

# АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

## АСТРОФИЗИКА

ТОМ 17

ФЕВРАЛЬ, 1981

ВЫПУСК 1

УДК 524.7.77

### СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ГАЛАКТИКИ МАРКАРЯН 290

И. И. ПРОНИК, Л. П. МЕТИК

Поступила 6 марта 1980

Принята к печати 3 июня 1980

Приведены новые данные о структуре ядерной области галактики Маркарян 290 (тип *Sy 1*). Спектрограммы получены в первичном фокусе 6-м телескопа с применением спектрографа UAGS с ЭОП. На расстоянии  $1''$  от ядра «b» галактики Маркарян 290 в направлении на звездopodobный объект «a» (расположенный в  $8''$  ( $4.5$  кпс) к юго-востоку от ядра) обнаружено газовое образование. По виду эмиссионных линий оно похоже на ядро галактики типа *Sy 1*. Для ядра галактики Маркарян 290 получены контуры водородных линий и относительные интенсивности эмиссионных линий. Контуры линий  $H\beta$  и  $H\gamma$  асимметричны. Причем их асимметрия меняется со временем. Получены некоторые параметры оболочки ядра. Электронная температура равна  $20\,000^\circ\text{K}$ . Электронная плотность  $\approx 10^9\text{ см}^{-3}$ , масса  $\approx 4 M_\odot$ . Сделано предположение, что околоядерная голубая газовая конденсация могла образоваться в результате взаимодействия галактики с возможным ее спутником — деталью «a».

1. *Введение.* Галактика Маркарян 290 является компактным образованием сферической формы, высокой поверхностной яркости (класс *s1e* по классификации Маркаряна [1]). Красное смещение ее равно  $0.029$  (при  $H = 75\text{ км/с Мпс}$ ,  $1''$  соответствует  $560\text{ пс}$ ). Абсолютная звездная величина ее равна  $-20^m6$  [2]. В системе *UBV* ее наблюдали Видман [3] и Аракелян, Дибай, Лютый [4]. По характеру эмиссионного спектра излучения ядра Хачикян и Видман [5] отнесли галактику Маркарян 290 к типу *Sy 1*. Они нашли, что полуширина зеленой линии  $[O III]$  в спектре излучения ее ядра равна  $410\text{ км/с}$ , а линии  $H\beta$  — более  $1600\text{ км/с}$ . Детально эквивалентные ширины и ширины эмиссионных линий в спектре излучения ядра галактики Маркарян 290 исследовали Аракелян, Ди-

бай и Есипов [6], а также Маркарян [7, 8]. Брюн и Саржент получили распределение энергии по длинам волн в спектре излучения ядра галактики в абсолютных единицах [9]. Оно оказалось близким к распределению энергии в непрерывном спектре квазаров.

Многоцветная фотометрия галактики Маркарян 290, проведенная нами по снимкам, полученным в девяти фильтрах [10], показала, что эта галактика похожа на известную пекулярную галактику NGC 1275. В видимом свете обе галактики имеют сфероидальную форму, а в голубых лучах в околоядерных областях галактик наблюдаются конденсации. Около ядра галактики NGC 1275 такая голубая конденсация была открыта Бербиджами [11]. О наличии конденсации близ ядра галактики Маркарян 290 мы предположили на основании результатов многоцветной фотометрии [10]. Кроме этого, у обеих галактик на расстоянии нескольких кпс от их ядер были обнаружены звездообразные детали. Распределение энергии в непрерывном спектре этих деталей не похоже на распределение энергии в спектре излучения одиночной звезды. Мы предположили, что звездообразные детали являются спутниками соответствующих галактик, а голубые конденсации вблизи ядер — это результат взаимодействия спутника с галактиками. Для проверки этого предположения были проведены специальные спектральные наблюдения. Результаты исследования центральной области галактики NGC 1275 приведены нами в работе [12]. Мы обнаружили, что между этой галактикой и ее спутником в месте расположения голубой конденсации существует поток газа с дисперсией скоростей порядка нескольких тысяч км/с. Результаты исследования галактики Маркарян 290 и ее предполагаемого спутника приводятся в этой статье.

2. *Наблюдательный материал* получен 12—15 января 1977 г. В. А. Афанасьевым в прямом фокусе 6-метрового телескопа со спектрографом UAGS. Положение щели спектрографа во время наблюдений показано на рис. 1. Щель проектировалась на ядро галактики и красную звездообразную деталь «а» — предполагаемый спутник галактики Маркарян 290. Для регистрации спектров использовался трехкаскадный ЭОП УМ-92. Спектры фотографировались на пленке А-600. Рабочая дисперсия в спектральной области 3700—7300 Å составляла 93—98 Å/мм. Исследованный спектральный интервал перекрывался тремя спектрограммами, полученными при разных углах поворота дифракционной решетки. Было получено 5 спектрограмм с экспозициями от 2<sup>м</sup> до 25<sup>м</sup> без расширения. Изображения при фотографировании красной области спектра галактики Маркарян 290 были 0,8, а при фотографировании синей области — 1,5. Ширина щели спектрографа при этом равнялась 0,8.

В спектре излучения ядра галактики Маркарян 290 видны яркие эмиссионные линии  $H_{\alpha} + [N II] - H_{\alpha}$ , 4959 и 5007 [O III] и угадываются ли-

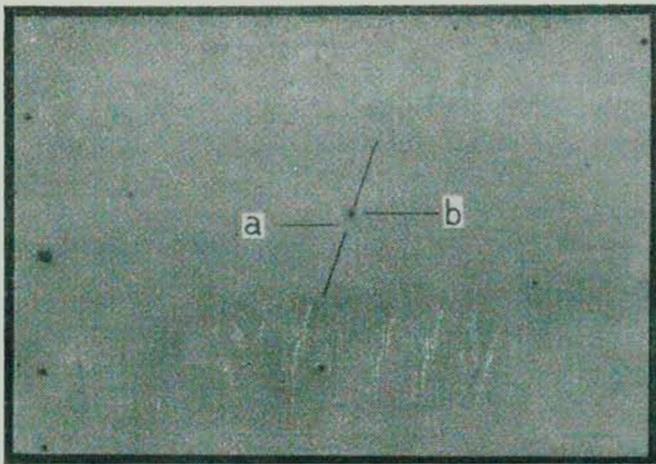


Рис. 1. Карта окрестности галактики Маркарян 290 — копия снимка, полученного на 2,6-м телескопе КРАО с фильтром  $\lambda_{\text{инф.}} = 7400 \text{ \AA}$  [10]. «а» — предполагаемый спутник, «б» — ядро галактики. Прямая линия указывает направление щели спектрографа во время наблюдений. Масштаб — 5,5 в 1 мм. Север вверху, восток слева.

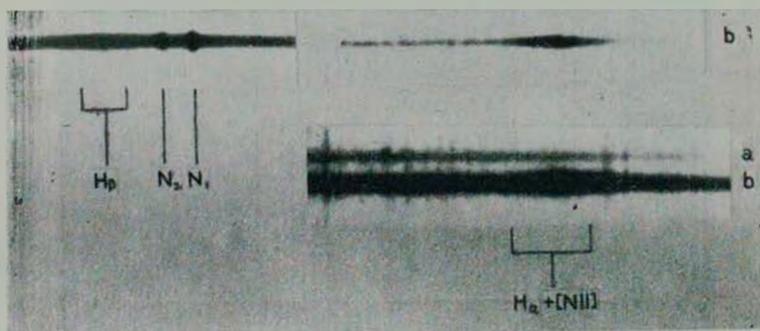


Рис. 2. Спектры околоядерной области галактики Маркарян 290:верху — с меньшей экспозицией, внизу — с большей: «а» — предполагаемый спутник, «б» — ядро галактики (см. рис. 1); на спектрахверху — юго-восток (направление на спутник «а»). Длины волн растут слева направо.

К ст. И. И. Проник, Л. П. Метик

нии [S II] 6717—31 Å. Спектр характерен для объектов типа Sy 1. В спектре излучения объекта «а», расположенного на расстоянии 8" (или 4.5 кпс) юго-восточнее ядра галактики, мы не обнаружили ни линий излучения, ни линий поглощения. Фотографии спектров излучения центральной области галактики Маркарян 290 в области самых ярких эмиссионных линий —  $H_{\beta}$ , 4959 и 5007 Å [O III] и  $H_{\alpha} + [N II]$  показаны на рис. 2. При внимательном рассмотрении снимка (рис. 2) можно заметить некоторое усиление яркости этих четырех линий поперек дисперсии в направлении на деталь «а». Интересно, что в линии  $H_{\alpha}$  усиление яркости наблюдается по всей ширине линии, включая и крылья, а не только в узкой центральной части, как у других галактик сейфертовского типа.

Все имеющиеся спектрограммы были измерены на нерегистрирующем микрофотометре с ФЭУ. Построенные затем регистрограммы использовались для анализа непрерывного и линейчатого спектров излучения ядра и околоядерной области галактики Маркарян 290, а также ее предполагаемого красного спутника — детали «а».

3. Спектр околоядерной области галактики Маркарян 290. Наибольший интерес представляло исследование обнаруженной нами особенности свечения околоядерной области галактики Маркарян 290: усиление яркости линий  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$  и [O III] в направлении на деталь «а». Для получения количественных данных были измерены все спектры поперек дисперсии в пиках яркости этих линий и соседних участках непрерывного спектра. Результаты приведены на рис. 3 и 4. Из рис. 3 следует, что в голубых

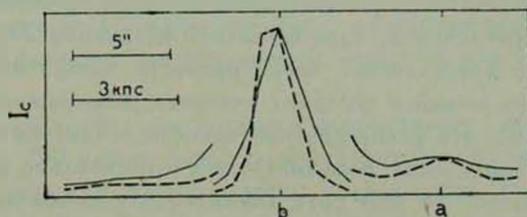


Рис. 3. Распределение яркости излучения в околоядерной области галактики Маркарян 290 в непрерывном спектре: сплошная линия — вблизи линий  $H_{\beta}$  и [O III], прерывистая — вблизи линии  $H_{\alpha}$  («а» и «b» — то же, что и на рис. 1). Шкалы интенсивностей для центральной области и ореола галактики разные. Средняя квадратичная ошибка в определении среднего значения яркостей составляет 16 и 13% для голубой и красной областей спектра соответственно.

лучах непрерывного спектра галактика имеет небольшой избыток излучения в направлении на деталь «а» на всем протяжении от ядра до этой детали. Об этой особенности околоядерной области галактики Маркарян 290 мы уже упоминали ранее, при фотометрии галактики [10]. Спектральные измерения подтверждают это. Аналогичный, но несколько меньший эф-

фект наблюдается и в красной области спектра. Это может свидетельствовать о том, что близ ядра галактики, в направлении на деталь «а» (по сравнению с окружающим звездным фоном) наблюдается повышение пространственной плотности звезд. Причем, звезд ранних спектральных классов здесь, по-видимому, немного больше.

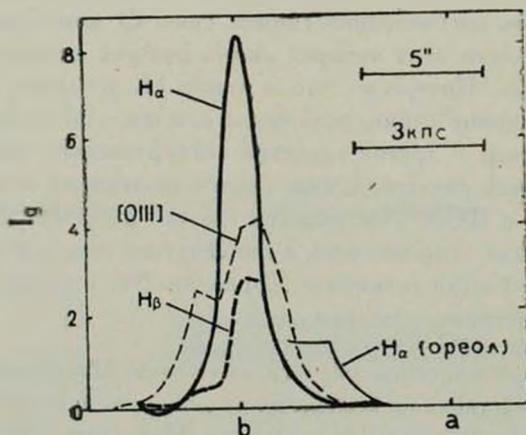


Рис. 4. Распределение яркости излучения газа в спектральных линиях в околоядерной области галактики Маркарян 290: (см. текст) «а» и «b» — то же, что на рис. 1. Интенсивности излучения центральной области и ореола галактики приведены в разных единицах.

На рис. 4 представлено распределение яркости галактики в эмиссионных линиях в направлении от ядра галактики Маркарян 290 до детали «а». Величина яркости представляет собой разности яркостей, измеренных в пиках эмиссионных линий и соседних участках непрерывного спектра. Из рис. 4 также видно, что распределение яркости галактики в эмиссионных линиях в этом направлении несимметрично относительно центра полосы непрерывного спектра: во всех трех линиях наблюдается избыток излучения в направлении на деталь «а». Причем, в линии  $H_{\alpha}$  и  $[O III]$  это заметно в непосредственной близости от ядра на расстоянии  $< 1''$  (560 пс), а в линии  $H_{\beta}$  наблюдается и в ореоле галактики, т. е. на расстоянии  $5''$  или 3 кпс от ядра.

Таким образом, полученные спектральные данные свидетельствуют о наличии в околоядерной области галактики Маркарян 290 конденсации голубоватого цвета, состоящей из звезд и газа. Ширины водородных и запрещенных линий в спектре излучения этой конденсации такие же, как в спектре излучения сейфертовского ядра галактики Маркарян 290, т. е. типа Sy 1 (см. рис. 2).

Какова природа образования, обнаруженного около ядра галактики Маркарян 290, пока сказать трудно. Ясно только, что оно не тождественно голубой конденсации около ядра галактики NGC 1275, открытой Бербиджами [11] и исследованной нами [12]. В том случае мы имели обычную сверхассоциацию голубых звезд, содержащую газы туманности, какие наблюдаются и в нашей Галактике, и других галактиках. Голубая конденсация галактики Маркарян 290 по спектру излучения больше похожа на образование ядерного типа. Здесь возможны два случая: либо галактика Маркарян 290 имеет два ядра сейфертовского типа 1, либо одно ядро такого же типа, но сильно вытянутое в сторону детали «а». В последнем случае размер образования должен быть несколько сот парсек. Этот случай менее вероятен, т. к. ядра типа  $Sy 1$ , излучающие в широких линиях водорода, имеют размеры  $< 1$  пс. «Вытянутость» такого небольшого образования на наших спектрах заметить невозможно.

Полученные нами данные позволяют предположить, что пекулярность ядра (его двойственность или необычная асимметрия) есть результат взаимодействия галактики с красной деталью «а».

Отсутствие линий поглощения и излучения на наших спектрах детали «а» не позволяет определить ее красное смещение и расстояние до нее, но позволяет утверждать, что деталь «а» не является звездой нашей галактики позднего типа. А ранее в [10] мы показали, что деталь эта не может быть и сильно покрасневшей звездой раннего спектрального класса. Поэтому, мы считаем возможным предположить, что деталь «а» — взаимодействующий спутник галактики Маркарян 290. Объектом, через который осуществляется взаимодействие, или результатом этого взаимодействия является голубое образование с широкими водородными линиями в спектре излучения, расположенное между ядром галактики и деталью «а».

Для выяснения природы голубого околоядерного образования галактики Маркарян 290 нужны специальные спектральные наблюдения с высоким позиционным и спектральным разрешением. На наших снимках нельзя разрешить ядро и околоядерную деталь галактики Маркарян 290, а спектр представляет суммарный спектр обоих образований. Но все же мы рассмотрели этот спектр по возможности детально, чтобы выяснить, не заметны ли на нем следы излучения околоядерной детали.

4. Спектр излучения ядра галактики Маркарян 290. Регистрограмма голубой области спектра излучения ядра галактики Маркарян 290 показана на рис. 5. Видны широкие асимметричные линии  $H_{\alpha}$  и  $H_{\gamma}$ , имеющие многокомпонентные профили, и узкие линии  $[O III]$ ,  $N_1$  и  $N_2$ . Здесь же приведена регистрограмма спектра ядра галактики, полученная в 1970 г.

Аракеляном, Дибам и Есиповым [6]. Сравнивая обе регистрограммы, мы видим, что контуры линий  $H_4$  и  $H_7$  различаются. В обоих случаях контуры линий несимметричны, но в 1970 г. у них более пологим было голубое крыло, а в 1977 г.— красное. Брюн и Саргент [9] получили запись спектра ядра галактики Маркарян 290 в 1974 г., на которой линии  $H_3$  и  $H_7$  имели почти симметричные профили.

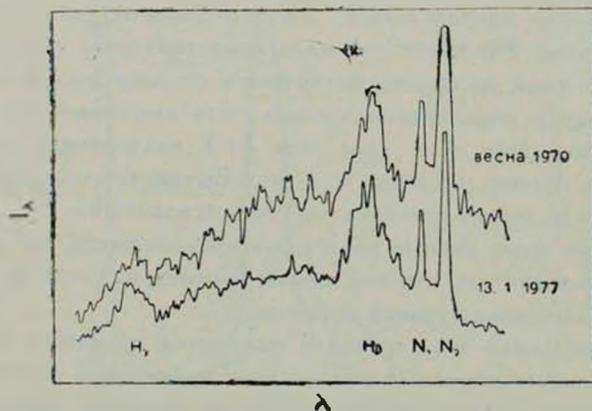


Рис. 5. Регистрограммы спектров излучения ядра галактики Маркарян 290, полученные в разные даты наблюдений. Верхняя регистрограмма взята из работы [6].

На рис. 6 мы приводим профили линий  $H_4 + [N II] - H_3$  спектра излучения ядра галактики Маркарян 290 от 13 января 1977 г. По оси абсцисс отложены скорости в км/с. Как видно, контуры линий не гладкие — на них имеется множество деталей. Более крупные детали контуров повторяются от линии к линии. Они имеют ширины больше 10 Å, что соответствует на пленке  $\sim 0.1$  мм. Эта величина примерно в два раза превосходит линейное разрешение примененного ЭОП. Относительная интенсивность одних и тех же деталей в контурах различных линий неодинакова. Контур линии  $H_4$  более симметричен по сравнению с контурами других водородных линий, мало похож на контуры линий  $H_3$  и  $H_7$ , тогда как последние очень сходны между собой. Это может говорить о том, что газовая оболочка ядра галактики Маркарян 290, в которой возникают широкие бальмеровские линии, оптически непрозрачна, по крайней мере в линии  $H_4$ . По форме контуры бальмеровских линий напоминают контуры линий газовых облаков, движущихся с градиентом скорости.

В табл. 1 и 2 мы приводим эквивалентные ширины и ширины эмиссионных линий в спектре ядра галактики Маркарян 290, полученные нами и другими авторами. Здесь же даны относительные значения эквивалентных ширин эмиссионных линий и их средние значения по двум или

трем наблюдениям. Средняя квадратичная ошибка определения среднего значения эквивалентной ширины линии невелика. Значит, в приведенных трех случаях яркости линий и непрерывного спектра оболочки ядра галактики Маркарян 290 или не менялись, или менялись синхронно. Кроме того, малая ошибка означает также, что существенных изменений градиен-

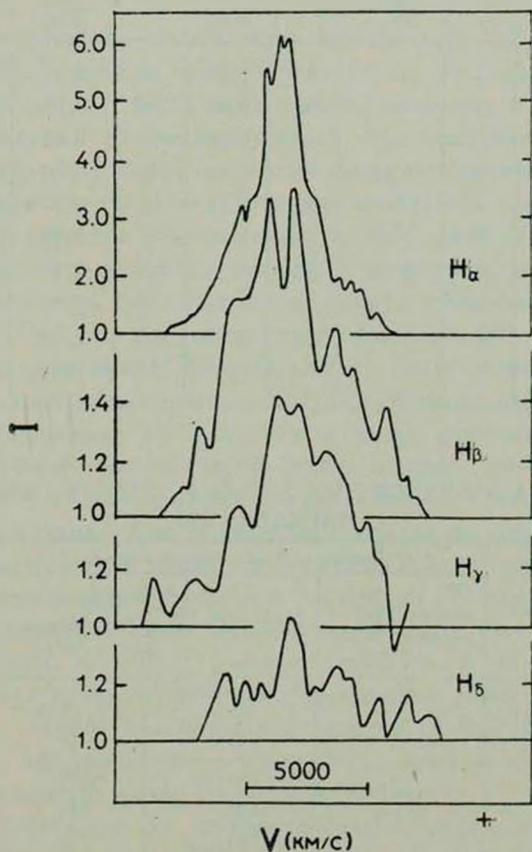


Рис. 6. Профили водородных линий в спектре излучения ядра галактики Маркарян 290. По оси абсцисс отложены скорости в км/с.

та непрерывного спектра ядра галактики также не наблюдалось. Поэтому мы воспользовались распределением энергии в непрерывном спектре ядра галактики Маркарян 290, приведенным Брюном и Саргентом в [9], и по относительным эквивалентным ширинам эмиссионных линий определили их относительные интенсивности. Результаты даны в табл. 1.

Таблица 1

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ ГАЛАКТИКИ  
МАРКАРЯН 290

Линия	Элемент	Время наблюдений и ссылки							Относитель- ные интенсив- ности линий
		Осень 1969— весна 1970 [4]		Май 1974 [9]		Январь 1977 (настоящая ра- бота)		$\frac{W_\lambda}{W_{H_\alpha}}$ среднее	
		$W_{v^0}$	$\frac{W_\lambda}{W_{H_\beta}}$	$W_{\lambda^0}$	$\frac{W_\lambda}{W_{H_\beta}}$	$W_{\lambda^0}$	$\frac{W_\lambda}{W_{H_\beta}}$		
3889	H <sub>8</sub> +HeI	—	—	13	0.20	12	0.14	0.17 ± 18 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	0.20
3970	H <sub>8</sub>	—	—	5	0.08	8	0.09	0.08 ± 8	0.09
4101	H <sub>8</sub>	—	—	17	0.26	16	0.18	0.22 ± 18	0.23
4340	H <sub>7</sub>	25:	0.50	43	0.65	53	0.60	0.58 ± 7	0.56
4686	HeII	—	—	12	0.18	10	0.11	0.15 ± 25	0.15
4861	H <sub>β</sub>	50	1.00	66	1.00	88	1.00	1.00	1.00
4959	[O III]	9	0.18	15	0.23	13	0.15	0.19 ± 11	0.18
5007	[O III]	25	0.50	49	0.74	38	0.43	0.56 ± 16	0.51
6563	H <sub>α</sub>	200	4.00	290	4.39	350	3.98	4.12 ± 3	3.09
6717-31	[S II]	—	—	6:	0.09	13:	0.15:	0.12 ± 25	0.80:

Таблица 2

ШИРИНА ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ ГАЛАКТИКИ  
МАРКАРЯН 290

Линия $\lambda, \text{A}$	Элемент	Время наблюдений и ссылки			Средние зна- чения
		Осень 1969— весна 1970 [4]	Май 1974 [9]	Январь 1977 (настоящая ра- бота)	
3889	H <sub>8</sub> +HeI	—	85 A	75 A	80 A ± 6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
3970	H <sub>8</sub>	—	90	55	72 ± 25
4101	H <sub>8</sub>	—	130	100	115 ± 13
4340	H <sub>7</sub>	100 A	180	140	140 ± 20
4686	He II	—	150	105	127 ± 18
4861	H <sub>β</sub>	150 A	180	160	163 ± 5
4959	[O III]	—	40	40	40 ± 0
5007	[O III]	—	60	45	52 ± 15
6583	H <sub>α</sub>	200 A	280	185	222 ± 13

По полученным относительным интенсивностям водородных линий, после учета влияния межзвездного поглощения по данным Видмана [3], был определен средний (по данным наблюдений за 1970—1977 гг.) балмеровский декремент спектра излучения ядра галактики Маркарян 290:

$I_{H_2} : I_{H_3} : I_{H_4} : I_{H_5} : I_{H_6} = 2.17 : 1.00 : 0.61 : 0.26 : 0.11$ . При определении считалось, что доля линий [N II] в яркости бленды  $H_2 + [N II]$  составляет 15%, как обычно принимается для спектров ядер типа Sy 1 [13]. Бальмеровский декремент мы в дальнейшем использовали для определения физических условий в газовой оболочке ядра галактики Маркарян 290, которая излучает широкие водородные линии.

5. *Сопоставление бальмеровских спектров ядер галактик Маркарян 290 и NGC 7469.* Галактика NGC 7469 имеет тип Sy 1. Ее спектр подробно исследовался в [13]. Были обнаружены изменения в ее эмиссионном спектре и определены физические условия. Мы сравнили контуры эмиссионных бальмеровских линий и относительные интенсивности этих линий в спектрах ядер обеих галактик. По форме контуры бальмеровских линий в спектрах ядер галактик Маркарян 290 и NGC 7469 [13] имеют много общего. В обоих случаях контур линии  $H_2$  отличается от контуров  $H_3$  и  $H_4$ , тогда как контуры последних схожи между собой. Как в спектре ядра галактики NGC 7469, так и в спектре ядра Маркарян 290, полученном весной 1970 г., контуры линий  $H_3$  и  $H_4$  имеют более длинные фиолетовые крылья и более короткие — красные. К 1977 г. контуры этих линий в спектре галактики Маркарян 290 изменились: более длинным стало красное крыло. К сожалению, нам неизвестна форма контура линии  $H_2$  в спектре, полученном в 1970 г., но мы можем предположить, что контур этой линии практически не изменился по сравнению с контурами линий более высоких членов бальмеровской серии. Это предположение можно обосновать: на скане 1974 г., полученном Брюном и Саргентом [9] для галактики Маркарян 290, контуры всех линий бальмеровской серии (в том числе и  $H_2$ ) почти симметричны. К 1977 г. контуры линий  $H_3$  и  $H_4$  изменились, а контур  $H_2$  остался почти неизменным. Проведенное ранее в [13] исследование контуров линий бальмеровской серии в спектре ядра NGC 7469 также показало, что значительно изменяются контуры линий  $H_3$  и  $H_4$ , тогда как форма контура линии  $H_2$  почти не меняется.

В табл. 3 приведены для сравнения бальмеровские декременты спектров ядер галактик Маркарян 290 и NGC 7469. Для последней в [13] были отмечены изменения бальмеровского декремента, поэтому значения декремента приведены для всех состояний: возбужденного (18.IX.1972 г.) и спокойного (7.I.1972 г.). Как следует из данных табл. 3, средний декремент спектра излучения ядра галактики Маркарян 290 ближе декременту спектра излучения возбужденного состояния ядра галактики NGC 7469.

6. *Физические условия в газовой оболочке ядра галактики Маркарян 290* в которой наблюдаются широкие водородные линии, мы анализировали методом, примененным ранее в [13] при исследовании оболочки

Таблица 3

БАЛЬМЕРОВСКИЕ ДЕКРЕМЕНТЫ В СПЕКТРАХ ЯДЕР ГАЛАКТИК  
МАРКАРЯН 290 и NGC 7469

Линия	Маркарян 290	NGC 7460		Теоретич. декременты	
		7.01.1972	18.IX.1972	№ 1	№ 2
H <sub>α</sub>	2.17±0.08	6.34	2.37	1.09	1.61
H <sub>β</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
H <sub>γ</sub>	0.61±0.04	0.89	0.54	0.57	0.57
H <sub>δ</sub>	0.26±0.05	0.76	0.33	0.32	0.33
H <sub>ε</sub>	0.11±0.01	0.470	0.21	0.19	0.20

галактики NGC 7469. При таком методе учитываются все полученные наблюдательные данные. Итак:

1. Запрещенные линии кислорода в спектре ядра Маркарян 290 (как следует из табл. 2) намного уже водородных линий. Это означает, что в зоне свечения широких водородных линий электронная плотность  $> 10^7 \text{ см}^{-3}$ .

2. Различия в форме при сравнении контуров линий H<sub>α</sub> и линий H<sub>β</sub> и H<sub>γ</sub>, неизменность линии H<sub>α</sub> со временем и изменения в линиях H<sub>β</sub> и H<sub>γ</sub>, происшедшие за 7 лет (период наблюдений), — все это говорит о том, что оптическая толща, по крайней мере в линии H<sub>α</sub>, больше 1. Контуров водородных линий в спектре галактики Маркарян 290 по форме похожи на контуры линий газа, движущегося с градиентом скорости.

3. Ранее мы отмечали, что в спектрах ядер галактик Сейферта эквивалентные ширины находятся в прямой зависимости с показателями цвета ( $U-B$ ) своих ядер [15]. На основании этого мы предполагаем, что свечение ядер в линиях водорода рекомбинационное — под действием ультрафиолетовых квантов. Теория такого механизма свечения для слоя газа, движущегося с градиентом скорости, предложена Соболевым [16]. Соответствующие расчеты приведены в работе Боярчука [17].

4. Результаты наблюдений ядра галактики Маркарян 290 в системе  $UBV$  [3, 4], приведенные в табл. 4, показали, что больших изменений яркости со временем в видимой области спектра ее ядра не наблюдается, но определенно изменяется показатель цвета ( $U-B$ ). В нашем случае изменения произошли за время порядка двух месяцев. Это означает, что в ядре галактики Маркарян 290 размер области, излучающей непрерывный спектр, не более  $1.5 \cdot 10^{17} \text{ см}$ . По наблюдениям других галактик типа Sy 1 известно, что размеры таких областей в ядрах не более  $10^{16} \text{ см}$  [14]. Такой результат, возможно, будет получен и для галактики Маркарян 290,

если будет проведен длительный (по времени) ряд наблюдений галактики в системе  $UBV$ .

Таблица 4

ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЯДРА ГАЛАКТИКИ  
МАРКАРЯН 290 В СИСТЕМЕ  $UBV$

Дата	$D$	$V$	$B-V$	$U-B$	Литература
Июнь 1970— апрель 1971	13.5	14 <sup>m</sup> 90	+0 <sup>m</sup> 56	-0 <sup>m</sup> 92	[4]
Февраль 25-24 1971	15	14.96	+0.60	-0.62	[3]
Апрель 1971	27	14.68	+0.67	-0.71	[4]

5. Физические условия в зоне свечения широких водородных линий не постоянны со временем. Об этом можно судить по изменениям (порядка  $\leq 3$  св. лет,  $\leq 1$  пс), которые произошли за период 3—4 года (весна 1970 г.—1974 г.—январь 1977 г.) в контурах линий  $H\beta$  и  $H\gamma$  (см. рис. 5). Наблюдаемый «переход» асимметрии из «голубой» в «красную» может свидетельствовать об изменении кинематических параметров оболочки галактики Маркарян 290.

6. Ядро галактики Маркарян 290 состоит из двух образований типа  $Sy 1$ .

Для определения некоторых параметров водородной оболочки можно использовать бальмеровские декременты, приведенные в табл. 1, и сравнить их с теоретическими из работы Боярчука [17]. В последней расчеты проведены для модели движущейся оболочки, предложенной Соболевым. Параметры теоретической модели в [17] следующие:  $T_*$  — температура ионизирующего излучения,  $T_e$  — электронная температура газовой оболочки,  $\omega$  — коэффициент дилуции излучения,  $\beta_{12}^0$  — вероятность выхода  $L_{\alpha}$ -кванта из наблюдаемой оболочки (характеризует степень прозрачности газа в водородных линиях). Предполагается, что физические условия внутри оболочки однородны. Сопоставляя бальмеровские декременты оболочки ядра, наблюдаемые и теоретические из [17], мы не смогли подобрать теоретический декремент, близкий наблюдаемому для всех линий. Это удалось сделать только для некоторых из них. Аналогичный случай отмечен в [13] для ядра галактики NGC 7469. Наиболее близкие два варианта подбора наблюдаемых и теоретических декрементов для ядра Маркарян 290 приведены в табл. 3. Для относительных интенсивностей линий  $H\beta$ ,  $H\gamma$ ,  $H\delta$  согласие хорошее и плохое для  $I_{H\gamma} : I_{H\beta}$  и  $I_{H\delta} : I_{H\beta}$ . Такой результат может свидетельствовать о том, что предположение об однородности физических условий в оболочке ядра галактики Маркарян 290 —

неверно. По крайней мере, линию  $H_\alpha$  излучают не одна, а несколько областей с неодинаковыми физическими условиями.

Необходимо отметить, что при определении бальмеровского декремента оболочки галактики Маркарян 290 не было учтено межзвездное поглощение света, которое может быть внутри галактики или ее ядра. Для анализа этого обстоятельства мы приняли, что поглощение внутри галактики Маркарян 290 (или ее ядра)  $A_V$  может быть  $0^m8$  или  $1^m0$ . Исправленные в соответствии с этим значением наблюдаемые бальмеровские декременты мы еще раз сравнили с теоретическими из [17]. Результат тот же: нельзя подобрать для всех линий такой теоретической бальмеровский декремент, чтобы он совпадал с наблюдаемым.

Таким образом, вывод о неоднородности физических условий внутри водородной оболочки ядра галактики Маркарян 290 правильный и в случае отсутствия, и в случае наличия межзвездного поглощения в самой галактике.

По подобранным теоретическим моделям мы определили параметры оболочки для моделей № 1 и 2 табл. 3. Значения параметров даны в табл. 5. Здесь  $D_*$  — размер ядра, излучающего непрерывную эмиссию,  $D_{\text{обол.}}$  — размер водородной оболочки,  $N_e$  — средняя электронная плотность водородной оболочки, вычисленная по полному потоку излучения оболочки в линии  $H_\beta$ . Величина этого потока по данным Брюна и Саржента [9] равна  $3.2 \cdot 10^{-13}$  эрг/с·см<sup>2</sup>.  $M/M_\odot$  — масса водородной оболочки, выраженная в массах Солнца.

Таблица 5

ПАРАМЕТРЫ ВОЗМОЖНЫХ МОДЕЛЕЙ ВОДОРОДНОЙ  
ОБОЛОЧКИ ЯДРА ГАЛАКТИКИ МАРКАРЯНА 290

Параметры	№ 1		№ 2	
$T_e$	20 000 К		40 000 К	
$T_0$	20 000°К		40 000 К	
$\omega$	$10^{-1}$		$10^{-6}$	
$F_{12}^0$	$2.5 \cdot 10^{-3}$		$10^{-6}$	
$D_*$ см	$10^{16}$	$10^{17}$	$10^{16}$	$10^{17}$
$D_{\text{обол.}}$	$1.5 \cdot 10^{16}$	$1.5 \cdot 10^{17}$	$0.75 \cdot 10^{19}$	$7.5 \cdot 10^{19}$
$N_e$ см <sup>-3</sup>	$15 \cdot 10^8$	$0.5 \cdot 10^9$	$(\sim 7.5 \text{ св. лет})$	$(\sim 7.5 \text{ св. лет})$
$M/M_\odot$	4.2	140	$20 \cdot 10^4$	$0.6 \cdot 10^4$
			$10^5$	$10^6$

Анализ данных, приведенных в столбцах № 1 и 2 табл. 5, показал, что параметры для модели № 2 неприемлемы. В этом случае получается, что  $N_e < 10^6$  и очень большой размер оболочки. А он должен быть не

больше 3 св. лет, если принять во внимание переменность эмиссионных линий. Все вышесказанное позволяет предположить, что теоретическая модель № 1 по своим физическим параметрам ближе к наблюдаемой газовой оболочке ядра галактики Маркарян 290, которая излучает в линиях  $H\alpha$ ,  $H\gamma$ ,  $H\delta$  и частично в  $H\epsilon$ .

Возникает вопрос: нельзя ли объяснить неоднородность физических условий внутри водородной оболочки ядра галактики Маркарян 290 влиянием обнаруженного нами околоядерного источника? По-видимому, нет. Поскольку неоднородные физические условия наблюдаются и в оболочке ядра галактики NGC 7469. Последняя, как известно, имеет только один источник свечения газа.

7. *Заключение.* Спектрофотометрическое исследование галактики Маркарян 290 позволяет считать ее ядро пекулярным среди других ядер галактик типа Sy 1.

На расстоянии  $< 1''$  от пекулярного ядра галактики Маркарян 290 в направлении ее предполагаемого спутника (конденсация «а» на рис. 1) мы обнаружили голубоватое образование с сейфертовскими особенностями I типа. Есть основания предположить, что это образование является вторым ядром галактики Маркарян 290.

Оба ядра галактики Маркарян 290 взаимодействуют, по-видимому, не только между собой, но и со спутником «а».

Двойное ядро, причем каждое из этих ядер типа Sy 2, согласно Шкловскому [18] имеет пекулярная галактика NGC 1275.

Петросян, Саакян, Хачикян [19] приводят другие примеры галактик с двойными ядрами и считают, что среди объектов с УФ-избытком это — нередкое явление. Спектральные характеристики компонентов двухъядерных сейфертовских галактик могут быть как различными (например, Маркарян 739), так и одинаковыми (галактика Маркарян 673). Оба компонента ядра Маркарян 673 имеют признаки сейфертовских галактик второго типа [19].

В случае галактики Маркарян 290 оба компонента ядра, по-видимому, обладают сейфертовскими особенностями первого типа.

Природа сейфертовских галактик с двойными (или кратными) ядрами пока не ясна. Таких объектов открыто еще немного, и они недостаточно изучены. Вполне возможно, что вторые компоненты ядра таких галактик формируются в процессе их эволюции вместе с галактиками-спутниками. Последние (или их остатки) должны наблюдаться вблизи галактик с двойными ядрами. Для подтверждения нашего предположения необходимы дальнейшие специальные наблюдения — как прямые снимки галактик, так и их спектры.

Выражаем благодарность В. И. Пронику за полезные дискуссии, В. Т. Жоголевой и Г. Е. Лактионовой за помощь в подготовке статьи к печати.

Крымская астрофизическая  
обсерватория

## SPECTROPHOTOMETRY OF THE CENTRAL REGION OF THE GALAXY MARKARIAN 290

I. I. PRONIK, L. P. METIK

New data on the structure of the central region of the galaxy Markarian 290 are presented. They are based on the spectrograms obtained in the prime focus of 6-m telescope using Zeiss spectrograph UAGS and a three stage image tube. Near the nucleus of the galaxy "b" towards the starlike object "a", disposed at 8" (4.5 kps) to S-E of the nucleus, a gaseous formation has been discovered. The emission features of this formation are like those of the Sy I type galaxy nuclei.

The hydrogen line contours and the relative intensities of emission lines have been considered.  $H_3$  and  $H_1$  profiles are asymmetric. This asymmetry has been changing with time. Assuming homogeneity of physical conditions of the shell, the following parameters were obtained:  $T_e = 20\,000^\circ\text{K}$ ,  $n_e = 10^9\text{ cm}^{-3}$ ,  $M = 4M_\odot$ . It is suggested that the blue gaseous condensation was formed by interaction of Markarian 290 galaxy with the starlike object "a" which is supposed to be a satellite of the galaxy.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 5, 581, 1969.
2. W. Sargent, *Ap. J.*, 173, 7, 1972.
3. D. Weedman, *Ap. J.*, 183, 29, 1973.
4. М. А. Аракелян, Э. А. Дибай, В. М. Лютый, *Астрофизика*, 8, 473, 1972.
5. Э. Е. Хачикян, Д. В. Видман, *Астрофизика*, 7, 389, 1971.
6. М. А. Аракелян, Э. А. Дибай, В. Ф. Есипов, Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 7, 177, 1971.
7. В. Markarian, *Astron. Astrophys.* 58, 139, 1977.
8. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 9, 5, 1973.
9. А. Bruyn, W. Sargent, *A. J.*, 83, 1257, 1978.
10. Л. П. Метик, И. И. Проник, *Изв. Крымской обс.*, 55, 188, 1976.
11. Е. М. Burbidge, G. R. Burbidge, *Ap. J.*, 142, 1351, 1965.
12. Л. П. Метик, И. И. Проник, *Астрофизика*, 15, 37, 1979.

13. *И. И. Проник*, Астрон. ж., 52, 481, 1975.
14. *В. М. Лютый*, Докторская диссертация, ГАИШ, М., 1976.
15. *И. И. Проник*, Астрон. ж., 49, 768, 1972.
16. *В. В. Соболев*, Движущиеся оболочки звезд. Изд-во ЛГУ, 1947.
17. *А. А. Боярчук*, Изв. Крымской обс., 35, 45, 1966.
18. *И. С. Шкловский*, Письма АЖ, 11, 493, 1978.
19. *А. Р. Петросян, К. А. Саакян, Э. Е. Хачикян*, Астрофизика, 15, 373, 1979.