АСТРОФИЗИКА

ТОМ 19 МАЙ, 1983 ВЫПУСК 2

УДК 524.7—355

# СПЕКТРАЛЬНОЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛАКТИК МАРКАРЯН 303 и 313

Э. Е. ХАЧИКЯН, А. Р. ПЕТРОСЯН

Поступила 7 июля 1982
Принята к печати 27 января 1983

Приведены результаты спектрального и морфологического исследования галактик Маркарян 303 и 313, в спектрах которых наблюдаются как эмиссионные, так и абсорбционные линии. Предполагается, что абсорбционный спектр этих галактик имеет звездное происхождение. Сделан вывод, что в среднем звездное население обоих объектов более раннее, чем у нормальных галактик того же морфологического типа.

1. *Введение и наблюдательный материал.* Уже первые спектральные наблюдения галактик с УФ континуумом показали, что их можно разделить на пять групп [1]. Мало изучена первая группа галактик, в спектрах которых наблюдаются как эмиссионные, так и абсорбционные линии. Обычно у этих объектов первые члены бальмеровской серии водорода находятся в эмиссии, а высшие члены — в поглощении. Такими спектрами обладают, например, галактики Маркарян 2, 100, 146 [1, 2]. Вышеописанные спектры свойственны тем галактикам, которые богаты мощными H II областями и молодыми звездами [3].

В настоящей работе приведены результаты спектрального и морфологического исследования двух таких галактик с УФ континуумом — Маркарян 303 и 313.

По одному спектру для обеих галактик получено 25/26 сентября 1973 г. одним из авторов (Э. Е. Х.) на 2.72-м телескопе Мак-Дональдской обсерватории (США) в фокусе Кассегрена с прибором UVITS с дисперсией 220 А/мм (разрешающая сила 5—6 А). Прямые снимки этих галактик получены на 6-м телескопе САО АН СССР (рис. 1a и b).

2. *Морфология и спектроскопия.* На снимке (рис. 1a) Маркарян 303, (NGC 7244), вытянута по $\delta$ и обладает компактным ядром, окруженным яркими сгущениями. Сгущения расположены несимметрично относительно ядра и непосредственно с ним не связаны. Ядро со сгущениями окруже-

но обширным, клочковатым гало. Если попытаться классифицировать эту галактику, то, по всей вероятности, она будет близка к типу Sb/c.

Определенная нами галактоцентрическая скорость Маркарян 303 равна $7880 \pm 50$ км/с. Спектральные линии галактики наклонены, что обусловлено, по-видимому, вращением галактики. Скорость вращения на максимальном радиусе, равном 7″ или 3.6 кпс (здесь и далее $H = 75$ км/с Мпс), получается $160 \pm 30$ км/с. Принимая, что галактика имеет дисковидную форму, для угла наклона галактики к лучу зрения получена величина $i \sim 58°$. Используя эти параметры, для массы галактики получим значение $\mathfrak{M} \sim 3.2 \cdot 10^{10}\ \mathfrak{M}_\odot$.

Маркарян 313 (NGC 7465) — пекулярная $SB0^+$ галактика [4], морфологическое исследование которой проведено в [5]. Она на снимке 6-м телескопа также показывает сложную структуру (рис. 1b). Центральный очень яркий, удлиненный объект, имеющий бароподобный вид, заканчивается на юге двумя сгущениями, а его северный конец постепенно, по яркости, сводится на нет. В галактике заметны и другие сгущения типа сверхассоциаций, самое яркое из которых расположено у ее восточного края.

Вычисленная по эмиссионным линиям лучевая скорость Маркарян 313 оказалась равной $2170 \pm 55$ км/с. Эмиссионные линии галактики наклонены, указывают на вращение галактики. Максимальная скорость вращения на расстоянии 7″ (1.0 кпс) от центра галактики равна $78 \pm 32$ км/с. Принимая для угла наклона Маркарян 313 (согласно Вокулеру) значение $i \sim 55°$, для массы галактики получим значение $\mathfrak{M} \sim 2.0 \cdot 10^9\ \mathfrak{M}_\odot$.

3. *Спектрофотометрия.* При получении спектров исследуемых галактик щель спектрографа была расположена в направлении север—юг. Максимальные размеры областей, излучающих в непрерывном спектре, соответственно равны: для Маркарян 303 — 12″ (6.1 кпс) и для Маркарян 313 — 10″ (1.4 кпс). А для областей, излучающих в линии $H_\alpha$, соответственно: 12″.4 (6.3 кпс) и 14″.7 (2.1 кпс). Сравнение с данными, полученными из измерений по прямым снимкам, показывает, что в спектре Маркарян 303 в основном представлена ее центральная область, а в Маркарян 313 также и периферийные области.

Как уже было отмечено, Маркарян 303 и 313 обладают «комбинационным» спектром. На рис. 2 приведены сглаженные профили некоторых линий бальмеровской серии водорода. Вид профилей линий $H_9$, $H_7$ и $H_8$ указывает на то, что центры эмиссионных компонентов линий в обоих случаях отклонены от абсорбционных компонентов в красную и синюю стороны. Эти смещения для Маркарян 303 и 313 равны приблизительно $+60$ км/с и $-200$ км/с соответственно.

Все отождествленные спектральные линии в спектрах галактик фотометрированы. Значения эквивалентных ширин и относительных интенсив-

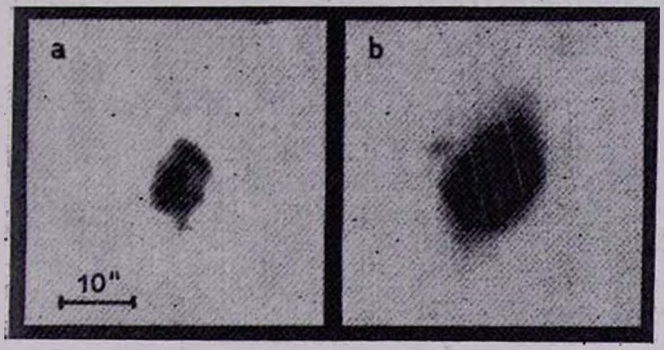


Рис. 1a, b. Снимки галактик Маркарян 303 и 313, полученные 30/31.07.76 на 6-м телескопе САО АН СССР, с экспозицией $5^m$ на эмульсии Kodak 103a0.

К ст. Э. Хачикяна, А. Петросяна

ностей эмиссионных линий приведены в табл. 1*, а в табл. 2 приведены эквивалентные ширины абсорбционных линий.

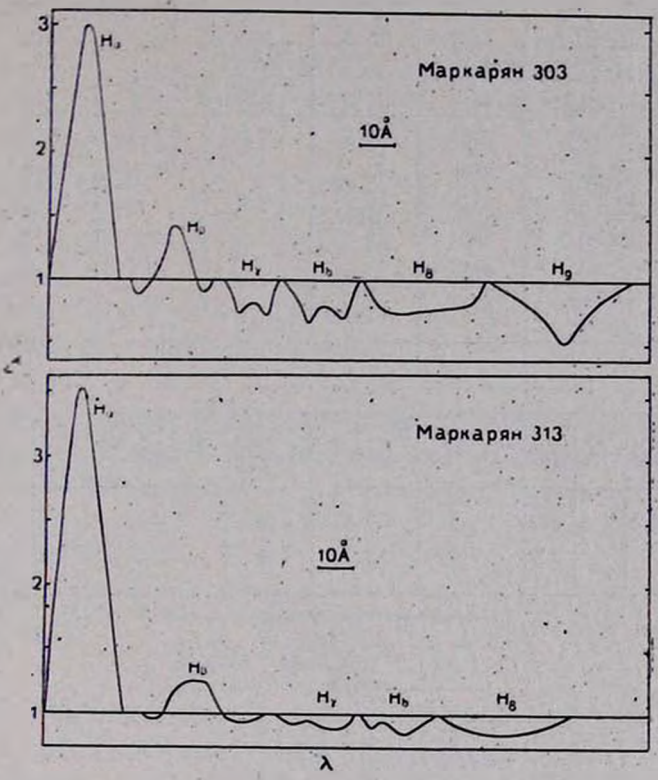


Рис. 2. Сглаженные профили некоторых линий бальмеровской серии водорода в спектрах галактик Маркарян 303 и 313.

По линиям [S II] λλ 6717/31 для Маркарян 313 определена электронная плотность. Для $n_e$ по таблице, приведенной в [7], и при принятой $T_e = 10^4$ K получено значение $\sim 220$ см$^{-3}$.

Присутствие в спектрах исследуемых галактик некоторых абсорбционных линий дает возможность определить приблизительный спектральный класс звезд, создающих эти линии. Как индикаторы звездного состава Маркарян 303 и 313 выбраны линии KCa II, $H_\varepsilon$ + HCa II, $H_\delta$, $H_\gamma$, NaI λλ 5890/96, MgI λλ 5167—73—84 и G-полоса. Так как отмеченные абсорбционные линии бальмеровской серии водорода в спектрах галактик

* Кривая реакции системы UVITS построена по спектрам нескольких сейфертовских галактик, распределения непрерывного излучения которых в абсолютных единицах приведены в [6].

*Таблица 1*

| Ион | $\lambda_0$ | Маркарян 303 | | Маркарян 313 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $W_\lambda(A)$ | $I_\lambda/I_{H_\beta}$ | $W_\lambda(A)$ | $I_\lambda/I_{H_\beta}$ |
| [O II] | 3727 | 15.4 | 3.1 | 25 | 6.3 |
| $H_\beta$ | 4861 | 3.5 | 1.0 | 2.4 | 1.0 |
| [O III] | 4959 | 1.6 | 0.4 | 2.6 | 0.8 |
| [O III] | 5007 | 3.8 | 1.2 | 5.7 | 2.1 |
| [N II] | 6548 | — | — | 4.5 | 1.8 |
| $H_\alpha$ | 6563 | 20 | 8.1 | 31 | 11.6 |
| [N II] | 6584 | 5.9 | 2.5 | 17 | 6.3 |
| [S II] | 6717 | — | — | 6.1 | 2.0 |
| [S II] | 6731 | — | — | 4.7 | 1.6 |

*Таблица 2*

| $\lambda_0$ | $H_{12}$ 3750 | $H_{11}$ 3771 | $H_{10}$ 3798 | $H_9$+Mg I 3835–38 | $H_8$+Fe I 3889 | K CaII 3933 | $H_\varepsilon$+HCaII 3969 | $H_\delta$ 4101 | $G_{\text{пол.}}$ 4282—4318 | $H_\gamma$ 4340 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Марк 303 | 1.3 | 2.3 | 6.2 | 11.4 | 9.3 | 6.3 | 9.1 | 4.5 | 2.5 | 1.9 |
| Марк 313 | — | — | 3.2 | 7.6 | 3.1 | 4.6 | 6.2 | 1,5 | 3.4 | 1.6 |

| $\lambda_0$ | MgI 5167—84 | NaI 5190,96 |
|---|---|---|
| Марк 303 | 3.9 | 5.3 |
| Марк 313 | 2.3 | — |

имеют и эмиссионные компоненты, то для получения их реальных эквивалентных ширин вычислены вклады эмиссионных компонентов, с учетом теоретического бальмеровского декремента [8] при $T_e = 10^4$ K. Используя приведенную в [9] таблицу зависимости эквивалентных ширин абсорбционных линий от спектрального типа звезд и реальные эквивалентные ширины вышеуказанных абсорбционных линий в спектрах Маркарян 303 и 313, мы получили данные, собранные в табл. 3.

Как отмечалось выше, галактика Маркарян 303 имеет, по всей вероятности, морфологический тип Sb/c. Морфологическая структура галактики Маркарян 313, а также наблюдавшееся для нее высокое значение отношения $\mathfrak{M}_{HI}/L_B = 0.97\,\mathfrak{M}_\odot/L_\odot$ [10] указывают на ее сходство с иррегулярными галактиками. Из табл. 3 также видно, что оба объекта имеют в среднем более ранний состав звезд, чем нормальные галактики того же мор-

фологического типа, чем, по всей вероятности, объясняется УФ избыток в их спектрах.

*Таблица 3*

| | Маркарян 303 | | Маркарян 313 | |
|---|---|---|---|---|
| | $W_\lambda$ (A) | Спектр. тип | $W_\lambda$ (A) | Спектр. тип |
| KCa II | 6.3 | F0—F1 | 4.5 | A6—A7 |
| $H_\varepsilon$ + HCaII | 11 | F5(A0, G7) | 8.4 | B6 |
| $H_\delta$ | 6.6 | F3 (B5) | 4.4 | B1 (F8) |
| G-полоса | 2.5 | F2—F3 | 3.4 | F4 |
| $H_\gamma$ | 6.2 | F5 (B4) | 5.8 | B4 (F5) |
| Mg I | 3.9 | M0d | 2.3 | K3G |
| Na I | 5.3 | K1d (K9G) | — | — |

Один из авторов (Э. Е. Х.) выражает глубокую благодарность директору Мак-Дональдской обсерватории проф. Х. Смиту за предоставленную возможность наблюдать на 2.7-м телескопе этой обсерватории.

Ереванский государственный университет
Бюраканская астрофизическая обсерватория

## SPECTRAL AND MORPHOLOGICAL INVESTIGATION OF THE MARKARIAN GALAXIES 303 AND 313

E. Ye. KHACHIKIAN, A. R. PETROSSIAN

The results of spectral and morphological investigations of Markarian 303 and 313 with both emission and absorption lines are presented. It has been suggested that the absorption spectrum of these galaxies is of stellar nature. It has been concluded that in average, the stellar population of both objects is earlier than those of the normal galaxies of the same morphological type.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *E. Ye. Khachikian*, A. J., 73, 891, 1968.
2. *N. Carozzi, M. Chopinet, R. Duflot*, C. R. Acad. Sci., 273, B151, 1971.
3. *W. W. Morgan, D. E. Osterbrock*, A. J., 74, 515, 1969.
4. *G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin*, Second Reference Catalogue of Bright Galaxies, Austin, 1976.

5. *C. Cassini, J. Heidmann*, Astron. Astrophys. Suppl. ser., 34, 91, 1978.
6. *A. G. de Bruyn, W. L. W. Sargent*, A. J., 83, 1257, 1978.
7. *И. В. Носов*, Астрон. цирк., № 1050, 1, 1979.
8. *M. Brocklehurst*, M. N., 153, 471, 1971.
9. *Y. Andrillat, S. Souffrin, D. Alloin*, Astron. Astrophys., 19, 405, 1972.
10. *P. Biermann, J. N. Clarke, K. J. Fricke*, Astron. Astrophys., 75, 19, 1979.