

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 9

ФЕВРАЛЬ, 1973

ВЫПУСК 1

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ГАЛАКТИКИ МАРКАРЯН 6

П. НОТНИ, Э. Е. ХАЧИКЯН, М. М. БУТСЛОВ, Г. Т. ГЕВОРКЯН

Поступила 12 января 1973

Приведены результаты спектральных наблюдений галактики Маркарян 6, выполненные на 2-х метровом универсальном телескопе Таутенбургской обсерватории.

Спектры получены с помощью спектрографа типа UAGS и нового ЭОП-а типа М-9щ Бюраканской обсерватории, с дисперсией 170 А/мм. Приводится описание ЭОП-а.

Компоненты водородных линий, обнаруженные в 1969 г. [4, 5], наблюдались в спектре Маркарян 6 в декабре 1971 г. и феврале 1972 г.

Подтверждается наличие широких крыльев у линий H_{α} и H_{β} , отмеченное в [6]. Делается заключение, что широкие крылья у водородных линий возникли в результате вспышки совместно с коротковолновыми компонентами.

Полный поток излучения в H_{β} и её компоненты не претерпел значительных изменений после января 1970 г. Подтверждается вывод Проника и Чуваева [6] о быстрых изменениях величины потока в непрерывном спектре Маркарян 6.

1. *Введение.* Галактика Маркарян 6 в последнее время привлекает большое внимание многих исследователей из-за своих необычных физических особенностей. Она имеет сильное ультрафиолетовое излучение и яркие широкие эмиссионные линии водорода и запрещенных линий азота [N II] λ 6548/83, серы [S II] λ 6717/31, кислорода [O III] λ 5007, 4959, [O II] λ 3727 [1,2]. Согласно классификации ядер галактик, имеющих яркие эмиссионные линии [3], ядро ее было отнесено ко второму классу объектов, которые подобно сейфертовской галактике NGC 1068, обладают большим ядром и содержат в себе газ малой плотности и с большими внутренними скоростями. Уже эти данные говорят в пользу большой активности ядер таких галактик.

В 1969 г. у водородных линий H_{α} и H_{β} галактики Маркарян 6 появились компоненты, смещенные к коротковолновой части спектра на

величину, соответствующую скорости примерно 3000 км/сек [4, 5]. В дальнейшем наличие компонентов было подтверждено наблюдениями В. И. Проника и К. К. Чуваева [6], а также М. А. Аракеляна, Э. А. Дибая и В. Ф. Есипова*.

В 1972 г. М. Ульрих сообщила, что эти компоненты в спектре Маркарян 6 исчезли и не были наблюдаемы в феврале 1971 г. [7]. Однако наблюдения Адамса [8] не подтвердили вывода Ульрих: компоненты наблюдались им отчетливо в марте, апреле и ноябре 1971 г.

В [4] отмечалось, что яркость компонентов водородных линий в 1969 г. была примерно в два раза меньше, чем в начале 1970 г. Представляет большой интерес выяснить, происходит ли дальнейшее изменение компонентов водородных линий.

2. Наблюдательный материал, методика наблюдений. Спектры Маркарян 6 были получены на 2-х метровом универсальном телескопе Таутенбургской обсерватории (ГДР) с помощью спектрографа UAGS и нового электронно-оптического преобразователя Бюраканской обсерватории марки М-9ш [9, 10], специально разработанного для исследования спектров слабых астрономических объектов. Схема устройства ЭОП-а показана на рис. 1.

Как видно из рисунка, ЭОП по электронно-оптической схеме не отличается от ЭОП-а типа М-9, описанного в [11]. Так же, как и М-9, он имеет магнитную фокусирующую систему в виде короткой катушки или постоянного магнита (1), катодную и анодную части (2) и (3). Катодная часть имеет полупрозрачный фотокатод (4), а анодная—диафрагму (3) и люминесцирующий экран (5).

Однако метод изготовления нового ЭОП-а, следовательно и его характеристики, существенно отличается от ЭОП-а типа М-9.

С целью полного устранения многоэлектронной компоненты шумов, а также повышения стабильности работы ЭОП-а при высоком напряжении, фотокатод (4) размером 6×50 мм помещается в специальную оправу, имеющую прямоугольную форму. Оправа изготавливается в отдельном специальном вакуумном приборе и после детальных исследований его основных характеристик с помощью манипулятора вводится в корпус ЭОП-а.

Изготовленный описанным методом ЭОП имеет фотокатод только на рабочей части поверхности катодного узла и не имеет паров щелочных металлов на внутренней поверхности и монтаже ЭОП-а, что позволяет прикладывать к его электродам напряжение до 30 киловольт.

* Частное сообщение.

Люминесцентный экран (5) изготавливается на слюдяной пленке толщиной 10 микрон и также имеет форму прямоугольной щели размером 6×50 мм. Фотография изображения с экрана осуществляется контактным методом с помощью вакуумного прижима, обеспечивающего оптический контакт эмульсии кинопленки с поверхностью подложки экрана. Контактная регистрация изображения обеспечивает практически стопроцентный сбор световой энергии, излучаемой люминесцентным экраном ЭОП-а при весьма высоких четкости и контрасте изображения. Разрешающая сила в центре таких ЭОП-ов 30—40 пл/мм.

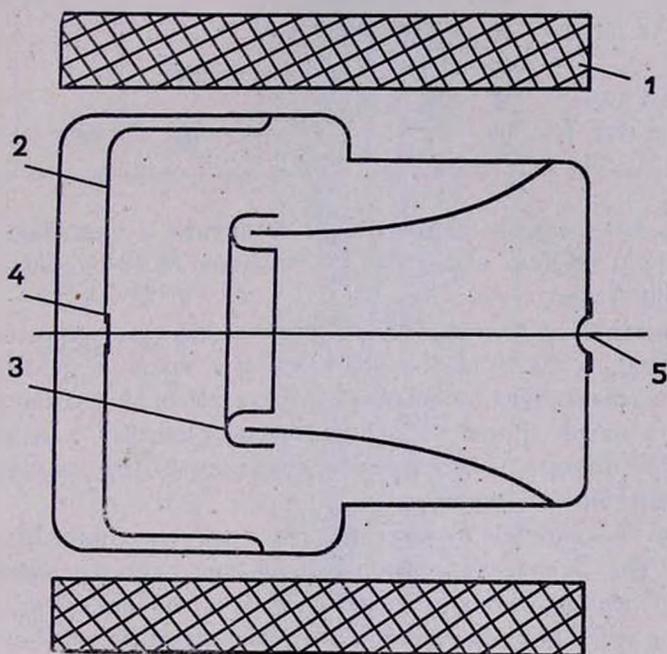


Рис. 1. Схема ЭОП-а марки М-9щ. 1 — магнитная катушка, 2 — катодная часть, 3 — диафрагма, 4 — полупрозрачный фотокатод, 5 — люминесцирующий экран.

Новый ЭОП типа М-9щ превосходит ЭОП типа М-9 в два-три раза по коэффициенту яркости изображения и имеет кроме того яркость темного фона на 1.5—2 порядка меньше.

Результаты подробного лабораторного исследования нового ЭОП-а будут опубликованы отдельно.

Наблюдения, выполненные в Таутенбургской обсерватории с помощью нового ЭОП-а, фактически носили испытательный характер. Ста-

вилось целью выяснить некоторые физические характеристики ЭОП-а (яркость темного фона, разрешение, чувствительность и т. д.).

Получено пять нерасширенных спектров Маркарян 6 с дисперсией около 170 А/мм, сведения о которых помещены в табл. 1.

Таблица 1

| № негатива | Дата набл. | Время экспон. (в мин) | Сорт пленки | Дисперсия А/мм | Тип ЭОП-а | Область спектра |
|------------|------------|-----------------------|-------------|----------------|-----------|-----------------|
| 66 | 14.12.1971 | 30 | FU-2 | 170 | М-9щ | 4400—7200 |
| 67 | " | 60 | " | " | " | " |
| 73 | 17.12.1971 | 30 | NP-27, FAN | " | " | " |
| 74 | " | 30 | " | " | " | " |
| 85 | 13.12.1971 | 60 | " | " | " | " |
| 104 | 15.2.1972 | 100 | " | 200 | ФКТ-1 | 4400—5600 |

Кроме того был получен один снимок галактики с помощью того же спектрографа и ЭОП-а марки ФКТ-1 (негатив № 104 в табл. 1) и дисперсией 200 А/мм.

Изображения спектров проектировались не точно на центральную область катода, а были несколько смещены к краю, с целью избежания помех, возникающих, по-видимому, из-за высокой влажности и причем всегда в одном и том же месте экрана. Поэтому длинноволновая часть спектра оказалась несколько искривленной, что является следствием магнитной фокусировки.

На рис. 2 приведен отпечаток одного из спектров Маркарян 6 (негатив № 85). В качестве спектра сравнения служили линии аргона и бария. Спектры получены на немецких пленках типа FU-2 и NP-27. Первая из них является фототехнической несенсибилизированной пленкой с малой зернистостью и малой чувствительностью, а вторая, сенсibilизированная методом FAN [12], наоборот, сравнительно крупнозернистая и имеет большую чувствительность, с небольшим зеленым провалом. Даже с часовой экспозицией на пленке NP-27 практически фона ЭОП-а не наблюдается (см. рис. 2).

3. *Результаты наблюдений.* Как видно из табл. 1, все спектры галактики, кроме одного (негатив № 104) охватывают как область H_2 , так и H_3 . На всех спектрах наиболее удачно получилась область вокруг H_2 . Область же вокруг H_3 отличается большими шумами и дефектами на пленке, что заметно снизило точность измерений. Исключение составляют негативы № 85 и 104.

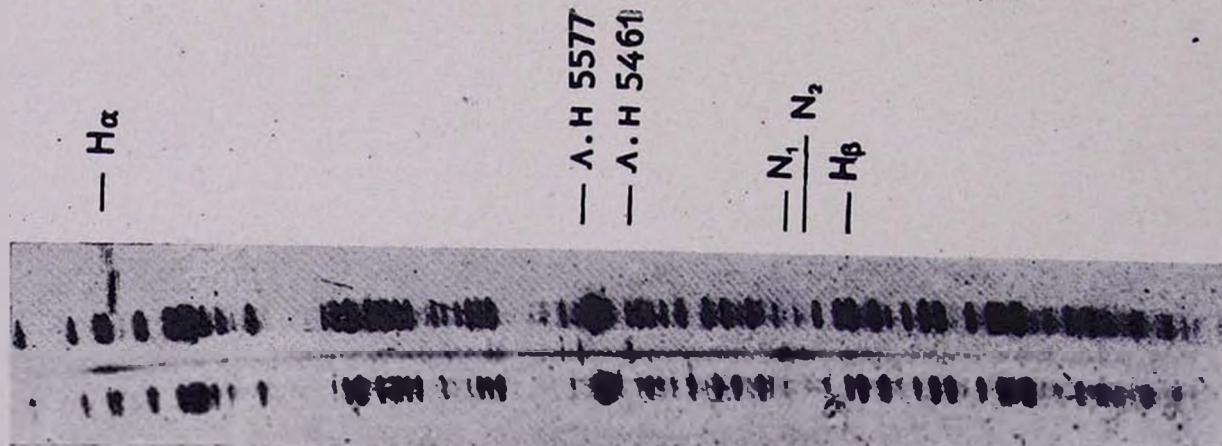


Рис. 2. Спектр Маркарян 6 (негатив № 85).

К ст. П. Нотки и др.

Обозрение спектров показывает, что фиолетовый компонент, обнаруженный три года тому назад [4, 5], ясно выделяется на всех спектрах. На рис. 3 и 4 для примера приведены две записи (в почернениях) областей H_2 и H_3 спектров Маркарян 6. Номер негатива указан рядом с регистрограммой. Положение компонентов линий H_2 и H_3 отмечено на рисунках (согласно данным [4, 5]). Для характеристики разрешения системы на рисунках приведены также контуры линий ночного неба $\lambda\lambda$ 5577, 6300 и 6364, характеризующие разрешающую способность системы.

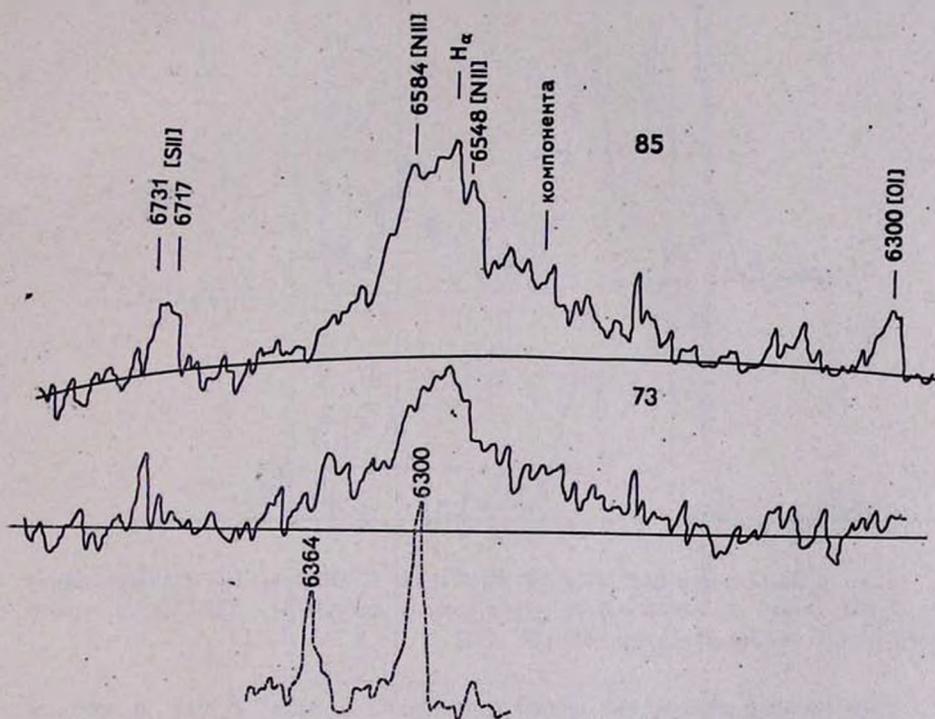


Рис. 3. Регистрограммы спектров Маркарян 6. Область H_α . Внизу пунктирными линиями приведены контуры линий ночного неба [O I] $\lambda\lambda$ 6300 и 6364. Рядом с регистрограммами указан номер негатива.

Ввиду того, что спектральная чувствительность использованной нами аппаратуры (спектрограф + ЭОП) пока хорошо не изучена, то исследованные линии привязывались к яркости непрерывного спектра. При этом принималось, что уровень непрерывного спектра у Маркарян 6 для одного и того же снимка существенно не меняется в пределах нескольких сот ангстрем вокруг линий H_2 и H_3 .

Сглаженные профили H_α и H_β в единицах интенсивности непрерывного спектра представлены на рис. 5 и 6, на которых указаны также положения компонентов водородных линий по данным [4, 5] и линий [N II] 6548, 6583.

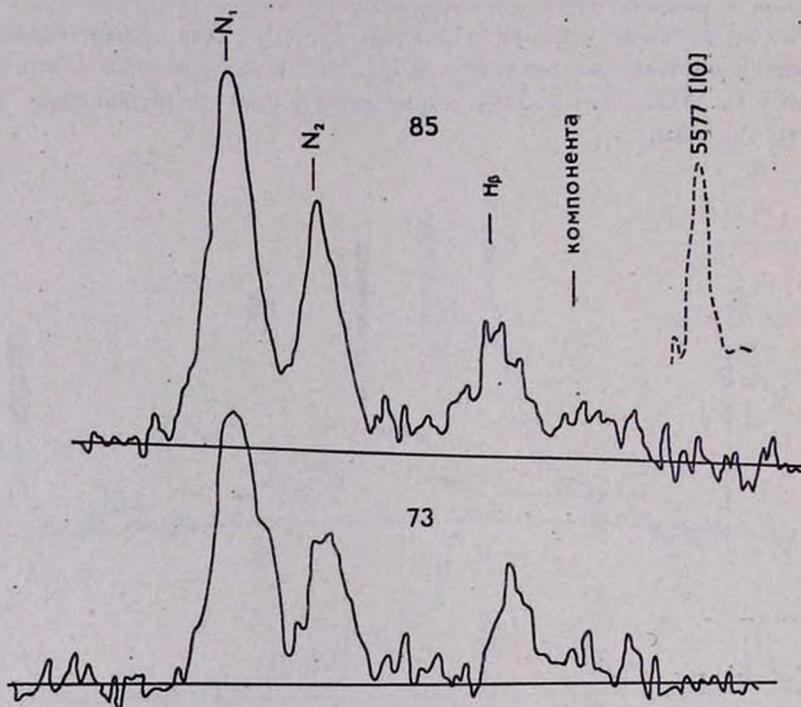


Рис. 4. Регистрограммы спектров Маркарян 6. Область H_β . Справа сверху пунктирной линией проведен контур линии ночного неба [O I] λ 5577. Рядом с регистрограммами указан номер негатива.

Результаты измерений линий приведены в табл. 2, где в первом столбце помещены номера негативов, во втором и третьем—эквивалентные ширины линий H_α^* и ее компоненты, в четвертом и пятом—то же для линий H_β , в шестом—отношение полной интенсивности H_β (H_β -основн. + H_β -комп.) к $N_1 + N_2$, в седьмом—отношение H_β -основн. к $N_1 + N_2$, в восьмом—отношение H_β -комп. к H_β -основн., в девятом—отношение H_α -комп. к H_α -основн. и в последнем—эквивалентная ширина линий $N_1 + N_2$.

* С учетом влияния линий [N II], интенсивность которых принималась равной 35% от основной линии H_α .

Таблица 2

| № негатива | $W_{H\alpha}$ | $W_{H\alpha}$ | $W_{H\beta}$ | $W_{H\beta}$ | $\frac{W_{H\beta}}{W_{N_1+N_2}}$ ПОАН. | $\frac{W_{H\beta}}{W_{N_1+N_2}}$ КОМП. | $\frac{W_{H\gamma}}{W_{H\beta}}$ КОМП. | $\frac{W_{H\gamma}}{W_{H\alpha}}$ КОМП. | $W_{N_1+N_2}$ |
|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--|--|--|---|---------------|
| | ОСНОВН. | КОМП. | ОСНОВН. | КОМП. | | | ОСНОВН. | ОСНОВН. | |
| 67 | 87 | 200 | 31 : | 59 : | 0.26 | 0.09 | 1.9 | 2.3 | 345 |
| 73 | 39 | 105 | 22 | 35 | .29 | .11 | 1.6 | 2.7 | 200 |
| 74 | 43 | 106 | 24 | 28 | .22 | .10 | 1.2 | 2.5 | 240 |
| 85 | 36 | 95 | 23 | 45 | .35 | .12 | 1.9 | 2.7 | 190 |
| 104 | | | 25 | 38 | .38 | .15 | 1.5 | | 164 |
| 1967—68 гг. | | | | | .13 | .11 | 0.20 | | |
| 12.1.1970 г. | | | 18 | 36 | .40 | .13 | 2.0 | | 135 |

Примечание: При определении эквивалентных ширин влияние слабого темнового фона ЭОП-а не учитывалось.

Для сравнения в конце табл. 2 приведены некоторые данные о Маркарян 6, полученные до и после вспышки и взятые из работ [3] и [5].

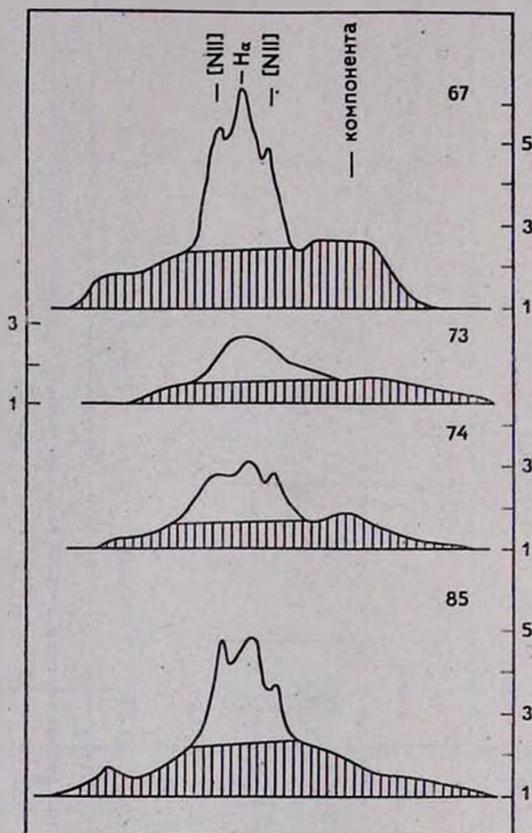


Рис. 5. Сглаженные профили линии H_{α} в единицах интенсивности непрерывного спектра. Подложка и коротковолновый компонент заштрихованы. Номер негатива указан рядом с линией.

Следует отметить, что некоторые факторы могли повлиять на точность наших данных. Во-первых, это сравнительно небольшая дисперсия спектрографа, в известной мере препятствующая полному отделению компонентов от их основных линий. Во-вторых, поскольку наши спектры не расширены, то это может привести к некоторым систематическим ошибкам при их фотометрировании. В-третьих, некоторая произвольность в проведении уровня непрерывного спектра на регистраграммах также может привести к небольшим систематическим ошибкам.

Наконец, некоторые ошибки могут возникнуть также из-за шумов в спектрах, увеличивающихся к длинноволновому концу вследствие быстрого падения чувствительности фотокатода. Все эти факторы могут привести к ошибкам порядка 30—40%.

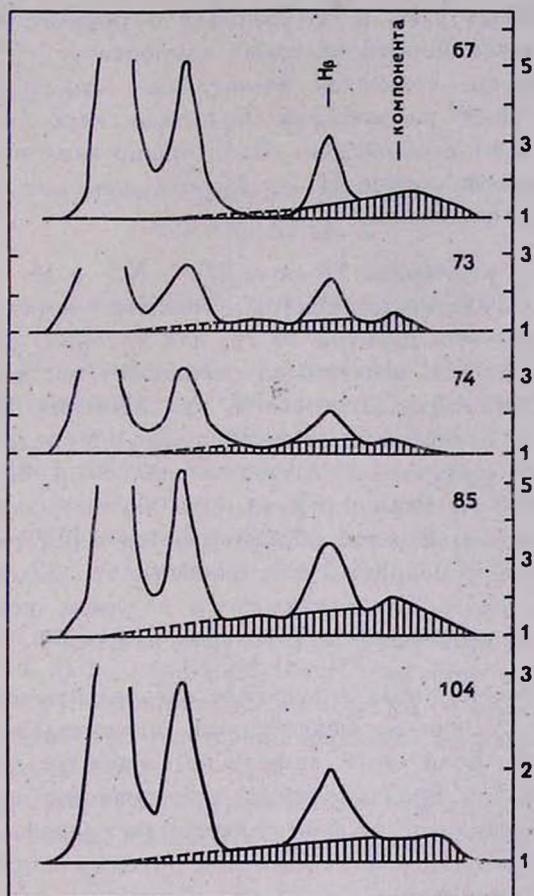


Рис. 6. Сглаженные профили линии H_{β} в единицах интенсивности непрерывного спектра. Подложка и коротковолновый компонент заштрихованы. Номер негатива указан рядом с линией.

4. **Заключение.** Из вышеприведенных данных о спектрах Маркарян 6 можно сделать следующие выводы:

1) Компоненты водородных линий H_{α} и H_{β} , появившиеся в 1969 г., все еще наблюдались в спектре этой галактики в декабре 1971 г. и феврале 1972 г.

2) Широкие крылья линий H_α и H_β (как это уже отмечалось в [6]) ясно наблюдаются в спектре Маркарян 6. Общая ширина H_α порядка 240 А, а H_β —170 А. Но так как эти линии у этой галактики не были столь широкими до вспышки [2], то можно сделать заключение, что широкие крылья у H_α и H_β возникли в результате вспышки совместно с появлением коротковолновых компонентов.

Таким образом, создается впечатление, что сравнительно узкие линии H_α и H_β сидят на широкой подложке, коротковолновую часть которой составляют компоненты. Это хорошо заметно на рис. 4 и 5, на которых основные линии H_α и H_β отделены от заштрихованной подложки жирными линиями.

3) Значения отношений H_β -полн./($N_1 + N_2$) и H_α -комп./ H_β -основн. в среднем мало менялись от спектра к спектру в период наших наблюдений, за исключением спектра № 74, для которого они сравнительно меньше. Сравнивая эти значения со значениями тех же отношений для начала 1970 г. (см. табл. 2), замечаем, что значения H_β -полн./($N_1 + N_2$) и H_α -комп./ H_β -основн. несколько уменьшились и в среднем в период наших наблюдений составляли, соответственно, 80 и 85% тех же значений начала 1970 г. Если принять, что поток излучения в линиях $N_1 + N_2$ не меняется, как это обосновывается в [6], то, учитывая возможные ошибки фотометрии, можно считать, что полный поток излучения в линии H_β , а следовательно и в самом компоненте, после января 1970 г. не претерпел значительных изменений.

4. Как видно из табл. 2, значение эквивалентных ширин небулярных линий $N_1 + N_2$ сильно меняется за сравнительно короткий промежуток времени. Если этот эффект не связан со случайными ошибками наблюдений и предположение о постоянстве потока в небулярных линиях справедливо, то это подтверждает вывод Проника и Чуваева [6] о быстрых изменениях величины потока в непрерывном спектре галактики Маркарян 6.

Более подробное обсуждение полученных результатов предполагается представить в отдельной статье.

Один из авторов (Э. Е. Х.) выражает глубокую благодарность дирекции Центрального института астрофизики АН ГДР за предоставленную возможность наблюдать на 2-х метровом универсальном телескопе Таутенбургской обсерватории и большую помощь при монтаже питающей системы ЭОП-а, а также коллективу Таутенбургской обсерватории за содействие при организации наблюдений. Авторы считают своим долгом выразить глубокую благодарность академику В. А. Амбарцумяну и академику АН Арм.ССР Б. Е. Маркаряню за

обсуждение и ценные замечания. Авторы признательны Н. К. Андрияну за большую помощь при обработке спектров.

Центральный институт астрофизики
АН ГДР
Бюраканская астрофизическая
обсерватория
ВНИИОФИ
ИРФЭ АН АрмССР

THE SPECTROSCOPIC OBSERVATIONS OF THE GALAXY MARKARIAN 6

P. NOTNI, E. Ye. KHACHIKIAN, M. M. BUTSLOV, G. T. GEVORKIAN

The results of the spectral observations of Markarian 6 obtained with 2-m universal telescope of the Tautenburg observatory are presented. The spectra have been obtained with UAGS spectrograph and the new image-tube of the Byurakan observatory. The dispersion is about 170 Å/mm. The description of the image-tube is presented.

The violet components of hydrogen lines discovered in 1969 [4, 5] were still present in the spectra of Markarian 6 in December 1971 and February 1972.

The presence of wide wings of hydrogen lines H_{α} and H_{β} noted in [9] is confirmed. It is concluded that these wings of hydrogen lines arose together with the components as a result of explosion.

The full H_{β} flux and its component did not suffer considerable changes after January 1970.

The conclusion of Pronik and Chuvaev [6] on the rapid changes of the continuum flux of Markarian 6 is also confirmed.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. E. Ye. Khachikian, A. J., 73, 891, 1968.
2. Д. В. Видман, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 4, 587, 1968.
3. E. Ye. Khachikian, D. W. Weedman, *Astrofizika*, 7, 389, 1971.
4. Д. В. Видман, Э. Е. Хачикян, *Астрон. цирк.*, № 591, 1970.
5. E. Ye. Khachikian, D. W. Weedman, *Ap. J.*, 164, L 109, 1971.
6. В. И. Проник, К. К. Чуваев, *Астрофизика*, 8, 187, 1972.
7. M. H. Ulrich, *Ap. J.*, 171, L 35, 1972.
8. T. F. Adams, *Ap. J.*, 172, L 101, 1972.
9. М. М. Бутслов, С. В. Липатов, Б. М. Степанов, В. Н. Стожкова, Т. М. Федоровская, *Труды ВНИИОФИ, Доклад на общесоюзном семинаре*, 1970.

10. М. М. Бутслов, В. В. Прокофьев, Г. Е. Смолкин, С. Д. Фанченко, УФН, 104, 509, 1971.
11. М. М. Бутслов, Электронная техника, электроннолучевые и фотовольтрические приборы, сер. IV, вып. 5, 1968.
12. W. Högner, Die Sterne, 47, 136, 1971, (Mitteilungen Karl-Schwarzschild Observatorium, Tautenburg, No. 56).