

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  $m_{\text{рж}}=10^{\text{m}}4$ . 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.

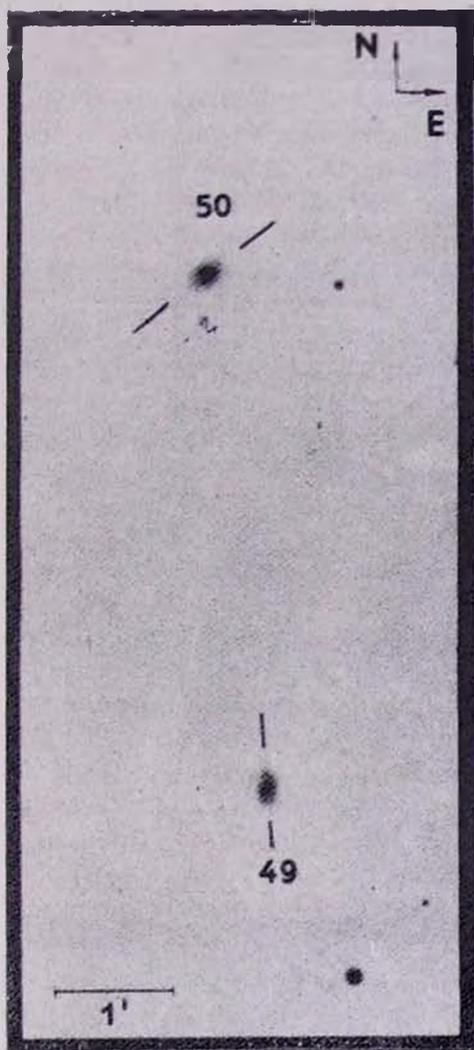


Рис. 1. Репродукция прямых снимков галактик № 49 и 50

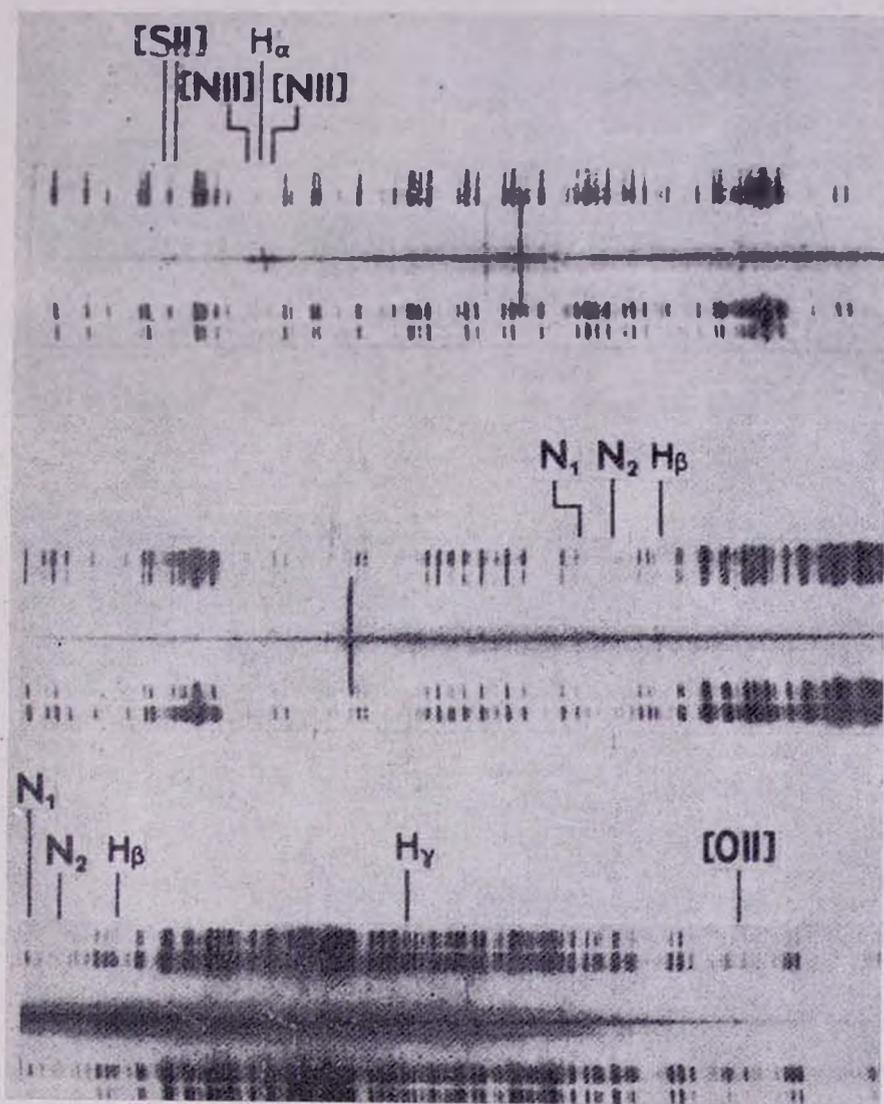


Рис. 2. Спектры галактики № 49

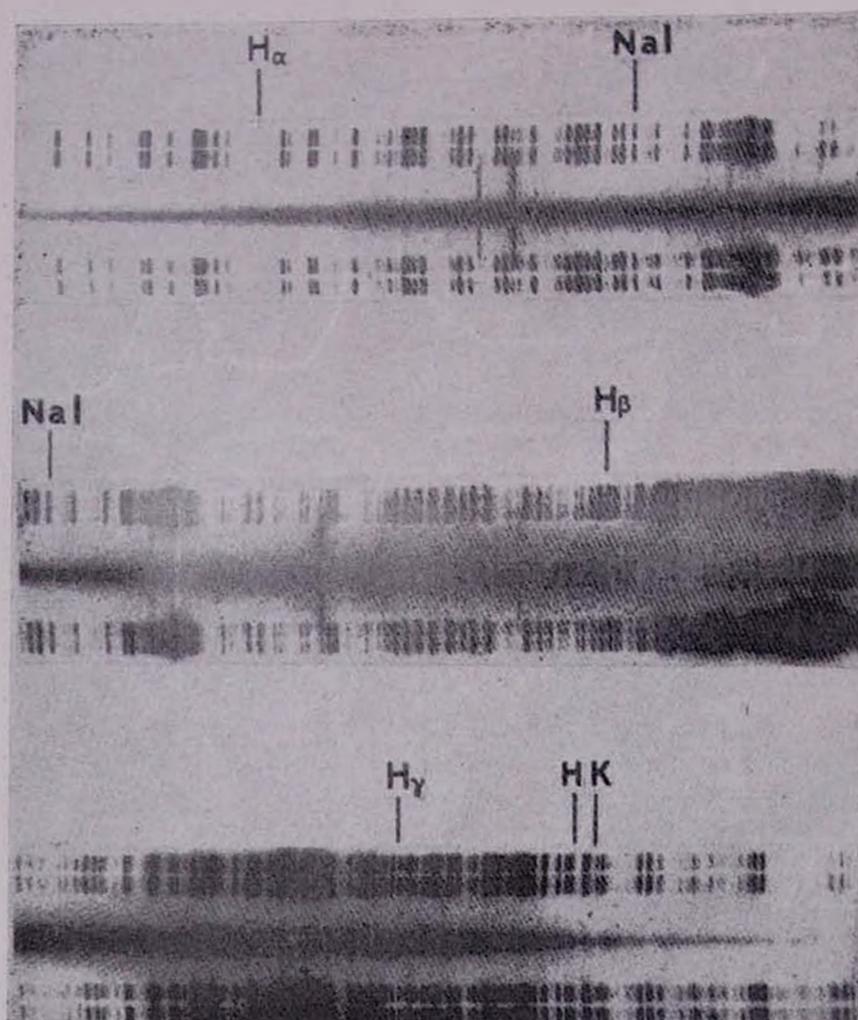


Рис. 3. Спектры галактики № 50

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

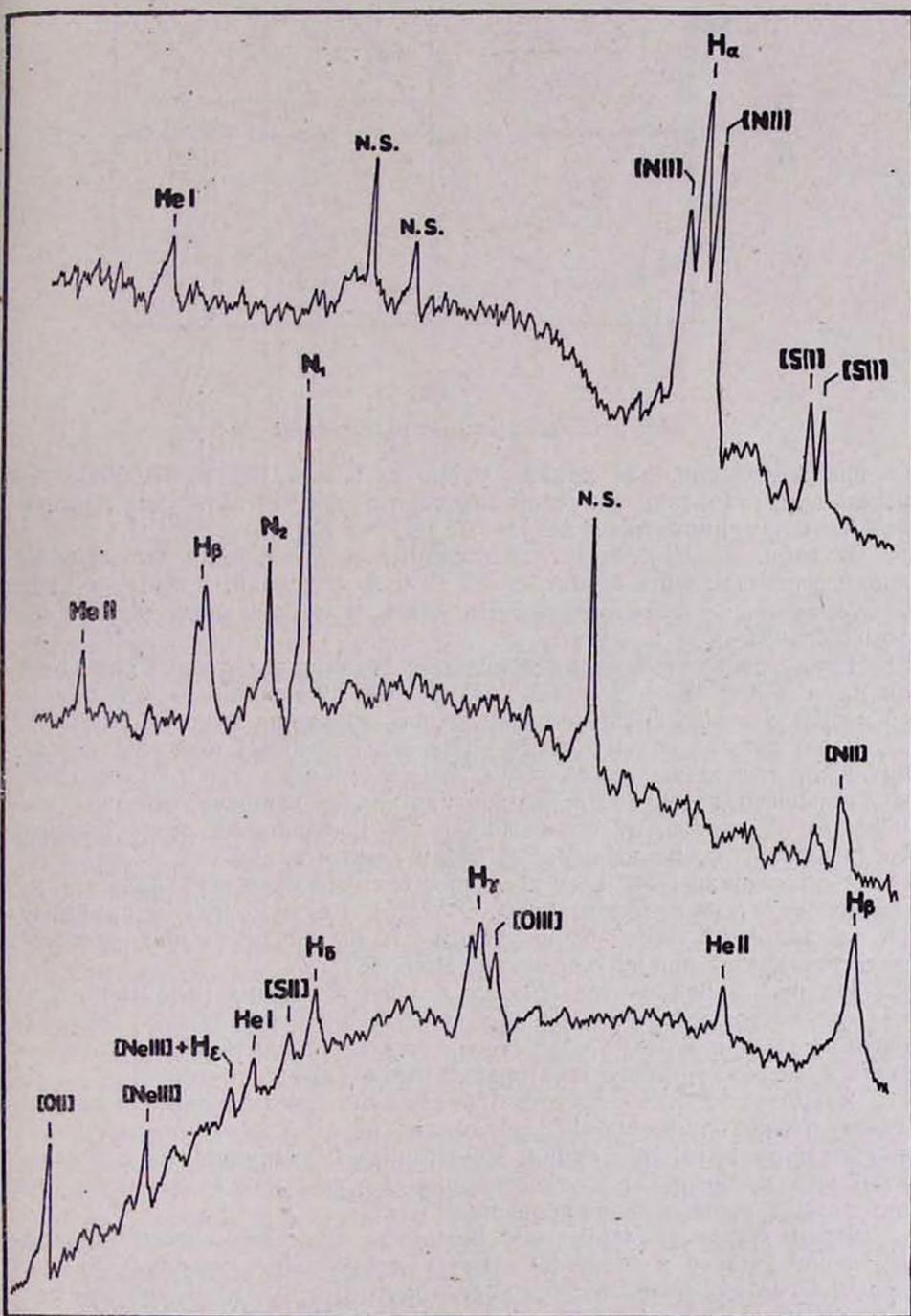


Рис. 4. Регистрограммы спектров ядра галактики № 49

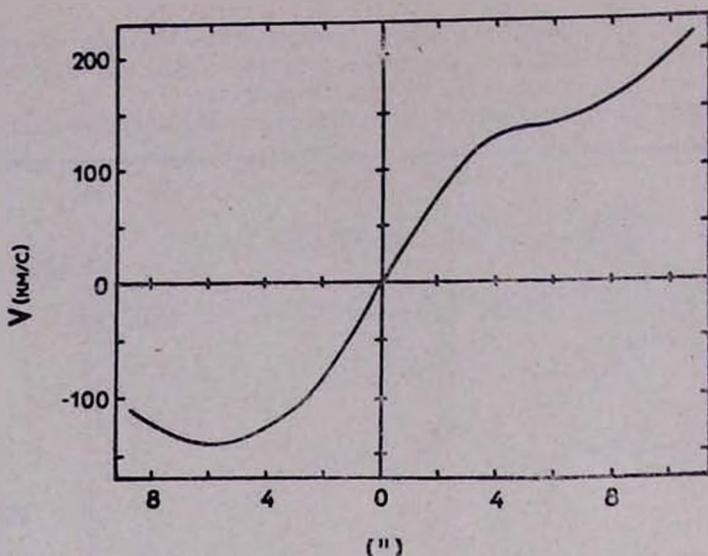


Рис. 5. Кривая вращения галактики Каз 49

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 <sub>2</sub>	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 <sub>3</sub>	4861	1.0	1.0	1.0
HeII	4686	+		
[OII]	4363	} 1.0		
H <sub>7</sub>	4340			
H <sub>6</sub>	4102	0.6		
[SII]	4076	} +		
[SII]	4069			
HeI	4026	+		
H <sub>4</sub>	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<sub>2</sub> и H<sub>3</sub> 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  $I([\text{OIII}] + [\text{OII}])/I(\text{H}\beta)$ ,  $I([\text{OIII}])/I([\text{NII}])$  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.

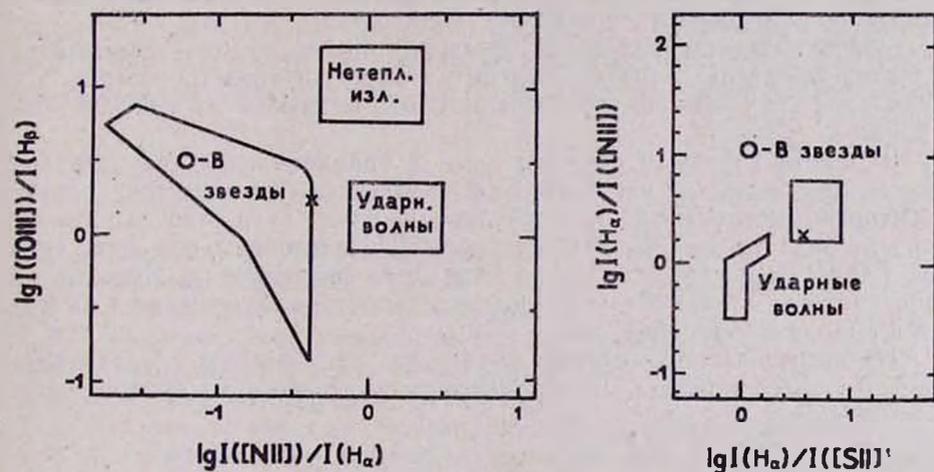


Рис. 6. Положение ядра галактики № 49 в двумерных классификационных схемах по [35, 36] (контуры показывают границы изменения отношений  $[\text{OIII}]/H_\beta$ ,  $[\text{NII}]/H_\alpha$ ,  $[\text{SII}]/H_\alpha$  при разных механизмах ионизации)

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.

Ա. Ա. ԵՂՆԱԶԱՐՅԱՆ, Է. Ե. ԽԱՇԻԿՅԱՆ

ԳՆՐՄԱՆՈՒՇԱԿ ԱՎԵԼՑՈՒԿՈՎ 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. Казарян, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 13, 415, 1977.
33. А. А. Егиазарян, М. А. Казарян, 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. Егиазарян, *Сообщ. Бюраканской obs.*, 58, 68, 1986.
39. А. А. Егиазарян, *Астрофизика*, 25, 425, 1986.
40. А. А. Егиазарян, Э. Е. Хачикян, *Сообщ. Бюраканской obs.*, 60, 15, 1987.
41. М. А. Казарян, *Астрофизика*, 20, 35, 1984.
42. В. С. Тамазян, *Астрофизика*, 20, 43, 1984.