07.$$

Систематических больших отклонений, как это было обнаружено в полосах 2500 и 3300 Å ANS, в полосе 2200 Å ANS не наблюдается.

Резюмируя, можно сказать, что «орионовские» УФ потоки в полосах центрированных на длинах волны 3300, 2500 и 2200 Å, в целом определены верно, а расхождения увеличиваются с переходом в длинноволновую область спектра, доходя иногда до двух раз. От-

части из этой общей тенденции выпадают данные об УФ потоках звезд из области неба вокруг  $\epsilon$  Ori.

*ОАО-2 фотометрическая полоса на 3320 Å.* Как показывает анализ величин разницы  $m(\text{ОАО}) - m(\text{Or 2})$  в зависимости от  $m(\text{ОАО}) - V$  на 3320 Å для 26 звезд до  $8^m$ , потоки ОАО-2 и «Орион-2» на этой длине волны сравнимы в пределах среднеквадратичных отклонений  $\pm 0^m.13$ . Картина здесь такая же, как и при сравнении УФ потоков ANS и «Орион-2» на 3300 Å.

*ОАО-2 фотометрическая полоса на 2980 Å.* Для 27 звезд до  $8^m$  мы нашли

$$m(\text{ОАО}) - m(\text{Or 2}) = -0^m.03 \pm 0^m.10.$$

Аналогичный результат был получен в [17], где сравнивались УФ потоки на 2980 Å ОАО-2 с соответствующими величинами, рассчитанными из IUE спектров.

*ОАО-2 фотометрическая полоса на 2460 Å.* Общих для обоих каталогов звезд на этой длине волны всего 16. На основании анализа величин УФ потока на этой длине волны по измерениям «Орион-2» и ОАО-2 найдено:

$$m(\text{ОАО}) - m(\text{Or 2}) = -0^m.03 \pm 0^m.07.$$

*S2/68 TD-1A фотометрическая полоса на 2365 Å.* Были проведены сравнения S2/68 величин на 2365 Å с соответствующими величинами, рассчитанными из «орионовских» спектров для 66 звезд до  $9^m$  (рис. 3, а). Согласно проведенному в [17] анализу, фотометрическая система S2/68 на 2365 Å может быть использована на уровнях потока больше  $2.3 \cdot 10^{-12}$  эрг  $\text{см}^{-2} \text{с}^{-1} \text{Å}^{-1}$ , соответствующего  $m(2365 \text{ Å}) = 8^m$ . На более низких уровнях потока система становится сильно нелинейной. Учитывая этот факт, мы можем констатировать хорошее согласие «орионовских» УФ потоков на 2365 Å с УФ потоками S2/68 (рис. 3, а).

Для большинства звезд величины разницы УФ потоков на 2365 Å по данным экспериментов «Орион-2» и S2/68 лежат в пределах полосы, ограниченной  $\pm 0^m.1$  (рис. 3, б), а средняя величина может быть представлена в виде:

$$m(\text{Or 2}) - m(\text{S2/68}) = -0^m.01 \pm 0^m.07.$$

Имеются двенадцать случаев появления точек за пределами этой полосы, которые в основном принадлежат звездам из области неба вокруг  $\alpha$  Aur, для них

$$m(\text{Or 2}) - m(\text{S2/68}) = -0^m.11 \pm 0^m.12.$$

По результатам анализа величин УФ потока в полосе 2365 Å S2/68 по данным ОАО-2 и S2/68 было найдено:

$$m(\text{ОАО}) - m(\text{S2/68}) = -0^m.01 \pm 0^m.06,$$

т. е. в области 2300 Å фотометрия звезд «Орион-2» проведена с точностью, не уступающей точности фотометрии ОАО-2.

*S2/68 TD-1A фотометрическая полоса на 2740 Å.* Как уже упоминалось неоднократно [13, 17, 21], наблюдаемые потоки по измерениям S2/68 в фотометрической полосе с центром на 2740 Å заметно ниже, чем дают другие внеатмосферные эксперименты, а также теория. И тем не менее, исходя из желания расширить анализ с привлечением звезд до  $10^m$  визуальной величины, мы решили прове-

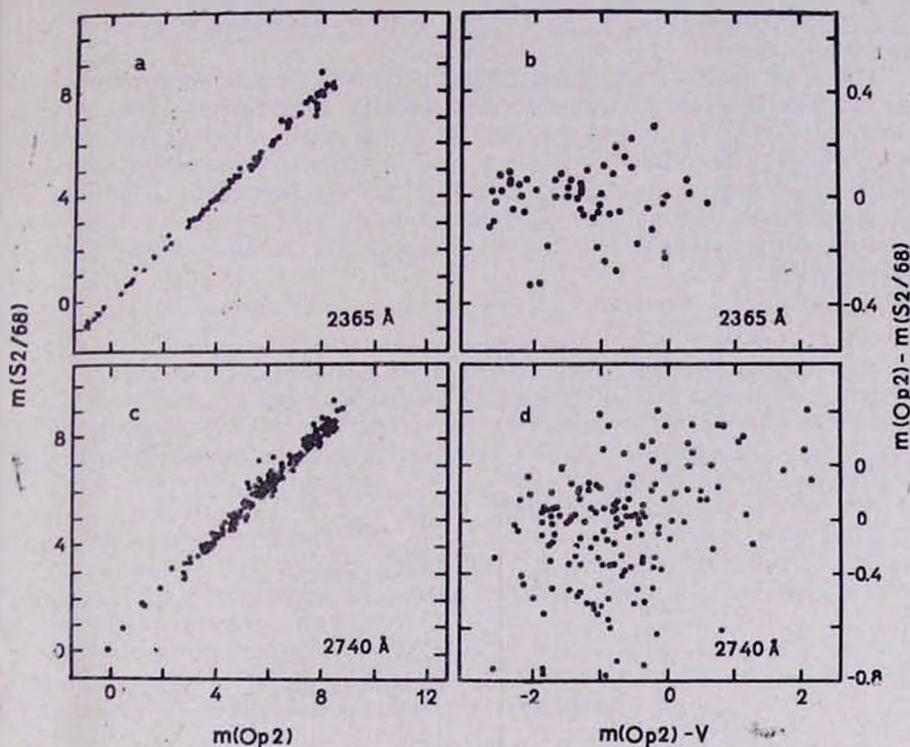


Рис. 3. Сопоставление УФ величины S2/68 в фотометрических полосах 2365 Å и 2740 Å S2/68 с УФ величинами, рассчитанными из ультрафиолетовых спектров «Орион-2»

сти сравнительный анализ S2/68 потоков на 2740 Å с соответствующими величинами «Орион-2» для 166 звезд, общих для обоих каталогов (рис. 3, б).

Прежде чем перейти к обсуждению результатов нашего анализа, вкратце остановимся на выводах, которые были сделаны в вышеупомянутых работах. Сравнение УФ-потоков S2/68 на 2740 Å с потоками, рассчитанными из IUE спектров [17] показывает, что последние систематически выше. Расхождение между этими двумя фотометрическими системами превышает ошибки измерений и составляет  $0,^m3$  для горячих звезд. Такой же результат получается при сравнении УФ-потока на 2740 Å, измеренный S2/68, с соответствующими величинами, рассчитанными из OAO-2 спектров [21]. На основе критического анализа данных в канале с центром на 2740 Å S2/68 в [21] сделан вывод о том, что наблюдаемые потоки отягчены недооценкой излучения у звезд спектрального класса ранее А0, однако явно не наблюдаемой у звезд класса А. Различие между этими двумя системами для горячих звезд составляет:

$$m(\text{OAO}) - m(\text{S2/68}) = -0^m,18 \pm 0^m,09.$$

Таким образом, на диаграмме зависимости между величинами  $m(\text{Op } 2) - m(\text{S2/68})$  и  $m(\text{Op } 2) - V$  на 2740 Å (рис. 3, а) для горячих звезд ранее А0 мы можем определить:

$$m(\text{Op } 2) - m(\text{S2/68}) = -0^m,20 \pm 0^m,23,$$

что в хорошем согласии с ОАО-2 фотометрией на этой длине волны хотя и потоки «Орiona-2» в области 2740 Å измерены с худшей в 2,5 раза точностью.

Одна из возможных причин такого большого разброса точек — раз-  
ные величины систематического отклонения фотометрической системы  
«Орion-2» на 2740 Å для разных областей неба. Пользуясь данными  
УФ потоков «Орion-2» на 2740 Å для большого количества звезд мы  
попытались проанализировать причину такого большого разброса то-  
чек на диаграмме рис. 3, d. Для этого были определены средние вели-  
чины разницы  $m(\text{Op } 2) - m(\text{S2/68})$  для каждой области неба — они при-  
ведены в табл. 3.

Таблица 3

Сводка средних величин отклонений  $m(\text{Op } 2) - m(\text{эксп})$   
фотометрической системы «Орion-2» от фотометрических систем  
ANS, ОАО-2, S2,68 TD-1A и наземных наблюдений

Область неба	Средняя величина $m(\text{Op } 2) - m(\text{эксп})$
	ANS полоса 3300 Å
•	-0.03 ± 0.16
• Ori	-0.44 ± 0.22
	ANS полоса 2500 Å
•	+0.02 ± 0.14
• Ori	-0.12 ± 0.24
	ANS полоса 2200 Å
•	+0.04 ± 0.10
•	ОАО-2 полоса 3320 Å
•	+0.01 ± 0.13
•	ОАО-2 полоса 2980 Å
•	+0.03 ± 0.10
•	ОАО-2 полоса 2460 Å
•	+0.03 ± 0.07
	S2 68, полоса 2365 Å
•	-0.01 ± 0.07
• Aur	-0.11 ± 0.12
	S2 68 полоса 2740 Å
•	-0.20 ± 0.23
• Cas	-0.30 ± 0.24
• Cas	0 ± 0.17
• Per	-0.25 ± 0.12
• Aur	-0.48 ± 0.16
• Ori	-0.18 ± 0.09
• Ori	-0.53 ± 0.38
• Tau	-0.32 ± 0.28
• Aur	-0.08 ± 0.14
• CMa	-0.21 ± 0.04
• CMa	-0.19 ± 0.06
• Vel	-0.13 ± 0.10

Наземные наблюдения (полоса U)  
Средняя величина

	$m(\text{Op } 2) - m(\text{н. набл})$	$m(\text{Op } 2) - m(\text{теор})$
1	2	3
• Cas	-0.20	-0.14 ± 0.21
• Cas	0	-0.07 ± 0.28
• Per	0	-0.02 ± 0.19
• Aur	-0.1	-0.09 ± 0.09
• Aur	-0.4	-0.34 ± 0.25
• Ori	0	+0.04 ± 0.25

Продолжение таблицы 3

1	2	3
ε Ori	-0,3	-0,27±0,15
ζ Tau	+0,1	+0,05±0,23
η Tau	—	-0,07±0,28
ζ Ori	—	0 ±0,16
γ Aug	-0,1	-0,11±0,11
β CMa	0	±0,10±0,05
α CMa	0	—
λ Vel	0	-0,05±0,27

\* В анализе использованы звезды из всех областей неба, наблюдаемых «Орион-2».

Действительно, как следует из табл. 3, основная причина большого разброса точек на рис. 3 *d* обусловлена разной величиной средней разницы  $m(\text{Op } 2) - m(\text{S2/68})$  для разных областей неба. Для звезд семи областей неба ( $\alpha$  Cas,  $\alpha$  Per,  $\iota$  Ori,  $\zeta$  Tau,  $\alpha$  CMa,  $\beta$  CMa,  $\lambda$  Vel) измеренные «Орион-2» УФ потоки на 2740 Å достаточно верны. Вместе с тем УФ потоки на 2740 Å от звезд остальных четырех областей неба ( $\gamma$  Cas,  $\alpha$  Aug,  $\epsilon$  Ori,  $\beta$  Aug) измерены с большей ошибкой, причем для этих областей характерен также большой разброс данных около средней величины отклонения.

Фотометрическая полоса на 3500 Å ( $U$ ). Для 111 звезд каталога «Орион-2», в том числе и слабее 11<sup>m</sup>, имеются фотометрические данные в системе UBV [22, 23]. Пользуясь выражением

$$m(U) = -2,5 \lg F_0 + (U - U_0),$$

где  $m(U)$  поток на 3500 Å в звездных величинах, определенный по  $U$  цвету звезды,  $F_0$  и  $U_0$  потоки в абсолютных единицах на 3500 Å и цвет звезды стандарта ( $\alpha$  Lyr), можно оценить величину потока от звезды на 3500 Å с известными величинами  $U$  цвета. В результате для всех 111 звезд были определены величины  $m(U)$ , вычислены разницы  $m(\text{Op } 2) - m(U)$  между величинами потока на 3500 Å по данным «Орион-2» и вычисленными из  $U$  цвета, а затем построена диаграмма зависимости этих разниц от  $m(\text{Op } 2) - V$ , приведенная на рис. 4, *a*.

Для сравнения, на рис. 4, *b* приведена аналогичная диаграмма зависимости  $m(\text{н. набл.}) - m(U)$  от  $m(\text{н. набл.}) - V$  по наземным наблюдениям [11].

Анализ аналогичной диаграммы, построенной на этот раз по теоретическим моделям атмосфер звезд спектральных классов O—G [24], показывает, что характер зависимости  $m(\text{теор.}) - m(U)$  от  $m(\text{теор.}) - V$  не постоянен—он меняется как в зависимости от спектрального класса, так и от класса светимости. Поэтому во избежание недоразумений на диаграммах рис. 4, *a*, *b* приведены данные только для звезд классов светимости IV и V.

Большой разброс величин разницы  $m(\text{Op } 2) - m(U)$  на рис. 4, *a* заставил нас провести анализ потоков «Орион-2» на 3500 Å отдельно для разных областей неба. Результаты приведены в табл. 3. Такой анализ проведен лишь на основе качественного сравнения величин  $m(\text{Op } 2) - m(U)$  для каждой области неба с диаграммой зависимости (рис. 4, *b*) поэтому приведенные в табл. 3 (второй столбец) величины отклонения носят сугубо оценочный характер.

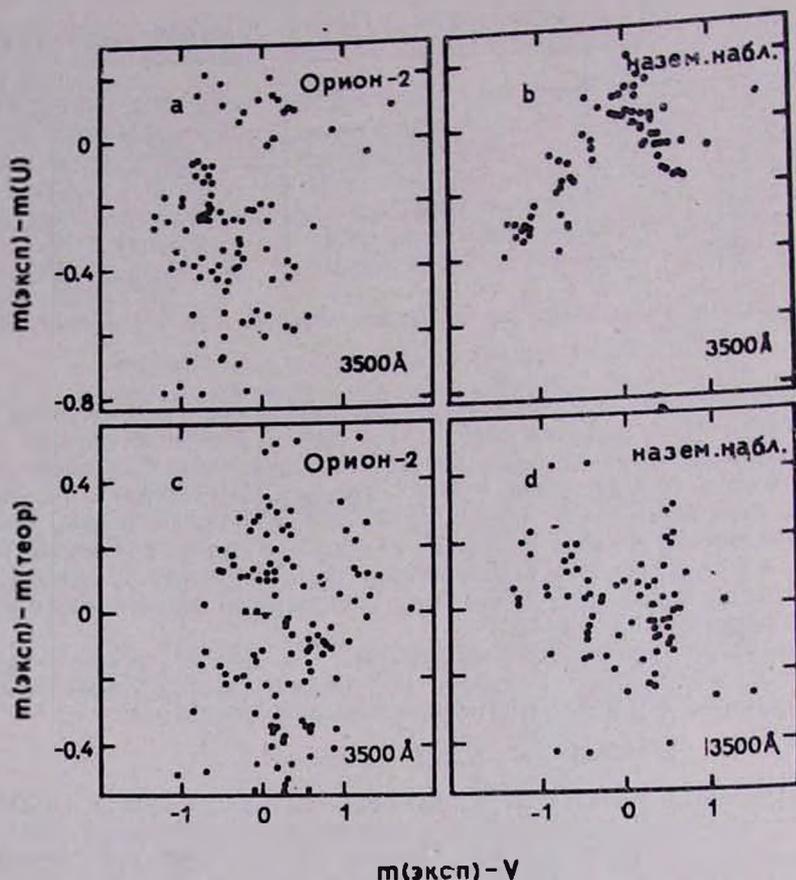


Рис. 4. Сопоставление разниц потоков на 3500 Å: *a*—между данными, полученными с помощью «Орион-2» и вычисленными из наблюдаемых потоков в  $U$  полосе  $m(U)$ ; *b*—между наземными наблюдениями и  $m(U)$ ; *c*—между данными «Орион-2» и теоретическими моделями; *d*—между наземными наблюдениями и теоретическими моделями

С целью получения количественных данных об отклонениях потоков «Ориона-2» на 3500 Å от реальных, мы решили пойти по другому пути, а именно, используя выражение

$$m(\text{Op2}) - m(\text{теор}) = -2,5 \left( \lg F(\text{Op2}) - \lg \frac{H(3500)}{H(5550)} \right) - 21,15 - 1,74E(B-V) - V,$$

были определены величины  $m(\text{Op 2}) - m(\text{теор})$  и построена диаграмма их зависимости от  $m(\text{Op 2}) - V$  (рис. 4, *b*). Здесь  $F(\text{Op 2})$ —поток в абсолютных единицах на 3500 Å по измерениям «Ориона-2»,  $V$ —визуальная величина звезды,  $E(B-V)$ —излишек цвета,  $H(\lambda)$ —поток на длине волны  $\lambda$ , вычисленный из теоретических моделей атмосфер для звезды данного спектрального класса [24]. Всего было использовано при анализе 211 звезд каталога «Орион-2» с известными спектральными классами и показателями цвета ( $B-V$ ).

Для сравнения на рис. 4, *d* приведена диаграмма зависимости разницы  $m(\text{н. набл.}) - m(\text{теор})$  от  $m(\text{н. набл.}) - V$ , где данные о потоках

на 3500 Å по наземным наблюдениям взяты из [11]. Судя по этой диаграмме, точки оказались равномерно разбросанными вдоль последовательности спектральных классов, а средняя величина отклонения потоков по наземным наблюдениям от теоретически рассчитанных на 3500 Å равна:

$$m(\text{н. набл}) - m(\text{теор}) = 0^m \pm 0^m,16.$$

Тогда разницы  $m(\text{Op } 2) - m(\text{теор})$  на рис. 4, с соответствуют реальной величине отклонения «орнионовских» потоков на 3500 Å, средняя величина и среднеквадратичные ошибки которых приведены в табл. 3 (третий столбец) для каждой области неба отдельно.

Таким образом, согласно данным табл. 3, мы приходим к выводу, что величины систематических отклонений «орнионовских» потоков от их реальных величин на 3500 Å не одинаковы для разных областей неба.

Поскольку при анализе потоков на 3500 Å были использованы звезды от  $-1^m,4$  до  $11^m,5$  визуальной величины, возникает вопрос: зависит ли величина отклонения «орнионовских» потоков на 3500 Å от яркости звезды. На рис. 5 приведена диаграмма этой зависимости для 211 звезд, где по ординате отложены  $m(\text{Op } 2) - m(\text{теор})$ , а по абсциссе  $V$  — яркость звезды.

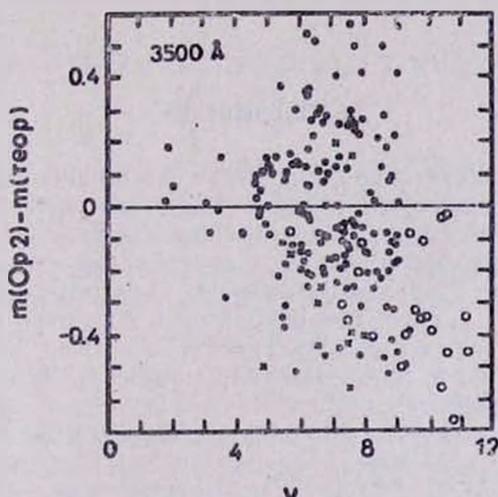


Рис. 5. Зависимость разницы  $m(\text{Op } 2) - m(\text{теор})$  на 3500 Å (точки) от яркости звезды. Кружки и крестики относятся к звездам из областей неба вокруг  $\alpha$  Aug и  $\epsilon$  Ori

Как следует из рис. 5, для всех звезд ярче  $8^m$  разницы  $m(\text{Op } 2) - m(\text{теор})$  на 3500 Å практически равны нулю со среднеквадратичной ошибкой  $\pm 0^m,24$ ; исключение составляют звезды из областей неба вокруг  $\alpha$  Aug и  $\epsilon$  Ori (кружки и крестики), для которых «орнионовские» потоки оказались систематически больше (на 3500 Å), чем предсказывает теория, причем это расхождение увеличивается по мере перехода к слабым звездам (до  $11^m,5$ ). Однако из-за небольшого числа слабых звезд, использованных при анализе, пытаются понять природу этой тенденции не представляется возможным.

Что касается зависимости указанных отклонений от длины волны, то, судя по результатам нашего анализа, для звезд из всех областей неба (табл. 3), за исключением  $\alpha$  Aug и  $\epsilon$  Ori, ее нет; во всяком случае тенденция разброса точек на соответствующих диаграммах одинакова на всех длинах волн от 2000 до 3500 Å. В случае же звезд областей неба  $\alpha$  Aug и  $\epsilon$  Ori средние отклонения получаются следующими (приводятся отклонения логарифмов потоков):

	2365 Å	2500 Å	2740 Å	3300 Å	3500 Å
$\alpha$ Aug	-0,04	—	-0,10	—	-0,12
$\epsilon$ Ori	—	0,05	-0,12	-0,16	-0,11

Важно отметить, что эти значения (в частности на 3500 Å) выведены из данных для звезд, составляющих едва 5% (в случае области неба вокруг  $\alpha$  Aug) и ~50% (в случае области неба вокруг  $\epsilon$  Ori) от полного их числа, вошедшего в каталог «Орион-2». Поэтому вопрос о том, в какой мере приведенные поправки следует рекомендовать при использовании «орионовского» каталога, можно, по-видимому, решить однозначно только по отношению к звездам из области неба вокруг  $\epsilon$  Ori (их всего 23), в случае же звезд из области неба вокруг  $\alpha$  Aug вопрос остается открытым. Для звезд остальных областей неба данные «орионовского» каталога можно использовать без внесения поправок.

#### 4. Заключение

Основные результаты проведенного в настоящей статье сравнительного анализа звездных ультрафиолетовых потоков по наблюдениям «Ориона-2», с одной стороны, и наблюдениям IUE, OAO-2, ANS, S2/68 TD—1A и наземным наблюдениям, с другой, следующие:

1. Для звезд ярче  $7^m$  ультрафиолетовые спектрофотометрические данные «Ориона-2» в основном находятся в согласии, в пределах 15%, с ультрафиолетовыми спектрофотометрическими данными экспериментов IUE, OAO-2, S2/68 TD—1A, а также (в оптическом диапазоне) с наземными наблюдениями.
2. Для 200 звезд до  $11^m,5$ , измеренные «Орион-2» УФ потоки, пересчитанные для отдельных широкополосных фотометрических полос систем ANS, OAO-2, S2/68, а также наземными, находятся в согласии с данными указанных экспериментов в пределах 15% для 80% общего числа звезд. Для остальных 20% звезд ошибки измерений составляют от 40 до 60%.
3. Обнаружена линейная зависимость величин отклонения УФ потока между данными «Ориона-2» и других каталогов от длины волны для звезд областей неба вокруг  $\alpha$  Aug и  $\epsilon$  Ori.
4. Обнаружен некоторый рост в величинах отклонения потока «Орион-2» на 3500 Å (по сравнению с теоретическими моделями звездных атмосфер) с переходом к слабым звездам для группы из небольшого числа объектов из области неба вокруг  $\alpha$  Aug.
5. Уточнены численные значения редуциционной кривой  $\delta_a$  менискового телескопа с объективной призмой «Орион-2» в длинноволновой области спектра 3500—3800 Å.

18 января 1986 г.

Զ. Բ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

«ՕՐԻՈՆ-2» ԱՍՏՂԱԴԻՏԱԿԱՌՎ ՍՏԱՑՎԱԾ ԱՍՏՂԱՅԻՆ ԳԵՐՄԱՆՈՒՇԱԿ  
ՀՈՍՔԵՐԻ ՎԵՐՂՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

Վերլուծման են ենթարկվել «Օրիոն-2» տիեզերական աստղադիտարանի միջոցով ստացված արդյունքները, բաղդատելով դրանք այլ աստղադիտակներով՝ IUE, OAO—2, S2/68 ստացված տվյալների հետ: Ուսումնասիրված աստղերի շուրջ 80%—ի համար «Օրիոն-2»-ի արդյունքները 10—15% սահմաններում համաձայնության մեջ են գտնվում վերոհիշյալ աստղադիտակներով ստացված տվյալների հետ: «Օրիոն-2»-ի արդյունքներում նկատելի է ոչ մեծ շեղում  $\alpha$  Aur-ի շրջակայքի մի քանի թույլ աստղերի համար: Երկնքի երկու տիրույթներում ( $\alpha$  Aur և  $\epsilon$  Ori) հայտնաբերվել է զծային առնչություն «Օրիոն-2»-ով ստացված կարճալիք հոսքերի շեղումների և ալիքային երկարության միջև ճշտված է «Օրիոն-2»-ի էներգետիկ չափազրման կորը սպեկտրի երկարալիք հատվածում (3500—3800 Å):

J. B. OHANESSIAN

ANALYSIS OF STELLAR ULTRAVIOLET FLUXES OBTAINED  
BY «ORION-2»

A comparative analysis of stellar fluxes obtained by space telescope «Orion-2» in the wavelength region 2000—3800 Å with that of obtained by the IUE, OAO—2, ANS, S2/68, as well as with the ground—based observations is carried out. The agreement between the «Orion-2» data and those of the mentioned experiments is within 10—15% for the 80% of the considered stars. An increase of deviations of «Orion-2» fluxes at 3500 Å is noticed for a small number of stars around  $\alpha$  Aur. A linear dependence of the «Orion-2» ultraviolet flux deviations from the wavelength is noticed for a group of stars in two regions of sky— $\alpha$  Aur and  $\epsilon$  Ori. The corrected data for long—wavelength path (3500—3800 Å) of the reduction curve of «Orion-2» telescope is presented.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Гурздян, Сообщ. Бюраканской обс., 48, 5, 1976.
2. G. A. Gurzadjan, A. L. Jarykyan, M. N. Krmoyan, A. L. Kashin, G. M. Loretsyan, J. B. Ohanessian, Astrophys. Space Sci., 40, 14, 1976.
3. Г. А. Гурздян, Дж. Б. Оганесян, С. С. Рустамбекова, Р. А. Епремян, Каталог УФ-спектров 900 слабых звезд. Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1, 1985.
4. C. C. Wu, T. B. Ake, A. Boggess, R. C. Bohlin, C. L. Imhoff, A. V. Holm, Z. C. Levay, R. J. Punck, F. H. Schlyfer, III and B. E. Turnrose, The IUE Ultraviolet Spectral Atlas, NASA Newsletter № 22, 1983.
5. A. D. Code, M. R. Meade, Astrophys. J. Suppl. ser., 39, 195, 1979.

6. A. D. Code, A. V. Holm, R. L. Bottemiller, *Astrophys. J. Suppl. ser.*, 43, 50, 1980.
7. P. R. Wesselius, R. J. van Duinen, A. R. W. de Jonge, J. W. G. Aalders, J. Lange, K. J. Wildeman, *Astron. Astrophys. Suppl. ser.* 49, 427, 1982.
8. C. Jamar, D. Macau-Hercot, A. Monfils, G. I. Thompson, L. Houziaux, R. Wils, *Ultraviolet bright-star spectrophotometric catalogue. ESA SR-27*, 1976.
9. D. Macau-Hercot, C. Jamar, A. Monfils, G. I. Thompson, L. Houziaux, R. Wilson, *Supplement to the ultraviolet bright-star spectrophotometric catalogue. ESA SR-2*, 1978.
10. G. I. Thompson, K. Nandy, C. Jamar, A. Monfils, L. Houziaux, D. J. Carnahan, R. Wilson, *Catalogue of stellar ultraviolet fluxes*, The science research council, 1978.
11. И. Б. Волошина, И. Н. Глушинева, В. Т. Дорошенко, Е. А. Колотилова, Л. Л. Моссаковская, С. Л. Овчинников, Т. С. Фегисова, *Спектрофотометрия ярких звезд: Справочник*. /Под редакцией И. Н. Глушевой, М., Наука: 1982.
12. K. G. Heintze, J. D. Wray, S. B. Parsons, G. F. Benedict, *Catalog of far-ultraviolet objective-prism spectrophotometry: NASA Reference Publ.*, 103, 1979.
13. R. C. Bohlin, A. V. Holm, B. D. Savage, M. A. J. Sniders, W. W. Sparks, *Astron. Astrophys.*, 85, 1, 1980.
14. F. Beekmans, *Astron. Astrophys.*, 60, 1, 1977.
15. Г. А. Гурздян, Р. А. Епрелян, Дж. Б. Оганесян, С. С. Рустамбекова, *Астрофизика*, 18, 398, 1982.
16. J. Sahade, E. Brandt, J. M Fontela, *Astron. Astrophys. Suppl. ser.*, 56, 17, 1980.
17. P. Kjxrgaard, H. U. Nrgaard-Nielsen, C. Cacciari, W. Wamsteker, *Astron. Astrophys.*, 133, 363, 1984.
18. В. Б. Никонов, Г. А. Терез, *Изв. Крымской астрофиз. обс.*, 54, 35, 1976.
19. P. R. Wesselius, R. J. van Duinen, J. W. G. Aalders, D. Kester, *Astron. Astrophys.*, 85, 221, 1980.
20. J. Koorneef, M. R. Meade, P. R. Wesselius, A. D. Code, R. J. van Duinen, *Astron. Astrophys. Suppl. ser.*, 47, 341, 1982.
21. R. Faraggiana, M. L. Malagnini, *Astron. Astrophys.*, 137, 149, 1984.
22. A. M. Heiser, C. L. Uckotter, D. G. Uckotter, *Publ. Astron. Soc. Pacific*, 90, 103, 1978.
23. B. Nicolet, *Astron. Astrophys. Suppl. ser.*, 34, 1, 1978.
24. R. L. Kurucz, *Astrophys. J., Suppl. ser.*, 40, 1, 1979.

С. С. РУСТАМБЕКОВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМПОНЕНТОВ  
ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД ПО ДАННЫМ ИХ  
УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ СПЕКТРОВ

Описан количественный метод нахождения параметров составляющих звездной пары, в частности, эффективных температур (спектральных классов) и отношений радиусов, на основании анализа суммарного, неразделенного наблюдаемого спектра в ультрафиолете (по данным внеатмосферных наблюдений) и видимой области (по данным наземных наблюдений). Приведены результаты применения этого метода в отношении 14 звезд-пар. Найдены абсолютные значения радиусов с помощью новой формулы, выведенной с использованием результатов модельных расчетов. Отмечается неизбежность представления (в особых случаях) суммарного наблюдаемого спектра пары моделью одиночной звезды. Ставится вопрос о возможности установления двойственности той или иной звезды на основании анализа ее непрерывного спектра и при полном отсутствии информации о ее двойственности.

## 1. Постановка задачи

Период появления первых коротковолновых спектрограмм звезд, полученных во внеатмосферных условиях, характеризуется вполне понятным увлечением по сопоставлению этих спектрограмм с той или иной теоретической моделью звездной атмосферы. Это относится и к наблюдательному материалу «Ориона-2». В настоящее время, однако, фазу подобных сопоставлений можно считать минувшей: теоретические модели как правило хорошо описывают истинную картину, касающуюся распределения энергии в непрерывных спектрах нормальных звезд, по крайней мере до классов G5. Примечательность подобной ситуации заключается, в частности, в том, что появляется теперь вполне обоснованная уверенность при постановке конкретных астрофизических задач, решение которых требует не только наличия коротковолновых спектрограмм звезд, но и проверенных и достаточно надежных теоретических моделей звездных атмосфер.

В качестве примера одной такой задачи можно указать возможность нахождения физических параметров компонентов двойных систем на основании количественного анализа, своего рода дешифровки, их суммарных спектров в ультрафиолете и в видимом диапазоне. Наблюдательный материал, в частности, «Ориона-2» позволяет, оказывается, осуществить такую работу.

Идея ясна: если мы имеем суммарный спектр двойной системы, неразрешенный на компоненты данным телескопом, то, выбирая подходящим образом основные физические параметры составляющих, прежде всего эффективные температуры и отношения радиусов (или светимостей), можно добиться практически полного совпадения построенных с использованием модельных расчетов синтетических спектров с наблюдаемыми суммарными спектрами.

С другой стороны, совершенно очевидно, что наибольшую эффективность при такой дешифровке следует ожидать в случае, когда диапазон длин волн наблюдаемых спектров достаточно велик. С этой точки зрения, сочетание длинноволновых спектрограмм (наземные наблюдения) с ультрафиолетовыми (внеатмосферные наблюдения) на сегодня обеспечивает наибольшую надежность получаемых результатов, имея в виду возможность нахождения физических параметров составляющих системы.

Как показывает количественный анализ, нахождение этих параметров для компонентов двойных систем только по данным наземных наблюдений оказывается недостаточным. Это пока из тех немногих задач, решение которых можно осуществить с наибольшей уверенностью путем привлечения обоих типов наблюдений—наземных и внеатмосферных.

## 2. Метод нахождения спектральных характеристик составляющих двойной системы

Исходя из изложенного, нетрудно вывести соответствующие соотношения, необходимые для построения синтетического (суммарного) спектра. Это можно делать для различных вариантов или комбинаций между физическими параметрами составляющих, смотря чем мы располагаем. Например, нередки случаи, когда хотя и не удается получить спектры обоих составляющих А и В отдельно, но известны их видимые звездные величины, скажем  $V_A$  и  $V_B$ . В этом случае распределение энергии в суммарном наблюдаемом спектре—зависимость суммарного потока  $F_\lambda$  от длины волны—представится в виде:

$$F_\lambda = C[R_A^2 E_\lambda(T_A) + R_B^2 E_\lambda(T_B)], \quad (1)$$

где  $R_A$ ,  $R_B$  и  $T_A$ ,  $T_B$  суть радиусы и эффективные температуры составляющих системы А и В,  $E_\lambda(T)$ —модельный поверхностный поток при эффективной температуре  $T$ .

Написав соотношение (1) для двух точек—для двух длин волн, т. е. перейдя к относительной интенсивности будем иметь для отношения потоков в наблюдаемом спектре в двух произвольно взятых длинах волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_0$ :

$$\frac{F_{\lambda_1}}{F_{\lambda_0}} = \frac{E_{\lambda_1}(T_B)}{E_{\lambda_0}(T_B)} \cdot \frac{E_{\lambda_1}(T_A)/E_{\lambda_1}(T_B) + (R_B/R_A)^2}{E_{\lambda_0}(T_A)/E_{\lambda_0}(T_B) + (R_B/R_A)^2}, \quad (2)$$

где отношение радиусов в свою очередь может быть представлено в зависимости от эффективных температур  $T_A$ ,  $T_B$  и видимых блесков составляющих  $V_A$  и  $V_B$ :

$$\left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 = \frac{E_{\lambda_V}(T_A)}{E_{\lambda_V}(T_B)} \cdot 10^{0.4(V_A - V_B)}, \quad (3)$$

$E_{\lambda_V}(T)$ —модельный поверхностный поток в  $V$  лучах ( $\lambda_V = 5500 \text{ \AA}$ ).

Скомбинировав (2) и (3) мы приходим к следующему рабочему соотношению:

$$\frac{F_{\lambda_1}}{F_{\lambda_0}} = \frac{E_{\lambda_1}(T_B)}{E_{\lambda_0}(T_B)} \cdot \frac{E_{\lambda_1}(T_A) / E_{\lambda_1}(T_B) + [E_{\lambda_1}(T_A) / E_{\lambda_1}(T_B)] \cdot 10^{0.4(V_A - V_B)}}{E_{\lambda_0}(T_A) / E_{\lambda_0}(T_B) + [E_{\lambda_0}(T_A) / E_{\lambda_0}(T_B)] \cdot 10^{0.4(V_A - V_B)}} \cdot (4)$$

Числовое значение в левой части ( $F_{\lambda_1} / F_{\lambda_0}$ ) мы находим из наблюдений, непосредственно из записи спектра в шкале интенсивностей, числовые же значения  $V_A$  и  $V_B$  в правой части известны тоже из наблюдений. Поэтому в лице соотношения (4) мы будем иметь одно уравнение с двумя неизвестными— $T_A$  и  $T_B$ . Очевидно, нам нужно написать уравнение (4) для двух точек спектра, для граничных длин волн, и решить полученную систему из двух уравнений относительно искомым величинам  $T_A$  и  $T_B$ . Ввиду нелинейности зависимости интенсивности от эффективной температуры, найти величины  $T_A$  и  $T_B$  можно не иначе, как методом последовательного приближения, после чего нетрудно найти отношение радиусов компонентов с помощью соотношения (3).

В модельных расчетах звездных атмосфер, как правило, фигурирует еще один параметр—ускорение силы тяжести на поверхности звезды  $g$ . Поэтому, строго говоря, искомым величинам в нашей задаче не две, а три— $T$ ,  $R$ ,  $g$ . Однако, ввиду слабой зависимости потока излучения  $E(T)$  от  $g$  мы ограничимся здесь нахождением лишь порядка величины  $g$  методом проб и сравнений, стремясь при этом к еще лучшему соответствию синтетического спектра с наблюдаемым спектром уже после того, как найдены  $T_A$  и  $T_B$ .

Определенные таким путем эффективные температуры в конечном итоге дают спектральные классы составляющих, а отношения их радиусов—отношение светимостей. Расстояния двойных систем в большинстве случаев известны. В сочетании с абсолютными светимостями можно найти абсолютные величины радиусов составляющих, следовательно их класс светимости.

Это лишь один вариант поставленной задачи, когда удастся определить эффективные температуры (спектральные классы), отношения радиусов, абсолютные величины самих радиусов и классы светимостей составляющих.

Разумеется, могут быть и другие варианты или комбинации. Например, когда известен только суммарный блеск звезды; в этом случае число искомым величинам будет на один параметр больше. Очевидно, теперь мы должны написать основное соотношение (4) не для двух, а для трех-четырех и более точек спектра. Конечно, при этом возникнет дополнительное затруднение, связанное с численным решением системы из трех и более уравнений. Однако это не затрагивает сущность метода.

В настоящей статье мы рассмотрим вариант, когда известны из наблюдений суммарный спектр системы в диапазоне 2000—5000 Å и видимые звездные величины  $V_A$  и  $V_B$  составляющих.

В такой схеме описанный выше метод расшифровки звездной пары и нахождения параметров ее составляющих был применен в отношении группы из 14 звезд, для которых имеются ультрафиолетовые спектрограммы в области 2000—3500 Å, полученные во внеатмосферных условиях с помощью «Орiona-2» [1], ОАО-2 [2], IUE [3], спектрограммы в обычном оптическом диапазоне, в области 3500—5000 Å, полученные на 70 см менисковом телескопе Абастуманской обсерватории, либо же используются данные спектрофотометрических каталогов по наземным наблюдениям [4, 5]. Наконец, известны также видимые величины составляющих  $V_A$  и  $V_B$ . Список этих звезд—двой-

ных систем, видимые величины  $V_A$  и  $V_B$  их составляющих, а также существующие оценки спектральных классов—либо составляющих, либо системы в целом, а также и расстояния  $r$ —представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные об исследованных звездах—двойных системах

HD	$V_A$	$V_B$	Спектральный класс	$r$ (пк)
36861—2	3.6	5.5	O5 O5	435
37742—3	1.9	4.0	B0 B0	340
47839	4.7	7.5	O5.07 III	22
45725—7	4.7	5.3	B3 B3	220
10205	4.9	10.1	Bs IV	130
7157	6.4	9.2	B9	130
5408	6.1	6.8	B9	140
222651	4.5	10.5	B9.5 V	43
186882	2.9	6.3	A0III	49
60178—9	1.9	2.9	A0 A0	14
80031	3.9	6.6	A3 V	27
4614	3.4	7.5	G0	5.9
99028	4.0	6.7	F2 IV	24
5015 A	4.8	9.0?	F5, F8 IV	14

### 3. Применение метода

Описанным способом были сперва расшифрованы следующие четыре звездные пары из нашего списка, компоненты которых суть высокотемпературные звезды: HD 36861—2, HD 37742—3, HD 47839 и HD 45725—7 (рис. 1). При этом использованы ультрафиолетовые спектрограммы этих звезд до 2000 Å, зарегистрированные с помощью IUE (для HD 47839) [3] и ОАО-2 (для остальных трех звезд [2]), а данные для их длинноволновой области спектра взяты из [4, 5]. Взяв  $\lambda_0=3700$  Å и написав соотношение (4) дважды для каждой пары, сперва для  $\lambda_1=2000$  Å, затем для  $\lambda_2=4800$  Å, и найдя числовые значения отношений  $F_{\lambda_1}/F_{\lambda_0}$  и  $F_{\lambda_2}/F_{\lambda_0}$  в шкале интенсивностей непосредственно из наблюдаемых спектров всех четырех звезд, мы получили для каждой из них по одной системе из двух уравнений с двумя неизвестными  $T_A$  и  $T_B$ . Решая эти системы, с использованием теоретических моделей Куруча [6], наиболее надежных на сегодня, в отношении искомым величин, мы нашли параметры составляющих во всех четырех случаях. Синтетические спектры, построенные для всех четырех систем с найденными параметрами составляющих приведены на рис. 1 (сплошные линии) наряду с наблюдаемыми спектрами (точки) этих звезд-пар. Небольшие депрессии в области 2200 Å легко устраняются поправкой за эффект селективного межзвездного поглощения по известным избыткам цвета  $E(B-V)=0^m12$  для HD 36861—2 и  $E(B-V)=0^m06$  для HD 37742—3 и HD 45725—7. В результате, при указанных на рисунке температурах и значениях  $\lg g$  составляющих пар, их спектральные классы оказались следующими [7]:

HD 36861-2	O5 и B0
HD 37742-3	O9 и B0
HD 47839	O5 и B2
HD 45725-7	B3 и B3

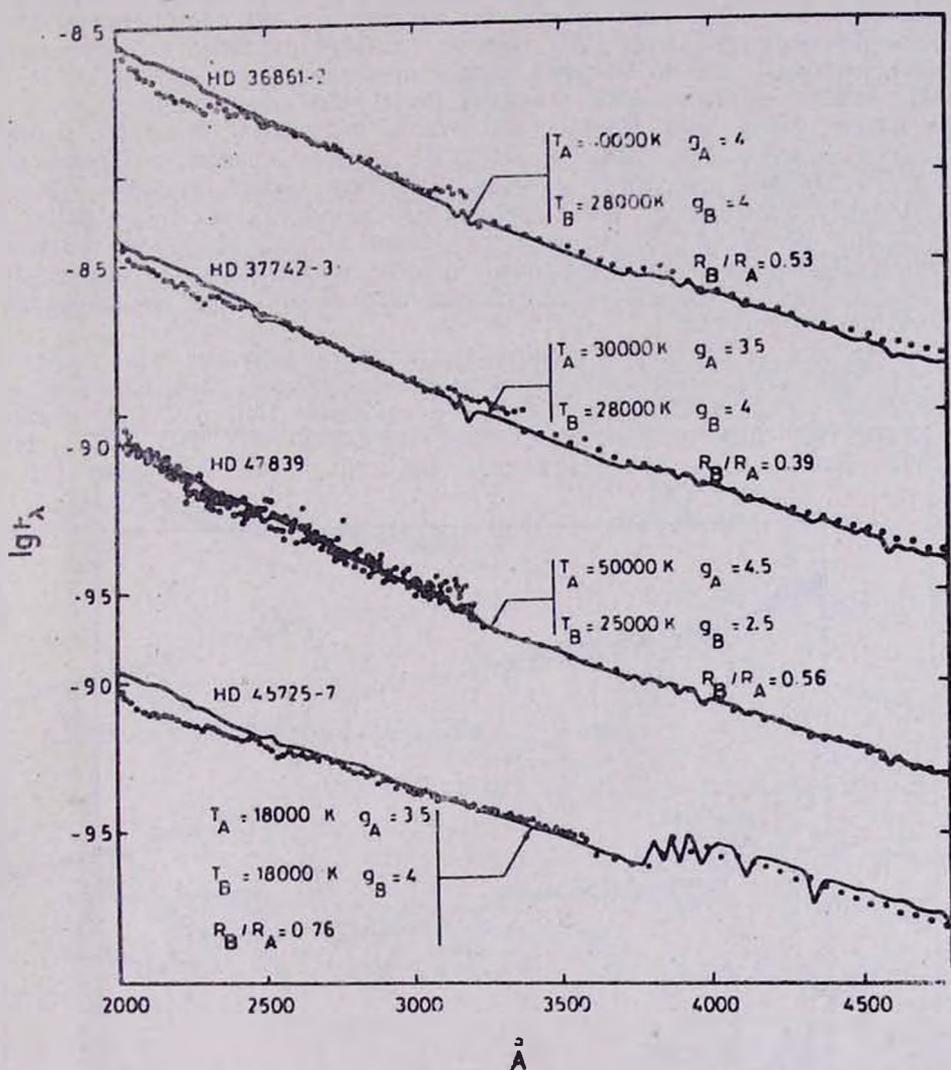


Рис. 1. Синтетические спектры, построенные для четырех систем HD 36861-2, HD 37742-3, HD 47839 и HD 45725-7 с найденными параметрами составляющих (сплошные линии). Точки здесь и на последующих рисунках — наблюдения в диапазоне длин волн 2000—5000 Å

Найденные спектральные классы для обеих составляющих (O5 и B0) первой пары совпадает с тем, что было известно ранее (в [8]) для них дано O5 и O5, а в [9] наряду с классификацией системы в целом, как O5E, O8 приводится и оценка (O8+B0.5 V). Во втором случае (O9 и B0) совпадение с оценкой [8] (B0 и B0) и [9] (O9.7 Ib и O9.5 IV) почти полное, в третьем случае наша оценка (O5) для од-

ной из составляющих пары соответствует тому, что приведено в Относительно же второй составляющей там нет каких-либо данных. Вся же система в целом классифицируется как O7. Наконец, в случае последней звезды-пары как у нас, так и в [8] получаются одни те же спектральные классы для обеих составляющих (B3 и B3). [10] приведены также оценки B2 V ppe и B4 IV ppe для одной составляющей этой пары и B4 IV ppe для второй, а в [9] обе составляющие классифицируются как B3E. Все эти оценки сделаны на основании относительных интенсивностей линий поглощения в спектрах звезд HD 45725—7—это известная звезда Ве  $\beta$  Моп; на ее принадлежность к классу звезд, обладающих оболочкой, указывает, пожалуй, температура синтетической модели 18000 К, которой следует наблюдаемое распределение энергии и которая оказалась ниже, чем мы имеем обычно у нормальных звезд класса B3, для которых  $T_{\text{эфф}} \sim 20000$  [7]; мы имеем в виду тот хорошо установленный факт, что температуры, найденные по непрерывному спектру, особенно в ультрафиолетовых звездах Ве, ниже температур для нормальных B звезд тех же спектральных подклассов [11].

На рис. 2 приведены результаты аналогичного анализа для трех звезд-пар. При этом использованы наблюдаемые ультрафиолетовые спектры (езде точки), полученные с помощью IUE в случае первой звезды HD 10205 и «Ориона-2» для последних двух, HD 7157 и HD 5408. Данные для длинноволновой области первой взяты из [4].

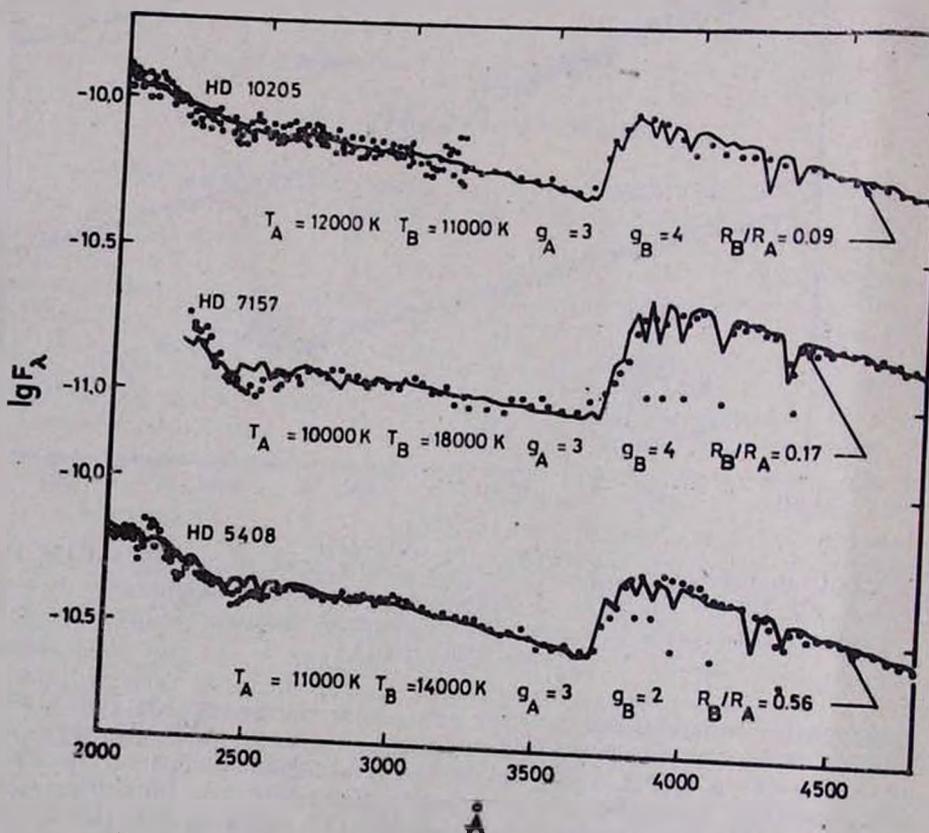


Рис. 2. То же для трех систем HD 10205, HD 7157 и HD 5408

в случае двух последних получены нами по измерениям Абастуманских пластинок. Во всех случаях найденные нами синтетические спектры (сплошные линии) оказались в довольно хорошем согласии с наблюдениями. При найденных нами эффективных температурах и значениях  $\lg g$  спектральные классы составляющих оказались следующими:

HD 10205	B8 и B8
HD 7157	A0 и B4
HD 5408	B9 и B7—B8

Первая оценка (B8 и B8) полностью совпадает с приведенным в [8] определением (B8) относящимся как к суммарному спектру в целом, так и в случае одной составляющей. В случае второй звезды (HD 7157) приведенная в [8] оценка (B9) для суммарного спектра этой пары соответствует тому, что было найдено в нашем случае для составляющих пары (A0 и B4). Почти также обстоит дело и с последней звездой (HD 5408).

На рис. 3 сгруппированы четыре звезды почти со сходными характеристиками составляющих. Здесь использованы коротковолновые

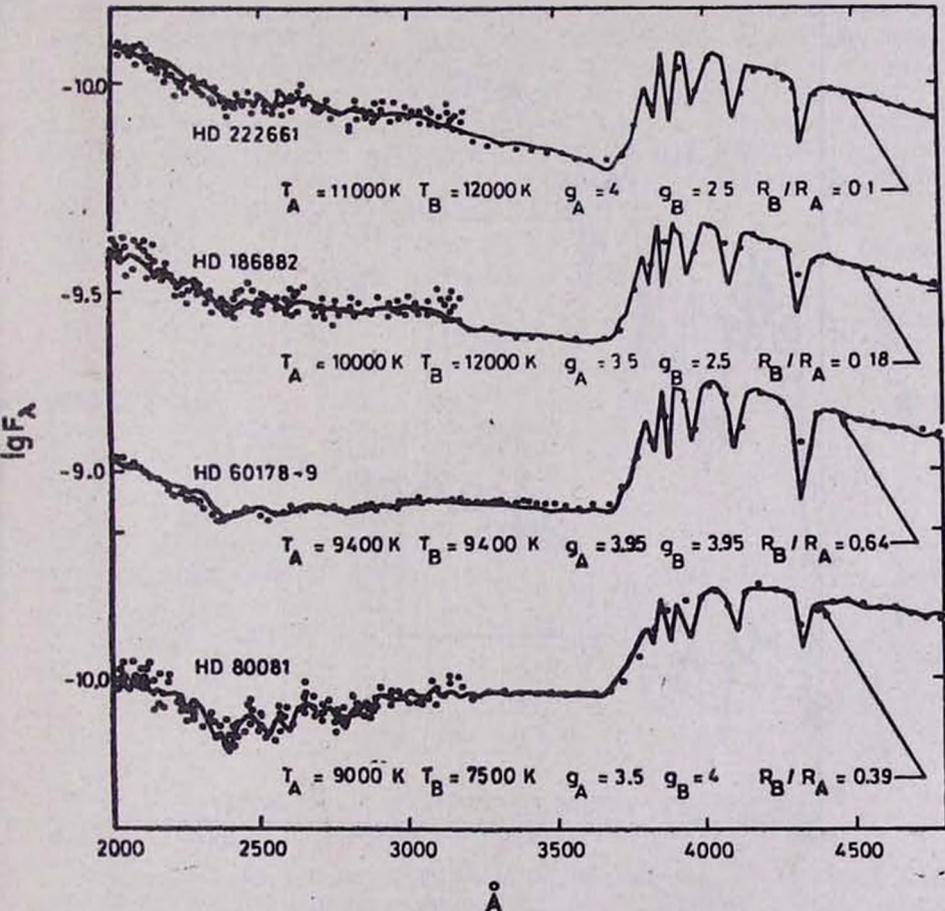


Рис. 3. То же для четырех звездных пар HD 222661, HD 186882, HD 60178-9, HD 80081

наблюдения OAO-2 (HD 60178—9) и IUE (остальные три звезды). Найденные нами спектральные классы составляющих этих звездных пар оказались следующими:

HD 222661	B9 и A0
HD 186832	A0 и A0
HD 60178—9	A0—A1 и A0—A1
HD 80081	A2 и A9—F0

Для всех четырех пар, приведенные в [8] оценки спектрального класса, относящиеся как к суммарному излучению пары, так и к отдельным составляющим оказались не противоречащими тому, что было найдено нами.

Наконец, на рис. 4 собраны результаты для двух звездных пар поздних классов (точки—данные наблюдений IUE). Следует отметить, что впечатление разброса в наблюдениях IUE не является физическим разбросом, он вызван резким различием в разрешающей силе наблюдений IUE и в разрешающей силе модельных расчетов—последние

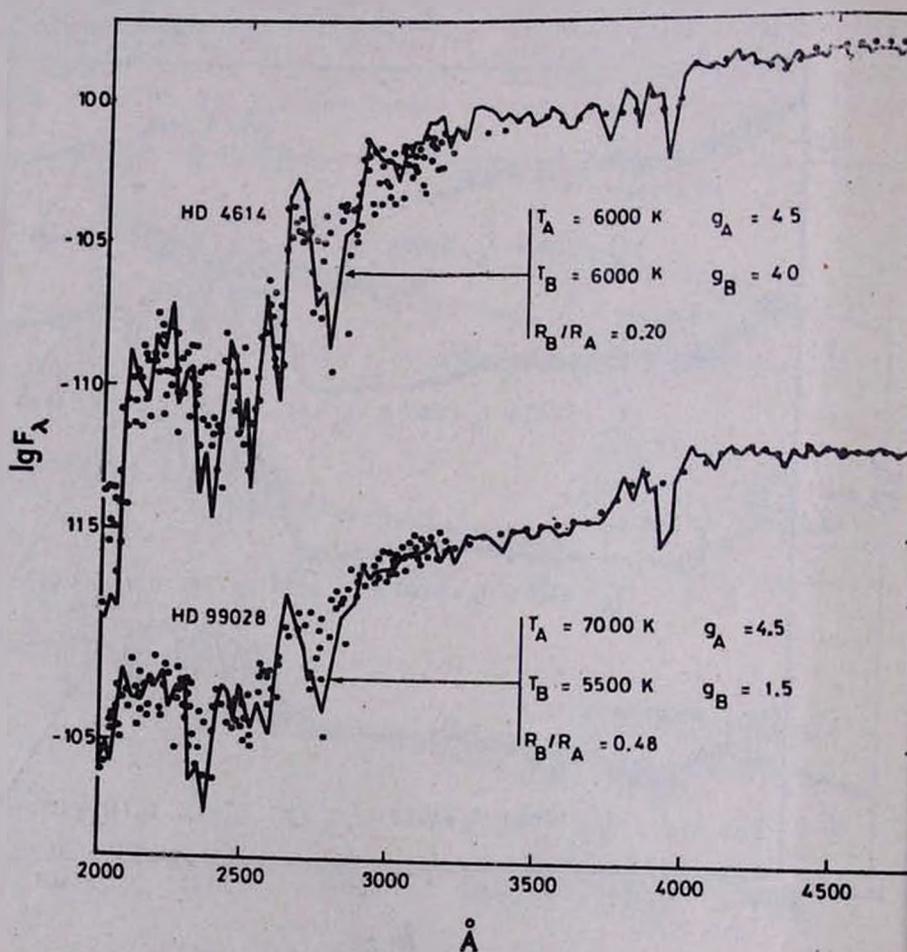


Рис. 4. То же для звездных пар поздних классов HD 4614 и HD 99028

памного хуже. Найденные нами спектральные классы для их составляющих оказались следующими:

HD 4614 G0 и G0  
 HD 99028 F2—F3 и G1

Оценки, приведенные в [8] для спектрального класса этих звезд —G0 и F2, относятся к суммарному их излучению. В случае HD 4614 речь идет по сути дела о представлении наблюдаемого спектра одной единственной моделью  $T_A = T_B = 6000$  K (также как и в случаях двух других выше рассмотренных HD 45725—7  $T_A = T_B = 18000$  K и HD 60178—9  $T_A = T_B = 9400$  K).

Остается заметить, что в [8] один из компонентов HD 4614 классифицируется как F8, а второй не классифицируется вовсе, в то же время в [12] для составляющих этой пары указываются классы G3 V и K7 V. Однако, поскольку наблюдаемое распределение достаточно хорошо описывается одной единственной моделью с  $T_{\text{эфф}} = 6000$  K, трудно себе представить, чтобы оно также хорошо соответствовало и более низким температурам. К тому же и раньше было известно, что классификация по спектральным линиям и классификация по непрерывному спектру приводят как правило к результатам, часто отличающимся друг от друга довольно заметно. В нашем же случае речь идет о классификации, основанной на использовании ультрафиолетового спектра звезды, т. е. на материале, очевидно более чувствительном. Сводка полученных результатов для всех рассмотренных 13 звезд приведена в табл. 2, которая дает для каждой из них эффективные температуры, по сути дела спектральные классы составляющих и отношения радиусов, т. е. отношение их светимостей, найденные на основе анализа суммарного спектра.

Таблица 2

Сводка полученных результатов

HD	$T_A$	$\lg g_A$	$T_B$	$\lg g_B$	$R_B/R_A$	$R_A$	$R_B$	Спектральный класс	
						$(R_{\odot}=1)$			
36861—2	40000	4	28000	4	0.53	8.5	4.5	O5 I	B0 V
37742—3	30000	3.5	28000	4	0.39	17.3	6.7	O9 I	B0 IV
47839	50000	4.5	25000	2.5	0.56	22.0	0.12	O5 III	B2 V
45725—7	18000	3.5	18000	4	0.76	5.1	3.9	B3 IV	B3 V
10205	12000	3	11000	4	0.09	4.0	0.36	B8 IV	B8 V
7157	10000	3	18000	4	0.17	2.4	0.4	A0 III	B4 V
5408	11000	3	14000	2	0.56	2.5	1.4	B9 IV	B7—B8 V
222661	11000	4	12000	2.5	0.10	1.7	0.2	B9 V	A0 I?
186882	10000	3.5	12000	2.5	0.18	4.4	0.8	A0 III	A0 I?
60178—9	9400	3.95	9400	3.95	0.64	2.2	1.4	A0—A1V	A0—A1V
80081	9000	3.5	7500	4	0.39	1.8	0.7	A2 V	A9—F0 V
4614	6000	4.5	6000	4	0.20	1.0	0.2	G0 V	G0 V
99028	7000	4.5	5500	1.5	0.48	2.3	1.1	F2—F3IV	G1 V
5015 A	7500	4.5	5500	1.5	0.30	0.7	0.21	F0V	G1 I—II <sub>1</sub>

#### 4. Определение абсолютных значений радиусов компонентов системы

Располагая модельными расчетами мы можем попытаться определить абсолютные значения радиусов звезд вообще и компонентов звездных систем в частности. Разумеется при этом расстояние звезды  $r$  считается известным.

Если обозначить через  $E_V(T)$  поверхностный поток звезды температуры  $T$  и радиуса  $R$ , то нетрудно вывести следующее соотношение для нахождения радиуса звезды в единицах радиуса Солнца  $R_\odot$ :

$$\lg \frac{R}{R_\odot} = -0.2 M_V + 0.966 - 0.5 \lg \frac{E_V(T)}{E_V(T_\odot)} \quad (5)$$

где  $M_V = V + 5 - 5 \lg r$ . (6)

Эта формула отличается от общеизвестной формулы

$$\lg \frac{R}{R_\odot} = -0.2 M_V + \frac{5680}{T} - 0.01 + 0.5 \lg(1 - e^{-\tau_0/\nu T}) \quad (7)$$

тем, что в последнем случае исходным при ее выводе является закон Планка для распределения энергии в спектрах звезд всех температур, в то время, как в случае формулы (5) мы опираемся исключительно на модельные расчеты.

Заметим, что соотношение (3) вытекает непосредственно из формулы (5), если напишем ее дважды—для компонентов А и В.

Найденные с помощью формулы (5) значения  $R_A$  и  $R_B$  для рассмотренной нами группы звезд представлены в предпоследнем столбце табл. 2.

### 3. Звезда HD 5015A—двойная система?

Предметом отдельного рассмотрения с точки зрения поставленной выше задачи стала кратная система из каталога Эйткена HD 5015. Для этой группы в Sky Catalogue [8] приводятся следующие сведения:

		$d''$	$m_1$	$m_2$	Спектр	
	AB	129.7	4 <sup>m</sup> .8	9 <sup>m</sup> .3	F8	—
ADS 721	AD	93.2	—	—	—	—
HD 5015	AE	130.3	—	—	—	—
	BC	0.9	—	12 <sup>m</sup> .1	—	—

Как видим, расстояние между компонентами АВ порядка  $\sim 130''$ , т. е. эта пара—оптическая и спектры компонентов должны быть получены четко раздельно на орфоноскопических снимках на расстоянии порядка 0.8 мм, в чем мы убедились, просмотрев как Абастуманские пластинки, так и кадры, полученные с помощью «Орфона-2».

Точно так же обстоит дело и с составляющими AD и AE, с той лишь разницей, что видимые величины их, по-видимому, слабее 12<sup>m</sup>, в противном случае, они скорее всего были бы приведены, как в случае BC.

Сама пара BC представляет собой двойную систему [13], хотя природа ее двойственности и неясна. Таким образом, HD 5015 A оказывается вроде как одиночной звездой. Весь парадокс состоит в том, что наблюдаемое распределение энергии в диапазоне 2300—4800 Å [14] (2300—3500—«Орфон-2», 3500—4800—Абастуманские наблюдения) расходятся с модельной кривой, соответствующей звезде F8 IV т. е.  $T_{\text{эфф}} = 6200$  К при  $\lg g = 4$ , причем расхождение усиливается по мере перехода в далекий ультрафиолет. Более того, ни одна теоретическая модель в интервале температур от 7500 К до 5500 К не на-

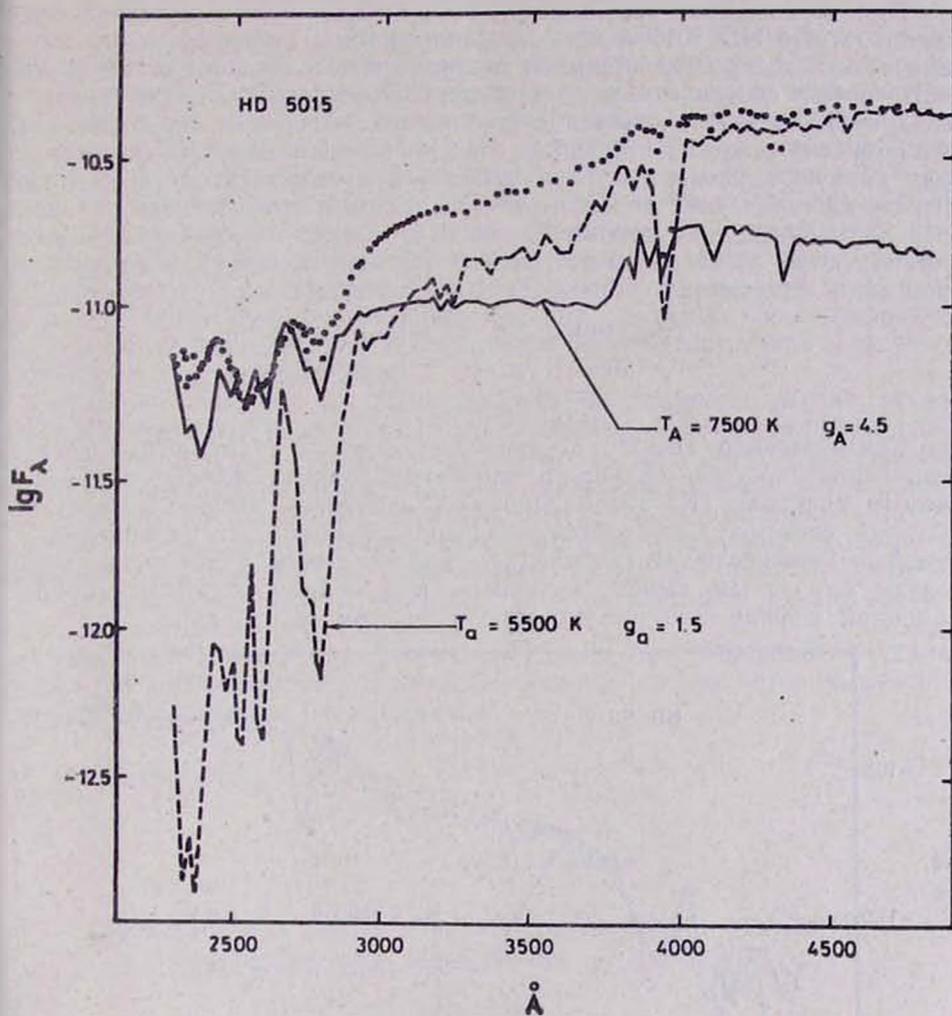


Рис. 5. Сопоставление наблюдаемого распределения энергии в непрерывном спектре звезды HD 5015 в интервале длин волн 2300—5000 Å (точки) с теоретическими моделями одиночных звезд при  $T_{эфф} = 7500^{\circ}\text{K}$  и  $\lg g = 4.5$  и  $T_{эфф} = 5500^{\circ}\text{K}$  и  $\lg g = 1.5$  (сплошная и прерывистая линии)

ходится в удовлетворительном согласии с наблюдаемым распределением. На рис. 5 представлена наглядная демонстрация того, что ни одна из этих (7500 К и 5500 К) моделей в чистом виде не могут объяснить наблюдаемое распределение энергии на всей протяженности спектра этой звезды. Действительно, когда мы совмещаем спектр звезды с  $T_{эфф} = 7500^{\circ}\text{K}$  (сплошная линия) с коротковолновым концом ( $\lambda = 2300 \text{ \AA}$ ) наблюдаемого спектра, то длинноволновой конец ( $\lambda = 4800 \text{ \AA}$ ) оказывается существенно ниже наблюдаемого уровня. Точно так же, при совмещении длинноволнового конца спектра звезды с  $T_{эфф} = 5500^{\circ}\text{K}$  (прерывистая линия) с наблюдаемым спектром, коротковолновый конец последнего оказывается намного выше модели.

При создавшейся ситуации у нас не остается иного выхода как допустить, что HD 5015 A есть двойная система. Причем двойная система с особой пространственной ориентацией, а именно, когда плоскости орбит составляющих почти перпендикулярны к лучу зрения, вследствие чего исключается возможность получения традиционной информации, свидетельствующей о ее двойственности (мы имеем в виду кривую затмения, кривую изменения лучевых скоростей и пр.). Отнеся наблюдаемую величину  $4^m.8$  целиком к яркой составляющей этой пары (Aa), т. е. приняв  $V_A = 4^m.8$  и  $V_a \sim 9^m$  мы смогли добиться и наилучшего согласия синтетического спектра с наблюдаемым спектром при следующих параметрах составляющих:

$$\begin{aligned} T_A &= 7500 \text{ K} & \lg g_A &= 4.5 \\ T_a &= 5500 \text{ K} & \lg g_a &= 1.5 \\ R_a / R_A &= 0.30 \end{aligned}$$

Синтетический спектр, построенный с такими параметрами составляющих показан на рис. 6 (сплошная линия) наряду с наблюдаемым спектром HD 5015A (точки). Разумеется, истинные параметры этой системы могут быть и несколько иными, но усомниться в самой возможности установления двойственности у той или иной звезды описанным выше способом и при полном отсутствии традиционной информации на этот счет, по-видимому, трудно.

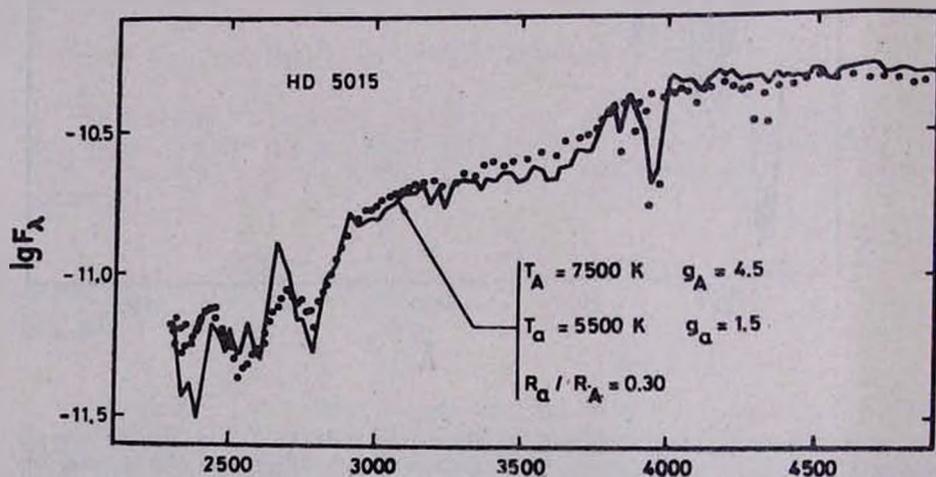


Рис. 6. Синтетический спектр (сплошная линия), построенный для системы HD 5015 при параметрах составляющих, приведенных на рис. 5; точки—наблюдения

## 6. Заключительные замечания

В настоящей статье описан количественный метод нахождения параметров составляющих звездной пары, в частности, их эффективных температур (спектральных классов) и отношений радиусов, на основании анализа суммарного, неразделенного наблюдаемого спектра пары. Эффективность метода и надежности получаемых при этом результатов тем выше, чем больше охват самого спектра.

Возможности предложенного метода дешифровки звездных пар были выявлены выше, на примере его применения по отношению груп-

ты из 14 звезд. Анализ и сопоставления полученных при этом результатов были проведены по ходу самой дешифровки той или иной звездной пары. Здесь же хочется обратить внимание на следующее обстоятельство, а именно, в принципе существует, оказывается, возможность представления суммарного спектра одной единственной моделью. Это значит, что в пределах ошибок, по которым строится наблюдаемый спектр, разделить такую пару на составляющие мы не можем. Означает ли это ограниченность в возможностях метода? Отнюдь нет, и даже наоборот: это может служить основанием на допущение, что процентное содержание двойных систем вообще должно быть гораздо больше, чем принято считать. И что в любой случайно взятой выборке всегда могут быть двойные системы, не поддающиеся дешифровке на основании анализа их спектров и при полном отсутствии информации об их двойственности.

Вместе с тем, как видели выше (рис. 5), возможен случай, когда наблюдаемый спектр ни при каких условиях не представляется единичной моделью единичной звезды. Поэтому при полном отсутствии информации о двойственности данной звезды (например, когда плоскости орбит составляющих системы почти перпендикулярны к лучу зрения), по-видимому, анализ суммарного наблюдаемого спектра в том подходе, как это было осуществлено выше, может стать выходом из положения по крайней мере по части констатации факта, касающегося двойственности данной звезды.

Эта задача была предложена проф. Г. А. Гурзadyаном и стала предметом неоднократных с ним обсуждений, за что автор выражает ему свою глубокую благодарность

26 февраля 1986 г.

Ս. Ս. ԻՌԻՍԱՄԲԵԿՈՎԱ

ԱՍՏՂԱԶՈՒՅԳԵՐԻ ԲԱՂԱԴՐԻՉՆԵՐԻ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ  
ԳՆՐՄԱՆՈՒՇԱԿ ԽՊԵԿՏՐՆԵՐԻ ՍԳՆՈՒԹՅԱՄԲ

Ներկայացված է աստղազույգերի բաղադրիչների հատկանիշների որոշման քանակական մեթոդ՝ հիմնված նրանց սպեկտրի գումարային՝ գերմանուշակ (արտամթնոլորտային) և տեսանելի (օպտիկական) հատվածների վերլուծման վրա: Այդ եղանակով որոշված են 14 աստղազույգերի բաղադրիչների արդյունարար ջերմաստիճանները և դրանց շառավիղների հարաբերությունները: Արտածված է աստղի շառավղի որոշման մի նոր բանաձև՝ հիմնված աստղային մթնոլորտների մոդելային հաշվարկների վրա: Այդ բանաձևը կիրառված է հիշյալ 14 աստղազույգի անդամների համար: Նշվում է անխուսափելիությունն այն դեպքի, երբ աստղազույգի դիտված գումարային սպեկտրը չի կարող ներկայացվել միայնակ աստղի մոդելով: Առաջ է քաշվում աստղազույգի հայտնաբերման կամ վերծանման խնդիրը՝ հիմնված միայնակ համարվող աստղի անընդհատ սպեկտրի վերլուծման վրա, գերմանուշակում:

## DETERMINATION OF PARAMETERS OF COMPONENTS OF BINARY SYSTEM BASED ON ULTRAVIOLET SPECTRA

A method for the determination of main parameters of the components of a binary system, particularly, their effective temperatures (spectral classes) and the ratio of their radiuses, is described. The method is based on the analysis of the summary, undivisible observed spectrograms of the double system both in the ultraviolet (space observations) and optical (ground based observations) regions. The results of the application of this method in the case of 14 double systems are presented. The inevitability of the representation, in rare cases, of the summary spectrum of a binary system by a model of a single star is outlined. The principal possibility of the discovery of a binary system by means of the analysis of its summary continuous spectrum and under the complete absence of any traditional information about its duplicity, is forwarded. A new formula (5) is derived for the determination of star's radius based on the model calculations.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Гурздян, Дж. Б. Оганесян, С. С. Рустамбекови, Р. А. Епрмян, Каталог ультрафиолетовых спектров 900 слабых звезд, Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1985.
2. A. D. Code, M. R. Meade, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 39, 195, 1979.
3. C.—C. Wu, T. B. Ake, A. Boggess, R. C. Bohlin, et al., *The IUE Ultraviolet Spectral Atlas, NASA Newsletter № 22*, 1983.
4. Спектрофотометрия ярких звезд /под ред. И. П. Глушиевой/, М., Наука, 1982.
5. А. В. Харитонов, В. М. Терещенко, Л. Н. Князева, Сводный спектрофотометрический каталог звезд, Алма-Ата, Наука, 1978.
6. R. L. Kurucz, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 40, №1, 1979.
7. К. У. Аллен, *Астрофизические величины*, М., Мир, 1977.
8. A. Hirshfeld, R. W. Stnott, *Sky Catalogue 2000. 0, v 2*, Cambridge University Press, Sky Publishing Corporation, 1985.
9. V. M. Blanco, S. J. Demers, G. G. Douglass, M. P. Fitzgerald, *Publ. Naval Obs., second. ser.*, 21, 1968.
10. W. Buscombe, *MK Spectral Classification, Third General Catalogue*, Northwestern University, 1977.
11. A. Underhill, V. Doazan, „B Stars with and without Emission Lines“, NASA Sp—456, Paris, Washington, 1982.
12. W. Buscombe, *MK Spectral Classification, Fourth General Catalogue*, Northwestern University, 1980.
13. A. Vecvar, *Atlas Coell II*, Praha, 1964.
14. С. С. Рустамбекова, Р. А. Епрмян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 58, 9, 1986.

Р. А. ЕПРЕМЯН

## АБСОЛЮТНОЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД ВОКРУГ $\gamma$ Cas В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ И ВИДИМОЙ ОБЛАСТЯХ

Приведены результаты абсолютных спектрофотометрических измерений 15 двойных звезд классов F, G и K в интервале длин волн от 2300 до 4800 Å. Полученные абсолютные распределения энергии исследуемых звезд в ультрафиолетовой и видимой диапозоне сравнены с теоретическими моделями Куруча. С помощью построения комбинированных спектров (при использовании результатов наземных и внеатмосферных наблюдений) были оценены спектральные классы и классы светимости компонентов исследованных двойных звезд.

### 1. Введение

Настоящая работа посвящена абсолютному спектрофотометрическому исследованию в интервале длин волн от 2300 до 4800 Å 15 двойных звезд классов F, G и K в области вокруг  $\gamma$  Cas. В итоге были получены комбинированные распределения энергии в непрерывном спектре для каждой из исследованных звезд в интервале длин волн 2300—4800 Å с помощью внеатмосферных и наземных снимков. Данные о распределении энергии в ультрафиолетовой области спектра (2300—3800 Å) были взяты из каталога [1], а наблюдательный материал для длинноволновой области (3500—4800 Å) был получен на 70 см мерксовом телескопе Абастуманской обсерватории в сочетании с 8-градусной объективной призмой.

Список исследованных звезд вместе с их основными данными [2, 3] представлен в табл. 1. В последнем столбце приведены расстояния звезд, найденные по их визуальной величине и абсолютной светимости.

Дисперсионная кривая для нахождения длин волн в длинноволновой области спектра была построена обычным способом, по линиям поглощения водорода, а характеристическая кривая—по стандартным снимкам, полученным с помощью ртутной лампы и девятиступенчатого кварцевого ослабителя. Метод построения кривых относительной и абсолютной спектральной чувствительности 70 см телескопа с объективной призмой (дисперсия 166 Å/мм у  $H_1$ ) и с фотопластинкой Kodak—11a-0 подробно описан в работах [6, 7]. Коэффициенты абсолютной калибровки для двух измеренных пластинок равны—12.78 и—13.08 соответственно.

В длинноволновой области спектра (3500—4800 Å) для исследованных 15 двойных звезд было обработано 30 спектрограмм. Измерения проводились с интервалом  $\Delta\lambda = 25$  Å, иногда 10 Å.

Так как исследуемые звезды, за исключением HD 4362, BD +60° 100 и HD 6073, находятся от нас на расстояниях ближе 300 пк и в направлении исследованных звезд  $E(B-V)$  меньше 0.09 (определенное по соседним В звездам [8]), то найденные распределения энергии в

Список исследованных звезд

Звезда HD, BD	Спектр	V	B-V	U-B	E(B-V)	A <sub>v</sub>	τ(пк)
6130	F0 III	5 <sup>m</sup> .92	0.49	—	0.20	—	76.100*
5410	F2 V	8.8	—	—	—	—	138
5966	F2 IV	8.1	—	—	—	—	138
4674	F5 IV	8.02	0.50	—	—	—	151
5890	F5 IV	8.76	0.43	—	-0.007	-0.02	174
5851	F6 III	8.11	0.48	—	-0.006	-0.02	138
7331	F6 IV	7.26	0.47	-0.04	-0.011	-0.04	100
5702	F8 V	8.81	0.49	—	-0.001	0	79
4362	G0 Ib	6.39	1.11	0.74	0.39	1.30	1660, 1780** 870***
5649	G0 IV	8.68	0.63	—	-0.03	-0.10	126
+60°100	G0 III	9.0	—	—	—	—	380
6073	G5 II	8.21	1.19	0.89	—	—	1100
5747	G8 III	7.07	0.96	—	0.018	0.06	132
6634	G8 III	8.0	—	—	—	—	229
5234	K2 III	4.84	1.22	1.26	0.054	0.18	69.100*

\* по каталогу Бечвара

\*\* взято из [4]

\*\*\* взято из [5].

непрерывных спектрах исправлялись за влияние межзвездного селективного поглощения лишь для указанных трех звезд.

## 2. Абсолютное распределение энергии в области 2300—4800 А

С помощью внеатмосферных и наземных наблюдений были найдены абсолютные распределения в непрерывном спектре для исследуемой звезды в интервале длин волн 2300—4800 А. Они представлены в графической форме (рис. 1—4) в абсолютных энергетических единицах ( $\text{эрг см}^{-2} \text{с}^{-1} \text{А}^{-1}$ ).

Полученные распределения энергии в непрерывных спектрах исследуемых звезд затем сопоставлялись с теоретическими моделями Куруча [9]. Такое сопоставление показывает, что для некоторых из исследованных двойных звезд наблюдаемые распределения энергии хорошо согласуются с теоретическими моделями Куруча, а для остальных звезд по сравнению с теоретическим распределением наблюдается превышение излучения в коротковолновой или в длинноволновой области спектра. Это может означать, что в первом случае оба компонента двойных звезд имеют близкие спектральные типы и классы светимости, а во втором случае, что спектральные типы, или же светимости компонентов отличаются друг от друга. Методом подбора спектрального типа и светимости второго компонента получалось хорошее согласие между теоретическими и наблюдаемым распределением энергии этих звезд, что и, тем самым, давало возможность оценивать спектральные типы и классы светимости вторых компонентов.

Остановимся подробнее на описании полученных результатов.

HD 5410, 5851, 5702, 5649 и BD +60° 100. На рис. 1 представлены найденные нами распределения энергии в спектрах этих звезд в диапазоне 2600—4800 А (точки) наряду с теоретическими моделями для соответствующих спектральных классов (сплошные линии). На этой и на всех последующих рисунках стрелка на длине волны 3500 А указывает коротковолновую границу наземных наблюдений.

Звезда HD 5410 является двойной системой и спектральный тип основного компонента F2 V. Как видно из рис. 1, наблюдаемое распределение энергии хорошо согласуется с теоретической кривой как в ультрафиолетовой, так и в видимой части спектра при  $T_{\text{эф}}=7000^\circ\text{K}$  и  $\lg g=4.5$ . Из этого следует, что обе компоненты этой двойной звезды, очень вероятно, принадлежат одному и тому же спектральному классу—F2 V.

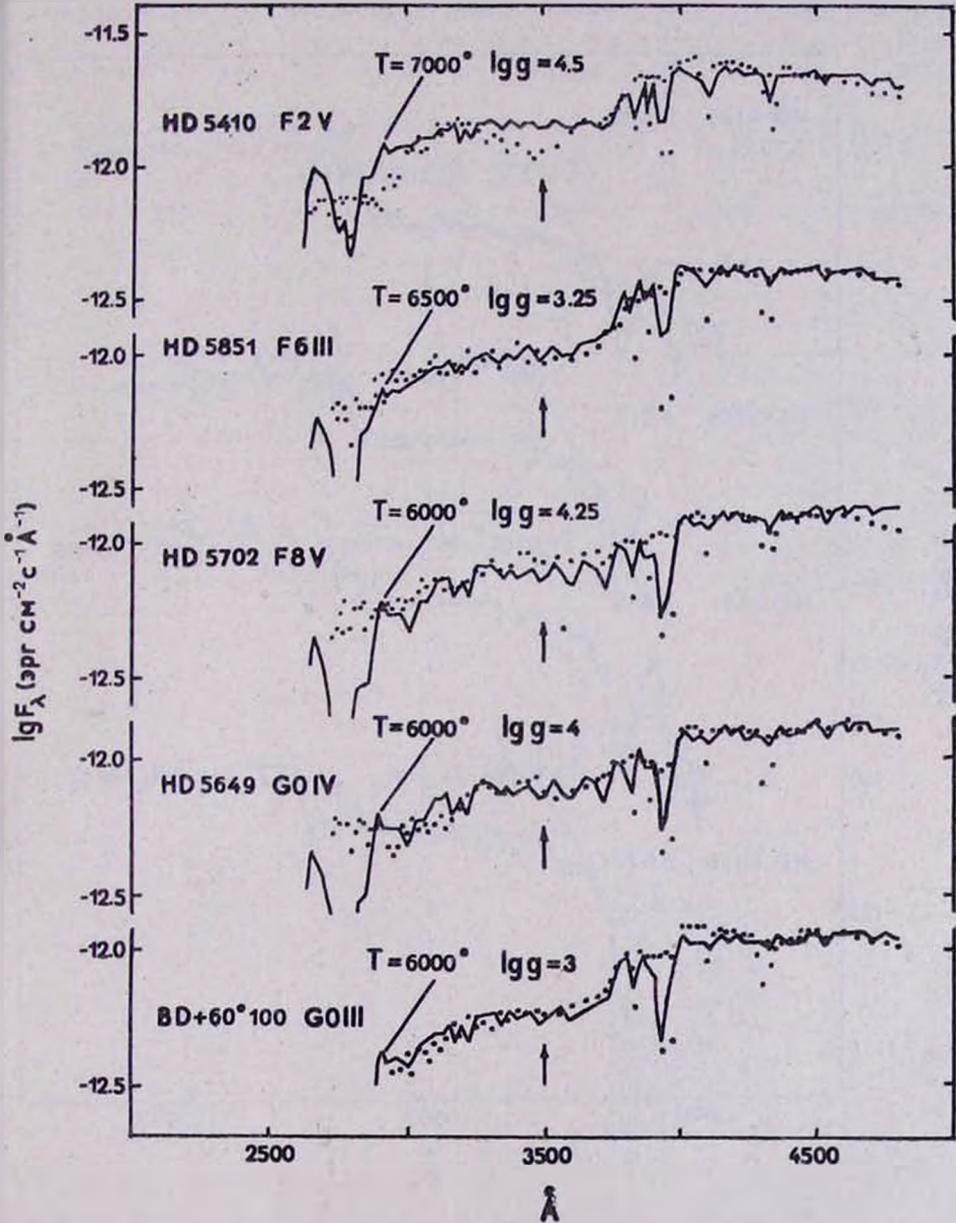


Рис 1. Наблюдаемые абсолютные распределения энергии в спектрах группы звезд типа F и G в области 2600—4800 Å (точки); сплошные линии—для теоретических моделей

Аналогичная картина наблюдается и в случаях звезд HD 5851 (F6 III), HD 5702 (F8 V), HD 5649 (G0 IV) и BD+60° 100 (G0 III); компоненты указанных звезд принадлежат одному и тому же спектральному классу и классу светимости (рис. 1).

HD 6130, 5966, 7331 и 5890. Спектральный тип звезды HD 6130 (=ADS 868) в работах [3, 10] классифицирован как F0, F2; и F0 II. В каталоге [11] указано, что она является звездой типа F0 с сильными металлическими линиями, а в каталоге Бечвара как gA9s. В этом каталоге указано, что характер двойственности этой звезды не ясен.

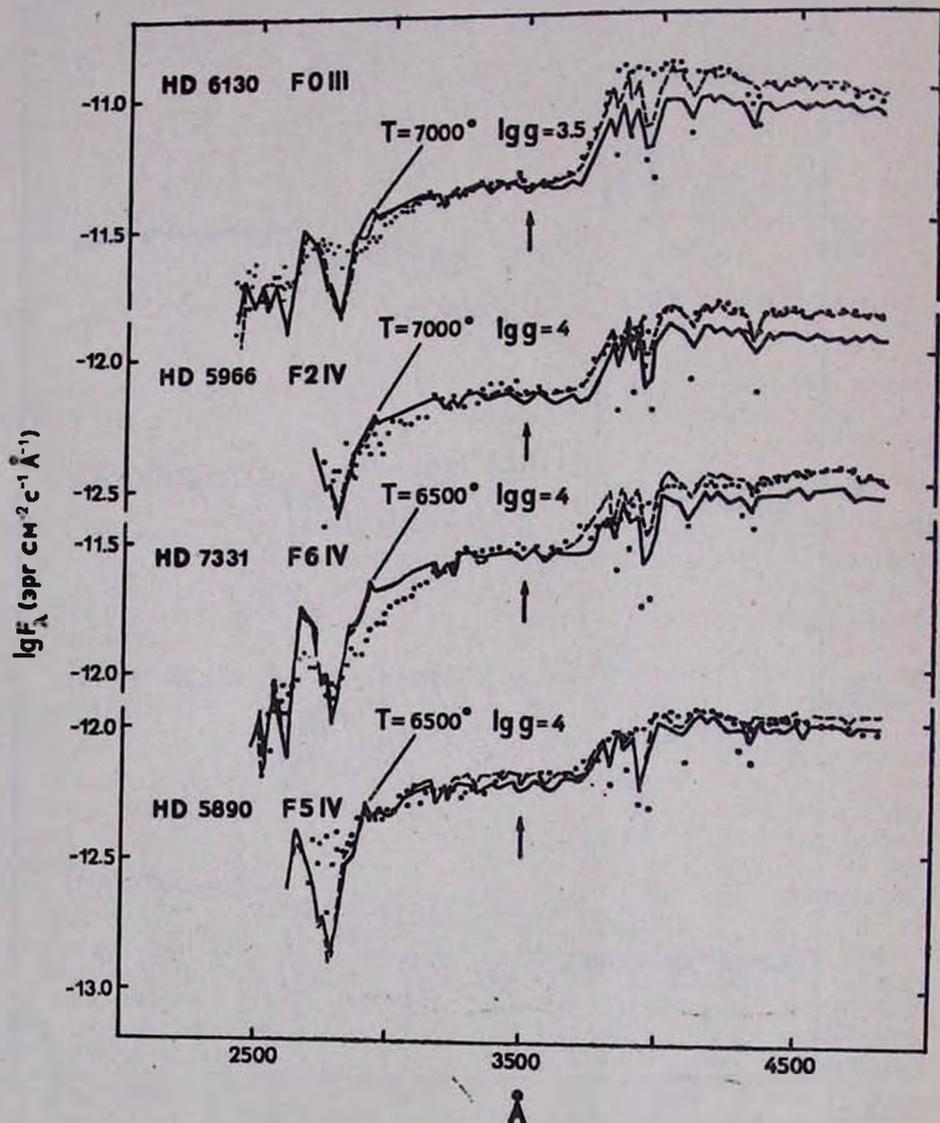


Рис. 2. Наблюдаемые распределения энергии в спектрах 4 звезд в области 2300–4800 Å, у которых вторые компоненты являются звездами поздних типов. Сплошные линии—для теоретических моделей основных компонентов; пунктирные линии—для теоретических моделей обоих компонентов.

Найденное нами абсолютное распределение энергии в непрерывном спектре HD 6130 представлено на рис. 2. При сопоставлении наших результатов с теоретической моделью при  $T_{\text{эф}} = 7000^\circ \text{K}$  и  $\lg g = -3.5$  для типа F0 III оказывается, что наблюдаемое распределение энергии в видимой области спектра находится выше теоретического. Полагая, что основной компонент двойной звезды HD 6130 является типа F0 II и исходя из процентного соотношения интенсивностей компонентов этой системы,  $V_1 = 6^{\text{m}} 0$  и  $V_2 = 9^{\text{m}} 2$ , мы получаем суммарную теоретическую кривую (пунктирная линия), которая хорошо согласуется с наблюдательными данными как в ультрафиолете, так и в длинноволновой области, принимая, что спектральный тип второго компонента F0 III.

Такая же картина получается при сравнении распределения энергии звезд HD 5966 (F2 IV), HD 7331 (F6 IV) и HD 5890 (F5 IV) с соответствующими теоретическими моделями (рис. 2). В табл. 2 даны спектральные типы и классы светимостей компонентов двойных звезд.

HD 4674, 6073 и 4362. Звезда HD 4674 спектрального типа F5 IV ( $V = 8^{\text{m}} 02$ ), двойная, визуальные величины компонентов равны  $V_1 = 8^{\text{m}} 2$ ,  $V_2 = 10^{\text{m}} 5$ . В работе [11] отмечено, что она является звездой с сильными металлическими линиями. При сравнении распределения энергии с теоретической моделью, соответствующей звезде типа F5 IV ( $T_{\text{эф}} = 6500^\circ \text{K}$  и  $\lg g = 4$ ), получается заметное расхождение (рис. 3, сплошная линия). Хорошее согласие получается при суммарной модели для звездной пары спектральных классов F5 IV и B8 V (пунктирная линия). Однако при этом расстояния, определяемые по визуальной величине и абсолютной светимости компонентов, оказываются различными (150 и 1000 пк соответственно), и поэтому можно заключить, что в этом случае мы имеем дело с оптической двойной звездой.

Таблица 2

Спектральные классы и классы светимости компонентов двойных звезд

Звезда HD, BD	$V_1$	$V_2$	Спектральный класс
6130	$6^{\text{m}} 0$	$9^{\text{m}} 2$	F0 II + F0 III
5410	—	—	F2 V + F2 V
5966	—	—	F2 IV + F0 III
4674	8.2	10.5	F5 IV + B8 V
5890	9.1	12.3	F5 IV + G5 V
5851	8.6	9.0	F6 III + F6 III
7331	8.3	8.3	F6 IV + F3 III
5702	—	—	F8 V + F8 V
4362	—	—	G0 Ib + G0 III
5649	—	—	G0 IV + G0 IV
+60°100	10.1	10.3	G0 III + G0 III
6073	—	—	G5 II + B3 V
5747	—	—	G8 III
6634	8.0	13.0	G8 III
5234	5.0	12.5	K2 III

В случае звезды HD 6073 спектрального класса G5 II ( $V = 8^{\text{m}} 24$ ) слабый компонент также оказывается более горячим, типа B3 V (рис. 3).

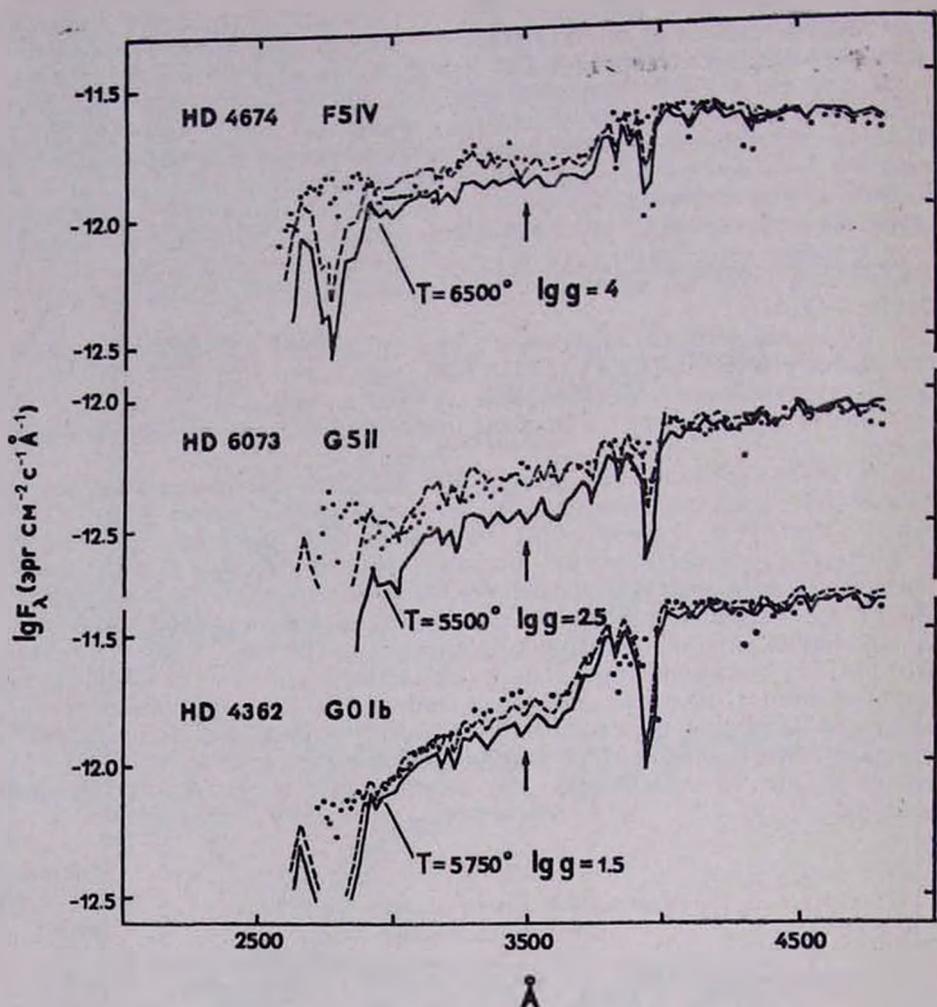


Рис. 3. То же, что и на рис. 2, для двойных звезд, у которых второй компонент является горячей звездой

Существующие оценки спектральной классификации звезды HD 4362 ( $V=6^m 39$ ) довольно противоречивы—F9 [12], G0 Ib и G2 Ib [4, 13], даже G5 по каталогу SAO. Средняя оценка расстояния этой звезды по имеющимся данным составляет около 1300 пк. Такое же расстояние получается при определении его по среднему избытку цвета ( $E(B-V)=0.30$ , соответствующему 1 кпк, найденному по соседним В-звездам [8]), т. к. звезда имеет  $E(B-V)=0.39$  [3]. Исправленное за влияние межзвездного поглощения распределение энергии в спектре этой звезды показано на рис. 3. Там же нанесена кривая распределения теоретической модели при  $T_{\text{эфф}}=5750^\circ \text{K}$  и  $\lg g=1.5$  (сплошная линия). Как видно из рис. 3, в коротковолновой области спектра наблюдаемое распределение значительно выше теоретического. Поэтому мы предполагаем, что звезда является, вероятно, двойной системой, хотя в литературных источниках мы не нашли сведений о ее

двойственности. Суммарная теоретическая кривая хорошо согласуется с наблюдаемой, если принять, что слабый компонент имеет спектральный тип—G0 III.

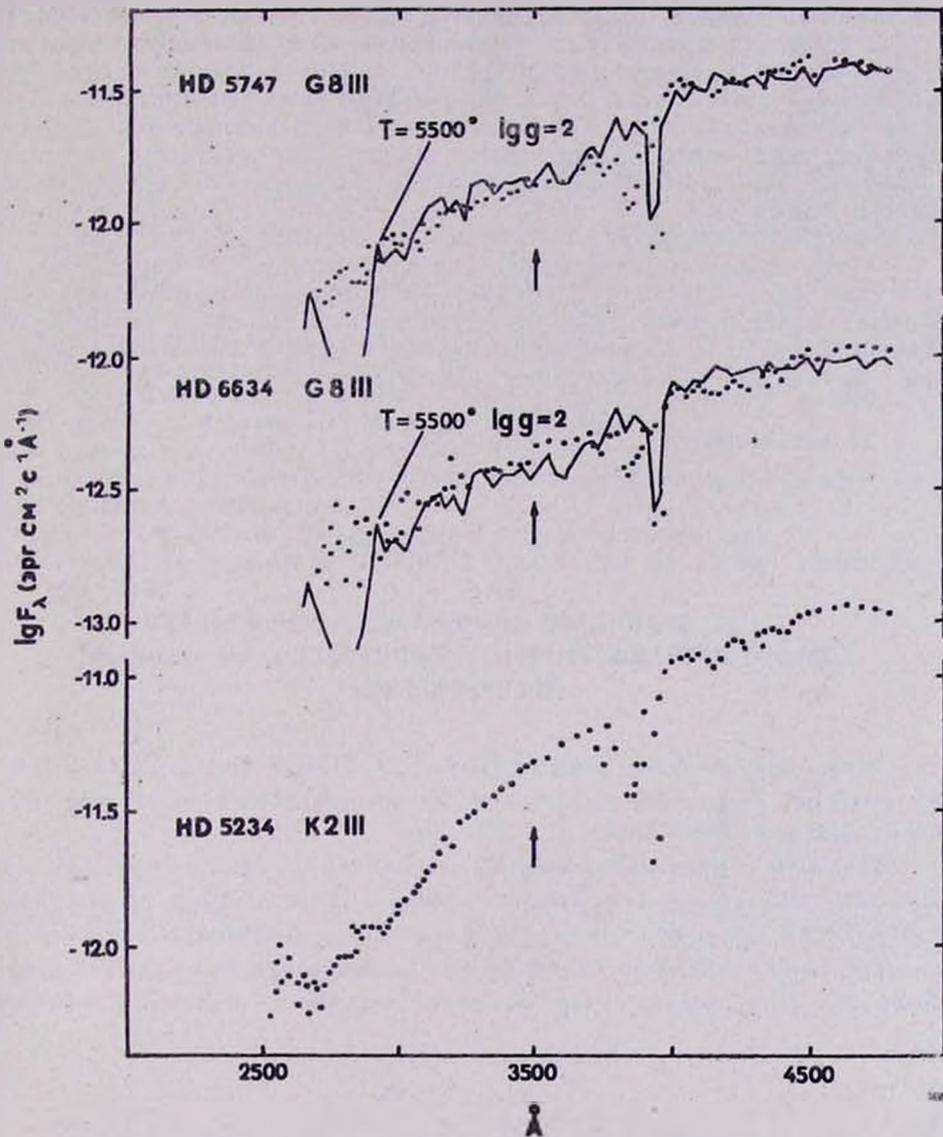


Рис. 4. Наблюдаемые распределения энергии в спектрах звезд классов G8 III и K2 III

HD 5747, 6634, 5234. Распределение энергии этих двойных звезд позднего типа G8 и K2 приведено на рис. 4. К сожалению, для этих спектральных типов у Куруча нет теоретических моделей. Для звезд HD 5747 и 6634 спектрального типа G8 III наблюдаемые распределения энергии хорошо согласуются при использовании модели с  $T_{\text{эфф}} = 5500^{\circ}$  К и  $\lg g = 2$ , и поэтому трудно говорить что-либо о спектральных типах их компонентов. Для звезды HD 5234 более позднего типа K2 приведено лишь наблюдаемое распределение энергии.

## Заключение

1. Найдены абсолютные распределения энергии в непрерывных спектрах 15 двойных звезд в диапазоне длин волн от 2300 до 4800 Å.

2. Метод сопоставления комбинированного (наземные + внеатмосферные) наблюдаемого распределения энергии с теоретическими моделями дал возможность определить эффективные температуры и оценить спектральные классы и классы светимости компонентов двойных звезд за исключением звезд поздних типов. Для некоторых из исследованных звезд компоненты оказались одинакового спектрального класса светимости. Для других звезд спектральные классы и классы светимостей компонентов значительно отличаются друг от друга.

Автор выражает искреннюю благодарность Р. А. Баргаю за содействие при получении наземного наблюдательного материала. Он считает своим долгом выразить глубокую благодарность также Г. М. Товмасяну и Р. Х. Оганесяну за ценные советы и обсуждение вопросов, связанных с выполнением настоящей работы.

24 декабря 1985 г.

Ր. Ա. ԵՓՐԵՄՅԱՆ

Կ Cas ՇՐՋԱԿԱՅՔԻ ԿՐԿՆԱԿԻ ԱՍՏՂԵՐԻ ԲԱՑԱՐՁԱԿ  
ՍՊԵԿՏՐԱԼՈՒՍԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆԸ ԳԵՐՄԱՆՈՒՇԱԿ ԵՎ ՏԵՍԱՆՆԻԼ  
ՏԻՐՈՒՅԹՆԵՐՈՒՄ

Ներկա աշխատանքում բերված են F, G, և K սպեկտրալ դասի 15 կրկնակի աստղերի բացարձակ սպեկտրալուսաչափական հետազոտման արդյունքները սպեկտրի 2300—4800 Å տիրույթում:

Երկրային և արտամթնոլորտային դիտումների միջոցով ստացվել են այդ աստղերի անընդհատ սպեկտրներում էներգիայի բացարձակ բաշխումները 2300—4800 Å տիրույթում: Ստացված բաշխումները համեմատվել են Կուրուչի կողմից հաշված տեսական մոդելների հետ և գնահատվել հետազոտվող կրկնակի աստղերի բաղադրիչների սպեկտրալ դասերն ու լուսատվությունները:

R. A. EPREMIAN

ABSOLUTE SPECTROPHOTOMETRIC INVESTIGATION OF  
DOUBLE STARS AROUND  $\gamma$  CAS IN ULTRAVIOLET AND  
VISIBLE REGIONS

The results of absolute spectrophotometric measurements of 15 double stars of classes F, G and K in the wavelength interval from 2300 to 4800 Å are presented. The obtained absolute distributions of energies of investigated stars in the ultraviolet and visible regions are compared with that of Kurucz's theoretical models. The construction of the combined

spectra (with the use of the results of the ground based and space observations) permitted to determine the spectra and luminosity classes of the components of the studied double stars.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Гурздян, Дж. Б. Оганесян, С. С. Рустамбекова, Р. А. Епремян, Каталог ультрафиолетовых спектров 900 слабых звезд, Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1985.
2. V. M. Blanco, S. Demers, G. G. Douglas, M. P. Fitzgerald, Publ. U. S. Naval Obs. Ser., 21, 1968.
3. B. Ulf Sjörger, Arkiv für Astronomy., 3, 339, 1964.
4. P. P. Kraft, W. A. Hiltner, Astrophys. J., 134, 850, 1961.
5. R. M. Humphreys, Astron. Astrophys., 75, 602, 1970.
6. Р. А. Епремян, Астрофизика, 17, 495, 1981.
7. С. С. Рустамбекова, Р. А. Епремян, Сообщ. Бюраканской обс., 58, 9, 1986.
8. W. A. Hiltner, Astrophys. J. Suppl. Ser., 24, 389, 1956.
9. R. I. Kurucz, Astrophys. J. Suppl. Ser., 40, 1, 1979.
10. W. Buscombe, MK Spectral Classification, Fifth General Catalogue, Evanston, 1981.
11. Sky Catalogue 2000.0, vol. 1, 1962.
12. R. E. Wilson, General Catalogue of Stellar Radial Velocities, 1953.
13. C. Jaschek, Catalogue of Stellar Spectra Classified in the Morgan - Keenan System, 1964.

М. А. ЕРИЦЯН

## ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ СН ЛЕБЕДЯ

Представлены результаты фотометрических и поляриметрических наблюдений звезды Сн Лебедя. Последние выполнены в период спокойного состояния звезды в цвете В. Степень поляризации излучения звезды Сн Лебедя в этот период не превосходила 0.3%.

Звезда Сн Лебедя является полуправильной переменной типа М6 III, блеск которой изменяется в пределах  $V=6^m.2-8^m.5$ .

Согласно [1, 2], звезда Сн Лебедя является двойной, состоящей из гиганта М 6 и горячего субкарлика. Наблюдения показывают, что у этой звезды, возможно, имеются два периода изменения блеска: 700 и 100 дней. Выяснилось также, что в максимуме блеска ( $V=6^m.2$ ), звезда подвергается быстрым (1—2 мин) изменениям с амплитудой  $\sim 0^m.1$ , в это время звезда находится в активной фазе [2]. Вблизи минимума ( $V=8^m$ ) быстрые колебания блеска исчезают: звезда находится в неактивной фазе [2, 4].

Несмотря на большое число наблюдений [1—4] звезды Сн Лебедя, вопрос о природе ее переменности пока не решен.

В настоящем сообщении приводятся некоторые результаты фотометрических и поляриметрических наблюдений звезды Сн Лебедя, проводившихся с 9 сентября по 7 октября 1985 г.

Наблюдения были выполнены на 40 см телескопе системы Кассегрена Бюраканской астрофизической обсерватории с помощью одноканального электрофотометра в режиме усиления постоянного тока [5]. В качестве светоприемника использован ФЭУ-79. Наблюдения проводились в синем цвете, для чего были использованы светофильтры СС5 (3 мм) + СЗС 21 (5 мм), которые вместе с ФЭУ-79 дают звездную величину, близкую к величине В в системе Джонсона [6].

Таблица

JD	$\Delta m_B$	JD	$\Delta m_B$
2446318	2.81	2446331	2.67
320	2.67	333	2.81
322	2.76	341	2.90
323	2.75	342	2.87
325	2.74	343	2.77
326	2.73	344	2.83
329	2.73	345	2.93
380	2.85	346	2.86

В качестве звезды сравнения служила BD+49° 2994 типа В8 I—II с  $V=6^m.57$  и  $B-V=0^m.08$  [2].

Сводка наших наблюдений представлена в таблице, где приведены даты наблюдений в юлианских днях (JD) и относительные изме-

нения блеска звезды СH Лебеда в В лучах ( $\Delta m_V$ ). По данным таблицы построена кривая изменения блеска СH Лебеда (рис. 1).

Как видно из этого рисунка, максимальное изменение блеска СH Лебеда за период наших наблюдений не превышает  $0^m,25$ , а в интервале  $JD=2446322-2446326$  составляет всего около  $0^m,02$ .

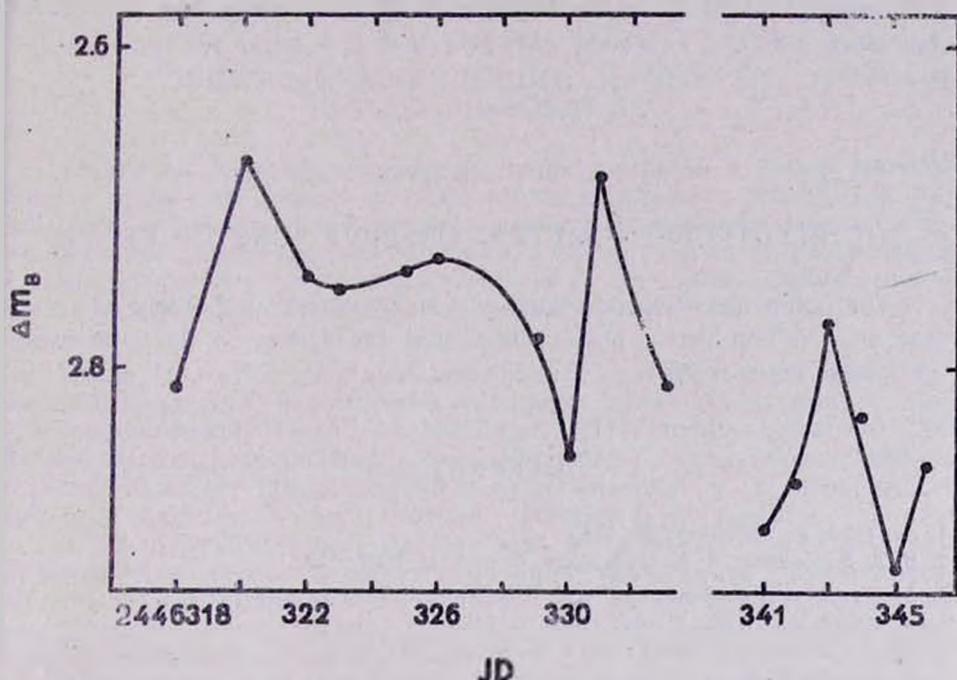


Рис. 1. Изменения блеска СH Лебеда

На рис. 2 приведена кривая блеска СH Лебеда в интервале порядка 25 мин, ночью 14 сентября ( $JD=2446323$ ). Из рис. 2 хорошо видно, что быстрые флуктуации блеска в этот период отсутствуют, они заключены в пределах меньше  $3\sigma$ —звезда СH Лебеда в данном отрезке времени находилась в неактивной фазе.

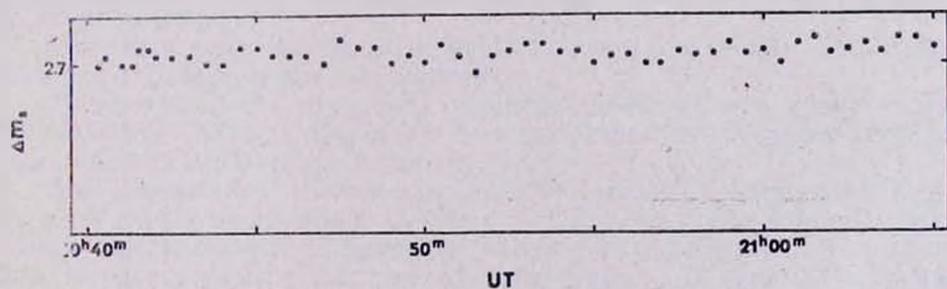


Рис. 2. Кривая блеска СH Лебеда ночью 14 сентября 1985 г.

В этот же неактивный период звезды мы провели ее поляризметрические наблюдения в цвете В. Оказалось, что степень поляризации излучения звезды в В-лучах в указанный период не превосходила  $0,3\%$ .

24 декабря 1985 г.

## ԿԱՐԱՊԻ ՇՈ ԱՍՏՂԻ ԷԼԵԿՏՐՈՎՈԼՏԱԶՈՒՓԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒՄՆԵՐԸ

Բերված են Կարապի ՇՈ աստղի էլեկտրավոլտաչափական և բևեռաչափական դիտումները B գույնում: Պարզվել է, որ այդ աստղը մեր դիտումներ ժամանակ գտնվել է ոչ ակտիվ վիճակում, իսկ նրա լույսի բևեռացումը  $P_B \leq 0,3\%$ :

Մ. Ո. ERITSIAN

## THE ELECTROPHOTOMETRIC OBSERVATIONS OF CH Cyg

The polarimetric observations of CH Cyg made in B band when the star was in non active phase, show that the degree of its polarization was less than 0,3%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Лууд, Астрофизика, 16, 1980.
2. В. Т. Дорошенко, А. К. Магницкий, Астрон. Ц. 1207, 1982.
3. М. Н. Slovak, J. Africano, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 185, 591, 1978.
4. A. Galatola, BAAS, 5, №4, 1973.
5. Մ. Ա. Երիշյան, Ս. Ե. Ներսիսյան, Астрофизика, 20, 355, 1984.
6. В. А. Домбровский, Т. А. Поляков, В. А. Яковлева, Труды Астрон. общ., ЛГУ 29, 3, 1970.

Л. В. МИРЗОЯН

ЗВЕЗДНЫЕ АССОЦИАЦИИ И ОБЛАСТИ  
ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ

Обсуждаются наблюдательные данные, свидетельствующие в пользу представления о тесной связи областей звездообразования со звездными ассоциациями. Показывается, что области звездообразования являются своеобразными ячейками в ассоциациях, где формируются звезды. Причем, возрасты областей звездообразования в данной ассоциации могут отличаться более, чем на два порядка величины, то есть каждая ассоциация содержит, как правило, разные поколения звезд.

После открытия звездных ассоциаций, как очагов звездообразования в Галактике, в которых в настоящее время продолжается процесс формирования звезд (см., например, [1]), прошло около 40 лет. За это время были получены разнообразные наблюдательные свидетельства в пользу представления о продолжающемся звездообразовании в Галактике, и оно получило всеобщее признание.

В последующем, новые наблюдения, в частности, в радио и инфракрасной областях спектра, позволили обнаружить значительное число меньших по размерам областей, где звездообразование имело место сравнительно недавно. Естественно их называть областями *недавнего* звездообразования.

Для того, чтобы проиллюстрировать разницу между двумя, отмеченными выше, понятиями, приведем один пример. Большая группа ОВ-звезд в Орионе, включая Меч Ориона, Трапецию и всю Туманность Ориона, являются одной ОВ-ассоциацией. В то же время гораздо меньший объем, содержащий инфракрасные звезды IRC1, IRC2 ... и объект Нойгебауера-Беклина (NB) является областью недавнего звездообразования. Линейный диаметр этой области недавнего звездообразования около ста раз меньше, чем линейные размеры всей ассоциации Ориона.

Очевидно, что звездная ассоциация может содержать несколько областей недавнего звездообразования.

В настоящей статье делается попытка показать, что практически все известные области недавнего звездообразования являются составными частями звездных ассоциаций.

Наблюдательной основой для открытия звездных ассоциаций, явилась тенденция звезд типов О—В2 и Т Тельца к группированию. Эти звезды представляют характерное население ассоциаций. Последующие исследования подтвердили эту точку зрения. В настоящее время нет никаких сомнений в том, что все звезды указанных классов входят в состав звездных ассоциаций, а те из них, которые встречаются вдали от ассоциаций, являются «беглецами» из своих материнских систем.

Этот вывод относительно О—В2 звезд подтверждается разнообразными наблюдениями. Например, подробный анализ наблюдений ОВ-ассоциаций в Галактике привел Блау [2] к выводу, что боль-

шинство ОВ-звезд входят в состав современных ассоциаций\*. Вместе с этим, в работе Круз-Гонзалес и др. [4] было показано, что часть (20—30%) звезд спектрального класса О, действительно, является «беглецами» из материнских ассоциаций. Конечно, этот вывод справедлив для ОВ-звезд в целом.

Менее определено в этом отношении положение в случае звезд типа Т Тельца, составляющих характерное население Т-ассоциаций. В настоящее время практически нет никаких количественных оценок чисел звезд этого типа, наблюдаемых в и вне Т-ассоциаций. Однако, несмотря на эту неопределенность, наблюдаемое распределение сравнительно близких звезд типа Т Тельца дает основание думать, что все они формируются в Т-ассоциациях.

Поэтому следует считать, что генетическая природа связи молодых звезд типов ОВ и Т Тельца со звездными ассоциациями ныне не подлежит сомнению.

Из этого важного факта вытекает, что все молодые объекты, которые генетически связаны со звездами указанных классов, рождаются в звездных ассоциациях. В некоторых случаях эта связь очевидна.

Например, многими исследователями, в частности, Шарилессом [5] было отмечено, что совпадение пространственных распределений НII-областей и ОВ-звезд непосредственно следует из наблюдений. Именно наблюдения показывают, что каждая НII-область возбуждается одной или несколькими ОВ-звездами. Причем, эта связь в большинстве случаев, генетическая. В качестве примера отметим, что определенные Круз-Гонзалес и др. [4] средний радиальный компонент пекулярных скоростей и среднее расстояние от плоскости Галактики для О-звезд, находящихся внутри плотных НII-областей, значительно меньше, чем для О-звезд, расположенных вне НII-областей. Этот наблюдательный факт указывает, что О-звезды, наблюдаемые вне плотных НII-областей, уже вышли из своих «материнских» НII-областей, откуда следует, что НII-области связаны или были связаны, в период своего формирования, с возбуждающими их ОВ-звездами генетически.

Результаты СО-радионаблюдений оптических НII-областей показывают, что такая же генетическая связь существует между НII-областями и молекулярными облаками.

Этот вопрос подробно был рассмотрен в недавней работе Амбаряна и автора [6]. Здесь приводятся основные результаты этого рассмотрения.

Обширный обзор радионаблюдений оптических НII-областей нашей Галактики в линии СО ( $J=1-0$ ) был выполнен Блитцем и дру-гими [7]. Этот обзор содержит СО-наблюдения 352 НII-областей, 288 из каталога Шарплесса [5], а 64 НII-области—из карт Паломарского атласа неба.

Согласно обзору Блитца и др. [7], 242 из исследованных НII-областей (около 70%) ассоциируются с молекулярными облаками. С учетом того, что в некоторых случаях отождествление СО-источников с отдельными НII-областями не удается из-за наличия нескольких компонентов лучевой скорости, авторы этого обзора считают [7], что около 80% оптических НII-областей ассоциируются с молекулярными облаками.

Можно полагать, что и часть остальных оптических НII-областей

\* Недавно аналогичный результат для молодых горячих звезд типа Вольфа-Райса был получен Лундстремом и Степхольмом [3].

также связана или была связана в период своего формирования с молекулярными облаками. И отсутствие у них СО-излучения является следствием либо неблагоприятных условий радионаблюдений, либо того, что эти HII-области возбуждаются ОВ-звездами, уже вышедшими из своих «материнских» молекулярных облаков (а также первоначальных HII-областей). Подробный анализ наблюдательных данных, относящихся к HII-областям из обзора [7], подтверждает этот вывод [6].

Как некоторое свидетельство в пользу этого предположения могут быть рассмотрены также результаты радионаблюдений оптических HII-областей.

Обзор радионаблюдений в непрерывном спектре (на частоте 1400 МГц) участков неба, содержащих 168 оптически отождествленных HII-областей из каталога Шарплесса [5] представлен в работе Фелли и Черчилля [8]. Согласно этому обзору только 137 (около 80%) из исследованных HII-областей излучают в радиодиапазоне.

Следовательно, и в этом случае, около 20% исследованных объектов не показали заметного радиоизлучения. Примечательно, что результаты радионаблюдений в непрерывном спектре и в линии СО в большинстве случаев согласуются друг с другом. Именно около 60% радиоспокойных оптических HII-областей из обзора Фелли и Черчилля [8] не имеют ассоциированного СО-радиоизлучения [7].

Заслуживает внимания и тот факт, что согласно [7], 34% радиоспокойных HII-областей из обзора [8] связаны с молекулярными облаками и, наоборот, 13% HII-областей с сильным непрерывным радиоизлучением на 1400 МГц в линии СО «голые».

Поэтому результаты радионаблюдений оптических HII-областей можно рассматривать как определенное свидетельство в пользу существования генетической связи оптических HII-областей с молекулярными облаками.

В пользу этого вывода свидетельствует, например, результат, полученный в работе Уоллера и Сандерса [9], указывающий на тесную связь, существующую между радио HII-областями и гигантскими ( $\geq 30$  пк) молекулярными облаками, в первой галактической квадранте.

Эти наблюдательные свидетельства, в свете генетической связи большинства оптических HII-областей с возбуждающими их ОВ-звездами, в свою очередь, подтверждает ассоциирование молекулярных облаков с ОВ-ассоциациями.

О тесной связи молекулярных облаков со звездными ассоциациями говорит, по-видимому, и результат, полученный Коэном и др. [10] о том, что молекулярные облака в нашей Галактике, согласно СО-радионаблюдениям, расположены в ее спиральных рукавах, то есть имеют одинаковое со звездными ассоциациями пространственное распределение.

Эти результаты позволяют считать, что молекулярные облака являются составной частью звездных ассоциаций.

Как известно, индикаторами областей звездообразования являются космические мазеры  $\text{H}_2\text{O}$  и СО и источники инфракрасного излучения. Их радионаблюдения указывают на то, что все они локализованы в молекулярных облаках и HII-областях, следовательно, в звездных ассоциациях. Известные примеры генетической связи инфракрасных и мазерных источников с областями современного (недавнего) звездообразования обсуждаются, например, в работе Гензеля и Даунса [11].

Весьма молодыми объектами, связанными с процессами звездообразования, являются кометарные туманности, фуоры и объекты Херби-га-Аро. Результаты наблюдений этих «экзотических» объектов свидетельствуют об их принадлежности к звездным ассоциациям.

Амбарцумян [12], первый обратив внимание на необычайные свойства кометарных туманностей, указал, что во всех известных случаях они находятся в генетической связи со звездами типа Т Тельца или родственными объектами. В дальнейшем эта точка зрения стала общепринятой.

В настоящее время не подлежит сомнению вывод о том, что фуоры—объекты, переживающие поярчение блеска типа поярчения FU Орiona, представляют одну из эволюционных фаз в жизни звезд типа Т Тельца, по-видимому, сравнительно высокой светимости [13, 14].

Генетическая связь существует также между объектами Херби-га-Аро и звездами типа Т Тельца [15]. Наиболее веским свидетельством в пользу такой связи являются собственные движения некоторых из них. Анализ собственных движений, выполненный Хербигом и Джонсом [16, 17] показал, например, что объекты NN 1 и NN 2 были выброшены из звезды типа Т Тельца Коэна-Шварца, а объект NN 39—из звезды R Моп. Аналогичный пример был найден Мундтом и др. [18], показавшими, что объект NN 32С находится в противоположной стороне от звезды типа Т Тельца AS 353А, относительно объектов NN 32А и NN 32В. Причем, доплеровские смещения линий в спектрах этих объектов указывают на их выброс из указанной звезды. В последнее время обнаружены новые примеры таких выбросов (см. [19] и литературу к ней).

Важными индикаторами процесса звездообразования можно считать также кратные звезды типа Трапеции. Новые наблюдательные данные подтверждают [20, 21] представление, развитое Амбарцумяном [22] более тридцати лет назад, о том, что эти кратные системы звезд представляют собой весьма молодое население звездных ассоциаций. Возраст этих систем в зависимости от знака полной энергии не превышает по порядку величины  $10^5$ — $10^6$  лет, а в некоторых случаях даже меньше.

Системы типа Трапеции встречаются, как правило, в звездных ассоциациях, среди очень молодых звезд типов О—В или Т Тельца. Среди старых звезд, то есть вне ассоциаций, реальные системы типа Трапеции практически не имеются [20, 21].

Уже в первых исследованиях звездных ассоциаций была выявлена важная особенность их строения: содержать одно или несколько ядер в виде открытых звездных скоплений или систем типа Трапеции (см., например, [23, 24]). В согласии с этим Блаау [2] показал, что более одной трети ОВ-ассоциаций содержит, по крайней мере, две подгруппы.

Новые наблюдения позволяют расширить это представление о строении ОВ-ассоциаций. В настоящее время имеются наблюдательные основания для допущения, что таких ядер—в виде отдельных областей звездообразования ассоциация может иметь обычно несколько, причем дисперсия возрастов подсистем такого типа может быть довольно большой, иногда, возможно, более двух порядков величины (от  $10^4$  до нескольких  $10^6$  лет).

Поэтому следует допустить, что процесс формирования звезд в отдельно взятой ассоциации продолжается довольно долго, в течение десятков миллионов лет. В результате, в составе ассоциации наблюдаются группы звезд разных поколений (см., например, [25]).

Таким образом, рассмотренные выше наблюдательные данные находят в согласии с представлением о том, что области звездообразования являются ядрами—ячейками звездных ассоциаций, где формируются звезды. Следовательно, можно допустить, что все области звездообразования являются составными частями современных звездных ассоциаций.

10 սույա 1986 շ.

Լ. Վ. ՄԻՐԶՅԱՆ

ԱՍՏՂԱՍՓՏՈՒԹՆԵՐԸ ԵՎ ԱՍՏՂԱՌԱԶԱՑՄԱՆ ՏԻՐՈՒՅԹՆԵՐԸ

Քննարկվում են աստղասփյուռների հետ աստղառաջացման տիրույթների սերտ կապի օգտին վկայող դիտողական տվյալները: Յույց է տրվում, որ HII—տիրույթների, մոլեկուլային ամպերի, ինֆրակարմիր ու մազերային աղբյուրների և աստղառաջացման հետ կապված այլ օբյեկտների (գիսավորած և միգամածություններ, ֆուտրներ, Հերբիգ—Հարոյի օբյեկտներ և այլն) օպտիկական, ինֆրակարմիր և ռադիոդիտումները, ընդհանրապես, համաձայնություն մեջ են այն պատկերացման հետ, որ աստղառաջացման տիրույթները յուրօրինակ բջիջներ են աստղասփյուռներում, որտեղ ձևավորվում են աստղերը: Տվյալ աստղասփյուռում գտնվող աստղառաջացման տիրույթների հասակները կարող են տարբերվել ավելի քան երկու կարգով, այսինքն, յուրաքանչյուր աստղասփյուռ պարունակում է, որպես կանոն, աստղերի տարբեր սերունդներ:

L. V. MIRZOYAN

STELLAR ASSOCIATION AND REGIONS OF STAR FORMATION

The observational data in favour of close relation of star formation regions with stellar associations are discussed. It is shown that the existing data on optical, infrared and radio observations of HII—regions, molecular clouds, infrared and maser sources and other objects (cometary nebulae, fuors, Herbig—Haro objects etc) associated with star formation regions are, on the whole, in agreement with the idea that star formation regions represent some kind of cells in stellar associations where the stars are formed. The ages of star formation regions in a given association can differ by more than two orders of magnitude, that is, every association contains, as a rule, different generations of stars.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 V. A. Ambartsumian, IAU Transactions, Vol. VIII. University Press, Cambridge, 1954, p. 665.
- 2 A. Blaauw, Ann. Rev. Astron. Astrophys., 2, 213, 1964.
- 3 L. Lundström, B. Stenholm, Astron. Astrophys., Suppl. Ser. 58, 163, 1984.

4. C. Cruz-Consalez, E. Recllías - Cruz, R. Costero, M. Peimbert, S. Torres - Peimbert. *Rev. Mexicana Astron. Astrophys.*, 1, 211, 1974.
5. S. Sharpless. *Astrophys. J. Suppl.*, Ser. 4, 257, 1959.
6. Л. В. Мирзоян, В. В. Амбарян. *Астрофизика*, 24, 257, 1986.
7. L. Blitz, M. Fich A. A. Stark, *Regions of Recent Star Formation*, eds R. S. Roger, P. E. Dewdney, Reidel, Dordrecht - Boston - London, 1982, p. 209.
8. M. Fell, E. Churchwell, *Astron. Astrophys. Suppl.*, Ser. 5, 369, 1972.
9. W. H. Waller, D. B. Sanders, *Publ. Astron. Soc. Pacific*, 96, 797, 1984.
10. R. S. Cohen, H. Cong, T. M. Thaddeus, *Astrophys. J.*, 230, L. 53, 1980.
11. R. Gerzel, D. Downes, *Regions of Recent Star Formation*, eds R. S. Roger, P. E. Dewdney, Reidel, Dordrecht - Boston - London, 1982, p. 251.
12. V. A. Ambartsumian, *Les Particules Solides dans les Astres*, Cointe - Liege, 1955, p. 458.
13. В. А. Амбарцумян, *Астрофизика*, 7, 557, 1971.
14. G. H. Herbig. *Astrophys. J.*, 217, 693, 1977.
15. В. А. Амбарцумян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 13, 1954.
16. G. H. Herbig, B. F. Jones, *Astron. J.*, 86, 1232, 1981.
17. B. F. Jones, G. H. Herbig. *Astron. J.*, 87, 1223, 1982.
18. R. Mundt, J. Stocke, H. S. Stockman, *Astrophys. J.*, 265, L71, 1983.
19. R. Schwartz, B. F. Jones, *Astron. J.*, 89, 1735, 1984.
20. Л. В. Мирзоян, Г. Н. Салуквадзе, *Астрофизика*, 21, 399, 1984.
21. L. V. Mirzoyan, G. N. Salukvadze, *Astrophys. Sp. Sci.*, 110, 153, 1985.
22. В. А. Амбарцумян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 15, 1954.
23. В. А. Амбарцумян, Б. Е. Маркарян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 2, 1949.
24. В. А. Амбарцумян, *Вестник АН СССР*, 11, 45, 1957.
25. V. A. Ambartsumian, L. V. Mirzoyan, *Birth and Evolution of Massive Stars and Stellar Groups*, eds W. Boland, H. van Woerden, Reidel, Dordrecht - Boston - Lancaster - Tokyo, 1985, p. 67.

Р. А. ВАРДАНЯН, М. А. ЕРИЦЯН

## ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ КОМЕТЫ ГАЛЛЕЯ

Приведены результаты поляриметрических наблюдений кометы Галлея в В, V и R цветах. Показано, что степень поляризации увеличивается при увеличении длины волны и фазы кометы.

С 6 по 20 декабря 1985 г. с помощью электрополяриметра, работающего в режиме усиления постоянного тока и смонтированного на 50 см телескопе системы Кассегрена (АЗТ-14) Бюраканской астрофизической обсерватории были проведены электрополяриметрические наблюдения кометы Галлея.

Поляризация излучения кометы Галлея (головы и хвоста) измерена в трех участках спектра, для чего были использованы следующие комбинации светофильтров.

b: СС5 (3 мм) + СЗС 21 (5 мм) — ( $i_{эф} \sim 4400 \text{ \AA}$ )

v: ЖС18 (1.5 мм) + СЗ С21 (1.5 мм) — ( $i_{эф} \sim 5500 \text{ \AA}$ )

г: РС8 (4 мм) + ОС17 (1 мм) — ( $i_{эф} \sim 6700 \text{ \AA}$ )

Такой подбор светофильтров вместе с использованным нами ФЭУ-79, как отмечено в работе [1], близок к системе В, V, R Джонсона.

Во время наблюдений использовались четыре круглые диафрагмы, диаметры которых соответственно равны 5, 3, 2 и 1,5 мм, что при масштабе использованного телескопа (в 1 мм 27"), соответствует 135", 81", 54" и 40",5.

При наблюдениях поляризации света головы кометы центр диафрагмы совмещался с центром наиболее яркой ее части, а при наблюдениях хвоста кометы диафрагма располагалась на расстоянии 70" от головы в направлении убывания прямого восхождения.

Результаты поляриметрических наблюдений кометы Галлея приведены в таблице, где даны: даты наблюдений, параметры поляризации (P,  $\theta$ ) в соответствующем свето фильтре, размеры использованных диафрагм и области наблюдений кометы.

Таблица

Дата 1985 г.	P <sub>b</sub> , %	$\theta_b^\circ$	P <sub>v</sub> , %	$\theta_v^\circ$	PR, %	$\theta_R^\circ$	Размер диафрагмы, мм	Область наблюдения
6. XII	3.3	165	3.4	167	3.6	167	5	голова
7. XII	4.2	160	4.8	156	5.4	166	2	"
	2.46	157	2.8	157	3.7	163	"	хвост
8. XII	4.0	164	4.4	161	5.0	167	5	голова
	—	—	5.5	154	5.7	165	2	"
9. XII	4.4	154	5.3	154	6.4	162	5	"
	5.6	159	6.1	159	6.6	164	3	"
	5.1	163	5.9	164	7.7	169	2	"
	5.2	164	5.8	162	7.1	162	1.5	"
20. XII	6.6	161	7.0	150	12.6	166	2	"

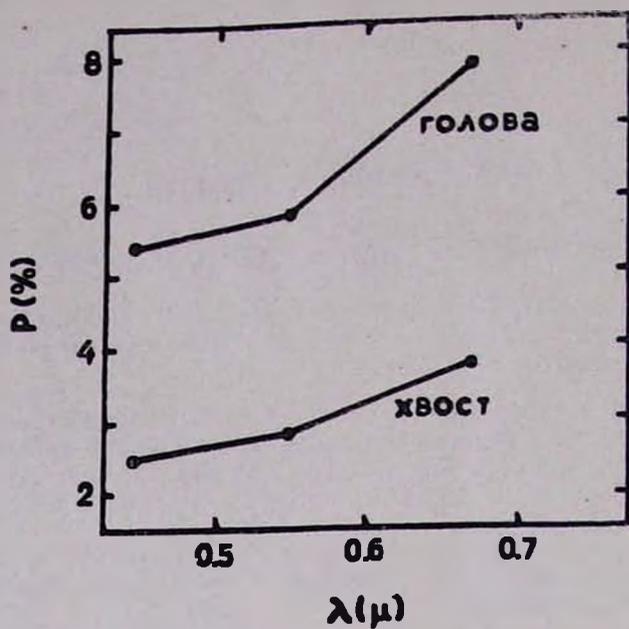


Рис. 1. Зависимость поляризации излучения кометы Галлея от длины волны

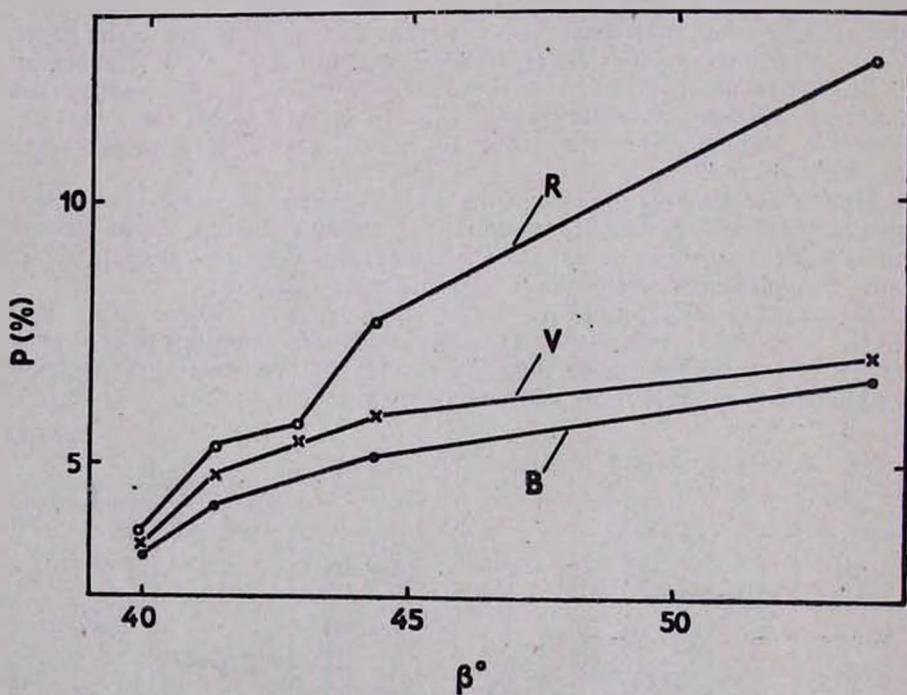


Рис. 2. Зависимость поляризации излучения кометы Галлея от угла фазы

Ошибки измерения параметров поляризации составляют:

$$\sigma_P = \pm 0.4\%, \quad \sigma_\beta = \pm 7^\circ.$$

По данным таблицы случая ( $d=2$  мм) построены кривые зависимости степени поляризации ( $P$ ) от длины волны ( $\lambda$ ) для головы и хвоста кометы (рис. 1). Значения  $P$  усреднены для каждого цвета по всем дням наблюдений. Как видно из рисунка, наблюдается определенная зависимость между  $P$  и  $\lambda$ , а именно: с увеличением длины волны степень поляризации увеличивается, что является общим свойством для отражательных объектов [2, 3]. В то же время, как видно из данных таблицы, какой-либо определенной зависимости между  $\theta$  и  $\lambda$  не наблюдается. На рис. 2 для каждого светофильтра приведена зависимость поляризации от угла фазы  $\beta$ . Хорошо видно, что поляризация излучения кометы (головы) увеличивается при увеличении фазы кометы. Отметим, что данные, соответствующие фазе  $\beta=39^\circ,7$ , получены при использовании 5 мм диафрагмы, а остальные—при 2 мм диафрагмы.

24 февраля 1986 г.

Ի. Ա. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Մ. Հ. ԵՐԻՏՅԱՆ

ՀԱՎԵՅԻ ԳԻՍԱՎՈՐԻ ՌԵՎԵՆԱԶԱՓԱԿԱՆ ԴԻՏՈՒՄՆԵՐԸ

Աշխատանքում բերված են Հալլեյի գիսավորի բևեռաչափական դիտումները B, V և R գույներում: Բերված է (նկարներ 1 և 2) բևեռացման շափի կախումը ալիքի երկարությունից և փուլից:

R. A. VARDANIAN, M. H. ERITSIAN

## POLARIMETRIC OBSERVATIONS OF THE HALLEY COMET

The results of polarimetric observations in B, V and R colours of the Halley comet are presented. The percentage of polarization is increasing with the wavelength and the phase of the comet. These data are presented in figures 1 and 2 respectively.

### ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Домбровский, Т. А. Полякова, В. А. Яковлева, Труды Астрон. обс. ЛГУ, 27, 3, 1970.
2. Р. А. Варданян, Р. А. Епремян, М. А. Казарян, Э. Е. Хачикян, Сообщ. Бюраканской обс., 38, 38, 1967.
3. К. А. Григорян, М. А. Ерицян, Астрон. Ц. № 576, 1970.

В. Г. ПАНАДЖЯН

## ОБ ОДНОМ ПРИМЕНЕНИИ ДВУХКАНАЛЬНОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ФАЗЫ

Разделение во времени радиозлучения радиосточника на две равные части с помощью двухканального интерферометра с переключением фазы используется для повышения отношения сигнал/шум при наблюдениях межпланетных мерцаний. Кросскорреляционная обработка последетекторных сигналов двух каналов интерферометра позволяет накопить сигнал мерцаний за время, намного превышающее характерный масштаб мерцаний, подавить некоррелированные помехи и наводки аппаратурного происхождения, уменьшить уровень шумов и повысить, тем самым, отношение сигнал/шум межпланетных мерцаний радиосточников.

Существует ряд причин, препятствующих реализации предельной чувствительности радиотелескопов при проведении наблюдений межпланетных мерцаний компактных радиосточников. Известно, что всякие нестабильности в работе приемной аппаратуры, наводки и помехи не только мешают получать качественные записи мерцаний радиосточников, но и ограничивают чувствительность радиотелескопа. Фон Галактики и повышение шумовой температуры радиометра при наблюдении сильных источников из-за ограниченного динамического диапазона приемных устройств тоже уменьшают чувствительность радиотелескопа к мерцаниям. Если учесть, что достигнутая разрешающая способность метода межпланетных мерцаний составляет 0,02 [1], которая в принципе не зависит от длины волны принимаемого радиозлучения, но в основном зависит от отношения сигнал/шум, то задача повышения отношения сигнала мерцаний к шумам становится очевидной.

Увеличение радиометрического выигрыша радиотелескопа традиционным методом—увеличением постоянной времени выходного устройства радиометра, здесь непригодно по причине того, что межпланетные мерцания имеют время корреляции (характерный масштаб времени)  $T^M \sim 0.2 \div 3$  с. Следовательно, значение постоянной времени радиометра в обычном понимании ограничено сверху. Для того, чтобы без искажения воспроизвести временной спектр мерцаний, необходимо постоянную времени радиометра брать в несколько раз меньше нижнего предела времени корреляции мерцаний:  $\tau \ll T^M$ . С целью дальнейшего увеличения чувствительности радиотелескопа к мерцаниям можно прибегать к накоплению сигнала мерцаний. Для этого необходимо вместо измерения напряжения выходного сигнала радиометра измерять его мощность, для чего отфильтрованный последетекторный сигнал нужно возвести в квадрат и интегрировать. Таким образом, мы приходим к автокорреляционной обработке мерцаний с временем накопления  $T > T^M$ . Такой метод наблюдения мерцаний впервые применен в [2], который впоследствии был назван одночастотным методом [3]. Усовершенствованный вариант одночастотного метода наблюдения мерцаний описан в [4], где наряду с косинусным выходом интер-

ферометра использован также синусный выход. С этой целью используется также кросскорреляционная обработка последетекторных сигналов. В работе [5] использовано наблюдение мерцаний на двух ортогональных составляющих поляризации радионизлучения исследуемого радионисточников. Здесь для кросскорреляционной обработки используется то обстоятельство, что мерцания на двух ортогональных составляющих поляризации повторяют друг друга (100% корреляция), а шумы фона некоррелированы.

Известно, что межпланетные мерцания коррелированы в широком диапазоне частот [6]. Это свойство мерцаний используется для кросскорреляционной обработки последетекторных сигналов, когда проводят одновременное наблюдение мерцаний на двух различных частотах, отстоящих друг от друга в пределах диапазона частотной корреляции мерцаний. В этом случае надо иметь в виду, что максимум кросскорреляционной функции в общем случае смещен относительно нулевого временного (пространственного) разнеса мерцаний, что обусловлено градиентом электронной концентрации межпланетной плазмы [7]. Идея двухчастотного метода впервые была высказана в [8], а практически была реализована в работе [3].

Кросскорреляционная обработка отфильтрованных последетекторных сигналов эквивалентна интерферометру интенсивностей с нулевой базой. Известно, что теоретическая чувствительность последнего при равных прочих условиях уступает аналогичной чувствительности обычных интерферометров. Однако при обработке последетекторных сигналов автокорреляционным или кросскорреляционным методами выигрыш в чувствительности достигается за счет увеличения времени накопления мерцаний.

Если чувствительность одночастотного метода равна  $\Delta S = \sqrt{2} S_M (\tau/T)^{1/4}$  [9], где  $S_M$  — уровень шумов на выходе радиометра с полосой пропускания  $\Delta\nu$  и постоянной времени выхода  $\tau$ ,  $T$  — время усреднения (длина массива) при корреляционной обработке, то в случае двухчастотного метода она в  $\sqrt{2}$  раз лучше [10], что обусловлено использованием более широкого (в 2 раза) частотного спектра. Однако, как показывает практика, выигрыш в чувствительности в двухчастотном методе по сравнению с одночастотным методом составляет  $\sim 3$  [3]. Повышенный выигрыш в чувствительности можно объяснить ослаблением влияния нестабильностей работы приемной аппаратуры и уменьшением вклада помех и наводок, т. к. в случае двухчастотного метода шумы и мерцания в каждом канале и шумы в отдельных каналах некоррелированы, а мерцания в разных каналах коррелированы. Двухчастотный метод особенно эффективен на дециметровых волнах [11], где уровень помех велик, а шумовая температура радиотелескопа определяется температурой фона Галактики.

Поскольку при кросскорреляционной обработке последетекторных сигналов частотное разделение каналов эквивалентно временному разделению сигналов, то нами предлагается способ разделения во времени приходящего радионизлучения от исследуемого радионисточника на два канала с периодом переключения  $T_{пер} \ll T^M$ , где  $T^M$  — время корреляции межпланетных мерцаний. В основе этого метода лежит двухканальный интерферометр с переключением фазы [12], работающий в радиометрическом режиме. Блок-схема предложенного метода, которая приведена на рисунке, состоит из антенн  $A_1$  и  $A_2$ , двойного фазового переключателя 1, двух каналов приемных устройств 2 и 3 с общим гетеродином 6, двух синхронных детекторов 4 и 5, генератора опорного напряжения 7, двух фильтров 8 и 9, пропускающих частоты  $> 0.1$  Гц,

вычитающего устройства 10, выходного устройства 11 и перемножающего устройства 12.

Благодаря переключению фазы антенного сигнала сигнал от наблюдаемого радионисточника попеременно проходит то через один, то через другой каналы, т. е. происходит разделение сигнала во времени на две равные части (если переключающее напряжение имеет симметричную форму). Сигналы на выходах синхронных детекторов представляют сумму мерцаний, шумов, помех и наводок. Мерцания в одном и в другом каналах повторяют друг друга (100% корреляция); т. к.  $T_{\text{пер}} \ll T^M$ , а шумы и мерцания в каждом канале, а также шумы в раз-

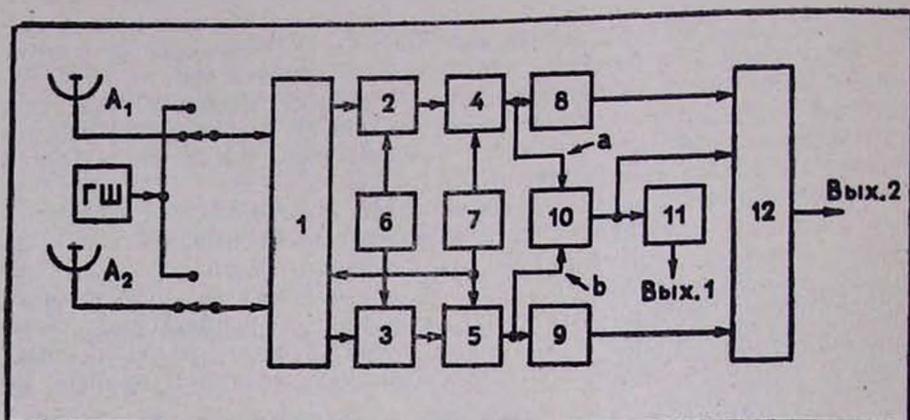


Рисунок. Блок-схема метода наблюдения межпланетных мерцаний, основанная на временном разделении сигнала на два канала:  $A_1$  и  $A_2$ —антенны; 1—двойной фазовый переключатель; 2, 3—приемники; 4, 5—синхронные детекторы; 6—гетеродин; 7—генератор опорного напряжения; 8, 9—фильтры высоких частот; 10—вычитающее устройство; 11—выходное устройство; 12—перемножающее устройство (ЭВМ); ГШ—генератор шума с внутренней амплитудной модуляцией; Вых. 1—аналоговый выход, Вых. 2—цифровой выход

ных каналах некоррелированы. Поэтому при кросскорреляционной обработке мерцания выделяются лучше, чем шумы, помехи и наводки. Кросскорреляционную обработку сигналов удобно проводить с помощью ЭВМ, на выходе которой можно получить интенсивности радионисточника, мерцаний и шумов, а также осуществить калибровку наблюдений с помощью генератора шумов (ГШ) с внутренней амплитудной модуляцией. Поскольку временное разделение сигналов при их кросскорреляционной обработке эквивалентно частотному разделению каналов, то очевидно, что в результате кросскорреляционной обработки сигналов будет получен такой же эффект, как в случае двухчастотного метода.

Метод предлагаемого временного разделения мерцаний на два канала выгодно отличается от двухчастотного метода следующим: 1) в отличие от двухчастотного метода, где максимум кросскорреляционной функции выходов разных каналов смещен от нулевого временно-пространственного разнеса, в методе временного разделения мерцаний выходы каналов имеют 100% корреляцию, что облегчает обработку результатов наблюдений; 2) при проведении наблюдений мерцаний в условиях помех с амплитудной модуляцией в методе времен-

ного разделения мерцаний отстраняться от помех легче, чем в случае двухчастотного метода (в предположении одинаковой полосы пропускания каналов).

В описанной блок-схеме имеется также возможность получить аналоговые записи наблюдений без накопления сигнала мерцаний. С этой целью выходы каналов *a* и *b* можно использовать либо отдельно, либо суммировать их в блоке 10. В последнем случае отношение сигнал/шум в  $\sqrt{2}$  раз больше, чем у каждого выхода отдельно.

В заключение следует отметить, что если частоты каналов сдвигать разными—в пределах диапазона частотной корреляции мерцаний, то это позволит осуществить разделение каналов как по времени, так и по частоте.

17 декабря 1985 г.

Վ. Գ. ՓԱՆԱՋՅԱՆ

ՓՈՒԼԱՅԻՆ ՓՈՆԱԼՋԱՏՈՒՄՈՎ ԵՐԿՈՒՂԻ ԻՆՏԵՐՖԵՐՈՄԵՏՐԻ  
ՄԻ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Փուլային փոխանջատումով երկուղի ինտերֆերոմետրի միջոցով դիտվող օգտագործված է միջմոլորակային առկայծումների ազդանշան/աղմուկ հարաբերությունը մեծացնելու համար: Ռադիոաղբյուրի հոսքի բաժանումը ժամանակային երկու հավասար մասերի նակային երկու հավասար մասերի թույլ է տալիս ինտերֆերոմետրի ուղիների ազդանշանները մշակել կորելացիոն եղանակով, որը հնարավորություն է ընձեռում առկայծումները կուտակել դրանց քվադրիպարբերությանը գերազանցող ժամանակահատվածում և դրանով իսկ մեծացնել առկայծում/աղմուկ հարաբերությունը՝ միաժամանակ ճնշելով ոչ կորելացված խանգարումները, աղմուկները, ինչպես նաև ընդունիչի ուժեղացման գործակցի անկայունությունները: Նկարագրված բլոկ-սխեման թույլ է տալիս նաև ինտերֆերոմետրի ուղիների ազդանշաններն առանձնացնել ինչպես ըստ ժամանակի, այնպես էլ ըստ հաճախության՝ առկայծումների հաճախային կորելացիայի տիրույթի սահմաններում:

V. G. PANAJIAN

ON THE APPLICATION OF THE TWO-CHANNEL  
PHASE-SWITCHING INTERFEROMETER

A possibility of crosscorrelation reduction of the interplanetary scintillation observation of compact radio sources is proposed. The method is based on the temporal division of the intensity of the radio source to two parts using the two channel phase—switching interferometer. The crosscorrelation reduction of the postdetector filtered output temporally separated signals of the channels allows to decrease the influence of the receiver gain instabilities, uncorrelated interference intensity level of an external and an apparatus origin as well as the noise of the galactic background.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *D. G. Bannatti et al*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 205, 585, 1983.
2. *A. Hewish, S. J. Burnell*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 150, 141, 1970.
3. *А. В. Пыкзарт, В. А. Удальцов*, Астрон. ж., 58, 1117, 1981.
4. *P. J. Duffett-Smith*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 177, 349, 1976.
5. *S. R. Spangler, J. M. Cordes*, Astron. J., 84, 1129, 1979.
6. *В. Г. Панаджян*, Сообщ. Бюраканской обс., 46, 88, 1975.
7. *В. Г. Панаджян*, Сообщ. Бюраканской обс., 42, 65, 1970.
8. *В. С. Аргюх*, Астрон. ж., 58, 208, 1981.
9. *A. C. S. Readhead, A. Hewish*, Mem. R. y. Astron. Soc. 78, 1, 1974.
10. *Г. Джекинс, Д. Ваттс*, Спектральный анализ и его приложения, вып. 2, М., Мир 1972, с. 287.
11. *И. Н. Жук*, Радиоастрономическая аппаратура, 17-я Всесоюзная конференция Тезисы докладов, Ереван, 1985 г., с. 319.
12. *В. Г. Панаджян*, Изв. вуз-ов, Радиофизика, 28, 788, 1985.

Т. Ю. МАГАКЯН

НАБОР ПРОГРАММ ДЛЯ АППРОКСИМАЦИИ  
ОРТОНОРМИРОВАННЫМИ ПОЛИНОМАМИ

Рассмотрены некоторые вопросы подгонки экспериментальных кривых методом наименьших квадратов с помощью ортонормированных полиномов. Показаны их большие преимущества. Представлены листинги пяти подпрограмм для решения этих задач.

**Введение.** Метод наименьших квадратов (МНК) является одним из основных инструментов для оценки параметров в статистических зависимостях. В астрономии он применяется широчайшим образом для анализа эмпирических закономерностей и уточнения наблюдательных результатов. Особое значение он приобрел в последнее время: в связи с повсеместным распространением автоматизированной обработки данных МНК активно используется для подгонки всевозможных экспериментальных кривых—характеристических, дисперсионных, калибровочных, непрерывных спектров и т. п.

Наибольшей же популярностью пользуется самый простой случай линейного МНК: подгонка с помощью обычных полиномов. Это связано с простотой математического описания, а также с легкостью программирования. Тем не менее, использование в МНК обычных полиномов связано с хорошо известными и взаимосвязанными трудностями: быстрым ростом неустойчивости решений матрицы нормальных уравнений при повышении степени полинома и, как следствие, накоплением ошибок при расчете на ЭВМ.

Одним из наиболее радикальных решений этой проблемы является применение для приближений не обычных, а ортогональных полиномов, что помимо других преимуществ, резко повышает точность и стабильность вычислений. Вопросы применения МНК с использованием ортогональных полиномов детально рассмотрены в [1—3]. Неоднократно предлагались также готовые программы для ЭВМ. Однако настоящую популярность МНК с ортогональными полиномами в астрономической практике пока не завоевал, несмотря на очевидные преимущества. С целью содействия дальнейшему распространению метода мы предлагаем в настоящей статье набор программ (приводятся в конце статьи) на языке ФОРТРАН-IV, позволяющий в легкой и очень удобной для применения форме использовать этот вариант МНК во всех практических задачах.

Основой для написания данного набора послужили подпрограммы построения системы ортонормированных полиномов на заданном множестве, предложенные в [4]. Методика же самого МНК основывается на формулах и программах, приведенных в [5]. Последние подверглись кардинальной переработке, состоявшей в стыковке их с подпрограммами из [4], удалении нормировочных расчетов (ввиду использования ортонормированной системы), введении весовых коэффициентов и тщательном устранении так называемого «красного эффекта» подпрограмм.

Представляемый набор подпрограмм мы, таким образом, не считаем полностью оригинальной разработкой. Но надежная длительная эксплуатация этих подпрограмм, превосходные результаты, показанные ими при тщательном тестировании и очевидное удобство использования позволяют нам надеяться, что они будут интересны для многих астрономов, применяющих ЭВМ в своей работе.

Математический метод. Мы изложим здесь лишь основные формулы и методы, используемые в подпрограммах; за подробной теорией МНК с использованием ортогональных и ортонормированных полиномов следует обратиться к указанным выше руководствам.

Пусть мы имеем набор из  $N$  точек, приближаемых с помощью МНК, имеющих абсциссы  $x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_N$ , ординаты  $y_1, y_2, \dots, y_k, \dots, y_N$  и веса  $w_1, w_2, \dots, w_k, \dots, w_N$ . При этом абсциссы должны быть отсортированы в строго возрастающем порядке.

Для повышения устойчивости последующих вычислений выполняется преобразование всех абсцисс в отрезок  $[-1, 1]$  по формуле

$$x_k = \frac{2 x_k}{x_{\max} - x_{\min}} - \frac{x_{\max} + x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

Определим на множестве точек  $x_k$  систему полиномов  $p_j(x_k)$  (где  $j$  — степень полинома) так, чтобы выполнялись условия ортогональности

$$H_{ij} = \sum_{k=1}^N p_i(x_k) p_j(x_k) w_k \equiv 0 \quad (i \neq j) \quad (2)$$

и ортонормированности

$$H_{jj} = \sum_{k=1}^N p_j^2(x_k) w_k \equiv 1. \quad (3)$$

Как показано в [4], такие полиномы можно вычислять по рекуррентной формуле:

$$p_{j+1}(x) = c_{j+1} [(x - \alpha_{j+1}) p_j(x) - \beta_j p_{j-1}(x)], \quad (4)$$

положив

$$p_{-1}(x) = 0, \quad p_0(x) = \frac{1}{\beta_0} = \frac{1}{\left(\sum_{k=1}^N w_k\right)^{1/2}}.$$

Рекуррентные коэффициенты определяются следующими выражениями:

$$c_{j+1} = \frac{1}{\beta_{j+1}} = \left[ \sum_{k=1}^N x_k^2 p_j^2(x_k) w_k - \alpha_{j+1}^2 - (1 - \delta_{0j}) \beta_j^2 \right]^{-1/2}, \quad (5)$$

$$\alpha_{j+1} = \sum_{k=1}^N x_k p_j^2(x_k) w_k. \quad (6)$$

Здесь  $\delta$  — символ Кронекера.

Получив с помощью выражений (4) — (6) набор ортонормированных полиномов, мы имеем целью построить приближение ординат  $y_k$  функцией  $l$ -й степени

$$y = \sum_{j=0}^l S_j p_j(x), \quad (7)$$

где коэффициенты  $S_j$  должны быть выбраны в смысле условия наименьших квадратов.

Ввиду условия ортогональности матрица нормальных уравнений становится диагональной, и  $S_j$  определяются следующей формулой [5]:

$$S_j = \sum_{k=1}^N y_k \rho_j(x_k) \omega_k = \sum_{k=1}^N \left[ y_k - \sum_{i=0}^{j-1} S_i \rho_i(x_k) \right] \rho_j(x_k) \omega_k. \quad (8)$$

Выражение в квадратных скобках является просто остаточной невязкой после подгонки полинома  $(j-1)$ -й степени, что резко упрощает вычисления.

Минимизируемая величина, т. е. сумма квадратов остаточных невязок, определяется также легко:

$$\chi^2 = \sum_{k=1}^N \omega_k \left[ y_k - \sum_{j=0}^l S_j \rho_j(x_k) \right]^2 = \sum_{k=1}^N \omega_k y_k^2 - \sum_{j=0}^l S_j^2 \approx \chi_{j-1}^2 - S_j^2. \quad (9)$$

Одним из наиболее важных свойств МНК с ортогональными полиномами является то обстоятельство, что при повышении степени аппроксимирующего полинома коэффициенты  $S_j$  низших степеней не изменяются. Это открывает возможность автоматического определения оптимальной степени аппроксимации, обрывая вычисление коэффициентов  $S_j$  на той стадии, когда они перестанут значимым образом отличаться от нуля. Для нахождения этого момента используем F-критерий, имеющий в данном случае вид

$$F = \left( \frac{N-l-1}{\chi_{l-1}^2 - S_l^2} \right) S_l^2. \quad (10)$$

Таким образом, задача МНК полностью решена. Определив набор коэффициентов  $S_j$ , мы можем вычислить значение аппроксимирующей функции (7) в любой точке, не выходящей за пределы отрезка  $[x_{\min}, x_{\max}]$ . Ошибка (стандартное отклонение) вычисленного значения  $y$  ввиду диагональности ковариантной матрицы параметров дается формулой

$$\sigma^2(y) = \sum_{j=0}^l \sigma_j^2(S_j) \rho_j^2(x), \quad (11)$$

причем  $\sigma_j^2(S_j) = \chi_j^2$ , и выносятся из-под знака суммы.

Важным практическим случаем является также решение обратной задачи: используя значения  $y$  функции (7), найти соответствующие им аргументы  $x$ . Классическим примером может служить приближение характеристической кривой в виде зависимости  $D = f(\lg I)$  (обратный вариант приближения  $\lg I = f(D)$  статистически неверен и на практике дает худшие результаты) с последующим вычислением значений  $\lg I$  из измеренных оптических плотностей  $D$ .

Для ортонормированных полиномов нахождение корня уравнения (7) лишь несколько сложнее, чем для обычных. Следуя [5], используем метод Ньютона-Рафсона: имея нулевое приближение  $x_k^0$ , определяем поправку к нему как

$$\delta x_k = \frac{y_k - \sum_{j=0}^l S_j \rho_j(x_k^0)}{\sum_{j=0}^l S_j \rho_j'(x_k^0)}. \quad (12)$$

Производные вычисляются также по рекуррентной формуле

$$p'_{j+1}(x) = c_{j+1}[p_j(x) + (x - x_{j+1})p'_j(x) - \beta_j p'_{j-1}(x)],$$

причем

$$p'_{-1}(x) = p'_0(x) = 0. \quad (13)$$

Конец итерирования можно определить любым подходящим условием, например при  $|\delta x_k| < \sigma(x_k) \cdot 10$  или  $|\delta x_k| < \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  — заранее заданное малое число.

Ошибки вычисленных  $x_k$  находятся из выражения

$$\sigma(x_k) = \left( \frac{\sigma^2(y_k) + \sum_{j=0}^l \sigma_j^2(S_j) p_j^2(x_k)}{\left| \sum_{j=0}^l S_j p_j(x_k) \right|^2} \right)^{1/2}, \quad (14)$$

где  $\sigma_j^2(S_j)$  по-прежнему равно  $\chi_j^2$ , а значения  $\sigma^2(y_k)$  задаются заранее и для простоты могут быть взяты все равными.

**Описание подпрограмм и замечания по их использованию.** Предлагаемый набор (приведен в конце статьи) состоит из 5 подпрограмм: LSORTN, EVORTN, UNORTN, PORTHN и ORTHON, причем две последние являются внутренними. Листинги с подробными комментариями приложены к статье, и здесь мы не будем рассматривать их детально. Набор составлен так, чтобы скрыть от пользователя внутреннюю методику расчетов и дать ему возможность использовать подпрограммы как «черные ящики», не вникая в подробности. В частности, преобразование абсцисс в отрезок  $[-1, 1]$  выполняется внутри подпрограммы PORTHN, и необходимые впоследствии параметры преобразования передаются через именованный COMMON-блок. Отметим, что контроль за строгой монотонностью значений  $x_k$  возлагается на пользователя, так как наши подпрограммы ее не проверяют и вообще никаких сообщений об ошибках не выдают (хотя при желании такой контроль ввести в них очень легко).

Для приближения по МК следует лишь задать наборы значений  $x_k, y_k$  и  $w_k$ , параметры, определяющие степень и режим приближения, а также зарезервировать достаточно места для рабочих и выходных массивов, после чего можно обратиться к подпрограмме LSORTN. На выходе будут получены искомые коэффициенты  $S_j$  и другие величины, необходимые для последующего использования. Далее с помощью подпрограммы EVORTN можно вычислить аппроксимирующую функцию в любом количестве точек (не выходящих за пределы отрезка, на котором построена базисная система полиномов), или же с помощью UNORTN решить обратную задачу нахождения аргументов.

Режим автоматического выбора степени полинома в LSORTN построен следующим образом. Каждое полученное значение суммы квадратов невязок тестируется по F-критерию на 95% уровне значимости на отличие от предыдущего. Если значимое уменьшение не обнаружено, соответствующий коэффициент  $S_j$  считается тождественно равным нулю, и степень приближения повышается еще на 1. Если и при этом величина  $\chi^2$  не уменьшается, то процесс считается стабилизировавшимся, иначе же вычисления продолжаютсЯ вплоть до достижения заранее заданной верхней границы степени. Подобный алгоритм имеет ту опасность, что для некоторых специфических наборов точек коэффициенты, например, для четных степеней могут быть близки к нулю,

ПОДПРОГРАММА PORTHM

ВЫЧИСЛЕНИЕ РЕКУРРЕНТНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОРТОНОРМИРОВАННЫХ ПОЛИНОМОВ

ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

M - ЧИСЛО ЗНАЧЕНИЙ АРГУМЕНТОВ  
 NNMAX - МАКСИМАЛЬНАЯ СТЕПЕНЬ ПОЛИНОМА (NNMAX.LE.M-1)  
 X - МАССИВ ЗНАЧЕНИЙ АРГУМЕНТОВ В СТРОГО ВОЗРАСТАЮЩЕМ ПОРЯДКЕ  
 W - МАССИВ ВЕСОВ АРГУМЕНТОВ  
 POLY - РАБОЧИЙ МАССИВ

ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

ALPHA и BETA - МАССИВЫ РЕКУРРЕНТНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ:  
 A(I) В ALPHA(1)...A(I) В ALPHA(NNMAX)  
 B(0) В BETA(1)...B(I) В BETA(NNMAX+1)

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПОДПРОГРАММА ORTHON В РЕЖИМЕ НЕПОЛНОЙ РЕКУРСИИ

АВТОРЫ ПРОГРАММЫ:

ГАДЖОКОВ В., БОГДАНОВА Н., СООБЩ. ОИЯИ P11-12860, 1979

```
SUBROUTINE PORTHM(M, NNMAX, X, W, ALPHA, BETA, POLY)
DIMENSION X(1), W(1), ALPHA(1), BETA(1), POLY(1)
COMMON/ORTHM/X0, X1
```

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ОТРЕЗОК (-1, 1)

```
X0=X(M)-X(1)
X1=2./X0
X0=(X(M)+X(1))/X0
```

ПОЛИНОМ ПОРЯДКА -1

```
POLY(1)=0.
```

ПОЛИНОМ И НОРМИРУЮЩИЙ МНОЖИТЕЛЬ ПОРЯДКА 0

```
BETA(1)=0.
DO 30 I=1, M
30 BETA(1)=BETA(1)+W(I)
BETA(1)=SQRT(BETA(1))
POLY(2)=1./BETA(1)
IF(NNMAX.EQ.0)RETURN
```

РЕКУРРЕНТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫСШИХ ПОРЯДКОВ

```
DO 100 I=1, NNMAX
IB=I+1
IPOL=I-1
ALPHA(I)=0.
BETA(IB)=0.
DO 50 K=1, M
CALL ORTHON(IPOL, X(K), ALPHA, BETA, POLY)
TR=X(1)*X(K)+X0
Z=TR*(POLY(IB)**2)*W(K)
BETA(IB)=BETA(IB)+TR*Z
50 ALPHA(I)=ALPHA(I)+Z
BETA(IB)=BETA(IB)-ALPHA(I)**2
IF (.GT.1) BETA(IB)=BETA(IB)-BETA(I)**2
100 BETA(IB)=SQRT(BETA(IB))
RETURN
END
```

Рис. 1.

что приведет к замене их точными нулями в автоматическом режиме. В этом случае, получив значение оптимальной степени, можно повторить вычисления, подставив его уже как заранее заданную степень подгонки. Вообще говоря, режимом автоматического выбора степени следует пользоваться осторожно, проверяя получившиеся результаты, что, впрочем, относится ко всем численным методам такого рода.

Результаты численных экспериментов показали превосходную точность вычислений, несмотря на то, что в подпрограммах не используется арифметика с двойной точностью. Как правило, для самых сложных случаев ответы получались не менее чем с 6 верными значащими цифрами. В то же время МНК с обычными полиномами, даже при программировании с двойной точностью, показывал стремительное нарастание ошибок вычислений при степени полинома порядка 6—7. В этом отношении хорошим примером является контрольный тест, предложенный в [6] для сходного типа программ. Надежность работы подпрограмм доказывается и четырехлетним опытом их успешного применения в задачах обработки спектров в Бюракане (см., к примеру, [7, 8]).

Мы надеемся, что тексты этих программ окажутся полезными всем заинтересованным и будут способствовать дальнейшему распространению данного варианта МНК в астрономической практике.

6 января 1986 г.

```

C+
C      ПОДПРОГРАММА ОРТНОМ
C
C      ВЫЧИСЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ОРТНОМРИРОВАННЫХ ПОЛИНОМОВ ПРИ ДАННОМ АРГУМЕНТЕ
C
C      ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ
C      NNMAX - МАКСИМАЛЬНАЯ СТЕПЕНЬ ПОЛИНОМА
C      XX - АРГУМЕНТ
C      ALPHA И BETA - МАГСИВЫ РЕКУРРЕНТНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ,
C      ВЫЧИСЛЕННЫЕ В ОРТНОМ, ЭДЕ С НЕ МОДИФИЦИРУЮТСЯ
C
C      ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ
C      POLY - МАССИВ ЗНАЧЕНИЙ ПОЛИНОМОВ В ТОЧКЕ XX:
C      P(-1) В POLY(1), P(0) В POLY(2), ..., P(NNMAX) В POLY(NNMAX+2)
C
C      АВТОРЫ ПРОГРАММЫ
C      ГАДЖОКОВ В., БОГДАНОВА Н., СООБЩ. ДИЯИ P11-12860, 1979
C
C-
SUBROUTINE ORTНОМ(NNMAX, XX, ALPHA, BETA, POLY)
DIMENSION POLY(1), ALPHA(1), BETA(1)
COMMON/ORTНОМ/ X0, X1
IF (NNMAX.EQ.0) RETURN
TR=X1+XX*X0
K=NNMAX+2
DO 10 I=3,K
  IPOL1=I-1
  IPOL2=IPOL1-1
  POLY(I)=((TR-ALPHA(IPOL2))*POLY(IPOL1)-BETA(IPOL2))*POLY(IPOL2)
  )/BETA(IPOL1)
RETURN
END

```

Рис. 2.

ПОДПРОГРАММА L3ORTN

АППРОКСИМАЦИЯ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ПРИ ПОМОЩИ ОРТОНОРМИРОВАННЫХ ПОЛИНОМОВ:  $Y = \sum(S(I) * P(I, X))$

ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

- X - МАССИВ АРГУМЕНТОВ
- Y - МАССИВ ФУНКЦИЙ
- W - МАССИВ ВЕСОВ ТОЧЕК
- M - ЧИСЛО ТОЧЕК
- IORD - СТЕПЕНЬ ПОЛИНОМА
- L - ВЫБОР РЕЖИМА:
  - =1 - СТЕПЕНЬ ПОЛИНОМА ЗАДАНА IORD
  - =0 - АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫБОР СТЕПЕНИ ПРИБЛИЖЕНИЯ (ДО IORD) ПО КРИТЕРИЮ ЗНАЧИМОСТИ НА 95%-УРОВНЕ И ДВУХКРАТНОМ ТЕСТИРОВАНИИ СТАБИЛИЗАЦИИ МИНИМИЗИРУЕМОЙ СУММЫ КВАДРАТОВ НЕВЯЗОК CHISQ
- POLY - РАБОЧИЙ МАССИВ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОЛИНОМОВ

ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

- EPS - ОСТАТОЧНЫЕ НЕВЯЗКИ ПРИБЛИЖЕНИЯ
- A И B - МАССИВЫ РЕКУРРЕНТНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОЛИНОМОВ
- S - МАССИВ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАЗЛОЖЕНИЯ
- CHISQ - ОСТАТОЧНАЯ СУММА КВАДРАТОВ НЕВЯЗОК
- IORD - ВЫБРАННАЯ СТЕПЕНЬ ПРИБЛИЖЕНИЯ (ПРИ АВТОМАТ. РЕЖИМЕ)

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПОДПРОГРАММЫ - PORTN и ORTHON

АВТОР ПРОГРАММЫ - Т.Ю. НАГАКИ (БОРАХАНСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ)  
ИСПОЛЬЗОВАНА ЧАСТЬ ПРОГРАММЫ D. PETERSON, P. A. S. P. 91, 546, 1979

```
SUBROUTINE L3ORTN(X, Y, W, M, EPS, A, B, S, P, CHISQ, IORD, L)
DIMENSION X(1), Y(1), W(1), EPS(1), A(1), B(1), S(1), P(1)
IMAX=IORD+1
```

ПОДГОТОВКА РЕКУРРЕНТНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

```
CALL PORTN(M, IORD, X, W, A, B, P)
DO 10 I=1, IMAX
    S(I)=0.
DO 20 N=1, M
    EPS(N)=Y(N)
20    S(I)=S(I)+Y(N)*W(N)*P(I)
    I=1
    N=N+1
30    IFF=1
40    II=1
    IF (IMAX.GT.1) I=I+1
    CHISQ=0.
```

НАЙДЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАЗЛОЖЕНИЯ И НЕВЯЗОК

```
DO 70 N=1, M
    CALL ORTHON(1, X(N), A, B, P)
    EPS(N)=EPS(N)-S(I)*P(I+1)
    CHISQ=CHISQ+EPS(N)**2*W(N)
    IF (IMAX.LE.1) GO TO 70
    S(I)=S(I)+EPS(N)*P(I+1)*W(N)
70    CONTINUE
    IF (IMAX.LE.1) GO TO 80
    IF (L.NE.0) GO TO 30
    XNU=XNU+1
    DCH1=S(I)**2
    IF (DCH1.GE.CHISQ) GO TO 30
    F=XNU-DCH1/(CHISQ-DCH1)
```

F-РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИ ВЕРОЯТНОСТИ 0.05, Y1=1, Y2=1

```
F95=3.84+(10.+(12.+(30.*105./XNU/XNU)/XNU)/XNU)/XNU
IF (F.GT.F95) GO TO 30
XNU=XNU+1.
IFF=IFF+1
S(I)=0.
IF (IFF.LE.2) GO TO 40
IF (L.EQ.0) IORD=1+IFF+1
RETURN
END
```



## ПОДПРОГРАММА UNORTN

НАХОЖДЕНИЕ КОРНЕЙ ОРТОНОРМИРОВАННЫХ ПОЛИНОМОВ И ВЫЧИСЛЕНИЕ  
ОБРАТНОЙ ФУНКЦИИ:  $x=F(y)$  С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА НЬУТОНА-РАФСОНА

## ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Y - МАССИВ ФУНКЦИЯ  
NN - ЧИСЛО ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ  
SIGY - ЗАДАННАЯ ОШИБКА ВСЕХ ЗНАЧЕНИЙ Y  
CMISO - ОСТАТОЧНАЯ СУММА КВАДРАТОВ НЕВЯЗОК ИЗ LSORTN  
IORD - СТЕПЕНЬ ПОЛИНОМА  
A,B,S - МАССИВЫ РЕКУРРЕНТНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ И  
КОЭФФИЦИЕНТОВ РАЗЛОЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ В LSORTN  
P - РАБОЧИЙ МАССИВ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОЛИНОМОВ

## ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

X - МАССИВ ВЫЧИСЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ АРГУМЕНТА  
SIGX - МАССИВ ОШИБОК ЗНАЧЕНИЙ X

## ПРИМЕЧАНИЕ

НЕ СЛЕДУЕТ БЕЗ НЕОБХОДИМОСТИ ЗАНИМАТЬ ЗНАЧЕНИЕ SIGY.  
ЭТО ПРИВЕДЕТ К РЕЗКОМУ ВОЗРАСТАНИЮ ВРЕМЕНИ ВЫЧИСЛЕНИЙ

АВТОР ПРОГРАММЫ - Т.Ю. МАГАКЯН (БЮРАКАНСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ)  
ИСПОЛЬЗОВАНА ЧАСТЬ ПРОГРАММЫ D.PETERSON, P.A.S.P.91,546,1979

```
SUBROUTINE UNORTN(X,Y,NN,SIGX,SIGY,A,B,S,P,CMISO,IORD)
DIMENSION X(1),Y(1),A(1),B(1),S(1),SIGX(1),P(1),PP(32)
```

## НУЛЕВОЙ И ПЕРВЫЙ ПОРЯДКИ

```
DATA PP(1)/0.,PP(2)/0./
IMAX=IORD+1
DO 40 N=1,NN
```

## ПЕРВОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ

```
X(N)=A(1)+B(2)*(B(1)+Y(N)-S(1))/S(2)
10 CALL ORTHON(IORD,X(N),A,B,P)
SUMRES=Y(N)-S(1)*P(2)
SUMPP=0.
SUMSQ=P(2)**2
```

## ВЫЧИСЛЕНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ И СУММ

```
DO 20 I=2,IMAX
  I1=I+1
  I2=I-1
  PP(I1)=(P(I1)*X(N)-A(I2))*PP(I1)-B(I2)*PP(I21)/B(I)
  SUMRES=SUMRES-S(I)*P(I1)
  SUMPP=SUMPP+S(I)*PP(I1)
20 SUMSQ=SUMSQ+P(I1)**2
SUMSQ=SIGY**2+CMISO+SUMSQ
SIGX(N)=SQRT(SUMSQ/(SUMPP**2))
DX=SUMRES/SUMPP
X(N)=X(N)+DX
IF(SIGX(N)/10.,GE,ABS(DX)) GO TO 40
IF(0.000001,LT,ABS(DX)) GO TO 10
CONTINUE
RETURN
END
```

ՕՐԹՈՆՈՐՄԱՎՈՐՎԱԾ ԲԱԶՄԱՆԻԱՄԵՆԵՐՈՎ ՄՈՏԱՐԿՄԱՆ  
ՕՐԱԳՐԻՐԻ ՀԱՎԱՔԱՅՈՒ

Քննարկված են օրթոնորմավորված բազմանդամներով փոքրագույն քա-  
ռակուսինների եղանակով մոտարկման որոշ հարցեր: Ցույց են տրված մեթոդի  
գործնական արժանիքները և տրված են հաշվողական հինգ ծրագրեր քննարկ-  
ված խնդիրների հաշվարկման համար:

T. YU. MAGAKIAN

THE PACKAGE OF PROGRAMMES FOR APPROXIMATION  
BY ORTONORMALIZED POLYNOMIALS

Some aspects of least squares fitting by ortonormalized polynomials  
are discussed. Their advantages are shown, and listings of 5 program-  
mes, solving these problems, are presented.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Себер, Линейный регрессионный анализ, М., Мир, 1980.
2. Л. Э. Румшиский, Математическая обработка результатов эксперимента, М., Нау-  
ка, 1971.
3. Д. Худсон, Статистика для физиков, М., Мир, 1970.
4. В. Гаджиков, Н. Богданова, Сообщ. ОИЯИ P11—12860, 1979.
5. D. M. Peterson, Publ. Astron. Soc. Pacific 91, 546, 1979.
6. В. Н. Вапник и др. Алгоритмы и программы восстановления зависимостей, М.,  
Наука, 1984.
7. Т. Ю. Магакян, Письма в Астрон. ж., 9, 155, 1983.
8. Т. Ю. Магакян, Письма в Астрон. ж., 10, 661, 1984.

М. Ш. КАРАПЕТЯН

О ВОЗМОЖНОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ  
КЛАССИФИКАЦИИ ЗВЕЗД

Рассмотрена возможность классификации звезд методами многомерного статистического анализа (МСА). Посредством выделения двух главных факторов для заданных стандартных звезд определены спектральные классы, которые с вероятностью больше 90% совпали с их известными спектральными классами. Создан пакет программ на ЭВМ СМ-4 для осуществления статистической классификации звезд.

В настоящей работе рассматривается возможность статистической спектральной классификации звезд. Методы многомерного статистического анализа (МСА), которые применяются в работе, до настоящего времени в основном использовались лишь в социальных науках. В астрономии МСА впервые стали применяться в работах [1—3]. В приложениях А и Б приводится краткое описание этих методов, а их более полное описание можно найти в работах [4—6]. Для спектральной классификации используются так называемые спектральные индексы, представляющие собой индикаторы внутренних (температура, поверхностное притяжение, химический состав, вращение и т. д.) и внешних (покраснение, наблюдаемый шум и т. д.) параметров звезд. В МСА можно использовать любые параметры (интенсивность спектральных линий, градиенты излучения в разных частях спектра, излучение в непрерывном спектре и т. д.) звезд. В данной работе применяются два вида данных: спектральные индексы, вычисленные из сканых спектров [7] и абсолютное распределение энергии в спектре [8].

1. В работе [7] для 41 стандартной звезды карлика спектральных классов от поздних О до ранних G в спектральном диапазоне  $\lambda$  3500—4400 Å приводятся следующие спектральные индексы:  $H_\gamma$ , G-полосы, CaI (4227), CaII (3934), H 3889, BC-бальмеровский скачок и соответствующие индексы континуума ( $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ ). К этим данным нами был применен факторный анализ (приложение А) и в результате выделены два главных фактора—F1, F2 (табл. 1). Как видно из этой таблицы, F1 объясняет 55%, а F2—32% общей дисперсии всех данных. При этом оказывается, что фактор F1 обуславливается спектральными индексами G-полосы, CaI, CaII, C 4, C 5, C 6 и зависит от спектрального класса линейно (рис. 1, а). Фактор же F2 обуславливается индексами  $H_\gamma$ , H 3889, BC, C1, C2 и также коррелирует (параболическая зависимость) со спектральным классом (рис. 1, б).

После выделения главных факторов (F1, F2) можно провести спектральную классификацию звезд, используя дискриминантный анализ (см. приложение Б). Для этой цели 34 стандартные звезды из 41 были разделены на семь классов, остальные же семь звезд из разных классов заново были классифицированы. В результате полученные классы у всех семи звезд с вероятностью больше 90% совпали со своими фактическими спектральными классами [8].

Значения факторных нагрузок и общих дисперсий в случае с 12 индексами

№	Индекс	Фактор F1	Фактор F2
1	H <sub>7</sub>	-0.336	0.910
2	G—полоса	0.895	-0.375
3	CaI, $\lambda$ 4227	0.901	-0.213
4	CaII, $\lambda$ 3934	0.960	-0.081
5	H $\alpha$ , $\lambda$ 3889	-0.322	0.918
6	B1—бальмеровский скачок	0.042	0.953
7	C1	0.442	-0.867
8	C2	-0.200	-0.876
9	C3	-0.311	-0.438
10	C4	-0.961	-0.017
11	C5	-0.990	-0.038
12	C6	-0.976	-0.057
Дисперсия, %		55	32

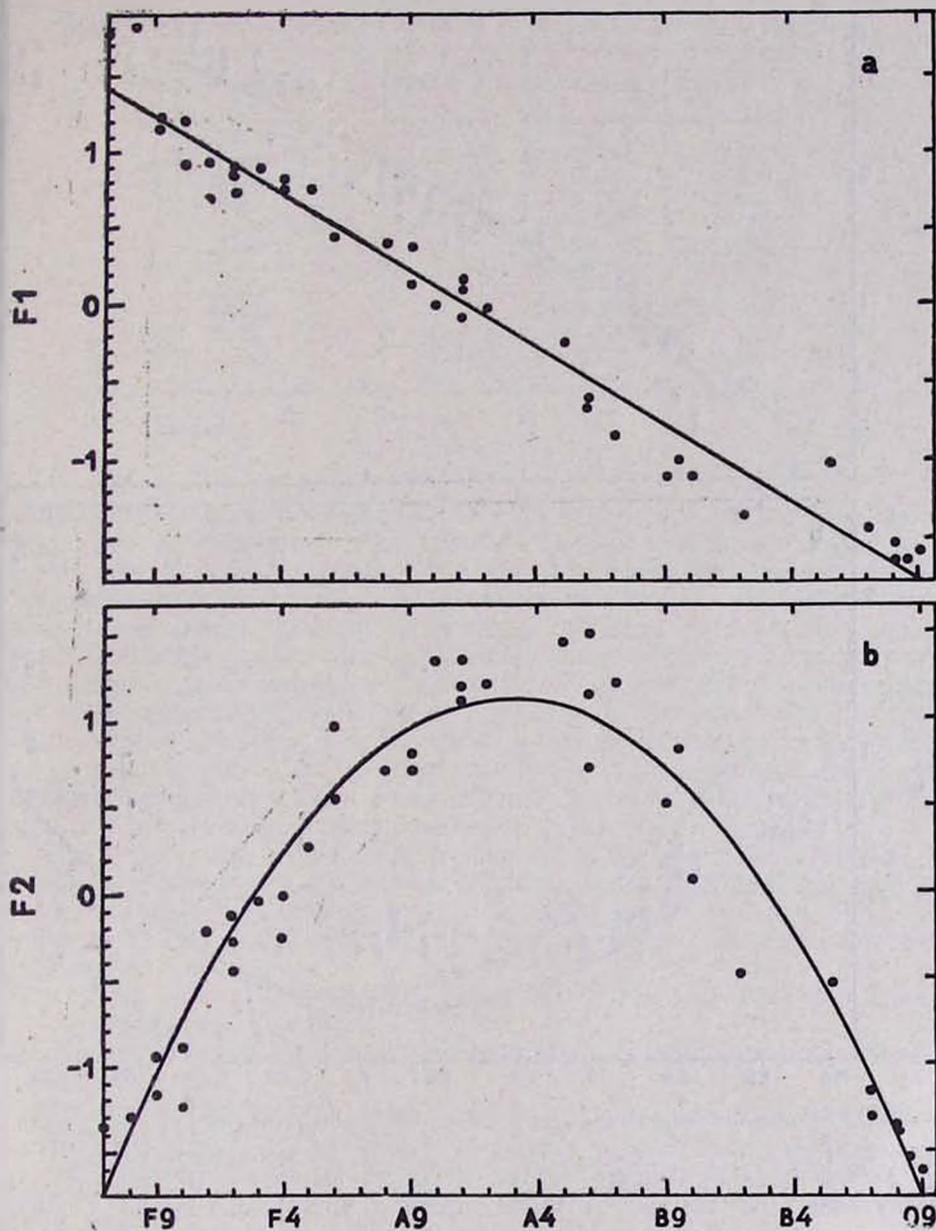
2. В книге [8] приводятся данные о распределении энергии в спектрах звезд разных спектральных классов и классов светимости в диапазоне длин волн  $\lambda$  3200—7600 Å. Из этих спектральных данных нами определялись спектральные индексы, близкие к фотометрическим индексам Вильнюсской многоцветной фотометрической системы [9] (U, P, X, Y, Z, V, S) и систем Гильденкерна [10] (g, p, i, u). В табл. 2 и 3 приводятся спектральные индексы в двух интервалах длин волн: а)  $\lambda$  3400—6600 Å и б)  $\lambda$  3700—5500 Å (табл. 2).

Для 150 стандартных звезд III и V классов светимости спектральных классов от M до O нами были вычислены 16 спектральных индексов для интервала «а» и 10 для интервала «б». Применение факторного анализа (приложение А) позволило выделить (для интер-

Таблица 2

Значения факторных нагрузок и общих дисперсий в случае с 16 индексами

№	Индекс	Фактор F1	Фактор F2	Фактор F3
1	E <sub>3450</sub> —E <sub>4050</sub>	-0.348	0.898	-0.013
2	E <sub>3450</sub> —E <sub>3750</sub>	-0.034	0.878	0.044
3	E <sub>3750</sub> —E <sub>4650</sub>	0.540	0.796	-0.072
4	E <sub>4050</sub> —E <sub>4650</sub>	0.938	0.290	-0.038
5	E <sub>4650</sub> —E <sub>5150</sub>	0.942	0.082	-0.052
6	E <sub>4050</sub> —E <sub>5150</sub>	0.961	0.221	-0.043
7	E <sub>5150</sub> —E <sub>6550</sub>	0.960	-0.034	-0.069
8	E <sub>4275</sub> —E <sub>4400</sub>	0.932	0.166	-0.049
9	E <sub>4050</sub> —E <sub>3900</sub>	-0.444	-0.758	0.037
10	E <sub>4050</sub> —E <sub>4975</sub>	0.952	0.241	-0.042
11	E <sub>5150</sub> —E <sub>5450</sub>	0.931	0.060	-0.100
12	E <sub>5440</sub> —E <sub>6550</sub>	0.934	-0.082	-0.050
13	E <sub>3450</sub>	0.702	0.703	0.029
14	E <sub>3900</sub>	0.927	0.343	0.029
15	E <sub>4500</sub>	-0.132	-0.011	0.988
16	E <sub>6550</sub>	-0.911	0.075	0.260
Дисперсия, %		66	19	6



Фиг. 1, *a*—зависимость спектрального класса звезд от фактора  $F_1$ . Сплошная линия приближает положения звезд полиномом 1-й степени; *b*—зависимость спектрального класса звезд от фактора  $F_2$ . Сплошная линия приближает положения звезд полиномом 2-й степени

вала «а») три главных фактора  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  (табл. 2). Как видно из табл. 2, фактор  $F_1$  объясняет 66%,  $F_2$ —19%,  $F_3$ —6% общей дисперсии всех данных. Фактор  $F_3$  не коррелирует ни с каким из звездных параметров и ввиду его малой доли в общей дисперсии его вкладом

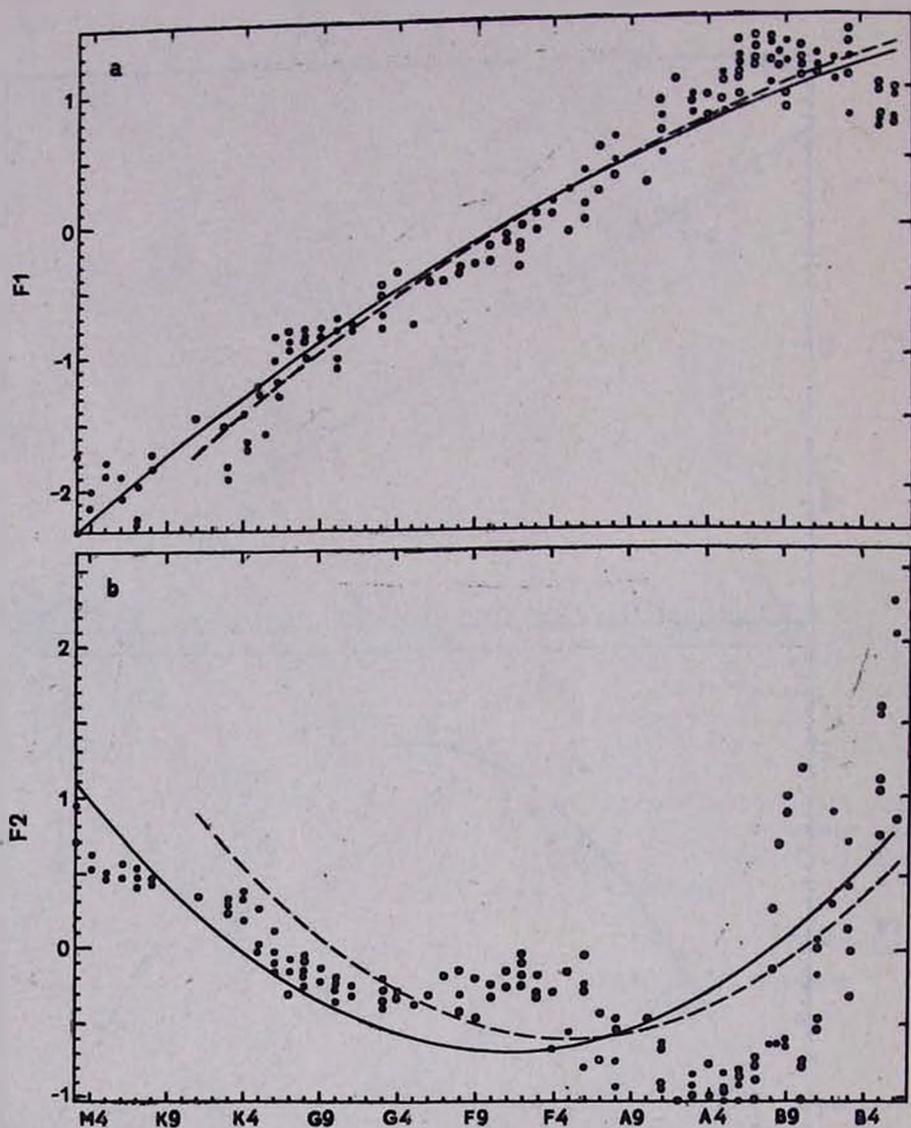


Рис. 2,а—зависимость спектрального класса звезд от фактора  $F_1$ ; б—зависимость спектрального класса звезд от фактора  $F_2$ . Знаком (○) обозначены звезды V класса светимости, а знаком (●)—звезды III класса светимости. Прерывистая линия приближает точки для звезд V класса светимости полиномом 3 степени. Сплошная линия—то же для звезд III класса светимости

можно пренебречь. При этом ясно, что факторы  $F_1$  и  $F_2$  коррелируют довольно хорошо со спектральными классами (рис. 2, а и 2.б).

Аналогичный анализ для интервала «б» также позволяет выделить три главных фактора  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  (табл. 3). Как видно из табл. 3,  $F_1$  объясняет 84%,  $F_2$ —10%,  $F_3$ —3% общей дисперсии всех данных. Здесь, как и в случае интервала «а», по причине малого вклада

Таблица 3

Значения факторных нагрузок и общих дисперсий в случае с 10 индексами

№	Индекс	Фактор F1	Фактор F2	Фактор F3
1	$E_{3750} - E_{4650}$	0.330	-0.880	0.255
2	$E_{4050} - E_{4850}$	0.853	-0.464	0.207
3	$E_{4650} - E_{5150}$	0.947	-0.236	-0.030
4	$E_{4050} - E_{5150}$	0.905	-0.398	0.133
5	$E_{4375} - E_{4400}$	0.890	-0.370	0.094
6	$E_{4050} - E_{3900}$	-0.290	0.937	0.054
7	$E_{4050} - E_{4975}$	0.681	-0.418	0.189
8	$E_{5150} - E_{5450}$	0.812	-0.204	0.531
9	$E_{3900}$	0.831	-0.521	0.172
10	$E_{4500}$	0.915	-0.258	0.260
Дисперсия, %		84	10	3

фактором F3 можно пренебречь. Из рис. 3, а и 3, б видно, что факторы F1 и F2 хорошо коррелируют со спектральными классами.

Из рис. 2, б, 3, б видно, что помимо корреляции факторов со спектральными классами, обнаруживается также разделение (не очень явное) звезд по классам светимостей. Для более четкого разделения, вероятно, надо использовать большее количество звезд разных классов светимостей, а возможно, и другие наборы индексов. Для классификации звезд (как и в разделе 1) мы использовали дискриминантный анализ. Заново были классифицированы две группы (из интервалов «а» и «б»), содержащие по 12 стандартных звезд. В результате найденные нами спектральные классы с вероятностью 90% совпали с известными спектральными классами этих звезд.

Статистический метод классификации имеет ряд преимуществ:

- можно использовать возможно большее число спектральных индексов, которые характеризуют звезды, найти среди них наиболее информативные и тем самым повысить точность и качество классификации;
- для хорошей классификации звезд необязательно получать спектры с большой дисперсией;
- статистический метод дает возможность классифицировать более слабые звезды;
- применение ЭВМ дает возможность в короткое время классифицировать большое число звезд.

Следовательно, мы видим, что статистическими методами можно достичь более точной, объективной, однородной и быстрой классификации звезд.

Представленный выше метод предполагается использовать для классификации спектров, полученных с объективной призмой на метровом телескопе системы Шмидта Бюраканской астрофизической обсерватории.

#### Приложение А—Факторный анализ

В этой части дается краткое описание процедуры, используемой в МСА для нахождения линейно независимых факторов, содержащихся в исследуемом массиве.

Допустим, что Z-массив наблюдаемых величин, в котором  $z_i \in Z$ , а  $i$ -ый индекс нормализован к нулевой средней и единичной диспер-

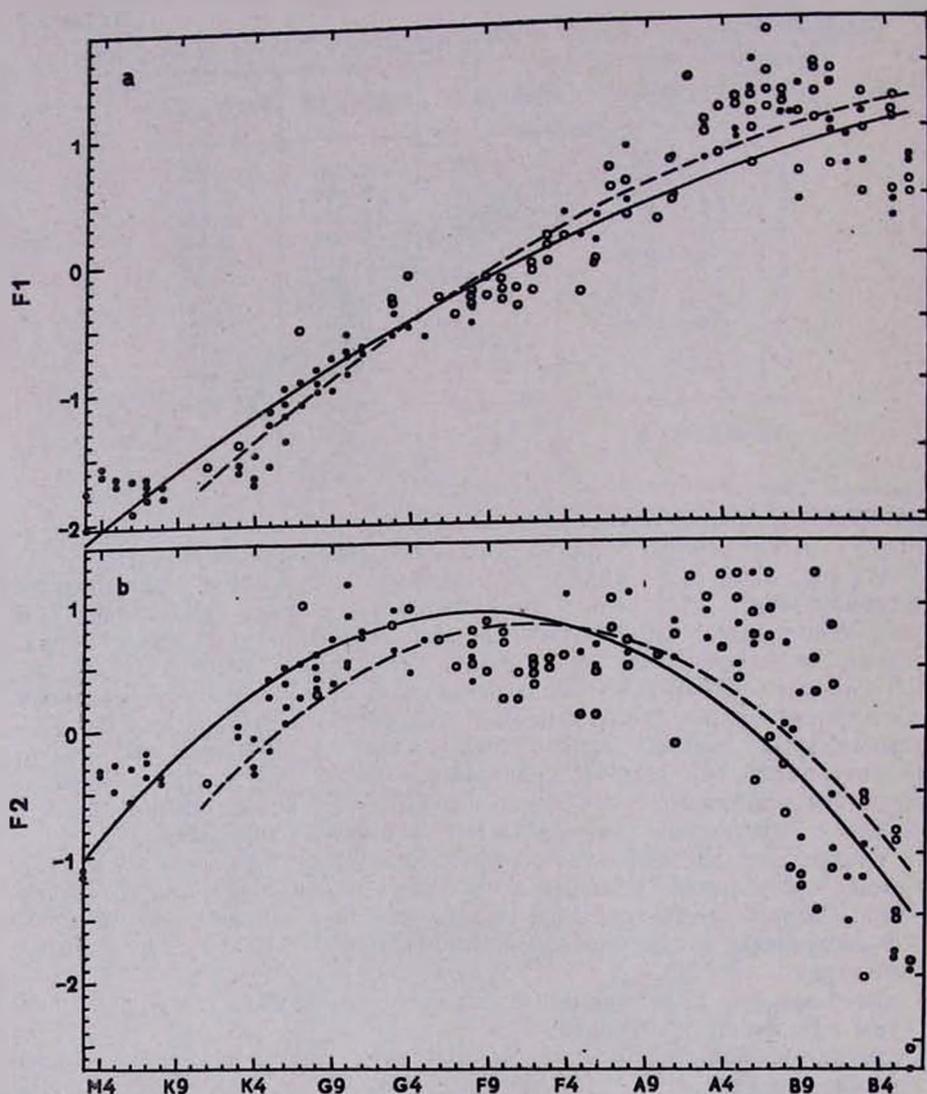


Рис. 3. а — зависимость спектрального класса звезд от фактора F1; б — зависимость спектрального класса звезд от фактора F2. Обозначения соответствуют обозначениям к рис. 2

син для  $j$ -ой звезды ( $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$ ). Матрица  $Z$  представляется в виде линейной комбинации  $r$  гипотетических факторов.

$$z_{ij} = a_{i1} p_{1j} + a_{i2} p_{2j} + \dots + a_{ir} p_{rj} \quad (1)$$

или в матричной форме  $Z = AP$ , где  $A = (a_{ic})$  — матрица порядка  $m \times r$  — факторное отображение массива  $Z$ ,  $P = (p_{ij})$  — матрица порядка  $r \times n$  — значения факторов всех индивидумов.

Матрицы  $A$  и  $P$  неизвестны, и для их нахождения надо ввести дополнительные условия.

Очевидно, что корреляционная матрица равна

$$R = \frac{1}{n-1} Z Z' \quad (2)$$

Подставляя (1) в (2), получим

$$R = \frac{1}{n-1} A P P' A' = A \frac{1}{n-1} P P' A'$$

По аналогии с (2) можно утверждать, что  $C = (c_{ep}) = \frac{1}{n-1} P P'$  является корреляционной матрицей, отражающей связи между факторами и, следовательно,

$$R = A C A' \quad (3)$$

Если наложить на (3) условие некоррелированности факторов, т. е. принять  $C = I$ , то в результате получим

$$R = A A' \quad (4)$$

Система (4) имеет однозначное решение при вводе следующих дополнительных условий: сумма квадратов нагрузок первого фактора должна составлять максимум от полной дисперсии; сумма квадратов нагрузок второго фактора должна составлять максимум оставшейся дисперсии и т. д., т. е. эти условия максимизируют функцию

$$S_1 = \sum_{i=1}^m a_{i1}^2 = \max \quad (5)$$

При  $m(m-1)/2$  независимых друг от друга условиях, имеем

$$r_{ik} = a_{i1} \cdot a_{k1} \quad (i, k = 1, 2, \dots, m, i < k).$$

Для максимизации функции используется метод множителей Лагранжа. В результате приходим к системе  $m$  однородных уравнений с  $m$  неизвестными  $a_{i1}$ :

$$\begin{aligned} (1-\lambda) a_{11} + r_{12} a_{21} + \dots + r_{1m} a_{m1} &= 0 \\ r_{21} a_{11} + (1-\lambda) a_{21} + \dots + r_{2m} a_{m1} &= 0 \\ \vdots & \\ r_{m1} a_{11} + r_{m2} a_{21} + \dots + (1-\lambda) a_{m1} &= 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Необходимым и достаточным условием существования нетривиального решения системы (6) является равенство нулю детерминанта матрицы коэффициентов этих уравнений

$$\begin{vmatrix} (1-\lambda) & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & (1-\lambda) & \dots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & (1-\lambda) \end{vmatrix} = 0 \quad (7)$$

Если в (6) подставить найденное из (7) значение  $\lambda_1$ , то получим вектор решения  $(a_{11}, \dots, a_{m1})$ , который удовлетворяет указанным дополнительным условиям и имеет максимум при  $\sum_{i=1}^m a_{i1}^2$ . То же самое

имеет место для  $\lambda_2$  и т. д. Решение системы (6) сводится к так называемой проблеме нахождения собственных значений действительной симметрической матрицы. В общем виде оно записывается как

$$R x_e = \lambda_e x_e \quad \text{или} \quad (R - \lambda_e I) x_e = 0,$$

где  $\lambda_e$  — собственные значения, соответствующие собственным векторам  $a_e$  матрицы  $R$ . Путем нормировки получаем искомые значения  $a_e$  матрицы  $A$  посредством компонент собственных векторов матрицы  $R$ :

$$a_{ie} = a_{ie} / \sqrt{a_{ie}^2 + a_{2e}^2 + \dots + a_{me}^2}. \quad (8)$$

#### Приложение Б — Дискриминантный анализ

Задача классификации состоит в отнесении некоторого объекта  $\omega$  к одной из  $k$  популяций  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_k$  на основе измерения  $p$  параметров  $\bar{X} = (X_1, X_2, \dots, X_p)'$ .

Пусть  $f_i(x)$  означает плотность распределения  $x$  в  $\omega_i$  и  $q_i$  — априорную вероятность того, что вектор  $x$  принадлежит популяции  $\omega_i$ ,  $i=1, \dots, k$ . Обозначим стоимость отнесения наблюдения из  $W_j$  к  $W_i$  — через  $C(i|j)$ , а вероятность отнесения наблюдения из  $\omega_j$  к  $\omega_i$  — через  $Pr(i|j)$ ,  $i, j=1, \dots, k$ ,  $i \neq j$ . Обобщенная байесовская процедура классификации относит вектор  $\bar{X}$  к  $W_i$ , если величина

$$- \sum_{\substack{l=1 \\ j \neq l}}^k q_j f_j(\bar{X}) C(l|j) \quad (1Б)$$

является максимальной. Величина (1Б) называется значением дискриминантной функции для  $i$ -ой популяции. Байесовская процедура минимизирует ожидаемую стоимость ошибочной классификации —

$$\sum_{j=1}^k q_j \left\{ \sum_{\substack{l=1 \\ j \neq l}}^k C(l|j) Pr(l|j) \right\}. \quad (2Б)$$

Если полагать все  $C(i|j)$  равными, то процедура Байеса отнесет  $\bar{X}$  к  $W_i$ , если величина

$$q_i f_i(\bar{X}) \quad (3Б)$$

имеет максимальное значение. Таким образом, минимизируется ожидаемая вероятность ошибочной классификации —

$$\sum_{j=1}^k q_j \left\{ \sum_{\substack{l=1 \\ j \neq l}}^k Pr(l|j) \right\}, \quad (4Б)$$

что эквивалентно отнесению  $\bar{X}$  к  $W_i$  если апостериорная вероятность

$$Pr(W_i|\bar{X}) = q_i f_i(\bar{X}) / \sum_{j=1}^k q_j f_j(\bar{X}) \quad (5Б)$$

достигает максимума.

Когда популяция  $W_i$  имеет нормальное распределение  $N(X_i, S)$  с функцией плотности  $f_i(\bar{X}_i)$ ,  $i=1, \dots, k$ , то подставляя  $f_i(\bar{X}_i)$ .

ив выражение (3Б), логарифмируя и исключая общие множители, получаем линейную дискриминантную функцию для  $i$ -ой популяции

$$d_i = a_{i1} x_1 + \dots + a_{ip} x_p + C_i + \ln q_i, \quad (6Б)$$

где

$$\begin{bmatrix} a_{i1} \\ \vdots \\ a_{ip} \end{bmatrix} = S^{-1} \bar{x}_i, \quad C_i = -\frac{1}{2} \bar{x}_i' S^{-1} \bar{x}_i,$$

а  $\bar{x}_i$  — вектор средних и  $S$  — ковариационная матрица оцениваются из выборок.

Вектор  $X$  классифицируется как принадлежащий популяции  $W_i$  если величина  $d_i$  имеет наибольшее значение. При этом оценка апостериорной вероятности имеет вид

$$Pr(W_i|X) = e^{d_i} / \sum_{j=1}^k e^{d_j}. \quad (7Б)$$

26 июня 1986 г.

Մ. Շ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԱՍՏՂԵՐԻ ՎԻՃԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ՍՊԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՍԱԿԱՐԳՄԱՆ  
ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Վիճակագրական բազմաչափ վերլուծության եղանակների օգնությամբ ցույց է տրվում աստղերի սպեկտրալ դասակարգման հնարավորությունը: Ալիքային երկարության տարբեր միջակայքերում հաշված սպեկտրալ գործակիցները օգտագործվում են  $M-O$  դասի աստղերի սպեկտրալ դասակարգման համար: Գործոնային վերլուծության (հավելված A) միջոցով առանձնացվել են երկու այն պլսավոր գործոնները, որոնցով անմիջականորեն որոշվում է աստղի սպեկտրալ դասը: Տարբերիչ վերլուծության միջոցով (հավելված B) դասակարգվել են մի շարք ստանդարտ աստղեր, որոնց համար ստացված զնահատականները 90%-ից մեծ հավանականությամբ համընկնում են իրենց իրական սպեկտրալ դասերի հետ: Աստղերի վիճակագրական դասակարգման համար ստեղծվել է ծրագրերի համակարգ  $CM-4$  էՂՄ-ի վրա:

M. SH. KARAPETIAN

ON THE POSSIBILITY OF STATISTICAL SPECTRAL  
CLASSIFICATION OF STARS

The possibility of classification of the stars by methods of multivariate analysis (MVA) is shown. For the classification of the stars with

M—O spectral types the spectral indexes in a different wavelength regions are used. The use of factor analyses (appendix A) gives two major factors, which are correlated with the spectral types of the stars. Standard stars were classified by discriminant analysis (appendix B) as well. The estimated spectral types of all stars with probability greater than 90% coincide with their known spectral types. The package of the programmes for the statistical classification of the stars on the SM—4 computer is written.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *T. J. Deeming*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 120, 287. 1964.
2. *C. Christian, K. A. Janes*, Publ. Astron. Soc. Pacific 89, 415. 1977.
3. *S. M. Faber*, Astrophys J., 179, 731. 1973.
4. *К. Иберла*, Факторный анализ, «Статистика», 1980.
5. *А. Афифи, С. Эйзен*, Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ Мир, 1982.
6. *M. C. Kendall*, A Course in Multivariate Analysis London: Griffin. 1957.
7. *W. I. Beavers D. B. Cook*, Astrophys J. Suppl. Ser., 44, 489. 1980.
8. Спектрофотометрия ярких звезд: Справочник /Под редакцией И. Н. Глушневой/. М., Наука, 1982.
9. *В. Страйжис*, Многоцветная фотометрия звезд. Вильнюс, Изд-во «Моклас», 1977.
10. *K. Gyldenkerne*, Publ. Kobenhavn obs., № 178, 1964.

А. В. ОСКАНИЯН, младший

НОВЫЙ ОХЛАЖДАЕМЫЙ БЛОК  
ФОТОУМНОЖИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОФОТОМЕТРА

Приводится описание нового блока фотоумножителя, охлаждаемого парами жидкого азота до температуры  $-50^{\circ}\text{C}$ . Точность поддержания температуры позволяет выбрать оптимальные условия охлаждения для различных типов ФЭУ.

В Бюраканской обсерватории был разработан и изготовлен новый блок фотоумножителя, позволяющий охлаждать ФЭУ парами жидкого азота до  $-50^{\circ}\text{C}$ , поддерживая температуру на заданном уровне с точностью до  $0.1^{\circ}\text{C}$ . Блок рассчитан на использование различных ФЭУ, для чего в нем предусмотрено перемещение ФЭУ относительно линзы Фабри с целью юстировки и нахождения области катода с максимальной чувствительностью. Широкий диапазон регулирования температуры позволяет для каждого ФЭУ подбирать оптимальную температуру охлаждения и поддерживать ее с нужной точностью.

**Конструкция блока.** На рисунке приведена схема блока фотоумножителя, состоящая из термоса 1, предназначенного для хранения жидкого азота 2, в который погружен нагреватель 3. Через трубку 4 пары азота подаются из термоса в стакан 12, в котором помещен ФЭУ 11. Для выпуска использованного азота в стенку стакана вмонтирован клапан 9. Стакан полностью изолирован от внешнего корпуса 8 теплоизолятором 5. В качестве теплоизолятора использован конструкционный пенопласт толщиной 20 мм. Применение именно этого материала оправдано тем, что в отличие от других, более качественных теплоизоляторов, он позволяет неподвижно зафиксировать стакан относительно внешнего корпуса. Окном стакана служит линза Фабри 6.

Для термостатирования применен выпускаемый промышленностью регулятор температуры РТ-2 с диапазоном регулируемой температуры от  $+50^{\circ}\text{C}$  до  $-50^{\circ}\text{C}$  и с точностью поддержания температуры от  $0.1^{\circ}\text{C}$  до  $10^{\circ}\text{C}$ . Регулятор температуры подключен в цепь питания нагревателя, а его датчик 10 помещен в стакан. Источник питания позволяет изменять напряжение, подаваемое на нагреватель, и, тем самым, регулировать поток азота из термоса в стакан, т. е. регулировать скорость охлаждения стакана.

Для хранения жидкого азота использован обыкновенный бытовой металлический термос. Его применение имеет то преимущество, что при выключенном нагревателе испарение жидкого азота в термосе происходит несколько интенсивнее, чем в сосуде Дюара, создавая хотя и слабый, но постоянный поток азота из термоса в стакан, который практически не влияет на температуру, но обеспечивает сохранение азотной атмосферы внутри стакана без его герметизации. Некоторые трудности возникли при изготовлении крышки, герметично закрывающей термос, а также в ее теплоизоляции, так как выяснилось, что основные тепловые потери происходят именно в этом узле.

**Работа блока.** При включении питания нагревателя, погружен-

ного в жидкий азот, начинается интенсивное испарение азота, пары которого через трубку поступают в стакан, постепенно охлаждая его и вытесняя через выпускной клапан находящийся в нем воздух. Клапан отрегулирован таким образом, что открывается при превышении давления внутри стакана по сравнению с атмосферным. Еще до достижения заданной температуры внутри стакана создается азотная атмосфера, исключая возможность замерзания влаги внутри стакана. При достижении заданной температуры регулятор температуры автоматически выключает питание нагревателя и прекращается подача холодных паров азота из термоса. При повышении температуры внутри стакана на величину точности поддержания регулятор включает питание нагревателя и снова начинается охлаждение стакана.

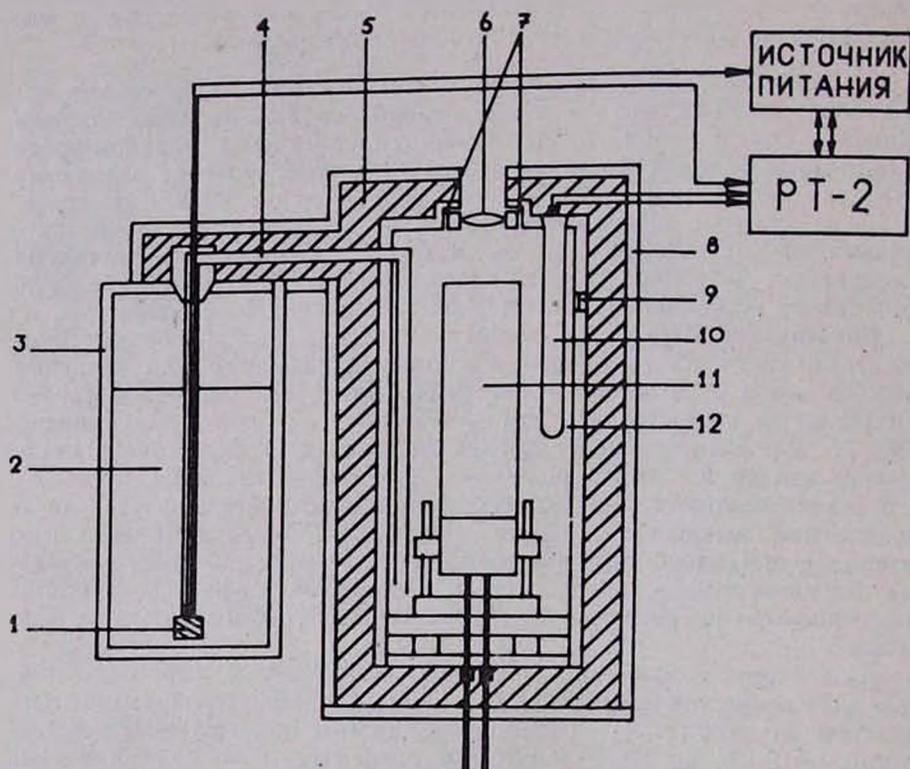


Рисунок. Схема блока фотоумножителя: 1—термос для хранения жидкого азота, 2—жидкий азот, 3—нагреватель, 4—трубка для подачи паров азота, 5—теплоизолятор, 6—линза Фабри, 7—каналы для продувки линзы Фабри, 8—внешний корпус, 9—выпускной клапан, 10—датчик регулятора температуры; 11—ФЭУ, 12—стакан, источник питания нагревателя, регулятор температуры РТ-2

Проблема запотевания окна решена продувом линзы Фабри с внешней стороны двумя тонкими струями азота, подаваемого из стакана через каналы 7. Из-за малой суммарной площади сечения каналов (в 50 раз меньше площади сечения трубки, подающей азот из термоса), струи постоянно поддерживаются за счет существующего, и при выключенном нагревателе, испарения азота из термоса. Испытания при различных температурах и влажностях воздуха показали,

что не наблюдается оседания влаги ни на линзе Фабри, ни на каких-либо других частях фотометра.

Для достижения температуры ФЭУ  $-20^{\circ}\text{C}$  при внешней температуре воздуха  $+25^{\circ}\text{C}$  и при оптимальном напряжении питания нагревателя нужно около полутора часов. Оптимальное напряжение питания нагревателя для каждого уровня температуры охлаждения, определяется опытным путем так, чтобы время достижения заданной температуры было не очень большим, а при установившейся температуре число срабатываний реле, включающего питание нагревателя, минимальным. Расход жидкого азота при этих условиях составляет 1 литр на 6 ч. Для более быстрого достижения заданной температуры охлаждения стакана сначала можно увеличить напряжение питания нагревателя, но при достижении ее желательно понизить напряжение с целью минимализации числа срабатываний реле регулятора температуры.

15 января 1986 г.

Ա. Վ. ՕՍԿԱՆՅԱՆ ԿՐՏՄԵՐ

ԷԼԵԿՏՐԱԼՈՒՍԱԶԱՓԻ ԼՈՒՍԱՐԱԶՄՐԱՊԱՏԿԻԶԻ ՆՈՐ ՍԱՌԵՑՎՈՂ ՏՈՒՓ

Բյուրականի աստղադիտարանում նախագծված և պատրաստված է լուսարազմապատկիչի՝ հեղուկ ազոտի գոլորշիներով սառեցվող տուփ, որը թույլ է տալիս մինչև  $-50^{\circ}\text{C}$  սահմանը՝ կամայական ջերմաստիճանում, կայուն պահել լուսարազմապատկիչի ջերմաստիճանը  $0.1^{\circ}\text{C}$  ճշտությամբ:

A. V. OSKANIAN Jr.

NEW REFRIGERATION BOX FOR THE PHOTOELECTRIC PHOTOMETER

A refrigeration box for the photoelectric photometer is constructed, in which the vapour of liquid nitrogen is used to cool the photomultiplier. The temperature of the photomultiplier can be kept constant with an accuracy of  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  at any temperature to  $-50^{\circ}\text{C}$ .

Г. А. БРУТЯН

## УПОМИНАНИЕ ДВУХ КОМЕТ VI И VII ВЕКОВ В АРМЯНСКОМ ЛЕТОПИСАНИИ

В результате изучения армянских летописных источников был уточнен год наблюдения одной кометы в Армении. Выяснено, что это—появление кометы Галлея 684 г., о чем согласно имеющимся у нас данным, в настоящее время известны упоминания лишь в китайских и японских источниках. Одновременно уточнен период господства князя Армении Ашота Патрика Багратуни (684—687 гг.).

В Армянском летописании найдены данные о комете 566 г., которая до сих пор была известна по упоминаниям лишь европейских источников. Об этой комете становятся известными новые данные—она двигалась с запада на восток и была видна 8 месяцев.

Известно, что наиболее надежная гарантия достоверности исторической хронологии обеспечивается посредством использования упоминаний об астрономических явлениях, содержащихся в исторических первоисточниках. С помощью астрономических явлений определяются точные даты многих исторических событий. В свою очередь, информация, содержащаяся в историографических источниках, предоставляет возможность уточнить время многих астрономических явлений. Армянское летописание содержит немалое количество данных о примечательных астрономических явлениях: вспышки новых и сверхновых звезд, солнечные и лунные затмения, появление комет, звездные дожди, а также описание некоторых странных атмосферных явлений. Хотя основная часть упомянутого материала тщательно исследована и опубликована Б. Туманяном [1, с. 120—243; 2, 3], тем не менее, некоторые астрономические события остались не освещенными в литературе, а некоторые из заключений автора подлежат уточнению. Ниже приводятся два примера.

Первый: посредством пересмотра исторических первоисточников уточнен год наблюдения одной кометы в Армении. Оказалось, что это был визит кометы Галлея 684 г., о котором, насколько нам известно, были упоминания только в китайских и японских источниках. Одновременно уточнен период господства князя Армении Ашота Багратуни (684—687 гг.).

Второй: в Армянском летописании найдены данные о комете 566 г., которая до сих пор была известна лишь по упоминаниям европейских источников. Новые данные сообщают, что комета двигалась с запада на восток и наблюдалась в течение 8 месяцев.

**Комета Галлея.** В пятой главе «Истории» историографа VIII в. Гевонда в ряде событий периода господства князя Армении Ашота Багратуни написано: «В первом году его правления появилась волосистая звезда удивительного вида, позади которой сверкал колоннообразным блеском луч, и которую именовали кометой»<sup>1</sup> [4, с. 17].

<sup>1</sup> «Եւ յառաջանումն ամի իշխանութեան նորա երեւցաւ աստղն դարմանալի տեսիւմար վարսաւոր, զի ճաճանչ կշողիցն սիւնաձև յիրմէն փողփողըր զլոյսն յետոյ ինքեան, զոր անուանեալ կուէին աստղ զիսաւոր»:

Используя это упоминание и сопоставив его с периодом господствования Ашота Патрика (Багратуни)— 682-685 гг. [5], Б. Туманян получает дату появления кометы—682 г. [1, с. 202; 3, с. 53]. По этим данным комета была предположительно отождествлена с самой близкой по времени известной кометой, которая наблюдалась в 681 г. в Китае. По Пингре [6, с. 333] в 681 г. комета наблюдалась возле головы Геркулеса. Она появилась 17 октября и «исчезла» 3 ноября.

Можно усомниться в том, что комета «исчезнувшая» 3 ноября 681 г., могла наблюдаться в 682 г. в Армении. Поэтому вопрос нуждается в более детальном разборе. Для этого, в первую очередь, следует выяснить точное время правления князя Ашота Багратуни, поскольку время наблюдения кометы дается как первый год его господства. Обратим внимание на то, что относительно времени правления этого князя Армянские данные современных изданий не являются едиными. Согласно [5], Ашот Багратуни правил в 682—685 гг., а в [7] даются 686—689 гг., в [8]—приводятся 685—689 гг. Обратимся к ближайшим по времени историографическим первоисточникам.

а) Самуэл Анеци [9, с. 84] дает 686—688 гг. после рождения Христа (Р. Х.)—всего три года. Он указывает также год убийства князя Ашота по Великому Армянскому летоисчислению (В. А. Л.)—135. Прибавив к этой цифре 552 [10, с. 44] получим дату смерти Ашота Патрика—687 г. по Юлианскому календарю (Ю. К.). Отняв три года его господства получим год 684 как первый год его правления. Если учесть, что в Армянском летописании дата, принятая для Р. Х., превосходит Юлианскую на два (иногда один) года, то 684 г. Ю. К. не противоречит 686 г. от Р. Х., приведенному Самуэлом Анеци.

Таким образом, согласно Самуэлу Анеци, период правления Ашота Багратуни— 684-687 гг. Ю. К.

б) Начало господства Ашота историограф Степанос Таронечи Асогик [11, с. 100] относит к 135 г. по В. А. Л. и считает, что она длилась три года. Прибавив 552, получаем Юлианскую дату—687 г. В качестве события, последующего за гибелью Ашота, Асогик упоминает о личном походе императора Юстиниана в Армению в четвертом году его правления. Речь идет о Юстиниане втором, который правил в 685—695 гг. и 705—711 гг. Четвертым годом его правления будет 688 г. Значит, Ашот Патрик погиб до 688 г. Это противоречит дате 135 по В. А. Л.—687 по Ю. К., приведенной Асогиком для начала правления Ашота. Следовательно, одно из двух сведений Асогика неверно, или было искажено впоследствии.

Обратим внимание на то, что, по Самуэлу Анеци, 135 г. (по В. А. Л.) является датой смерти Ашота Патрика. Естественно, предположить, что у Асогика перепутаны даты смерти и вступления на престол Ашота вследствие допущенных переписчиками искажений.

Таким образом, по сведениям историографа X в. Асогика смерть Ашота Патрика наступила раньше 688 г.

в) Летописец Гевонд, который является автором упоминания о комете [4], не приводит какой-либо даты. Он указывает лишь на то, что во время правления князя Ашота император Юстиниан во втором году своего царствования нашествием разграбил Армению. Вторым годом правления Юстиниана является 686 г. Значит, по Гевонду, в 686 г. князем Армении был Ашот Багратуни.

Сопоставлением сведений Асогика и Гевонда получается, что в 686 г. Ашот Багратуни был князем Армянским, а в 688 г. он был уже мертв. Естественно, принять в качестве года смерти князя Ашота число между этими двумя датами—687 г. Отняв от этого года три го-

да его правления, получим 684 г., как первый год правления Ашота.

Таким образом, на основании разбора сведений, приведенных близкими по времени историографами, можно считать первым годом господствования Ашота Багратуни 684 г. Этим и определяется год появления кометы.

Следуя общему списку комет Балде [12], узнаем, что в китайских источниках имеются сведения о появлении трех кометообразных явлений в 684 г. Приведены также число и месяц для каждого из этих явлений. Однако историк Гевонд не указал числа, месяца, созвездия, или какие-либо другие подробности появления кометы. Поэтому отождествить комету можно лишь на основе описания ее внешних признаков. Относительно появления первой кометы 684 г. Пингре [6, с. 333] сообщает, что она наблюдалась с 6 сентября по 9 октября. Комета была в длине  $10^2$ , что полностью соответствует описанному выше «колumboобразному» лучу Гевонда. Второе явление по внешним признакам сильно отличалось от первого—было похоже на «Луну, закрытую облаком», а третье считают метеорным явлением. Беря за основу внешнее сходство, описанную Гевондом комету можно отождествить с кометой, которая наблюдалась с 6 сентября по 9 октября китайцами.

По современным расчетам [13] 2 октября 684 г. через точку перигелия прошла комета Галлея. Это прохождение, начиная с 7 сентября наблюдалось также японцами [14, с. 110]. Естественно заключить что «волосистой звездой», описанной Гевондом и была комета Галлея. Таким образом, сопоставление различных историографических источников, дало возможность уточнить время господствования Ашота Багратуни и отождествить комету, упомянутую в «Истории» Гевонда, с кометой Галлея.

Ту же задачу можно решить другим независимым путем: взять за основу астрономические данные о кометах того времени и принятые ныне в литературе даты правления Ашота Патрика, и попытаться отождествить явление, описанное Гевондом, с одной из известных комет данного (небольшого) интервала времени. Далее, по дате этой кометы уточнить годы правления самого Ашота Патрика.

В исследуемом интервале времени 680—705 гг. в списке Балде находим кометы в 681, 683, 684 и 687 гг. Ни одна из этих дат не совпадает с предложенными в литературе датами первого года правления Ашота—682, 685, 686. Следовательно, либо этот список комет не является полным, либо приведенные даты правления князя Ашота ошибочны. Первое предположение маловероятно, остается принять второе. Первый год правления Ашота Патрика должен совпасть с годом появления одной из известных комет. Поскольку предположенные в литературе даты правления Ашота находятся в интервале 682—686 гг., то следует рассматривать кометы, входящие в этот интервал, т. е. появившиеся в 683 и 684 гг.

Первая из них наблюдалась с 20 апреля по 5 мая в созвездии Возничего. В указанное время года это созвездие находится в неблагоприятном положении для наблюдения с географической широты Армении (т. к. появляется сразу после захода Солнца близ горизонта в западной стороне небосвода). Следовательно, маловероятно обнаружение этой кометы с территории Армении. Остается 684 г.—искомая комета выбирается среди трех кометообразных явлений этого года по описанию внешнего вида (см. выше). Сопоставлением данных об известных кометах со сведениями историографа Гевонда искомая комета отождествляется с кометой Галлея, появившейся в сентябре-октяб-

ре 684 г. По ней же определяется точная дата вступления Ашота Багратуни на престол—684 г.

Таким образом, анализируя астрономические и историографические данные двумя независимыми методами, приходим к одному и тому же заключению: в 684 г. наряду с китайцами и японцами, комету Галлея наблюдали и в Армении, о чем свидетельствует армянский историограф VII в. Гевонд. Попутно уточняется и утверждается точная дата правления князя Армении Ашота Патрика— 684-687 гг.

Упоминание в Армянском летописании известной из европейских источников кометы 566 г. В отличие от предыдущего случая, когда упоминание о комете дошло до нас лишь в труде одного историографа, в другом случае упоминание об одном астрономическом явлении VII в. сохранилось в произведениях нескольких Армянских историографов последующих веков.

а) «И потом в небесах появился знак грозный, огненноблестящий и кроваво-красный, который кружась в северной стороне, блистая колоннообразно каждую ночь следовал с запада на восток восемь месяцев»<sup>2</sup>, читаем в истории Степаноса Таронци Асогоика [11, с. 84].

б) «В 14 г. десница божественная показала в святой часовне<sup>3</sup>, и знак грозный, кроваво-красный, с чудным блеском в небесах»<sup>4</sup>, читаем в хронологии автора XI в. Ованеса Саркавага [16].

в) «567. (14)<sup>5</sup> Десница божественная появилась в святой часовне, а также знак грозный с чудным блеском и кроваво-красный в небесах»<sup>6</sup>, сообщает летописец XII в. Самуэл Анеци [9, с. 75]. Это почти дословное повторение предыдущего.

Идентичны также сообщения Киракоса Гаудзакеци и Мхитара Айриванеци (см. [18]).

Ни один из указанных авторов не дал какое-либо известное название этому небесному явлению. Все именовали его неопределенным общим названием «знак небесный». Всё же из вышеприведенных трех описаний можно заключить, что речь идет о появившейся комете. Об этом свидетельствуют внешние признаки явления—«колоннообразный; огненноблестящий», характер его движения—«кружась с запада на восток» и длительность наблюдений—восемь месяцев. Попробуем на основе указанных источников уточнить дату данного явления.

<sup>2</sup> «Եւ տպո նշան ահեղ հրափայլ և արինտտեսակ յերկն սկսաւ երևիլ, որ յարժագոյն ընդ կողմն հրախալ. յարեմսից մինչև յարեւել, յամենայն դիշերի սինտան ցորացեալ զնայր ամիսս Է»:

<sup>3</sup> В оригинале—«ի ս. Մատրան» был переведен в «в св. часовне», основываясь на объяснении, приведенном в [17]. Возможно, имеется в виду знаменитая часовня в Иерусалиме, как указывается в [17].

<sup>4</sup> «Ի ԺԴ (14) թուականին՝ աչ աստուածային երևցաւ ի սուրբ մատրանն և նշան ահեղ հրաշափայլ և արինտտեսիլ յերկինս»:

<sup>5</sup> Здесь в оригинале написано 13 (ԺԳ). Это надо исправить, считая ошибкой переписчика (самая частая путаница, вследствие сходства армянских букв Գ и Գ, обозначающих цифры 3 и 4). Дело в том, что до и после этого отрывка разность между датами от Р. Х. и Армянского летосчисления равны 553, а в этом случае—554 (=567—13). С этим исправлением данное сообщение Самуэла Анеци согласуется с соответствующими данными Ованеса Саркавага и Мхитара Айриванеци.

<sup>6</sup> «ԵԿԷ. (ԺԴ) Աչ աստուածային երևցաւ ի ս. Մատրանն՝ այլ և նշան ահեղ հրաշափայլ և արինտտեսակ յերկինս»:

а) Степанос Таронечи Асогик не указывает какую-либо дату. Он упоминает лишь, что это случилось в период правления марзпана (персидский правитель Армении) Вараздата. Даты и срок его правления в армянских летописях не упоминаются. Известно только, что его сменил марзпан Сурен, который правил недолго. Насилие и произвол в период правления привели к восстанию Кармир Вардана. Во время восстания был убит марзпан Сурен, в понедельник, 2 февраля 572 г. Для зарождения недовольства политикой марзпана Сурена, для организации и осуществления восстания необходим был срок, хотя бы в три года. Поэтому разумно предположить, что разница в годах между датами убийства Сурена и появления кометы (во время правления его предшественника Вараздата) составляет хотя бы три-четыре года. Это дает верхний предел для времени исследуемой кометы—не позднее 568 г.

б) Ованес Саркаваг приводит 14 г. по В. А. Л., прибавив 552, получим 566 г. по Ю. К.

в) Самуэл Анеци дает 567 г. Р. X. и параллельно 14 г. по В. А. Л. Первая дата, как было отмечено выше, превосходит Юлнанскую на один или два года, а вторая эквивалентна 566 г. по Ю. К.

Таким образом, сопоставление сведений трех авторов приводит к следующей картине изучаемого небесного явления.

1. Появилась в 566 г. по Ю. К.
2. В северной стороне неба.
3. Имела большую яркость и кроваво-красный цвет.
4. Двигалась с запада на восток.
5. Наблюдалась восемь месяцев.

В сводном списке Балде [12] отмечена комета 566 г. Пингре [6, с. 322], ссылаясь на европейские источники, отмечает, что данная комета появилась во втором году правления императора Юстина младшего, в области северного полюса. Речь идет об императоре Юстине втором, второй год правления которого—566 г. В этих источниках явление кометы также отмечается как очень яркое явление: «появился некий огонь, испускающий длинное пламя». Фактически по трем признакам—времени, месторасположению и внешнему виду (пункты 1—3) данные европейских источников совпадают с армянскими. О характере движения (пункт 4) из европейских источников ничего не известно, так что сообщение армянского историкографа о движении кометы с запада на восток является важным первоисточником для определения поведения кометы. Относительно длительности явления (пункт 5) один из двух источников Пингре сообщает, что комета наблюдалась в течение одного года, а другой—в течение 70 дней. Это и было принято, как более достоверно. Данные же армянского независимого источника (8 месяцев) уточняют длительность наблюдения кометы—от 8 месяцев до 1 года.

Таким образом, из сведений, дошедших до нас, благодаря Армянскому летописанию, узнаем, что комета 566 г., известная до сих пор только из европейских источников, наблюдалась также в Армении. Из этих новых первоисточников узнаем, что комета двигалась с запада на восток и наблюдалась восемь месяцев.

Գ. Հ. ԲՐՈՒՏՅԱՆ

VI և VII ԴԱՐԵՐԻ ԵՐԿՈՒ ԳԻՍԱՎՈՐՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ  
ՀԻՇԱՏԱԿՈՒԹՅՈՒՆ ՀԱՅ ՄԱՏՆԵԱԳՐՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ

Հայ մատենագրական աղբյուրների քննությունից ճշտվել է մի գիսավորի՝ Հայաստանում դիտվելու թվականը: Պարզվել է, որ դա Հալլեյի գիսավորի 684 թ. Լրեայն է, որի մասին, համաձայն մեր ունեցած տվյալների, ներկայումս հայտնի են հիշատակություններ միայն շինական ու ճապոնական աղբյուրներից: Նաև ճշգրտվել է Հայոց իշխան Աշոտ Բագրատունու տիրապետության ժամանակը (684—687 թթ.):

Հայ մատենագրության մեջ գտնվել են տվյալներ 566 թ. գիսավորի մասին, որ մինչ այդ հայտնի էր միայն եվրոպական աղբյուրների հիշատակությամբ: Հայկական աղբյուրները այս գիսավորի մասին տալիս են հավելյալ տեղեկություն. գիսավորը շարժվել է արևմուտքից արևելք և դիտվել է ութ ամսու:

G. H. BROUTIAN

REFERENCES IN ARMENIAN MEDIEVAL LITERATURE ABOUT  
TWO COMETS OF THE SIXTH AND THE SEVENTH CENTURIES.

By the examination of Armenian Medieval literary sources, the exact date of the observation of a comet in Armenia has been established. It is determined, that the event in question was the 684 A. D. appearance of the Halley Comet: about it, according to our information, up to now only Chinese and Japanese sources have mentioned. At the same time the period of governing of the Prince of Armenia Ashot Patric Bagratouni has been corrected (684—687 A. D.).

Data concerning 566 A. D. comet, which was known up to date only through European sources, are also revealed in Armenian medieval literature. Armenian sources give additional information about this comet; it has moved from occident to orient and was visible for eight months.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Е. Туманян, История армянской астрономии (с начала XIX в. до 1920 года), Ереван, «Митк», 1968, (на арм. яз.).
2. Б. Е. Туманян, Вестник ЕГУ, № 1, с. 212, 1970 (на арм. яз.).
3. С. К. Всехсвятский, Б. Е. Туманян, Уч. зап. ЕГУ, естественные науки, № 3, с. 52, 1970.
4. Պատմագիտական Ղևոնդեայ Մեծի Վարդապետի Հայոց, II. Պեակրրուրգ, 1687:
5. Р. Ачарян, Словарь армянских собственных имен, т. I, с. 181, Ереван, Изд-во ЕГУ, 1942 (на арм. яз.).
6. М. Pingré, Comelographie ou Traité historique et theorique des Comètes, v. I, Paris, 1783.

7. История армянского народа. т. 2, с. 317. Ереван. Изд-во АН АрмССР, 1984 (на арм. яз.).
8. Армянская Советская энциклопедия, т. 1, с. 487, Ереван, 1974 (на арм. яз.).
9. Մաճուկի Քաջանայի Անճրոյ Հաւրժոյնի գրոց պատմագրաց, Վաղարշապատ, 1893.
10. Г. Брутян, Эчմիադзин, № 8, с. 41, 1983 (на арм. яз.)
11. Ստեփանասի Տարօնեցոյ Աստղան Պատմութիւն Տիեզերական, Ս. Պետերբուրգ, 1885.
12. M. F. Baldet, Liste Generale des Comètes de L'Origine à, 1948, Annuaire de Bureau de Longitudes, Paris, 1950.
13. D. K. Yeomans, T. Kiang, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., 197, 633, 1981.
14. Hsi Tse-tsung, Smithsonian Contributions to Astrophysics, 2, 109, 1958.
15. J. Williams, Observations of Comets from B. C. 611 to A. D. 1640 Extracted from Chinese annals, p. 42, London, 1871.
16. А. Г. Абрамян, Труды Ованеса Имастасера, с. 133, Ереван. Изд-во ЕГУ, 1956 (на арм. яз.).
17. Նոր բաղիրք Հայկազեան լեզուի. Նաոոր երկրորդ, էջ 215—216, Վենետիկ, 1837.
18. Մխիթարայ Այրիվանեցոյ Պատմութիւն ժամանակագրական, էջ 64, Ս. Պետերբուրգ, 1867.

## ХРОНИКА

1980 год

В обсерватории была организована лаборатория ультрафиолетовой астрономии (зав. Ю. К. Мелик-Алавердян), а также создана специальная группа в составе лаборатории электроники по подготовке соответствующих автоматических программ для работы микроденситометра.

При обсерватории создано СКТБ астрофизической аппаратуры (в г. Аштарак) для разработки и создания светоприемных и измерительных приборов, а также астрономических куволов новых типов.

Начат новый—Второй бюраканский спектральный обзор неба с целью обнаружения слабых галактик до 19<sup>м</sup> 5 с интенсивным ультрафиолетовым континуумом.

Совместно с инженером Г. Коммоном (представитель фирмы «Джойс-Лосбл», Англия) был налажен и введен в действие автоматической микроденситометр PDS.

Для прохождения стажировки в Бюракан приехал сотрудник Ташкентского астрономического института АН УзССР А. С. Ходжаев.

В течение нескольких месяцев в Бюраканской обсерватории находился сотрудник Абастуманской обсерватории АН ГССР М. А. Марсагншвили, который совместно с сотрудниками отдела ИК-астрономии занимался теоретическими исследованиями природы газо-пылевых оболочек углеродных звезд.

В феврале в г. Минске Э. Х. Даниелян и О. В. Пикипян приняли участие в работах Всесоюзной школы по «Опике рассеивающих сред» (выступили с докладами).

В мае в г. Бурге (ГДР) Л. В. Мирзоян участвовал в очередном совещании Комиссии «Физика и эволюция звезд» по многостороннему сотрудничеству АН социалистических стран и прочел доклад на тему: «О темпах развития звезд».

В июне на острове Самос (Греция) В. А. Амбарцумян участвовал в работах симпозиума, посвященного 2300-летию со дня рождения Аристарха Самосского, и прочел доклад об обратных задачах в естествознании.

В июне Г. М. Товмасын принял участие на 96-ом симпозиуме МАС по теме «Инфракрасная астрономия» (Гавайские острова, США) и представил два доклада о результатах инфракрасных наблюдений, проведенных в Бюракане.

М. А. Аракелян, А. Т. Каллоглян, А. Р. Петросян, Дж. А. Степанян, Г. М. Товмасын, Э. Е. Хачикян в июне участвовали в работах конференции по галактикам, состоявшейся в г. Боржоме и представили доклады о работах, выполненных ими в Бюракане.

В июне Л. Г. Ахвердян принял участие в совещании в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР по кометам.

В июле в Киото (Япония) на симпозиуме № 93 МАС—«Фундаментальные проблемы в теории и эволюции звезд» принял участие Л. В. Мирзоян и представил совместный с В. А. Амбарцумяном доклад на тему: «Наблюдательный подход к ранним стадиям эволюции звезд».

В июле в Льеже (Бельгия) Г. Б. Оганян приняла участие на Европейской астрономической конференции «Переменность в звездах и галактиках».

В сентябре в Тресте (Италия) Ю. К. Мелик-Алавердян участвовал в работах коллоквиума МАС № 59 «Эффекты потери массы в эволюции звезд».

В сентябре в течение месяца в обсерватории находились болгарские астрономы д-р М. К. Цветков и К. П. Цветкова. Они ознакомились с текущими работами обсерватории по исследованию нестационарных звезд в звездных агрегатах, провели обсуждение по этой теме, а также выполнили фотометрические наблюдения на метровом телескопе системы Шмидта.

В октябре Г. М. Товмасын принимал участие в работах состоявшегося в Баку очередного советско-французского совещания по программе «Интеркосмос».

В Болонье (Италия) Р. А. Каядалян участвовал на XIII Европейской конфе-

ренции молодых радиоастрономов, где представил доклад о радионзлучении сейфертовских галактик.

Э. Е. Хачикян в течение одного месяца находился в Италии, где в различных обсерваториях и научных учреждениях прочел доклады о работах Бюраканской обсерватории и о своих, в частности.

В рамках двухстороннего сотрудничества между Академиями наук АрмССР и Венгрии были осуществлены четыре командировки венгерских астрономов—докторов В. Геза и Л. Паткоша в Бюракане сроком по одному месяцу, и Н. Д. Меликяна (три месяца) и С. В. Зарацана (один месяц) в Венгрию. В договор о научном сотрудничестве между АН АрмССР и Венгрии была введена новая тема по изучению процессов обмена массы и энергии между космическими объектами и межзвездной средой.

В рамках научного сотрудничества между Академиями наук СССР и ГДР в Бюраканской обсерватории находился д-р Ф. Бернген.

В декабре с 10-дневным визитом в Бюракане находился директор Таутенбургской обсерватории Центрального института астрофизики ГДР д-р Э. Маркс. Был обсужден рабочий план сотрудничества между Бюраканской обсерваторией и ЦИАН ГДР на следующую пятилетку.

В течение года краткосрочные визиты в Бюраканскую астрофизическую обсерваторию совершили сотрудники недавно созданной обсерватории АН Ирака: д-р Мей Ариф Кафтаи-Кассим (директор обсерватории), д-р Шакер Абдулазиз Абдулла, д-р Хамид Калиф Ал-Наими, д-р Қасим Хасан. Цель этих посещений—ознакомление с работами и инструментарием обсерватории.

По приглашению АН АрмССР в течение двух месяцев в Бюракане находилась мексиканский астроном д-р П. Пишмиш. Она прочитала три доклада, имела многочисленные научные беседы с ведущими сотрудниками обсерватории по проблеме изучения галактик и диффузных туманностей.

После наблюдений на 6-метровом телескопе Специальной астрофизической обсерватории АН СССР в Бюраканскую обсерваторию приехали французские астрономы д-р Ж. Куртес, д-р Ж. П. Сиван, Г. Петт с супругой, д-р И. Жоржелен, д-р Ж. Булестек, М. Марсянен и Ж.—М. Фор. Эти визиты имели целью ознакомление с работами Бюраканской обсерватории и обсуждение научного сотрудничества. Во время своего пребывания в Бюракане д-ра Ж. Куртес, Ж. П. Сиван, И. Жоржелен и Ж. Булестек выступили с докладами на семинаре обсерватории.

В ноябре Бюракан посетили д-р А. Маньян (Франция) и д-р Д. Югенен (Швейцария) с целью обсуждения хода выполнения работ по космическому телескопу «Астроп» и согласования отдельных технических деталей, а также для обсуждения планируемых работ по висатмосферному телескопу «Глазар».

С коротким визитом в Бюракане был шведский радиоастроном д-р Г. Ридбек (Радиоастрономическая обсерватория Онсала) с супругой. Он ознакомился с научной тематикой обсерватории, выступил с докладом об уникальном 20-метровом радиотелескопе Онсала.

В конце года Бюраканскую обсерваторию посетил американский ученый д-р В. Салливан. Цель визита—ознакомление с работами по радиоастрономии Бюраканской обсерватории для подготовки внастойме им книги по истории радиоастрономии.

В Бюраканской обсерватории около восьми месяцев находился д-р А. Майкельсон с супругой, физик по специальности, который ознакомился с работами по вспыхающим звездам, в частности, выполненными в Бюракане. Были начаты совместные работы с сотрудниками обсерватории.

Прибывший в обсерваторию для научных консультаций директор Крымской астрофизической обсерватории академик А. Б. Северный выступил на семинаре с двумя докладами.

Бюраканскую обсерваторию посетил научный советник посольства Великобритании в Москве Д. Даунинг с супругой для общего ознакомления с обсерваторией. Обсерваторию также посетила группа любителей-астрономов из Народной обсер-

Обсерватории «Симеон Стивен» г. Хёсвен (Голландия) в составе 50 человек, а также делегации компартий Австрии, ФРГ и Единой социалистической партии Западного Берлина.

Специализированный ученый совет по присуждению ученых степеней при Бюраканской обсерватории, провел две защиты: докторской диссертации Р. А. Бартая (Абастуманская астрофизическая обсерватория АН ГССР) и кандидатской диссертации болгарского астронома Г. Т. Петрова (аспирант Ереванского государственного университета).

Были приняты в аспирантуру без отрыва от производства сотрудники лаборатории НК-астрономии В. З. Аветисян и Р. А. Мурадян и сотрудник отдела теоретической астрофизики А. В. Осканян.

Приняты на работу 4 выпускника Ереванского государственного университета А. Н. Заритовский, А. А. Давтян, С. А. Аковян, М. Ш. Карапетян.

В издательстве «Пергамон Пресс» вышла на английском языке книга Г. А. Гурзяна «Вспыхивающие звезды».

### 1981 год

Был утвержден план научного сотрудничества между БАО АН АрмССР и Национальной астрономической обсерваторией Болгарской Академии Наук в Роже, предусматривающий изучение нестационарных явлений в галактиках.

В обсерваторию на две недели приехал директор обсерваторий Падуанского университета и Азнаго (Италия) профессор Л. Розиньо. Во время этого визита была достигнута договоренность о научной координации между БАО АН АрмССР и обсерваториями Падуанского университета и Азнаго в рамках научной кооперации между АН СССР и АН Линчей и подписана Рабочая программа совместных исследований на 1981—1985 гг. по следующим трем проблемам:

1. Вспыхивающие звезды в скоплениях и ассоциациях (а также родственные объекты).
2. Активные галактики (галактики с УФ избытком и сейфертовские галактики).
3. Сверхновые и новые звезды.

В. Г. Малумян был командирован на три месяца (январь-март) в Голландию с целью радионаблюдений галактик высокой поверхностной яркости.

В течение двух месяцев (январь-март) В. А. Санамян и Р. А. Кандалян находились в Индии, в радиоастрономической обсерватории Утакамунд. Они участвовали в работах по наладке комплекса радиоэлектронной аппаратуры для проведения радиоинтерферометрических наблюдений со сверхдлинной базой Бюракан—Утакамунд на частоте 326.5 МГц.

В марте однодневный визит в обсерваторию с ознакомительной целью совершил голландский ученый К. Ягер.

В марте в работах весенней школы по «Физике и эволюции звезд», организованной в рамках многостороннего сотрудничества социалистических стран в Бинше (ГДР), принял участие О. В. Пикичян, выступивший с докладом.

С июля по ноябрь в Мексике работала Э. С. Парсамян. Обсуждались результаты совместных исследований вспыхивающих звезд и звезд с  $H^{\alpha}$ -эмиссией.

В июне на один день в обсерваторию приехал американский ученый, профессор Б. Бок для обсуждения некоторых актуальных вопросов астрофизики. На научном семинаре он прочел доклад на тему: «О происхождении звезд».

В мае в течение четырех дней в Бюракане с ознакомительной целью находился французский ученый доктор М. Франсон.

В июле двухдневный визит в Бюраканскую обсерваторию совершили члены исполкома Международного астрономического союза во главе с президентом МАС проф. М. К. Банпу (Индия). В делегацию входили бывший президент МАС проф.

А. Блау (Голландия), вице-президент МАС проф. Р. Вильсон (Англия), доктор М. У. Фист (Англия), генеральный секретарь МАС проф. Э. Мюллер (Швейцария). На научном семинаре гости выступили с научными сообщениями по актуальным вопросам современной астрономии.

В июне в Бюракане состоялось очередное IV Советско-финское астрономическое совещание по различным вопросам галактической и внегалактической астрономии. В нем приняли участие 11 финских астрономов: П. Туоминен, Х. Виртанен, Т. Маркканен, В. Пайроля, О. Вилху, Т. Рахунен, Т. Корхонен, Т. Яаккола, Х. Лехто, С. Урпо, К. Лумме. Все они выступили с докладами. С советской стороны участвовало 30 человек. Сотрудниками Бюраканской обсерватории было представлено 9 докладов. Был составлен протокол, где отмечена целесообразность продолжения совместных работ на 1981—1983 гг. по исследованиям в области физики и эволюции звезд, а также звездной спектроскопии, поляриметрии и по исследованию звездных систем и галактик.

В июне и августе Бюракан посетили три группы астрономов, приехавших в СССР для наблюдения полного солнечного затмения в Сибири 31 июля. Для них были организованы лекции, освещающие основные достижения БАО.

В сентябре в Будапеште (Венгрия) на очередном совещании подкомиссии № 3 «Нестационарные звезды» принял участие М. А. Мнацаканян. На заседании были обсуждены совместные исследования подкомиссии и рассмотрены новые темы работы подкомиссии на ближайшие годы.

В работах VI Европейской региональной конференции МАС по астрономии (Солнце и планетные системы) в Дубровнике (Югославия) принимал участие В. С. Осканиян.

Во время XV Совещания рабочей группы социалистических стран по космической физике, проходившего в Ереване, участники совещания посетили Бюраканскую обсерваторию с ознакомительной целью.

В сентябре, сроком на один месяц, в рамках многостороннего сотрудничества АН социалистических стран в Болгарию выехал О. С. Чавушян.

В июне для защиты кандидатской диссертации приехал в Бюракан на две недели сотрудник Национальной обсерватории Болгарской АН В. И. Попов.

В сентябре, сроком на один месяц, в Венгрию выехали Г. Б. Оганян и С. В. Зарадян для совместной работы с венгерскими астрономами.

В октябре в Бюракан прибыли венгерские астрономы И. Янкович и Л. Балаш (каждый сроком на три недели). На семинаре отдела физики звезд и туманностей Л. Балаш сделал два доклада.

В сентябре, сроком на один месяц, выехал в ГДР А. Т. Каллоглян.

В октябре в Бюракане была организована школа с целью ознакомления космоавтов с планируемыми АН СССР астрофизическими исследованиями на орбитальных станциях и, в том числе, с экспериментом «Пирамиг» (по исследованию видимого и инфракрасного излучения области Млечного Пути и ряда ближайших галактик) подготовленным Марсельской лабораторией космической астрономии (Франция). В эксперименте участвует и БАО.

В октябре в Бюракане состоялся всесоюзный симпозиум «Принцип инвариантности и его приложения» с участием иностранных ученых. Симпозиум был приурочен к 40-летию введения В. А. Амбарцумяном принципа инвариантности в теорию рассеяния света и имеющего большое прикладное значение в астрофизических задачах, а также в физике реакторов, геофизике, в специальных вопросах чистой и прикладной математики. На симпозиуме участвовало 60 ученых, в том числе 33 иногородних и 10 приглашенных из зарубежных стран. В качестве гостей АН АрмССР в работах симпозиума участвовали проф. С. Чандрасекар, П. Цвайфель (США), К. Маньян (Франция), А. Мацневский (ПНР), И. Губены (ЧССР), Х. Домке и Э. Гусман (ГДР), Г. Павал (Венгрия). От Бюраканской обсерватории с докладами выступили В. А. Амбарцумян, М. А. Мнацаканян, О. В. Пикичян, А. Г. Някогосян, Г. А. Арутюнян, Э. Х. Даниелян.

Сотрудники обсерватории приняли участие также в следующих всесоюзных и международных мероприятиях:

— в Ленинграде на конференции, посвященной 100-летию Астрономической обсерватории ЛГУ,—В. А. Амбарцумян, М. А. Аракелян, Л. В. Мирзоян, А. Г. Никитосян, О. В. Пикичян, Э. Е. Хачикян.

— в Душанбе на пленуме Астросовета—Л. В. Мирзоян.

— в Свердловске на всесоюзном совещании «Эволюция звезд и скоплений»—Д. К. Гаспарян, Г. Б. Оганян.

— в Москве на заседании совета «Внеатмосферная астрономия»—Г. А. Гурзандян, Г. М. Товмасян.

— в Москве на доведении рабочей группы Астросовета АН СССР по астрономической терминологии—О. В. Пикичян.

— в Алма-Ате на совещании Всесоюзного астрономо-геодезического общества—Г. А. Арутюнян.

— в Ленинграде на совещании по малым планетам—Р. А. Варданян.

— в Баку на юбилейном заседании, посвященном 780-летию со дня рождения Ходжи Насреддина—Г. М. Товмасян.

— в Харькове на совещании по малым планетам—Л. Г. Лхвердян, Г. А. Санян.

— в Крымской астрофизической обсерватории на международном совещании по радиоастрономии—Г. М. Товмасян, Э. Е. Хачикян.

— в Алуште на международном совещании по проблемам квантовой теории поля—М. А. Минакачанян.

— в Бамберге (ФРГ) на коллоквиуме МАС № 69 по двойным и кратным звездам—Л. В. Мирзоян.

— в Родезе (Франция) на очередном франко-советском совещании по «Интеркосмосу»—Г. М. Товмасян.

В декабре в течение двух недель в Бюракане работал сотрудник Секции астрономии Национальной АН Болгарии С. А. Цветков. Цель приезда—консультации и обмен опытом по исследованию нестационарных звезд в звездных агрегатах и на наблюдения ассоциации «Персей OB-2».

Специализированный совет по присуждению ученых степеней при обсерватории организовал защиту пяти кандидатских диссертаций: Г. В. Абрамяна, Г. А. Арутюняна, М. А. Ерицяна, А. Р. Петросяна и В. Н. Попова (Болгария). В этом году Совет завершил свою деятельность и ВАК утвердила новый состав Совета на следующие 5 лет.

Приняты в аспирантуру без отрыва от производства сотрудник отдела физики звезд и туманностей Г. А. Бругян и с отрывом от производства сотрудник Ташкентского астрономического института А. С. Ходжаев.

На работу в обсерваторию приняты выпускники ЕрГУ: В. С. Чолакян, Г. Г. Товмасян, С. А. Сейрамян, А. А. Бегларян, Э. А. Арутюнян, В. В. Мхитарян.

В течение года сотрудник Абастуманской обсерватории М. А. Марсагишвили был прикомандирован в обсерваторию в отдел ИК-астрономии.

## 1982 год

В январе 1982 г. в Болгарию сроком на одну неделю выезжал Г. М. Товмасян, где он выступил с докладом о работах Бюраканской обсерватории и обсуждал предварительный вариант договора о научном сотрудничестве между Бюраканской астрофизической обсерваторией и Секцией астрономии Болгарской АН.

В начале года из двухмесячной командировки во Францию вернулся Л. В. Мирзоян. Он совместно с сотрудниками Астрофизического института в Париже вел исследования нестационарных звезд. Во время командировки он прочел 7 докладов на тему «Вспыхивающие звезды в звездных агрегатах» и «Неустойчивость звездных ассоциаций» в обсерваториях Медонской, Ниццы, Лионской, Марсельской, Марсельской Лаборатории космической астрономии.

В мае в Тбилиси состоялся VI очередной совместный colloquium Бюраканской и Абастуманской обсерваторий. От Бюраканской обсерватории в colloquiumе участвовали В. А. Амбарцумян, Р. А. Варданян, Н. К. Андреасян, А. Л. Гюльбудагян, Т. Ю. Магакян, М. А. Мнацаканян, Ю. К. Мелик-Алавердян, А. С. Мелконян, Э. С. Парсамян, Г. А. Санян, В. А. Санамян. Все они выступили с докладами. В эти дни в Тбилисском доме молодых ученых была организована встреча президентов АН двух братских республик—Армении и Грузии: академик В. А. Амбарцумян и чл.-кор. АН СССР Е. К. Харадзе с молодыми учеными Грузии.

Сотрудники обсерватории приняли участие также в следующих Всесоюзных и международных мероприятиях:

— на конференции «Эмиссионные спектры звезд и галактик» в г. Эльва (Эст. ССР)—А. Г. Никогосян.

— на симпозиуме Проблемной комиссии «Физика и эволюция звезд» многоотраслевого сотрудничества АН социалистических стран, г. Сомбатей (ВНР), июль—Л. В. Мирзоян (с докладом).

— на советско-французском очередном совещании по программе «Интеркосмос» в Кишиневе—Г. М. Товмасян.

— на всесоюзном совещании в г. Душанбе, посвященном физике и динамике малых тел солнечной системы—Р. А. Варданян, Л. Г. Ахвердян (с докладами).

— на совещании «Нестационарность и переменность красных гигантов и сверхгигантов» в г. Риге—Г. В. Абрамян, Р. Х. Оганесян, С. Е. Нерсисян (с докладами).

— на Пленуме СПАК Астросовета в Крыму—Э. Е. Хачикян, Г. М. Товмасян, Э. С. Парсамян.

— на всесоюзном совещании «Эффективность применения электронных приемников в астрономии» в г. Киеве—В. С. Осканян.

— на совещании рабочей группы Астросовета АН СССР по астрономической терминологии в г. Баку—Г. А. Арутюнян.

— на совещаниях Комиссии по радиоастрономии АН СССР в г. Москве и Пушкино—В. А. Санамян.

— на XIV Всесоюзной радиоастрономической конференции в Ереване—В. А. Санамян, Р. А. Кандалян (с докладами) и М. А. Оганнисян.

В мае, в течение недели, в обсерватории находился сотрудник Университета Мехико (Мексика) Шаген Асисян. Он ознакомился с работами отдела теоретической астрофизики.

В июне, сроком на 3 дня в Бюракан приехал американский ученый, директор обсерватории многозеркального телескопа в Аризоне (Смитсоновский институт и Аризонский университет) д-р Ж. Беккерс с супругой. Он ознакомился с обсерваторией и выступил на семинаре с докладом о многозеркальном телескопе.

6—7 июля в обсерватории находилась английский ученый проф. К. Джордан, которая ознакомилась с обсерваторией, обсуждала работы по исследованию нестационарных звезд.

В июле на две недели в Венгрию выезжала Р. Г. Мнацаканян.

Из Венгрии в июне на две недели в Бюракан приехала Эржебет Руши, которая ознакомилась с микроденситометром и с работами по автоматической обработке астрофизической информации.

В июле для продолжения работ по автоматизации обработки астрофизической информации сроком на один месяц в Венгрию выехал С. В. Зарацян.

Начиная с июня месяца различные экипажи космического корабля «Салют 7» провели несколько сеансов наблюдений по программе эксперимента «Пирамид».

В сентябре в Будапештскую обсерваторию на 2 месяца выехал А. Т. Гарибджаниян для проведения совместного исследования влияния межзвездной среды на излучение звезд.

В августе в Патрасе (Греция) состоялся XVIII съезд МАС. Руководителем Советской делегации был академик В. А. Амбарцумян. На съезде Л. В. Мирзоян на заседании комиссии № 27 (Переменные звезды) сделал обзор работ по исследова-

нию вспыхивающих звезд. Он был избран членом оргкомитета этой комиссии, а на заседании комиссии № 28 (Галактики) Э. Е. Хачикян, который также участвовал в работах съезда—членом научного оргкомитета предстоящего коллоквиума № 78 МАС в Азнаго (Италия).

На XVIII съезде Международного астрономического союза (МАС) в Патрасе (Греция) членами МАС от Бюраканской обсерватории были избраны Ю. К. Мелик-Алавердян и М. А. Мнацаканян.

На съезде Л. В. Мирзоян был избран в состав Оргкомитета Комиссии № 27 (Переменные звезды). Кроме того, в различные комиссии МАС были избраны следующие сотрудники обсерватории:

Комиссия № 25 (Звездная фотометрия и поляриметрия)—Р. А. Варданян,

Комиссия № 27 (Переменные звезды)—В. С. Осканян,

Комиссия № 28 (Галактики)—В. А. Амбарцумян, М. А. Аракелян, А. Т. Каллоглян, Б. Е. Маркарян, Г. М. Товмасян, Э. Е. Хачикян, Р. К. Шахбазян,

Комиссия № 33 (Структура и динамика галактической системы)—Л. В. Мирзоян,

Комиссия № 34 (Межпланетная материя)—Г. А. Гурзядян,

Комиссия № 35 (Звездный состав)—Ю. К. Мелик-Алавердян,

Комиссия № 36 (Теория звездных атмосфер)—М. А. Мнацаканян,

Комиссия № 37 (Звездные скопления и ассоциации)—Э. С. Парсамян,

Комиссия № 40 (Радиоастрономия)—В. А. Санамян, Г. М. Товмасян,

Комиссия № 45 (Классификация звезд)—Г. А. Гурзядян,

Комиссия № 51 (Поиск внеземных цивилизаций)—В. А. Амбарцумян, Б. Е. Маркарян, Г. М. Товмасян.

В августе В. С. Осканян и Н. Д. Меликян принял участие в работах симпозиума МАС «Активность красных карликовых звезд»—Катанпя (Италия).

В августе, в Лондоне, Г. А. Оганян участвовал в работах IX конференции молодых радиоастрономов и выступил с сообщением.

В сентябре-октябре в течение двух недель в Бюраканской обсерватории работали Шандро Канье и Маргит Панаро из Будапештской обсерватории. Цель их пребывания—обсуждение результатов исследования нестационарных звезд и уточнение планов дальнейших совместных научных работ.

В конце сентября Э. С. Парсамян и О. С. Чавушян выехали в Италию сроком на три месяца с целью совместного исследования вспыхивающих звезд и родственных объектов в звездных агрегатах.

На девятимесячные курсы по обработке научной информации в Московский физико-технический институт был командирован сотрудник обсерватории М. Ш. Карапетян.

Специализированный совет по присуждению ученых степеней по астрофизике при Бюраканской обсерватории организовал защиту двух кандидатских диссертаций: Н. Г. Когошвили (Абастуманская астрофизическая обсерватория АН СССР) и Л. К. Ерастовой (БАО).

На заседании специализированного совета по присуждению ученых степеней ИКИ (Москва) кандидатские диссертации защитили сотрудники обсерватории Р. А. Епремян и С. С. Рустамбекова.

Приняты на работы выпускники Ереванского университета: В. С. Айрапетян, А. С. Асатрян, Э. О. Киракосян, М. А. Сукнасян, А. М. Манукян и выпускник Ереванского политехнического института А. В. Аракелян.

Вышел в свет 53 выпуск «Сообщений БАО». Опубликована брошюра Л. В. Мирзояна «Происхождение и развитие звезд» (на арм. яз.).

### 1983 год

С января 1983 г. в течение 2,5 месяцев в Бюракане работала сотрудница секции астрономии Национальной обсерватории АН ИРБ К. Цветкова. Она занималась исследованием вспыхивающих звезд в агрегатах.

В конце января, сроком на 4 месяца, в Бюракан приехал венгерский астрофизик А. Грандпьер из Будапештской обсерватории им. Конколи. Он занимался вопросами теоретической интерпретации звездных вспышек.

20 января на 54 году жизни скоропостижно скончался старший научный сотрудник обсерватории, доктор физ.-мат. наук М. А. Аракелян.

В феврале, сроком на 10 дней, во Францию выехал Г. М. Товмасын для обсуждения методики обработки наблюдательного материала, получаемого с помощью орбитального телескопа «Пирамид».

В феврале В. А. Амбарцумян участвовал на международном симпозиуме по объектам Хербига-Аро и выступил с докладом.

В мае Бюракан посетил директор Бангалорского института им. Рамана (Индия) проф. В. Радхакришнан.

В июле в Бюракане работал сотрудник Парижского института астрофизики д-р Р. Крикорян.

В июле Бюраканскую обсерваторию посетил мексиканский астроном Э. Э. Мендоса, в августе—американский астрофизик П. Голдрайх.

26—30 сентября Л. В. Мирзоян (с докладом), Г. В. Абрамян и М. А. Ерицян участвовали на симпозиуме проблемной комиссии физики и эволюции звезд в Праге.

В сентябре А. Т. Каллоглян выехал в Рим (Италия) для участия на симпозиуме по скоплениям групп галактик в Турине.

В сентябре, сроком на 3 месяца, выехал в Венгрию Г. В. Абрамян в рамках договора о научном сотрудничестве с Будапештской обсерваторией по вспышкающим звездам.

13—15 октября в Бюракане состоялся совместный colloquium кафедры астрофизики и астрономической обсерватории ЛГУ, Астрономического совета АН СССР и Бюраканской астрофизической обсерватории. Из заслушанных 23 докладов 15 были представлены сотрудниками Бюраканской обсерватории (Р. Р. Андреасян, А. Л. Гюльбудагян, Р. А. Врданян, С. В. Зарацян, А. Т. Каллоглян, Р. А. Кандалян, Л. В. Мирзоян, Ю. К. Мелик-Алавердян, М. А. Мнацаканян, М. Ш. Караетян, Т. Ю. Магакян, С. Е. Нерсисян, А. Р. Петросян, О. В. Пикичян, Р. Х. Огансян, В. А. Сапаян, Г. Т. Тер-Казарян, Г. М. Товмасын, Э. Е. Хачикян, О. С. Чавушян).

В октябре в доме отдыха «Бюракан» состоялось республиканское совещание молодых научных сотрудников, где с докладами от БАО выступили: Н. К. Андреасян, А. А. Егызарян, С. В. Зарацян, А. Т. Гарибджанян, В. Г. Кардумян, А. С. Мелкопян, Н. Д. Мелікян, Р. А. Саркисян, А. С. Ходжаев.

В октябре В. Г. Кардумян выехал в Венгрию на 2 месяца.

В октябре Бюраканскую обсерваторию посетили индийский астроном Р. Сагар (Кумаумский ун-т в Найин Тале), директор Страсбургского центра звездных данных проф. К. Яшек (Франция), сотрудница того же института М. Яшек и директор Лозанского астрономического института проф. Б. Хок (Швейцария).

15—16 ноября состоялся VII очередной colloquium Абастуманской и Бюраканской обсерваторий. От БАО доклады представили: С. Е. Нерсисян, М. А. Ерицян, А. В. Осканян, А. Т. Гарибджанян, Ю. К. Мелик-Алавердян, Г. Г. Товмасын, Н. Д. Мелкян, А. С. Ходжаев, Т. Ю. Магакян, Э. Х. Даниелян, В. Г. Малумян, Дж. А. Степанян.

В ноябре О. В. Пикичян участвовал на совещании рабочей группы по астрономической терминологии в Алма-Ате.

В ноябре, сроком на 1 месяц, в рамках сотрудничества между АН СССР и Францией, А. Г. Никогосян выехал во Францию для совместных работ по переносу излучения в звездных атмосферах.

В конце ноября на 3 дня в Бюракан приехал д-р Д. Югсен из Женевской обсерватории для обсуждения и согласования вопросов участия Женевской обсерватории в космическом эксперименте «Глазар».

В декабре, сроком на 1 месяц, в Италию выехал Л. В. Мирзоян для выполнения совместной работы по вспышкающим звездам.

Сотрудники обсерватории приняли участие также в следующих мероприятиях:

- пленум СПАК Астросовета в г. Полтаве—Э. С. Парсамян.
  - конференция «Структура галактик и звездообразование» в г. Киеве—Э. Е. Хачикян, Г. М. Товмасян, К. А. Саакян, А. Р. Петросян, С. Г. Искударян, Т. Ю. Магакян (все с докладами).
  - XV Всесоюзная радиоастрономическая конференция в г. Харькове—В. Г. Малумян, В. Г. Панаджян, Г. А. Оганян, Р. А. Капдалян (все с докладами).
  - заседание комиссии «Методика измерений» Радиоастросовета АН СССР в Ашхабаде—В. А. Санамян.
  - всесоюзная конференция «Высокоскоростная фотометрия и метрология быстротекущих процессов» в Москве—А. Н. Фрадкн.
  - всесоюзная астрономическая школа в г. Свердловске—А. В. Оскания-старший (с докладом).
  - всесоюзное совещание по автоматизации научных исследований в Москве—С. В. Заралян.
  - коллоквиум МАС № 78 «Астрономия на телескопах Шмидта» в Италии—Э. Е. Хачикян (с докладом).
  - 3-я региональная Латинно-американская астрономическая конференция в Аргентине—Э. С. Парсамян (с докладом). Она была членом организационного комитета конференции.
- Специализированный совет при Бюраканской обсерватории по защите диссертаций провел защиты двух докторских диссертаций—Г. Н. Салуквадзе (Абастуманская астрофизическая обсерватория ГССР) и Э. С. Парсамян (БАО) и одной кандидатской диссертации—Дж. А. Эйнатян (Матенадаран)
- Вышел в свет 54 выпуск «Сообщений БАО».

### 1984 год

Была организована лаборатория 2,6 м телескопа (зав. Г. В. Абрамян). В отделе теоретической астрофизики были организованы три лаборатории:

- 1) Обратные задачи и статистические методы обработки (зав. М. А. Мнацаканян);
- 2) Теория переноса и интерпретация спектров (зав. А. Г. Никогосян);
- 3) Структура и динамика астрофизических систем (зав. Р. М. Мурадян). Ученым секретарем вместо М. А. Мнацаканяна был назначен О. В. Пикичян. Р. Г. Мнацаканян была переведена с должности зав. отдела информации на новую должность—ученый секретарь по международным связям.

В январе участвовал в Саранске в работах Зимней школы молодых астрономов А. В. Оскания-старший и выступил с докладом.

В марте Г. А. Арутюнян участвовал в работах пленума ВАГО в г. Ульяновске.

В мае Г. А. Арутюнян участвовал (с докладом) на совещании «Научно-технический прогресс и современность» (Москва), организованном обществом «Знание».

В мае в Тывере (ЭССР) О. В. Пикичян выступил с докладом на Всесоюзном семинаре «Численные методы решения уравнения переноса».

В мае Л. В. Мирзоян и Э. Е. Хачикян участвовали на Пленуме Астросовета в г. Ташкенте.

В июне на конференции «Астрометрические двойные звезды» (Бамберг, ФРГ), посвященной 200-летию Бесселя, Л. В. Мирзоян и Г. Н. Салуквадзе (Абастуманская астрофизическая обсерватория) представили совместный доклад.

В июле в Бюракане работал Ф. Бериген из Астрофизического института АН ГДР.

В июле А. Т. Каллоглян принял участие в работах симпозиума МАС «Рентгеновское и УФ излучение из ядер галактик» (Гаршинг, ФРГ) и выступил с докладом.

В августе в Тбилиси на совещании проблемной комиссии по двойным звездам многостороннего сотрудничества АН социалистических стран принял участие Г. Г. Товмасын (с докладом).

В сентябре в Двингелло (Голландия) на научной конференции, посвященной А. Блау; Л. В. Мирзоян выступил с докладом «Рождение и эволюция массивных звезд и звездных групп» (соавтор В. А. Амбарцумян).

В сентябре на юбилейной сессии проблемной комиссии «Физика и эволюция звезд» многостороннего научного сотрудничества АН социалистических стран в Сучаве (Румыния) с докладом выступила Э. С. Парсамян.

В сентябре, в Тбилиси, Г. В. Абрамян участвовал на международном коллоквиуме по проблеме звездных данных (с докладом).

В сентябре во Франции Э. Е. Хачикян (с докладом) участвовал в работах VIII Европейской региональной астрономической конференции.

В сентябре в САО (ст. Зеленчукская) Г. А. Оганян (с докладом, соавтор В. Г. Панаджян) участвовал в работах XVII Европейской конференции молодых радиоастрономов.

16—19 октября в Бюракане состоялся симпозиум «Вспыхивающие звезды и родственные им объекты» с участием 25 иногородних и 7 иностранных астрономов. На симпозиуме было заслушано 40 докладов, из них 13 были представлены сотрудниками БАО.

В октябре в Ленинграде В. А. Амбарцумян (с докладом), Э. Е. Хачикян (с докладом), Н. Л. Иванова, Э. Я. Оганесян, Э. С. Парсамян участвовали на Юбилейной конференции, посвященной 50-летию кафедры астрофизики Ленинградского университета.

В октябре Э. Е. Хачикян участвовал на Пленуме Астросовета в г. Баку.

В октябре Р. А. Варданын, Ю. К. Мелик-Алавердян (с докладом) и В. С. Осканиян участвовали на совещании «Непериодические ослабления блеска звезд» (г. Киев).

В октябре Э. Е. Хачикян выступил с докладом на Юбилейной сессии, посвященной 25-летию секции астрономии АН Болгарии в Софии (Болгария).

В октябре в ГДР на 28 дней выехал А. Т. Каллоглян для совместной работы по исследованию скоплений галактик. Он принял участие также в работах совещания по крупномасштабному строению Вселенной (с докладом).

9—11 октября в Ленинграде состоялся очередной совместный коллоквиум Ленинградского университета и Бюраканской обсерватории, на котором сотрудники обсерватории выступили с 13 докладами (Л. В. Мирзоян—рук. делег., Г. В. Абрамян, Р. А. Варданын, К. Г. Гаспарян, Р. А. Кандалян, М. А. Мнацаканян, Ю. К. Мелик-Алавердян, Г. А. Оганян, А. В. Осканиян-старший, Э. С. Парсамян, О. В. Пикячян, Г. А. Погосян, Э. Е. Хачикян).

19—21 ноября в Абастуманской астрофизической обсерватории состоялся очередной совместный коллоквиум двух обсерваторий, на котором сотрудниками Бюраканской обсерватории было представлено 14 докладов (В. А. Амбарцумян—рук. делег., А. С. Амирханян, Н. К. Андреасян, А. П. Магтесян, В. Г. Малумян, С. Е. Нерсисян, Р. Х. Оганесян, В. Г. Панаджян, Э. С. Парсамян, С. С. Рустамбекова, Р. А. Саркисян, Г. М. Товмасын, А. С. Ходжаев, О. С. Чавушян).

2—5 декабря в Суздале состоялся очередной совместный коллоквиум Астрономического Совета АН СССР и Бюраканской астрофизической обсерватории, на котором сотрудники Бюраканской обсерватории выступили с 13 докладами (Г. М. Товмасын—рук. делег., А. А. Акопян, Г. А. Арутюнян, Л. Г. Ахвердян, А. Т. Гарибджанян, А. Е. Егикян, Т. Ю. Магакиян, К. А. Саакян, Дж. А. Степанян, Э. С. Казарян, Г. Б. Оганян, В. М. Петросян, А. С. Ходжаев).

В октябре Бюраканскую обсерваторию краткосрочно посетила Ф. Ван Лиевен из Англии, К. Кодaira из Японии, М. Родоно из Италии.

В Бюракан, сроком на две недели, приехал ученый секретарь секции астрономии АН Болгарии М. К. Цветков. Он ознакомился с последними работами бюраканских

астрономов в области исследования вспыхивающих звезд в агрегатах. В двух сообщениях он ознакомил бюраканских коллег с работами, выполненными по этой тематике в Болгарии.

В течение 10 дней, на автоматическом измерительном комплексе работала болгарский астроном З. Крайчева, проходившая стажировку в Астросовете АН СССР.

В конце ноября, сроком на одну неделю, в Будапешт выехал Л. В. Мирзоян, где он обсуждал с венгерскими астрономами вопросы научного сотрудничества.

В ноябре в Бюракан, сроком на 10 месяцев, приехал д-р М. Туратто (Падуанский университет, Италия) для работы над проблемой активности ядер галактик.

В ноябре Н. Д. Меликян (из 2 месяцев) и С. В. Зараян (на 1 месяц) были командированы в Венгрию.

Обсерватория участвовала на выставках, организованных АОКСом в Австрии и Астросоветом АН СССР в Финляндии. В качестве представителя Бюраканской обсерватории В. С. Осканиян был командирован в Австрию, где он, помимо участия в работах выставки, прочел несколько научно-популярных лекций в городах Клагенфурт, Дорнбирн, Грац.

Специализированный ученый совет при БАО по присуждению ученых степеней провел защиты одной докторской (М. А. Мнацакяни) и шести кандидатских диссертаций (А. Т. Гарибджанян, Э. Х. Даниелян, Р. А. Кандалян, Н. Д. Меликян, О. В. Пикичян, В. С. Тамазян (ЕрГУ)).

Опубликована монография Г. А. Гурзаяна «Звездные хромосферы» (М.: Наука), сборник «Обсерватория в космосе: Союз-13—Орион-2» (изд-во «Машиностроение»), брошюра Г. М. Товмасыан «Бюраканская астрофизическая обсерватория» (Изд-во АН АрмССР), научно-популярная брошюра Г. М. Товмасыан «Космонавтика и современные астрономические исследования» (Ереван: «Знание»).

## 1985 год

Решением Президиума АН АрмССР экспедиции «Гладзор» (Ехегнадзорский район, гора Тапан близ села Караглух, высота 2800 м над ур. моря) был присвоен статус отдельной лаборатории Бюраканской обсерватории (зав. Р. А. Мурадян).

По представлению ученого совета обсерватории Президиум АН АрмССР утвердил новый состав редколлегии «Сообщений Бюраканской обсерватории» (главный редактор—Г. М. Товмасыан, ответственный секретарь—О. В. Пикичян), а также новый состав Ученого совета обсерватории.

Г. М. Товмасыан получил Государственную премию Армянской ССР.

Э. С. Парсамян была избрана членом СПАК и членом редколлегии ежегодного всесоюзного сборника «Историко-астрономические исследования».

Специализированный совет по присуждению ученых степеней провел защиты 5 кандидатских диссертаций (Р. Р. Андреасян, М. П. Геворкян—Армянский педагогический институт им. Абовяна, Дж. А. Степаняна, А. С. Ходжаева—Ташкентский АН УзССР, В. М. Петросян).

М. А. Мнацакяни и Э. С. Парсамян утверждены в ученой степени доктора физ.-мат. наук, А. Т. Гарибджанян, Э. Х. Даниелян, Н. Д. Меликян, О. В. Пикичян, Дж. А. Степанян—в степени кандидата физ.-мат. наук.

В обсерватории с апреля месяца были организованы четыре постоянно действующих семинара: 1. Теоретической астрофизики (руководитель М. А. Мнацакяни, секретарь—О. В. Пикичян). 2. Физики звезд и туманностей (руководитель Л. В. Мирзоян, секретарь О. С. Чавушян). 3. Внегалактической астрономии (руководитель Э. Е. Хачикян, секретарь К. А. Свакян). 4. Технике и методам астрономии (руководитель Г. М. Товмасыан, секретарь М. М. Мкртчян).

Обсерватория в качестве научной помощи приняла целевого аспиранта А. И. Макарова из Бурятского педагогического института.

С 20 января по 20 февраля А. Т. Каллоглян находился в Италии для продолжения совместной работы по исследованию скоплений галактик с сотрудниками Римской обсерватории. В Риме, Гаеце и Триесте он прочел доклады о достижениях советской астрономии.

В январе в Бюракан приехали венгерские специалисты по технике Бела Бонди и Ласло Штурман (сроком на две недели) и астроном Энде Жолдош (сроком на четыре недели).

В начале года сроком на 10 месяцев в Бюракан приехал сотрудник Белградской обсерватории (Югославия) Гойко Джурашевич. Он занимался исследованием двойных звезд методами электрофотометрии.

В феврале на 5 дней в Бюракан приехали: К. Фирмани из Мексики, Г. Моне и Ж. Булестекс из Франции.

В феврале Г. Т. Тер-Казарян участвовал в г. Киеве на Всесоюзной гравитационной конференции.

В марте Г. М. Товмасын выехал в Женевскую обсерваторию (сроком на одну неделю) по программе совместного внеатмосферного эксперимента «Глазар».

В рамках сотрудничества с Радиоастрономическим центром ТАТА Института фундаментальных исследований в марте, сроком на полтора месяца в Утакамунд (Индия) выехал В. А. Санамян.

В апреле-марте в Бюракане находились Ги Моне и Жак Булестекс (с женой), Батри Жюли.

В апреле Э. С. Парсамян выступила с докладом на Всесоюзном совещании по истории астрономии (Абастумани).

В мае А. Л. Гюльбудагян выступил с докладом на совещании «Межзвездная материя» (Абастумани).

В мае Г. М. Товмасын участвовал в работах Пленума СПАК Астросовета АН СССР, состоявшемся в Алия-Ате.

В мае Э. С. Парсамян выступила с докладом на симпозиуме многостороннего сотрудничества социалистических стран «Скопления и ассоциации», состоявшемся в Болгарии.

В июне на совещании «Переменность излучения в ядрах активных галактик» (в Крыму) участвовал Э. Е. Хачикян (с докладом).

В августе Э. С. Парсамян и М. А. Мнацаканян участвовали на юбилейных торжествах, посвященных 70-летию академика В. В. Соболева в г. Ленинграде.

В сентябре К. А. Саакян выступила с докладом на совещании «Коллективные явления в галактиках и их наблюдательные проявления», состоявшемся в Волгограде.

В сентябре, в Венгрии, на симпозиуме многостороннего сотрудничества АН социалистических стран «Эруптивные явления в звездах» участвовали Л. В. Мирзоян (с докладом) и К. Г. Гаспарян, В. П. Залинян (с сообщениями).

В сентябре Э. С. Парсамян участвовала в Юрмале на совещании Проблемной комиссии «Физика и эволюция звезд» многостороннего сотрудничества АН социалистических стран «Составление и обработка астрономических каталогов с помощью ЭВМ».

В сентябре-октябре О. С. Чавушян работал в Венгрии в рамках двухстороннего научного сотрудничества.

В сентябре в рамках многостороннего сотрудничества АН социалистических стран В. В. Амбарян работал в Болгарии.

29 сентября на 72 году жизни скончался академик АН АрмССР, зав. отделом Вегалактической астрономии Б. Е. Маркарян.

3—24 сентября в Бюракане работали Мишель Марселен, Джейн-Андре Форт, Этьен Ле Коаре из Франции.

20—27 сентября в Бюраканской обсерватории находился Ншам Лафт Джабир из Ирака.

9—11 октября в Бюракане состоялся совместный коллоквиум Бюраканской ас-

астрофизической обсерваторией и кафедры астрофизики Ленинградского университета.

В ноябре Г. М. Товмасян и Э. С. Парсаян приняли участие в работах XIX съезда МАС (Дели, Индия). Они выступили с докладами. Э. С. Парсаян—с двумя, один из них—в соавторстве с Л. В. Мирзояном. Был представлен также доклад А. Л. Гюльбудагыана. Г. М. Товмасян был избран в состав комиссии № 44 «Внеатмосферная астрономия».

В октябре-ноябре Р. К. Шахбазян работала в ГДР по исследованию компактных групп компактных галактик.

В октябре, в г. Аштараке АрмССР на 17-ой Всесоюзной научной конференции по радиоастрономии участвовали А. Г. Арутюнян, А. Ш. Арутюнян, Р. А. Кандилин, В. Г. Малумян, Г. А. Оганян, В. Г. Панаджян, В. А. Санамян.

В октябре В. С. Айрапетян участвовал в работах Всесоюзного совещания ВАГО в г. Симферополе.

В октябре, сроком на 8 дней, в Бюракан приехали немецкие астрономы Г. Рихтер и В. Тэнерт.

18—19 ноября в Бюракане состоялся совместный colloquium Бюраканской астрофизической обсерватории с Абастуманской астрофизической обсерваторией ГССР.

В ноябре на симпозиуме МАС «Области звездообразования» (Япония) был представлен доклад Л. В. Мирзояна.

В декабре Э. Е. Хачикян выступил с докладом на симпозиуме МАС «Квазары» в Индии.

Вышли выпуски № 55—57 «Сообщений Бюраканской обсерватории».

Издательством АН АрмССР опубликован «Каталог ультрафиолетовых спектров 900 слабых звезд» (Г. А. Гурздян, Дж. Б. Огансян, С. С. Рустамбекова, Р. Е. Епремян).

В Москве издательством «Наука» выпущена монография Г. А. Гурздяна «Звездные вспышки. Физика. Космогония».

*Дж. С. Гарибян*

СПИСОК СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В  
ВЫПУСКАХ ХLI—LX  
СООБЩЕНИИ БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

I. ЗВЕЗДЫ, ТУМАННОСТИ И МЕЖЗВЕЗДНАЯ СРЕДА

- Поляризационные наблюдения звезды  $\mu$  Цефея, 41, 13, 1970 . . . . . К. А. Григорян  
Спектрофотометрическое исследование некоторых звезд типа Вольф-Райе и Of, 41,  
46, 1970 . . . . . М. А. Казарян, К. В. Варданян  
10 новых вспыхивающих звезд в Плеядах, 42, 17, 1970. . . . . Л. В. Мирзоян, О. С.  
Чавушян  
Изменение параметров поляризации звезды  $\mu$  Цефея в зависимости от времени, 42,  
24, 1970 . . . . . К. А. Григорян  
Поляризационные наблюдения холодных сверхгигантов  $\mu$ , VV, ST, и RW Цефея,  
42, 36, 1970 . . . . . К. А. Григорян  
Поляриметрические наблюдения звезды EV Lac во время вспышки, 42, 41, 1970  
К. А. Григорян, М. А. Ерицян  
Спектрофотометрическое исследование голубых звезд низкой светимости, 42, 48, 1970  
Р. Х. Оганян  
Новые вспыхивающие звезды в области NGC 7023, 43, 3, 1971.  
Э. С. Парсмян, Н. Янкоян  
Новые эмиссионные звезды в области NGC 6729, 43, 6, 1971. . . . . Э. С. Парсмян  
Очень красная возможная долгопериодическая переменная в Тельце, 43, 9, 1971  
Л. К. Ерастова  
Колориметрическое исследование ядер планетарных туманностей, 43, 13, 1971  
М. А. Казарян  
Новая Дельфина 1967, 43, 18, 1971 . . . . . Н. Л. Иванова  
Распределение энергии в спектрах звезд Ве, 43, 25, 1971 . . . . . Н. Л. Иванова  
Новые вспыхивающие звезды в Плеядах. I, 44, 3, 1972 . . . . . Э. С. Парсмян  
Наблюдение спектра вспышки звезды № 205 в Плеядах, 44, 14, 1972. Э. С. Парсмян  
Двухцветные наблюдения вспышки звезды № 207 в Плеядах, 44, 17, 1972.  
Э. С. Парсмян, О. С. Чавушян  
Фотометрия избранных вспыхивающих звезд в Плеядах, 44, 28, 1972. Л. К. Ерастова  
Голубые объекты в области вокруг шарового скопления M 92, 44, 43, 1972.  
Р. Г. Мнацаканян, К. А. Саакян  
Спектрофотометрия  $\epsilon$  Геркулеса, 44, 81, 1972 . . . . . Н. Л. Иванова  
Наблюдения  $\gamma$  Кассиопеи в 1968—1969 гг., 44, 86, 1972. Н. Л. Иванова,  
Н. К. Андреасян  
Изменение поляризации излучения некоторых сверхгигантов типа M, 44, 91, 1972.  
Е. Д. Арсениевич  
Поляриметрические и фотометрические наблюдения звезд EV Lac и AD Leo, 44,  
104, 1972 . . . . . К. А. Григорян, М. А. Ерицян  
Статистическое изучение пульсаров, 44, 111, 1972. Э. А. Арутюнян, Ю. К. Мелик-  
Алавердян  
Спектрограммы  $\alpha$  Луга и  $\beta$  Сеп в области 2000—3800 ангстрем, 45, 20, 1972.  
В. И. Пацаев, Дж. Б. Оганесян, Г. А. Гурзядян  
Новые вспыхивающие звезды в Плеядах. II., 46, 3, 1975 . . . . . Э. С. Парсмян  
Двухцветные наблюдения вспыхивающих звезд в Плеядах, 46, 16, 1975.  
Э. С. Парсмян, О. С. Чавушян

- Поляриметрические и фотометрические наблюдения вспышек звезды EV Lac 46, 23, 1975 . . . . . М. А. Ерицян
- О спектрофотометрических и колориметрических параметрах OB звезд, 46, 28, 1975 . . . . . Р. Х. Оганесян
- Сводка результатов поляриметрических наблюдений звезд, обладающих собственной поляризацией, 46, 33, 1975 . . . . . Р. А. Варданян
- Колориметрия туманностей NGC 6914 В и Парсамян 22, 46, 43, 1975. . . . . Э. Е. Хачикян, Дж. А. Эйнатян
- Фотометрическое изучение некоторых биполярных планетарных туманностей, 46, 55, 1975 . . . . . О. В. Оганесян
- Обзор наблюдательного материала «Ориона-2» 48, 5, 1976 . . . . . Г. А. Гурздян
- Спектральная классификация звезд по их ультрафиолетовым спектрограммам, 48, 14, 1976 . . . . . О. В. Оганесян
- Ультрафиолетовые спектры группы горячих звезд в Тельце, 48, 68, 1976. . . . . Дж. Б. Оганесян
- Ультрафиолетовые спектры группы горячих звезд в Тельце, 48, 101, 1976. . . . . С. С. Рустамбекова
- Распределение энергии в ультрафиолете группы горячих звезд в Орионе и Корме, 48, 122, 1976 . . . . . Р. Х. Оганесян, А. С. Аюпян
- Структура непрерывных спектров звезд типа F—G в ультрафиолете, 48, 137, 1976. . . . . Р. А. Епремян
- Спектрофотометрия звезд классов F, G, K в ультрафиолете, 48, 154, 1976. . . . . Р. А. Епремян
- О макроструктуре непрерывных спектров в ультрафиолете звезд классов AO—A2, 48, 177, 1976 . . . . . А. С. Аюпян
- Ультрафиолетовый дублет ионизованного магния 2800 Mg II в спектрах слабых звезд, 48, 187, 1976 . . . . . Р. С. Асатрян
- О межзвездном магнии в направлениях звезд  $\lambda$  Vel,  $\xi$  Pup и  $\xi$  Tau, 48, 209, 1976. . . . . Р. С. Асатрян
- Новые вспыхивающие звезды в Плеядах. III., 49, 8, 1976 . . . . . Э. С. Парсамян
- Распределение плотности в некоторых III областях, 49, 13, 1976. . . . . Г. М. Товмасыян, С. Е. Нерсисян
- Спектральные наблюдения Su Возничего, 49, 17, 1976. . . . . Н. Л. Иванова, И. Р. Салманов
- Электрополяриметрические и фотометрические наблюдения звезд типа T Tau, 49, 20, 1976 . . . . . Р. А. Варданян, П. Д. Меликян, Дж. А. Степанян
- UBV фотометрия звезд с  $H\alpha$  эмиссией в агрегате Ориона, 49, 23, 1976. . . . . К. Г. Гаспарян
- UBV фотометрия вспыхивающих звезд в агрегате Ориона, 49, 33, 1976 . . . . . К. Г. Гаспарян
- О теллурических линиях в области спектра 5800—6600 Å, 49, 43, 1976. . . . . Н. К. Андреасян, Н. Л. Иванова
- О некоторых характеристиках кривых блеска вспышек звезды EV Lac, 49, 58, 1976. . . . . М. А. Ерицян
- Голубые объекты в окрестности M 13. I, 50, 5, 1978 . . . . . Э. Я. Оганесян
- Наблюдения гаммы Кассиопеи, 50, 22, 1978 . . . . . Н. Л. Иванова
- Спектр HD 187399, 50, 33, 1978 . . . . . Н. Л. Иванова, А. П. Хотнянский
- Поляриметрические и фотометрические наблюдения EV Lac и AD Leo во время вспышки, 50, 40, 1978 . . . . . М. А. Ерицян
- Каталог кометарных туманностей и родственных объектов ( $-42^\circ < \delta < +66^\circ$ ) 51, 3, 1979 . . . . . Э. С. Парсамян, В. М. Петросян
- Новые переменные сверхгиганты спектрального класса M, 52, 13, 1980. . . . . Г. В. Абрамян
- Поляриметрическое исследование красных сверхгигантов, 52, 24, 1980. . . . . Г. В. Абрамян

- Спектрофотометрическое исследование дзета Тельца, 52, 44, 1980. *Н. Л. Иванова*  
 Фотометрические и спектральные наблюдения Си Лебеда, 52, 52, 1980  
*Н. Л. Иванова, Т. Н. Худякова*
- Двухцветные наблюдения вспыхивающих звезд в агрегате Плеяды, 52, 78, 1980  
*О. С. Чавушян, Л. К. Ерастова, Н. Д. Меликян, М. К. Цветков, П. Янкович*
- Результаты электрофотометрических UVV наблюдений красных сверхгигантов, 53,  
 3, 1982 *Г. В. Абрамян*
- Межзвездная составляющая линейной поляризации света 12 красных сверхгигантов,  
 53, 40, 1982 *Г. В. Абрамян*
- Переменные звезды в окрестности М 13, 53, 77, 1982 *Э. Я. Оганесян*
- Спектр Р Лебеда, 53, 79, 1982 *Н. Л. Иванова, М. Б. Бабаев,  
 А. А. Гусейнзаде, Е. Б. Зверева*
- О пылевых оболочках звезд типа Т Тельца, 53, 93, 1982  
*Ю. К. Мелик-Алавердян, Г. Г. Товмасыян*
- U и H $\alpha$  электрофотометрия вспышек звезды EV Lac, 54, 15, 1983 *А. С. Медкомян*
- Поляриметрические и фотометрические наблюдения вспышек звезды EV Lac, 54,  
 24, 1983 *М. А. Ерицян*
- О характере поляризации света красных сверхгигантов, 54, 27, 1983  
*Р. А. Варданян*
- Избыточная поляризация звезд и нейтральное поглощение, 54, 42, 1983  
*Р. А. Варданян*
- Фотографические наблюдения звездных вспышек, 55, 27, 1984  
*Л. В. Мирзоян, О. С. Чавушян*
- Анализ кривых блеска Фуора V 1057 Лебеда, 55, 34, 1984  
*Е. Н. Колицкая, О. С. Шулов*
- Наблюдения переменности мазерных источников H $_2$ O, 55, 35, 1984  
*Р. А. Кандалян, В. А. Самаян*
- Инфракрасные наблюдения галактических рентгеновских источников, 55, 39, 1984.  
*Ю. Н. Гнедин, Г. В. Хозов, В. М. Ларионов*
- Два примера выбросов в нашей Галактике, 55, 64, 1984. *А. Л. Гюльбудагян*
- Об изотопном составе циркония в S-звездах, 55, 71, 1984, *Ю. К. Мелик-Алавердян*
- Спектрофотометрические наблюдения углеродных звезд, 55, 77, 1984  
*Р. Х. Оганесян, С. Е. Нерсисян, М. Ш. Карапетян*
- Распределение энергии в спектрах OB-звезд в области вокруг звезды Р Суг 57, 58,  
 1985 *Р. Х. Оганесян, А. Т. Гарибджанян, К. Г. Гаспарян*
- Распределение энергии в спектрах OB-звезд в области звездной ассоциации Рег  
 OB2, 57, 65, 1985 *А. Т. Гарибджанян*
- Распределение энергии в спектрах OB-звезд в области звездной ассоциации Рег  
 OB1, 57, 67, 1985 *А. Т. Гарибджанян*
- Вспыхивающие звезды в области NGC 7000, 57, 70, 1985 *И. Д. Меликян,  
 Г. А. Брутян*
- Си Лебеда в 1978—81 гг., 57, 73, 1985 *И. Л. Иванова,  
 И. Р. Салманов, Т. Н. Худякова*
- Новые переменные звезды в области Т-ассоциации Тау Т3, 58, 3, 1986  
*А. С. Ходжаев*
- Спектрофотометрическое исследование группы звезд вокруг  $\gamma$  Cas в ультрафиоле-  
 товой и видимой областях, 58, 9, 1986. *С. С. Рустамбекова, Р. А. Епрмян*
- Диаграмма цвет (I—K)—визуальная звездная величина для звезд ранних и поздних  
 спектральных классов, 58, 21, 1986 *Р. А. Варданян*
- О кометарных туманностях и родственных объектах и их связи с молекулярными  
 облаками, 58, 27, 1986 *В. М. Петросян*
- Туманные объекты вокруг кометарных туманностей и родственных объектов, 58, 36,  
 1986 *В. М. Петросян, А. Р. Петросян*
- Определение межзвездного компонента параметров поляризации  $\mu$  Сер статистиче-  
 ским путем, 58, 52, 1986 *Р. А. Варданян, М. А. Ерицян*

- Объекты со значительными ультрафиолетовыми избытками в северо-западной окрестности скопления M13, II, 58, 57, 1986 . . . . . Э. Я. Оганесян  
 Распределение энергии в спектрах углеродных звезд, 59, 3, 1986  
 С. Е. Нерсисян, Р. Х. Оганесян  
 Фотоэлектрические наблюдения Сп Лебеда, 60, 98, 1988 . . . . . М. А. Ерицян

## II. ДВОЙНЫЕ И КРАТНЫЕ ЗВЕЗДЫ, ЗВЕЗДНЫЕ СКОПЛЕНИЯ И АССОЦИАЦИИ, СТРОЕНИЕ ГАЛАКТИКИ

- Поляризационные наблюдения скоплений NGC 1342, 1893, и 2422, 41, 20, 1970  
 К. А. Григорян  
 Поляризационные наблюдения скоплений NGC 129, 225, 581, 663, 744, 869, 884, 957  
 и 6882/5, 41, 27, 1970 . . . . . К. А. Григорян  
 К статистике вспыхивающих звезд в окрестности Солнца, 41, 56, 1970  
 М. А. Аракелян  
 Оценки средних возрастов O-B5 звезд на основе их распределения в звездных ассоциациях, 41, 69, 1970 . . . . . Л. В. Мирзоян, Э. С. Казарян, О. С. Чавушян  
 Поляризационные наблюдения скопления NGC 1502, 42, 30, 1970 К. А. Григорян  
 Поляризационные наблюдения старого звездного скопления около северного галактического полюса, 42, 33, 1970 . . . . . К. А. Григорян  
 Фотометрическое изучение новых переменных в NGC 2264, 44, 21, 1972  
 Г. С. Бадалян, Л. К. Ерастова  
 О распределении звезд типа UV Cet в окрестностях Солнца, 49, 63, 1976  
 А. Т. Гарибджанян  
 Распределение пространственных скоростей в ассоциациях Цефеид OB2 и Цефеид OB3,  
 49, 71, 1976 . . . . . Г. В. Ахундова, И. Л. Иванова, М. А. Мницаканян  
 О полном количестве неправильных переменных звезд в ассоциации T I Единорога,  
 53, 88, 1982 . . . . . Л. К. Ерастова  
 Спектр масс двойного скопления  $\eta$  и  $\chi$  Персея, 55, 21, 1984 . . . . . С. В. Верецагин  
 О. Б. Длужневская, В. И. Мякутин, А. Пискунов  
 Некоторые характеристики двойных звезд, 55, 24, 1984 . . . . . З. Т. Крайчева,  
 Е. И. Полова, А. В. Тутуков, Л. Р. Юнгельсон  
 Звездные ассоциации, межзвездное поглощение и поляризация света звезд, 55, 41,  
 1984 . . . . . Р. А. Варданян  
 Определение параметров компонентов двойных звезд по данным их ультрафиолетовых спектров, 60, 75, 1988 . . . . . С. С. Рустамбекови  
 Абсолютное спектрофотометрическое исследование двойных звезд вокруг  $\gamma$  Cas в ультрафиолетовой и видимой областях, 60, 89, 1988 . . . . . Р. А. Епремян  
 Звездные ассоциации и области звездообразования, 60, 101, 1988 . . . . . Л. В. Мирзоян

## III ГАЛАКТИКИ, КРАТНЫЕ ГАЛАКТИКИ, СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК

- Детальная фотометрия и колориметрия галактик NGC 584, 586, 596, 600, 615 и 636,  
 42, 3, 1970 . . . . . С. Н. Аракелян  
 Цвета ядер Sc галактик, 46, 62, 1975 . . . . . С. Г. Искусдарян  
 О связи между механизмом образования галактик и способом возникновения их отдельных структурных особенностей, 46, 73, 1975 . . . . . С. Г. Искусдарян  
 Галактики высокой поверхностной яркости, 47, 3, 1975 . . . . . М. А. Аракелян  
 Классификация центральных частей 711 галактик, 47, 43, 1975 . . . . . Дирекция БАО

- Наблюдения ядер некоторых сейфертовских галактик в 1963—1969 гг., 49, 3, 1976  
К. А. Саакян
- Поиски цепочкообразных групп галактик на картах Паломарского атласа, 50, 55, 1978  
Р. А. Варданян
- Наблюдения двойных галактик типа E, 52, 3, 1980  
Р. А. Варданян, А. П. Томов
- Уточненные координаты галактик Маркаряна № 701—1095, 52, 58, 1980  
Г. М. Товмасян, Э. Ш. Шахбазян, Р. А. Кандалян
- Пространственное распределение объектов типа Igg II, 52, 65, 1980  
С. Г. Искусдарян
- Переменность галактики Маркарян 699, 53, 99, 1982 . . . . . К. А. Саакян
- Морфологические типы, цвета и классы ядер галактик в группах, 53, 102, 1982  
А. П. Маггесян
- UVB-фотометрия некоторых галактик с УФ-избытком, 54, 80, 1983 В. С. Тамазян
- Магнитные поля радиогалактик, 55, 52, 1984 . . . . . Р. П. Андреасян
- Двухцветная фотометрия скоплений галактик, 55, 56, 1984 . . . . . А. Т. Қаллоглян
- Радиоизлучательные свойства галактик Маркаряна различных списков, 55, 58, 1984  
Г. М. Товмасян
- Фотометрическое исследование пекулярных галактик, 55, 61, 1984 В. А. Яковлева
- Исследование сверхассоциаций в спиральных галактиках с УФ-избытком, 55, 62, 1984  
А. Р. Петросян, К. А. Саакян, Э. Е. Хачикян
- Сравнение некоторых характеристик сейфертовских галактик, членов систем различной кратности, 57, 3, 1985 . . . . . А. Р. Петросян
- О спектрах шести галактик с УФ-избытком, 57, 8, 1985 . . . . . А. А. Егиазарян
- Поверхностные яркости и диаметры галактик в группах, 57, 13, 1985  
А. П. Маггесян
- Радиоизлучение галактик в группах, 57, 21, 1985 . . . . . А. П. Маггесян
- Вероятные кандидаты в Igg, 57, 39, 1985 . . . . . С. Г. Искусдарян
- О центральных частях некоторых вероятных кандидатов в Igg II, 57, 51, 1985  
С. Г. Искусдарян, А. С. Ходжаев
- О центральных частях некоторых менее вероятных кандидатов в Igg II, 57, 54, 1985  
С. Г. Искусдарян, А. С. Ходжаев
- Спектрофотометрическое исследование галактик с ультрафиолетовым избытком VII, 58, 68, 1986 . . . . . А. А. Егиазарян
- Фотометрия одной галактики с УФ-избытком, 58, 75, 1986 . . . . . В. С. Тамазян
- Спектрофотометрическое исследование галактик с УФ-избытком. VIII, 60, 3, 1988  
А. А. Егиазарян, Э. Е. Хачикян
- Спектрофотометрическое исследование галактик с УФ-избытком. IX, 60, 13, 1988  
А. А. Егиазарян, Э. Е. Хачикян
- О спектре нерегулярной галактики NGC 4753, 60, 21, 1988 . . . . . Н. К. Андреасян
- Наблюдения двойных галактик на частоте 102 МГц, 60, 24, 1988 . . . . . В. С. Артюх,  
В. Г. Малумян
- Наблюдения галактик в группах на 102 МГц, 60, 31, 1988 . . . . . А. П. Маггесян,  
М. А. Оганнисян
- О формах активности галактик с избыточным ультрафиолетовым излучением 60, 40, 1988  
Г. М. Товмасян
- Анализ данных радионаблюдений галактик Бюраканской классификации, 60, 46, 1988  
В. А. Санамян, М. А. Оганнисян
- О центральных областях некоторых галактик-кандидатов в Igg II, 60, 52, 1988  
С. Г. Искусдарян
- Радиоспектры галактик по Бюраканской классификации, 60, 55, 1988  
М. А. Оганнисян

## IV. РАДИОАСТРОНОМИЯ

- Оценка угловых размеров и интенсивности мерцающей компоненты радионсточника ЗС 161, *41*, 3, 1970 . . . . . *В. Г. Панаджян*
- Прямые восхождения и плотности потоков 30 радионсточников на частоте 60 МГц, *41*, 9, 1970 . . . . . *М. А. Асланян, В. Г. Малумян, В. А. Санамян*
- Некоторые параметры межпланетной плазмы по наблюдениям мерцаний на 60 МГц, *42*, 65, 1970 . . . . . *В. Г. Панаджян*
- Межпланетные мерцания ЗС 48 на частоте 408 МГц, *43*, 30, 1971 . . . . . *В. Г. Панаджян*
- Зависимость среднего спектрального индекса радионсточников от их потока радиоплучения и красного смещения, *43*, 49, 1971 . . . . . *Э. А. Арутюнян*
- К вопросу об оценке полноты обзоров радионсточников, *44*, 108, 1972 . . . . . *Р. А. Варданян, Ю. К. Мелик-Алавердян*
- Частотная корреляция межпланетных мерцаний, *46*, 88, 1975 . . . . . *В. Г. Панаджян*
- О размерах неоднородностей межпланетной плазмы, *49*, 46, 1976 . . . . . *В. Г. Панаджян*
- Спектры мерцающих компонент некоторых радионсточников, *49*, 50, 1976 . . . . . *В. Г. Панаджян*
- Об одном интересном случае ионосферного мерцания неизвестного радионсточника, *50*, 46, 1978 . . . . . *В. А. Санамян*
- Наблюдения УТИ радионсточников на частоте 102 МГц, *54*, 3, 1983 . . . . . *В. С. Артюх, М. А. Оганнисян, В. Г. Панаджян*
- Наблюдения УТИ радионсточников на РАТАН-600, *54*, 10, 1983 . . . . . *Г. А. Оганян, В. Г. Панаджян*
- Наблюдения радионсточников из списков УТИ на радиотелескопе РАТАН-600. II, *57*, 28, 1985 . . . . . *Г. А. Оганян, В. Г. Панаджян*
- Наблюдения радионсточников из списков УТИ на частоте 102 МГц. II, *58*, 80, 1986 . . . . . *В. С. Артюх, Г. А. Оганян, В. Г. Панаджян*

## V. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ АСТРОФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

- Понижения в движущихся оболочках большой оптической толщины, *41*, 80, 1970 . . . . . *В. Ю. Терещиж*
- Об одной нелинейной задаче переноса излучения в непрерывном спектре *41*, 91, 1970 . . . . . *Р. С. Варданян, Н. Б. Енгибарян*
- Процессы деления и нестационарность систем галактик, *41*, 99, 1970 . . . . . *В. Ю. Терещиж и И. Д. Караченцев*
- О свойствах вырожденной плазмы при чрезвычайно высоких плотностях, *43*, 57, 1971 . . . . . *Р. М. Авакян, Ю. Л. Варганян, Г. С. Саакян*
- К решению задачи падающего тела, *43*, 74, 1971 . . . . . *Р. П. Саакян*
- Конфигурации горячих белых карликов с ядерными источниками энергии, *44*, 115, 1972 . . . . . *Р. М. Авакян*
- К решению задачи переноса в одномерной однородной среде, *46*, 93, 1975 . . . . . *М. А. Мнацаканян*
- К решению задачи диффузии света в слое конечной оптической толщины, *46*, 101, 1975 . . . . . *Э. Х. Даниелян, М. А. Мнацаканян*
- Модель Фуора, *49*, 75, 1976 . . . . . *А. Л. Гюльбудагян*
- К вопросу нахождения распределения звезд в скоплениях, *49*, 81, 1976 . . . . . *М. А. Мнацаканян*
- Холодное испарение нейтронов из ядер в сверхплотном веществе, *49*, 87, 1976 . . . . . *Ю. Л. Варганян, Н. Д. Овакимова*
- К решению задач переноса излучения в полубесконечных средах, *50*, 59, 1978 . . . . . *М. А. Мнацаканян*

- Таблицы некоторых функций теории переноса излучения, 50, 79, 1978  
*Р. Р. Андреасян*
- К вопросу о вычислении  $\varphi$ -функции Амбарцумяна, 50, 114, 1978  
*Р. Р. Андреасян, Э. Х. Даниелян*
- Простой метод вычисления функции перераспределения  $\Gamma_{III}(x, x, \tau)$ , 52, 137, 1980  
*Г. А. Арутюнян*
- Свечение среды, освещенной параллельными лучами, при произвольном законе перераспределения излучения по частотам, 52, 148, 1980  
*О. В. Пикичян*
- О природе углеродных звезд, 54, 55, 1983  
*А. Н. Зарцтовский, М. А. Марсагишвили, Ю. К. Мелик-Алавердян*
- Течечный источник в плоском слое и в шаре, 55, 4, 1984  
*В. В. Соболев*
- Принцип инвариантности в задачах сложения слоев произвольных свойств, 55, 5, 1984  
*О. В. Пикичян*
- Перенос излучения в среде со сферической симметрией, 55, 17, 1984  
*А. К. Колесов*
- Приближенные решения проблемы переноса излучения в частотах линий, 55, 18, 1984  
*В. М. Сербин*
- Вероятностный смысл законов квадратного корня в теории переноса излучения, 55, 19, 1984  
*В. В. Иванов*
- Начало расчетов строения звезд в АО ЛГУ, 55, 20, 1984  
*К. Н. Артемьев, П. А. Денисенков, В. В. Иванов, В. Б. Ильин*
- Роль магнитного звездного ветра в эволюции тесных двойных звезд малых масс, 55, 25, 1984  
*А. В. Тутуков*
- Численные модели эволюции планетарных туманностей, 55, 26, 1984  
*В. А. Окороков, Б. М. Шустов, А. В. Тутуков, Х. В. Йорк*
- К задаче восстановления пространственных распределений, 55, 45, 1984  
*М. А. Мнацаканян*
- Развитие представлений о релаксационных процессах в Галактике в работах В. А. Амбарцумяна, 55, 46, 1984  
*А. М. Фридман*
- Коэффициенты вероятностей переходов для процессов электрон-фотонного взаимодействия, 55, 65, 1984  
*Г. Т. Тер-Казарян*
- Образование графитовой пыли в атмосферах звезд типа R Северной Короны, 55, 70, 1984  
*Ю. А. Фадеев*

## VI. МЕТОДЫ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ И РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЯ И ОБРАБОТКИ, ИНСТРУМЕНТЫ, АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОПТИКА

- Оценка угловых размеров мерцающих радиисточников по сдвигу гистограмм квазипериодов мерцаний, 41, 131, 1970  
*В. Г. Панадзян*
- О возможности укорочения оптической системы Шмидта, 41, 134, 1970  
*Ж. М. Лорециян*
- Звездный электрополяриметр с быстровращающимся поляризационным модулятором, 43, 33, 1971  
*М. А. Ерициян*
- Исследование некоторых характеристик ЭОПов УН-92 с кислородноцеппевыми фотокатодами, 44, 120, 1972  
*К. А. Григорян, Г. В. Абрамян, Ж. Лельеар, М. А. Ерициян*
- О телевизионном гидировании астрономических телескопов, 44, 126, 1972  
*В. А. Маларев, Е. М. Неплохов, И. К. Павлов, Г. А. Тамбовский*
- Об одном принципе работы орбитальной астрономической обсерватории, управляемой космонавтом, 45, 5, 1972  
*Г. А. Гурзядян*
- Орбитальная астрофизическая обсерватория «Орион», 45, 12, 1972  
*Г. А. Гурзядян, Э. А. Арутюнян*
- Система управления автоматической работы аппаратуры «Орион», 45, 27, 1972  
*М. Н. Крмоян, А. З. Захарян, Ш. М. Арутюнян*

- Энергетическая калибровка спектрографа «Орiona», 45, 36, 1972  
*Г. А. Гурзядян, Дж. Б. Оганесян, Р. А. Епремян*
- Исследование фотографических характеристик пленки УФС-4, использованной в аппаратуре «Орion», 45, 42, 1972  
*В. М. Уварова, М. Р. Шпольский, А. Н. Ошуркова, Дж. Б. Оганесян, Н. В. Уварова*
- Микрофотометр с перестраиваемой структурой для регистрации спектров в интенсивностях, 46, 115, 1975  
*М. А. Мартиросян, Л. М. Карамян*
- Некоторые свойства бесконтактной машины переменного тока I. Бесконтактная машина двойного питания (БМДП), 46, 121, 1975  
*П. А. Кялян*
- Применение методов выявления слабых объектов к снимкам, полученным инфракрасным ЭОПом, 46, 135, 1975  
*Р. А. Саркисян*
- Применение метода наложения снимков к галактике NGC 5195, 46, 144, 1975  
*Р. А. Саркисян*
- Многоканальный коррелометр для исследования параметров пульсаров 49, 96, 1976  
*С. М. Мкртчян, Р. А. Кандалян, В. О. Оганесян*
- Следящая система для автоматической фокусировки короткофокусных телескопов, 49, 100, 1976  
*М. А. Мартиросян, В. Г. Нерсисян*
- Некоторые свойства бесконтактной машины переменного тока. 2. Бесконтактная управляемая машина (БУМПТ), 49, 103, 1976  
*П. А. Кялян*
- Наблюдения свечения ночного неба в Бюракане, 50, 50, 1978  
*Г. В. Абрамян, Л. Г. Ахвердян*
- Преобразование частоты вверх как метод детектирования инфракрасного излучения в астрономии, 50, 95, 1978  
*Ю. К. Мелик-Алавердян, А. Н. Фрадкин*
- Расчет оптимального астрономического преобразователя частоты, 50, 107, 1978  
*Ю. К. Мелик-Алавердян, А. Н. Фрадкин*
- Амплитудный модулятор с двумя выходами, 50, 111, 1978  
*В. Г. Панаджян*
- С вычислении средней частоты вспышек сверхновых, 52, 68, 1980  
*Р. Г. Мнацаканян, А. В. Осканян, М. Ловаш*
- Исследование фотометрической системы 2.6 м телескопа Бюраканской астрофизической обсерватории, 52, 89, 1980  
*А. С. Амирханян, И. И. Попов*
- О поляриметрических и фотометрических наблюдениях в фокусе Несмита 2.6 телескопа БАО, 52, 91, 1980  
*Г. В. Абрамян, Л. Г. Ахвердян, Р. А. Варданян, Г. А. Погосян*
- Специфика поляриметрических наблюдений вспыхивающих звезд во время вспышек, 52, 95, 1980  
*М. А. Ерицян*
- Метод обнаружения коротких изменений блеска звезд, 52, 105, 1980  
*В. П. Залинян*
- Применение оптических методов обработки астрономических снимков в когерентном свете, 52, 109, 1980  
*Р. А. Саркисян*
- Зависимость пороговой чувствительности фотоумножителей от порога дискриминации при счете фотонов, 52, 118, 1980  
*В. П. Залинян, Ю. К. Мелик-Алавердян*
- Фотоэлектрическая фотометрия с использованием диссектора, 52, 122, 1980  
*М. А. Мартиросян, А. Я. Бейлин, Л. М. Карамян, В. П. Лукьянов, Н. К. Далинenco*
- Новый метод цифровой фильтрации и его применение, 52, 127, 1980  
*Р. А. Варданян, М. О. Закарян, М. С. Мирзоян*
- Сравнительный анализ информативности различных методов астрономических наблюдений, 54, 72, 1983  
*К. Г. Арутюнян*
- Об одной возможности исследования структуры мерцающих радиосточников, 53, 108, 1982  
*В. Г. Панаджян*
- Исследование прозрачности земной атмосферы с помощью нелинейного преобразователя инфракрасного излучения, 53, 112, 1982  
*Ю. К. Мелик-Алавердян, Р. А. Мурадян, А. Н. Фрадкин*
- Об изменениях атмосферной экстинкции в Бюракане, 53, 118, 1982  
*Р. С. Асатрян, Г. Х. Хачатрян, Э. М. Фийнберг, Ж. В. Хачатрян, Г. А. Погосян*

- С калибровке спектрограмм, полученных камерами с предобъективной призмой, 53, 131, 1982 . . . . . А. Т. Гарибджанян, С. М. Карапетян
- К вопросу повышения чувствительности современных телевизионных астрономических систем, 53, 135, 1982 . . . . . Ю. В. Куберский, В. А. Матарев
- Предварительная цифровая фильтрация с усреднением медиан, 54, 60, 1983 . . . . . Р. А. Варданян
- Новая электронная аппаратура для звездного электрофотометра БАО, 54, 65, 1983 . . . . . Э. Н. Кюринян, А. С. Мелконян, А. В. Миронов, А. В. Осканян, В. С. Осканян
- Автоматическое построение карт отождествления, 54, 77, 1983 . . . . . Г. Г. Товмасын
- Об изготовлении телескопов 1.6 м в АО ЛГУ, 55, 78, 1984 . . . . . М. К. Бабаджанянц
- Система обработки астрономических изображений Бюраканской обсерватории, 55, 80, 1984 . . . . . С. В. Зарацян, Т. Ю. Магакян
- Система наведения и стабилизации УФ телескопа космической станции «Астрон», 56, 5, 1985 . . . . . А. А. Боярчук, Ю. М. Ходжазянц, Г. М. Товмасын, М. Н. Крмоян, Л. В. Границкий, Э. А. Арутюнян, А. З. Захарян, О. Н. Гаспарян, А. Л. Кашин, Э. А. Налбандян
- Звездные датчики системы стабилизации УФ телескопа станции «Астрон», 56, 11, 1985 . . . . . С. А. Арутюнян, Р. О. Векилян, К. Г. Григорян, А. З. Захарян, М. Н. Крмоян, А. Р. Тагяносян
- Анализ динамики системы прецизионной стабилизации телескопа станции «Астрон», 56, 18, 1985 . . . . . О. Н. Гаспарян, А. З. Захарян, Г. Г. Егиазарян
- Математическое моделирование системы прецизионной стабилизации телескопа станции «Астрон», 56, 24, 1985 . . . . . О. Н. Гаспарян, А. З. Захарян, В. А. Хачатрян, А. С. Казарян, Г. Г. Егиазарян
- Анализ автоколебаний и частотные показатели качества системы прецизионной стабилизации телескопа станции «Астрон», 56, 31, 1985 . . . . . О. Н. Гаспарян
- Управление и контроль системы прецизионной стабилизации УФ телескопа космической станции «Астрон», 56, 41, 1985 . . . . . Ш. М. Арутюнян, А. З. Захарян, Е. Б. Белый, С. К. Акопян, А. Л. Кашин
- Камера опознавания поля космического телескопа «Астрон», 56, 48, 1985 . . . . . Э. А. Налбандян, Д. Югенен, Э. Г. Какосян, Ю. М. Симонянц, С. К. Мнацаканян
- Методы электрополяриметрических и фотометрических наблюдений, разработанные в Бюраканской обсерватории, 56, 55, 1985 . . . . . Р. А. Варданян
- Автоматическая обработка спектров на ЭВМ, 56, 61, 1985. . . . . М. Ш. Карапетян, Р. А. Саркисян
- Об обнаружении индуцированной составляющей в излучении космических объектов, 56, 64, 1985 . . . . . А. Н. Фрадкин
- О точности электрофотометрических наблюдений, 56, 69, 1985 . . . . . А. С. Мелконян
- Характер фотометрических кривых на основе фотографических наблюдений, 57, 79, 1985 . . . . . Э. С. Парсамян
- Система для регистрации быстрых изменений блеска звезд, 58, 87, 1986 . . . . . В. П. Залинян, Г. М. Товмасын
- С количестве астрономического наблюдательного времени на станции «Гладзор», 58, 95, 1986 . . . . . Р. А. Мурадян, Г. М. Товмасын
- О возможном уменьшении воздействия купола на изображения звезд, 58, 100, 1986 . . . . . Р. А. Мурадян, О. В. Пикичян
- Астрономическая приемная система с трехкамерным ЭОП новой модификации УМК-92 В и некоторые наблюдательные результаты, 58, 108, 1986 . . . . . Н. С. Асатрян, С. В. Лилатон
- Анализ звездных ультрафиолетовых потоков по наблюдениям «Орион-2», 60, 59, 1988 . . . . . Дж. Б. Оганесян

- Об одном применении двухканального интерферометра с переключением фазы, 60, 110, 1988 *В. Г. Панаджян*  
 Набор программ для аппроксимации полиномами, 60, 115, 1988 *Т. Ю. Магакян*  
 Автоматическая статистическая спектральная классификация звезд, 60, 125, 1988 *М. Ш. Карапетян*  
 Новый охлаждаемый блок фотоумножителя электрофотометра, 60, 135, 1988 *А. В. Осканян*

## VII. КОМЕТЫ, ПЛАНЕТЫ

- Определение размеров малых планет статистическим методом, 53, 124, 1982 *Р. А. Варданян, О. Х. Торосян, Л. Г. Ахвердян*  
 О законе планетарных расстояний, 57, 85, 1985 *Р. А. Варданян, Г. А. Саиян*  
 Поляриметрические наблюдения кометы Галлея, 60, 107, 1988 *Р. А. Варданян, М. А. Ерицян*

## VIII. ИСТОРИЯ АСТРОНОМИИ

- К. А. Григорян, Некролог, 44, 137, 1972.  
 Хроника, 44, 139, 1972.  
 Г. С. Бадалян, Некролог, 46, 152, 1975.  
 Хроника, 49, 115, 1976.  
 Э. Г. Мирзабекян, Некролог, 52, 158, 1980.  
 Хроника, 52, 161, 1980.  
 М. А. Аракелян, Некролог, 54, 89, 1983.  
 Об астрономическом значении малого мецаморского холма, 57, 92, 1985 *Э. С. Парсямяч*  
 О возможном астрономическом назначении мегалитических колец Ангелакота, 57, 101, 1985 *Э. С. Парсямяч*  
 Б. Е. Маркварян, Некролог, 58, 119, 1986.  
 Упоминание двух комет VI и VII веков в армянском летоисчислении, 60, 138, 1988 *Г. А. Брутян*  
 Хроника, 60, 145, 1988.  
 Список статей, опубликованных выпусках XLI—LX, 60, 158, 1988.

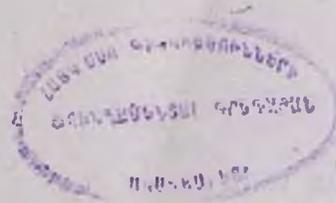
ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ  
 АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏՂԱԴԻՏԱՐԱՆԻ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ  
 СООБЩЕНИЯ БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ПА 89

Պ Ր Ա Կ L X В Ы П У С К

Спектрофотометрическое исследование галактик с ультрафиолетовым избытком. VIII	A. A. Егиазарян, Э. Е. Хачикян	3
Спектрофотометрическое исследование галактик с ультрафиолетовым избытком. IX	A. A. Егиазарян, Э. Е. Хачикян	13
О спектре иррегулярной галактики NGC 4753	H. K. Андреев	21
Наблюдения двойных галактик на частоте 102 МГц	B. C. Артюх, В. Г. Малумян	24
Наблюдения галактик в группах на 102 МГц	A. П. Магтесян, М. А. Оганнисян	31
С формами активности галактик с избыточным ультрафиолетовым излучением	G. M. Товмасын	40
Анализ данных радионаблюдений галактик бюраканской классификации	B. A. Санамян, М. А. Оганнисян	46
О центральных частях некоторых галактик-кандидатов в Iгг II	S. G. Искусдарян	52
Радиоспектры галактик с бюраканской классификацией	M. A. Оганнисян	55
Анализ звездных ультрафиолетовых потоков по наблюдениям «Орiona-2»	Dz. B. Оганесян	59
Определение параметров компонентов двойных звезд по данным их ультрафиолетовых спектров	S. S. Рустамбекова	75
Абсолютное спектрофотометрическое исследование двойных звезд вокруг $\gamma$ Cas в ультрафиолетовой и видимой областях	P. A. Епремян	89
Фотоэлектрические наблюдения СН Лебеда	M. A. Ерицян	98
Звездные ассоциации и области звездообразования	L. V. Мирзоян	101
Поляриметрические наблюдения кометы Галлея	P. A. Варданян, М. А. Ерицян	107
Об одном применении двухканального интерферометра с переключением фазы	B. G. Панадзян	110
Набор программ для аппроксимации ортонормированными полиномами	T. Y. Магакян	115
О возможности статистической спектральной классификации звезд	M. Sh. Карапетян	125
Новый охлаждаемый блок фотоумножителя электрофотометра	A. V. Осканян, мл.	135
Упоминание двух комет VI и VII веков в армянском летописании	G. A. Брутян	138
Хроника	Dz. S. Гарибян	145
Список статей, опубликованных в выпусках XLI—LX Сообщений Бюраканской обсерватории		158



## CONTENTS

<i>A. A. Yegiazarian, E. Ye. Khachikian</i> —Spectrophotometry of Galaxies with UV Excess. VIII . . . . .	3
<i>A. A. Yegiazarian, E. Ye. Khachikian</i> —Spectrophotometry of Galaxies with UV Excess. IX . . . . .	13
<i>N. K. Andreasian</i> —On the Spectrum of the Galaxy NGC 4753 . . . . .	21
<i>V. S. Artyukh, V. H. Malumlan</i> —Observations of Double Galaxies at a Frequency 102 MHz . . . . .	24
<i>A. P. Mahtessian, M. A. Hovhannisslan</i> —Observations of Galaxies in Groups at 102 MHz . . . . .	31
<i>H. M. Tovmassian</i> —On the Forms of Activity of Galaxies with UV-Excess . . . . .	40
<i>V. A. Sanamlan, M. A. Hovhannissian</i> —The Analysis of Radio Observational Data of the Byurakan Classification Galaxies . . . . .	46
<i>S. G. Iskudarian</i> —Central Parts of Some Irr II Type Candidates . . . . .	52
<i>M. A. Hovhannisslan</i> —Radiospectra of Galaxies of the Byurakan Classification . . . . .	55
<i>J. B. Ohanessian</i> —Analysis of Stellar Ultraviolet Fluxes Obtained by „Orlon-2“ . . . . .	59
<i>S. S. Rustambekova</i> —Determination of Parameters of Components of Binary Systems Based on Ultraviolet Spectra . . . . .	75
<i>R. A. Epremyan</i> —Absolute Spectrophotometric Investigation of Double Stars Around $\gamma$ Cas in Ultraviolet and Visible Regions . . . . .	89
<i>M. H. Eritsian</i> —The Electrophotometric Observations of CH Cyg . . . . .	98
<i>L. V. Mirzoyan</i> —Stellar Associations and Regions of Star Formation . . . . .	101
<i>R. A. Vardanian, M. H. Eritsian</i> —Polarimetric Observations of the Halley Comet . . . . .	107
<i>V. G. Panajian</i> —On an Application of the Two-Channel Phase-Switching Interferometer . . . . .	110
<i>T. Yu. Magaklan</i> —The Package of Programmes for Approximation by Orthonormalized Polynomials . . . . .	115
<i>M. Sh. Karapettian</i> —On the Possibility of Statistical Spectral Classification of Stars . . . . .	125
<i>A. V. Oskanian Jr.</i> —New Refrigeration Box for the Photoelectric Photometer . . . . .	135
<i>G. H. Broutian</i> —References in Armenian Medieval Literature about Two Comets of the Sixth and the Seventh Centuries . . . . .	138
<i>J. S. Gariblan</i> —Chronicle . . . . .	145
The list of papers published in the issues of XLI—LX . . . . .	158

Ր Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Ա. Ա. Եղիազարյան, Է. Ն. Խաչիկյան—Գերմանուշակ ավելցուկով գալակտիկաների սպեկտրայության աչափական ուսումնասիրություն VIII	3
Ա. Ա. Եղիազարյան, Է. Ն. Խաչիկյան—Գերմանուշակ ավելցուկով գալակտիկաների սպեկտրայության աչափական ուսումնասիրություն IX	13
Ն. Կ. Անդրեասյան—NGC 4753 գալակտիկայի սպեկտրի մասին	21
Վ. Ս. Աբալյուս, Վ. Հ. Մալումյան—Կրկնակի գալակտիկաների դիտումները 102 ՄՀց հաճախությունում	24
Ա. Պ. Մանտեայան, Մ. Ա. Հովհաննիսյան—Փայլակտիկաների դիտումները խմբերում 102 ՄՀց հաճախությունում	31
Հ. Մ. Քովմասյան—Գերմանուշակ ավելցուկ ճառագայթումով գալակտիկաների ակտիվության ձևերի մասին	40
Վ. Ա. Սանամյան, Մ. Ա. Հովհաննիսյան—Բյուրականյան դասակարգում ունեցող գալակտիկաների ռադիոդիտումների տվյալների վերլուծությունը	46
Ս. Գ. Իսկուղաբյան—IGR-II տիպի գալակտիկաների մի քանի թեկնածուների կենտրոնական տիրույթների մասին	52
Մ. Ա. Հովհաննիսյան—Բյուրականյան դասակարգում ունեցող գալակտիկաների ռադիոսպեկտրները	55
Ջ. Բ. Հովհաննիսյան—«Օրիոն»-2» աստղադիտակով ստացված աստղային գերմանուշակ հոսքերի վերլուծությունը	59
Ս. Ս. Թուստամբեկովա—Աստղազույգերի բաղադրիչների հատկանիշների որոշումը կարճալիք սպեկտրների օգնությամբ	75
Թ. Ա. Նվիրեմյան— $\gamma$ CoS շրջակայքում կրկնակի աստղերի բացարձակ սպեկտրայության աչափությունը սպեկտրի գերմանուշակ և տեսանելի տիրույթներում	89
Մ. Հ. Ներսիսյան—Կարապի CH աստղի էլեկտրայության աչափական դիտումները	98
Լ. Վ. Միրզոյան—Աստղասփյուռները և աստղառաջացման տիրույթները	101
Թ. Ա. Վարդանյան, Մ. Հ. Ներսիսյան—Հայլեյի դիսպլոր բևեռաչափական դիտումները	107
Վ. Գ. Փանաջյան—Գուլային միտանաչափումով երկուդի ինտերֆերոմետրի մի կիրառության մասին	110
Տ. Գու. Մաղախյան—Օրթոհորմալոիված բաղման դամներով մոտարկման ժրագրերի հավաքածու	115
Մ. Շ. Կուրապետյան—Աստղերի միենակադրական սպեկտրայ դասակարգման հնարավորության մասին	125
Ա. Վ. Օսկանյան, կրտսեր—էլեկտրայության աչափի լուսարագմասպատկիչի նոր ստեղծվող տուփ	135
Կ. Հ. Բրուտյան—VI և VII դարերի երկու գիսավորների մասին հիշատակություն հայ մատենագրության մեջ	138
Ջ. Ս. Ղաբիրյան—Լրատու	145
XLI—XL—սրահներում հրատարակված հոդվածների ցուցակ	158