

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР АСТРОФИЗИКА

ТОМ 11

НОЯБРЬ, 1975

ВЫПУСК 4

ЧЕТЫРЕХЦВЕТНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ ФОТОМЕТРИЯ ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА. III. ГАЛАКТИКИ № 11, 12 и 13

Ф. БЕРНГЕН, А. Т. КАЛЛОГЛЯН

Поступила 4 апреля 1975

Приводятся результаты UBV \bar{R} поверхностной фотометрии галактик в ультрафиолетовом континуумом Маркарьян 11, 12 и 13. Определены интегральные яркости и цвета галактик. Показатели цвета U—V в ядерных частях меньше, чем во внешних областях соответствующих галактик. То же самое имеет место и B—V для Маркарьян 11 и 13 (рис. 2 и 4). Между тем, показатели цвета V—R возрастают к центру последних двух галактик. В Маркарьян 12 как B—V, так и V—R остаются постоянными по всей галактике (рис. 3). В случае Маркарьян 11 показатель цвета B—V уменьшается при увеличении V—R (рис. 5).

Только незначительная доля интегральных излучений галактик Маркарьян 11, 12 и 13 обусловлена пыщадцами, находящимися по своим U—V и B—V цветам выше линии абсолютно черного тела на диаграммах (U—V, B—V). Ядра всех трех галактик располагаются ниже этой линии.

1 *Введение.* По методике, изложенной в первой работе этой серии [1], проведена детальная поверхностная фотометрия галактик Маркарьян 11, 12 и 13 из списка [2]. Снимки получены в шмидтовском фокусе универсального телескопа Таутенбургской обсерватории. Измерение изображений галактик производилось на объективном фотометре с диафрагмой, вырезающей на снимках квадрат со стороной около 5". Цветовая система и ошибки измерения приведены в [1].

Об исследованных галактиках известны следующие данные.

Маркарьян 11. Согласно Б. Е. Маркарьяну [2], галактика принадлежит к разновидности S3, т. е. обладает звездообразным спектром с умеренным континуумом в ультрафиолете. Б. А. Воронцов-Вельяминов классифицировал ее как эллиптическую галактику [3], а А. Т. Каллоглян — типа S0 [4]. По данным Д. В. Видмана и Э. Е. Хачикяна [5] в спектре галактики

не видны ни эмиссионные линии, ни линии поглощения. Поэтому радиальная скорость галактики неизвестна.

Маркарян 12. Спектр галактики принадлежит к диффузной разновидности d с умеренным ультрафиолетовым континуумом. Согласно [3], она является галактикой типа SBc, а согласно [4] — типа Sc, и южном рукаве которой имеется очень яркое сгущение, по яркости сравнимое с ядром галактики. За этим сгущением поверхностная яркость рукава сильно падает. Другой примечательной особенностью галактики, как это было выявлено в [4], является мостик, соединяющий сгущение на краю северной ветви с ядром галактики. Однако на фотографиях, полученных Ж. Айдманном и Ж. Лелепром с большим масштабом, видно, что этот мостик не доходит до ядра [6].

По данным В. Сарджента [7] в спектре Маркарян 12 наблюдаются эмиссионные линии и линии поглощения H и K Ca II. Эмиссия приходит из области с размерами 6.7 кпс. Радиальная скорость галактики 4140 км/сек.

Угловое расстояние между Маркарян 11 и 12 равно 5'.9. Эти объекты входят как пара галактик Маркаряна в статистическую выборку, изученную Айдманном и Каллогляном [8].

Маркарян 13. По виду спектра галактика принадлежит к промежуточной разновидности sd с сильным ультрафиолетовым континуумом. Морфологический тип SBb(rs) по Ж. де Вокулёру [9] и SBb по [4]. В спектре имеется множество узких эмиссионных линий, радиальная скорость галактики 1560 км/сек [5].

2. *Результаты измерений.* В табл. 1—3 приводятся карты распределения поверхностных яркостей с кв. секунды дуги в системе В и показателей цвета U—В, В—V, V—R для Маркарян 11, 12 и 13, соответственно. Эти величины для каждой измеренной площадки в таблицах приводятся в указанном здесь порядке сверху вниз. Слева и сверху даются прямоугольные координаты центров площадок в секундах дуги относительно ядер галактик. Позиционные углы направления измерений по оси x равны $114^{\circ}6$ для Маркарян 11 и 12, $43^{\circ}5$ — для Маркарян 13. Первые площадки в левом верхнем углу табл. 2 и 3 находятся в северо-восточной части галактик Маркарян 12 и 13. Соответствующая площадка в табл. 1 находится в юго-восточной части Маркарян 11. При этом склонение начальных площадок всегда больше склонений первых площадок следующих разрезов. Отметим, что Маркарян 11 измерялась параллельно большой оси, а перемычке Маркаряч 13 соответствует разрез с $x=0$ (табл. 1). Упомянутое выше яркое сгущение в южном рукаве Маркарян 12 имеет координаты $x=0$, $y=-13''$.

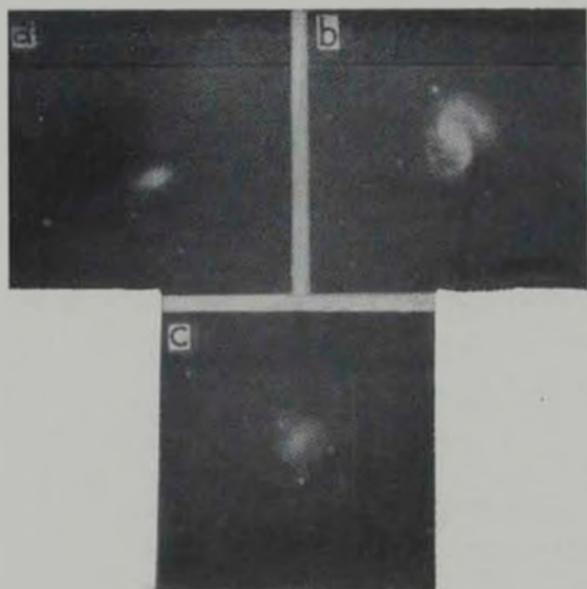


Рис. 1. а) Маркари 11, б) Маркари 12, с) Маркари 13. Снимки сделаны в лучах V. Север сверху, восток слева.

К ст Ф Бергена, А. Т. Каллогляна

Таблица 1

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЯРКОСТИ В λ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦВЕТА U—B, B—V, V—R В ГАЛАКТИКЕ МАРКАРИИ 11

λ	20	25	30	35	40	5	0	-5	-10	-15	-20	-25
-10	B			21.8	24.10	24.72	23.83	23.65	24.7			
	U—B				0.69	1.35	0.75	0.35	1.3			
	B—V						0.18		0.0			
	V—R											
5				23.97	23.26	22.54	22.38	22.60	23.21	23.8	24.35	
					0.02	0.24	0.03	0.16	0.05			
				1.17	1.00	0.62	0.98	0.68	0.76	0.83	0.77	
				-0.2	-0.06	0.11	-0.04	0.16	0.17	0.05	0.2	
0	24.9	24.27	24.12	23.29	22.50	21.05	19.85	21.39	22.48	23.43	24.17	24.64
				-0.01	0.11	0.28	0.10	0.29	0.34			
	0.67	1.22	1.01	0.79	0.45	0.22	0.81	0.74	1.00	1.06	0.94	
		-0.20	0.14	0.38	0.55	0.51	0.21	0.22	0.18			
-5	24.9	24.09	23.33	22.74	21.87	21.39	22.02	22.98	23.27	24.35	24.62	
			-0.08	0.17	0.07	0.13	0.38	0.29				
	1.00	1.13	0.69	0.83	0.72	0.51	0.60	0.85	0.63	0.92	0.72	
			0.44	0.33	0.29	0.48	0.41	0.22	0.01	0.0		
-10			24.32	24.24	24.62	23.25	23.35	23.88	23.74	24.00		
			-1.00		-0.21	0.04	-0.20					
		0.55	0.84	0.73	0.52	0.68	1.02	0.41	0.53			
			0.30	0.26	0.47	0.33	0.29	0.23				
-15				24.5	24.6							

а) Интегральные звездные величины и показатели цвета. На основании данных табл. 1—3 вычислены интегральные звездные величины и показатели цвета U—B, B—V, V—R галактик. Полученные данные, вместе с соответствующими данными в ядрах галактик, приведены в табл. 4.

Из данных табл. 4 видно, что наиболее голубым объектом является Маркария 12 типа Sc, а наиболее красным — Маркария 11 типа S0. У всех галактик показатели цвета U—B ядер меньше интегральных. То же самое имеет место и для показателей цвета B—V, кроме галактики Маркария 12. В случае показателя цвета V—R наблюдается обратное явление: для ядер галактик он больше интегральных. Это явление наблюдалось также у ярких сгущений Маркария 7 и 8 [1].

б) Распределение яркости и цветов. На рис. 2—4 приводится распределение поверхностной яркости и показателей цвета по соответствующим разрезам $\lambda=0$ для Маркария 12 и 13 и $u=0$ для Маркария 11. По осям ординат слева указаны поверхностные яркости и системе B, справа — показатели цвета. По осям абсцисс отложены расстояния точек от центров галактик в секундах дуги.

В случае Маркария 11 (рис. 2) заметно почти симметричное падение яркости в обе стороны от ядра. Показатель цвета U—B только слегка

Таблица 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЯРКОСТИ В μ^* И ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЦВЕТА U - V, V - V, V - R В ГАЛАКТИКЕ МАРКАРИЯ 12

x° \ y°	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25
+25	B - V U - V V - V V - R				22.83 -0.32 0.41 0.24	23.00 -0.25 0.54 0.36	23.55 -0.34 0.69 0.31		23.61 -0.34 0.08 0.33		
+20				23.38 -0.56 0.50 0.04	22.33 -0.10 0.98 0.10	22.12 -0.01 0.33 0.17	22.13 0.05 0.33 0.26	22.43 -0.15 0.43 0.18	22.70 0.0 0.13 0.41		
+15			23.48 -0.17 0.64 0.10	22.33 0.17 0.18 0.18	21.63 -0.07 0.41 0.30	21.34 -0.01 0.32 0.22	21.34 -0.01 0.28 0.33	21.73 -0.10 0.35 0.30	22.42 0.04 0.36 0.19	23.62 -0.12 0.84 0.40	
+10		23.83 -0.06 0.73 0.20	22.27 -0.15 0.20 0.01	21.83 -0.16 0.33 0.25	20.83 -0.11 0.35 0.24	21.18 -0.08 0.27 0.18	21.54 0.01 0.34 0.15	21.42 0.02 0.15 0.27	21.85 0.22 0.15 0.24	22.95 0.0 0.55 0.10	
+5		23.12 -0.27 0.32 0.07	22.07 -0.16 0.10 0.14	21.27 -0.13 0.35 0.15	20.73 -0.12 0.23 0.41	20.85 -0.17 0.30 0.28	21.30 -0.10 0.28 0.19	21.54 -0.10 0.04 0.35	21.51 0.05 0.21 0.25	22.40 -0.30 0.29 0.17	
0		22.87 -0.22 0.50 0.10	22.37 -0.26 0.31 0.22	21.55 -0.24 0.47 0.26	20.44 -0.04 0.34 0.37	20.02 -0.35 0.39 0.28	21.12 -0.21 0.23 0.25	21.54 -0.10 0.06 0.16	21.25 -0.20 0.27 0.09	22.08 -0.10 0.24 0.21	23.52 0.39 0.52 0.40
-5		22.56 -0.26 0.31 0.03	22.40 -0.06 0.36 0.20	21.72 0.06 0.22 0.35	21.04 -0.07 0.42 0.30	20.36 -0.23 0.40 0.30	21.26 -0.20 0.40 0.19	21.92 0.15 0.11 0.16	21.86 -0.23 0.24 0.14	22.17 -0.37 0.24 0.31	23.50 0.30 0.40 0.36
-10		23.85 -0.60 0.50 0.40	22.54 -0.09 0.04 0.15	22.46 0.11 0.35 0.15	22.00 0.03 0.25 0.30	21.54 -0.13 0.51 0.22	20.64 -0.27 0.38 0.33	21.62 -0.23 0.16 0.42	22.72 -0.31 0.30 0.32	22.53 0.02 0.15 0.11	22.80 -0.14 0.26 0.30
-15		24.14 -0.64 0.71 0.58	23.00 -0.16 0.56 0.01	22.55 0.02 0.42 0.19	22.29 0.05 0.47 0.07	21.40 -0.14 0.40 0.12	20.70 -0.34 0.25 0.30	22.30 -0.21 -0.14 0.54	23.65 -0.67 1.08 0.1	23.16 -0.20 0.40 0.21	23.74 0.74 0.74 0.2
-20			23.16 -0.25 0.36 0.06	22.40 -0.12 0.04 0.29	22.02 0.04 0.02 0.35	21.94 -0.01 0.31 0.20	22.55 -0.08 0.04 0.60	23.88 -0.78 0.77 0.28	23.58 -0.27 0.39 0.60	23.46 -0.30 0.76 0.50	
-25			23.61 0.0 0.30 0.35	23.53 0.14 0.58 0.05	23.68 -0.41 0.58 0.28	23.47 -0.04 -0.03 0.60	24.30 0.94 0.90 0.50	24.40 -1.01 0.94 0.30			

Таблица 3

 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЯРКОСТИ V И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦВЕТА U , B , V , $V-R$ В ГАЛАКТИКЕ МАРКАРЯН 13

x°	y°	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20
20	B/\square^*		24.6	24.3	23.99	24.31	24.3	24.13	24.30	24.7	
	$U-B$				0.90	0.29	0.91	0.8		0.49	
	$B-V$						-0.10			0.91	
	$V-R$										
15		24.50	23.8	23.43	23.62	23.07	23.20	23.68	24.24	24.6	
		0.75	0.6	0.36	0.69	0.17	0.71	0.69			
		-0.3	-0.20	0.19	0.21	0.06	0.37				
10		23.70	23.23	23.23	22.50	22.26	22.71	23.27	23.60	23.9	
		0.53	-0.21	-0.23	0.15	0.28	0.11		-0.28	0.5	
		0.50	0.60	0.62	0.28	0.35	0.51	0.50			
5		23.70	22.63	22.65	22.16	21.66	22.42	23.22	23.39	24.25	
			0.01	0.19	0.36	0.11	0.20	0.02	-0.23		
		0.70	0.28	0.41	0.46	0.48	0.48	0.67	0.58	0.64	
0			0.05	0.11	0.16	0.20	0.32	0.11	-0.02	0.32	
	24.6	23.50	22.20	22.25	21.88	20.33	21.82	22.83	23.42	24.08	
		0.05	0.24	0.17	-0.14	-0.30	0.18	0.07	0.42	-0.76	
-5				0.33	0.58	0.06	0.35	0.61	0.54	0.48	
				0.19	0.23	0.47	0.26	0.19	0.18		
	24.8	25.0	23.3	23.00	22.20	21.28	21.97	22.83	23.61	23.48	
-10				-0.13	0.16	0.10	0.17	0.03	-0.23	0.01	
		1.0	0.5	0.60	0.53	0.45	0.51	0.58	0.76	0.27	
			0.1	0.20	0.15	0.41	0.26	0.17	-0.24		
-15		24.6	25.0	23.68	22.82	22.22	22.51	23.20	23.71	23.90	
					0.08	0.43	0.39	0.25	-0.16		
			1.5	0.97	0.72	0.57	0.61	0.70	0.73	0.56	
-20			0.3	0.01	0.06	0.07	0.03	0.14	0.34		
		24.3	24.25	23.55	23.15	23.34	23.8	23.6	22.90		
						0.12			-0.38		
-25				1.20	0.94	0.86	0.75	0.9			
				0.13	0.21	-0.13	0.30	0.3			
	24.7	24.7	23.67	24.00	23.60	23.86		24.2	23.9		
-30			0.9	0.47	0.92	0.68	0.67				
				0.67	0.08	0.15					
-35		25.0		24.0	24.2	24.4					
				0.7		0.7					

уменьшается в центре галактики. В распределении $B-V$ наблюдается относительно более сильное падение к центру. Показатель цвета $V-R$, наоборот, увеличивается в центральных частях галактики. В отношении по-

Таблица 4
ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ЗВЕЗДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ЦВЕТА ГАЛАКТИК

	Маркарян 11		Маркарян 12		Маркарян 13	
	интегр.	ядро	интегр.	ядро	интегр.	ядро
B	$15^m 12$	$15^m 31$	$13^m 45$	$15^m 43$	$15^m 01$	$16^m 77$
$U-B$	$+0.12$	0.10	-0.15	-0.31	$+0.01$	-0.30
$B-V$	$+0.56$	$+0.22$	0.31	$+0.31$	0.44	$+0.06$
$V-R$	-0.35	$+0.51$	$+0.26$	$+0.23$	0.23	$+0.47$
размеры	0.5×0.3	0.1	0.1×0.9	0.1	0.6×0.6	0.1

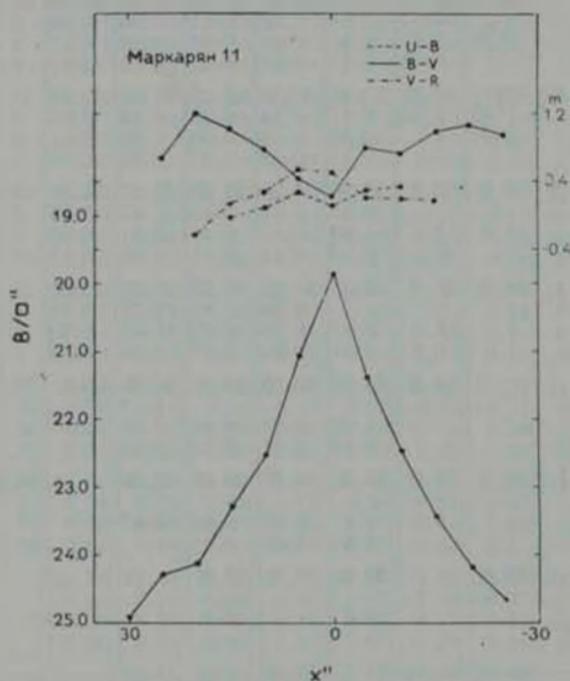


Рис. 2. Распределение поверхностной яркости и показателей цвета вдоль большой оси Маркаряна 11. Слева шкала поверхностных яркостей, справа — показателей цвета

ведения показателей цвета $U-B$ и $B-V$ при приближении к центру Маркаряна 11 прямо противоположна галактике Маркарян 10 [10]. По-видимому, в последнем случае избыток излучения ядра локализован в ультра-

фиолетовой части спектра, а в случае Маркария 11 он простирается до синей его части. При этом предположении можно ожидать более пологого распределения $U-B$ близ центра Маркария 11 и более резкого уменьшения $U-B$ к центру Маркария 10. По поведению распределения показателя цвета $V-R$ Маркария 11 ведет себя как нормальная галактика.

Асимметрия, наблюдаемая в распределении яркости по большой оси Маркария 12 (рис. 3), обусловлена наличием спиральных рукавов. По этой же причине распределение показателей цвета $B-V$ и $V-R$ является пологим. Эти показатели цвета ядра не меньше, чем в спиральных рукавах, только показатель цвета $U-B$ несколько уменьшается в области ядра.

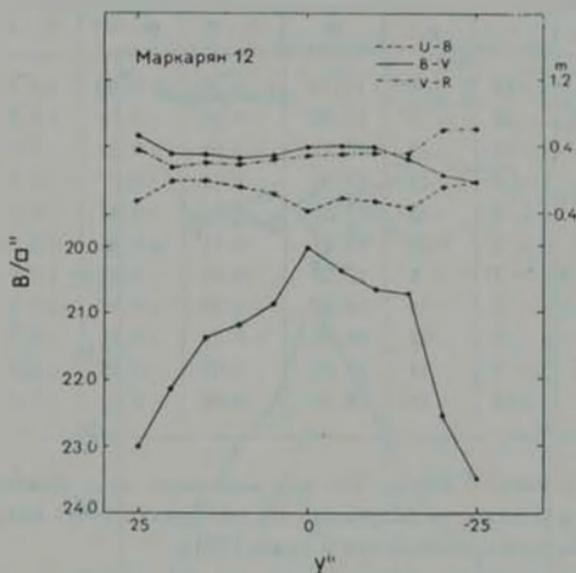


Рис. 3. Распределение поверхностной яркости и показателей цвета в Маркарии 12 в направлении север—юг.

По своим цветам $U-B$, $B-V$ и $V-R$ ядро Маркария 12 идентично упомянутому выше яркому сгущению в южном рукаве галактики. Фотометрические параметры этого сгущения следующие: $B = 16^m 85$, $U-B = 0^s 36$, $B-V = 0^s 31$, $V-R = 0^s 23$. Это сгущение лишь на $0^s 4$ слабее ядра галактики (табл. 4). Абсолютная звездная величина сгущения, после исправления за галактическое поглощение и при $H = 75$ км/сек. Мпс, равна: $M_v = -17^m 2$. По всей вероятности, это сгущение является сверхсгущением.

В табл. 5 приводятся интегральные звездные величины и показатели цвета некоторых участков рукавов Маркарян 12, измеренных с той же диафрагмой, что и вся галактика. Показатели цвета $U-V$ существенно уменьшаются только у сверхассоциации № 9 и у сгущения № 1, находящегося на краю северной ветви галактики. Цвета сгущения № 8, находящегося между ядром и сверхассоциацией № 9, подвержены влиянию излучения этих образований.

Таблица 5

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ЗВЕЗДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ЦВЕТА
НЕКОТОРЫХ УЧАСТКОВ РУКАВОВ ГАЛАКТИКИ
МАРКАРЯН 12

№	x	y	B	$U-V$	$B-V$	$V-R$
1	-15'	0"	17 ^m 73	-0 ^m 20	-0 ^m 28	+0 ^m 01
2	-14	5	17.52	-0.02	-0.19	-0.25
3	-12	+10	17.91	-0.03	+0.13	+0.31
4	-5	+15	17.80	-0.01	-0.27	-0.35
5	+2	+15	17.85	-0.07	-0.34	-0.34
6	+5	+10	17.21	-0.11	-0.35	-0.23
7	+7	5	17.22	0.18	-0.37	+0.34
8	-2	5	16.81	-0.30	-0.35	+0.32
9	0	-13	16.85	-0.36	+0.31	+0.23
10	-3	-18	17.71	0.07	+0.28	+0.32
11	+12	-19	18.53	0.00	+0.22	+0.30

Из данных табл. 5 видно, что нет заметного хода изменения цветов вдоль рукавов в отличие от Маркарян 10, где наблюдалось интенсивное потемнение рукавов при продвижении к краю [10].

На рис. 4 приведено распределение яркости и цветов вдоль направления перемычки Маркарян 13. Асимметрия в распределении яркости обусловлена пекулярной структурой галактики. Показатели цвета $U-V$ и $B-V$ заметно уменьшаются в центральной области галактики, а $V-R$, наоборот, увеличивается к центру. В этом отношении Маркарян 13 похожа на Маркарян 11. Абсолютная звездная величина ядра Маркарян 13 равна -14^m8 . Из трех изученных в настоящей работе галактик Маркарян 13 обладает наиболее слабым ядром с малыми значениями $U-V$ и $B-V$.

3. *Диаграммы ($U-V, B-V$) и ($B-V, V-R$)*. На этих диаграммах наблюдается довольно большая дисперсия точек, как это имело место и в случаях Маркарян 7, 8 и 10 [1, 10]. Здесь мы приводим лишь диаграмму ($B-V, V-R$) для Маркарян 11 (рис. 5). Как видно из этой диаграммы,

для Маркарян 11 имеется определенная связь между показателями цвета $B-V$ и $V-R$: при уменьшении $B-V$ показатель цвета $V-R$ увеличивается. Подобная зависимость наблюдалась также для Маркарян 8 [1]. Построение аналогичной диаграммы для Маркарян 10 обнаруживает подобную тенденцию. Отметим, что для всех изученных галактик в одном и том же цвете использованы одни и те же характеристические кривые. При этом галактики Маркарян 7, 8, 11 и 12 находятся в одной области и измерены на одних и тех же пластинках, а Маркарян 10 и 13 — на других. Поэтому нет никаких оснований полагать, что обнаруженная зависимость между $B-V$ и $V-R$ для трех из шести галактик может быть объяснена какими-либо систематическими ошибками в тех или иных цветах.

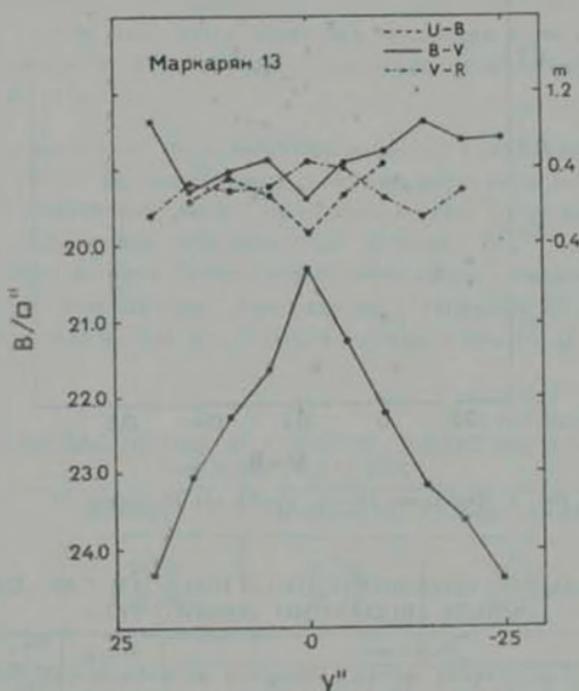


Рис. 4. Распределение поверхностной яркости и показателей цвета вдоль направления перемычки Маркарян 13.

На диаграммах ($U-B$, $B-V$) исследовано распределение интенсивностей измеренных площадок относительно линии абсолютно черного тела. Проведенные параллельно этой линии полосы имеют ширину в $0''^2$, а расположение и нумерация полос совпадают с таковыми в работах [1, 10].

В табл. 6 приводятся интегральные интенсивности площадок, попадающих в каждую полосу, в долях интегральных яркостей соответствующих га-

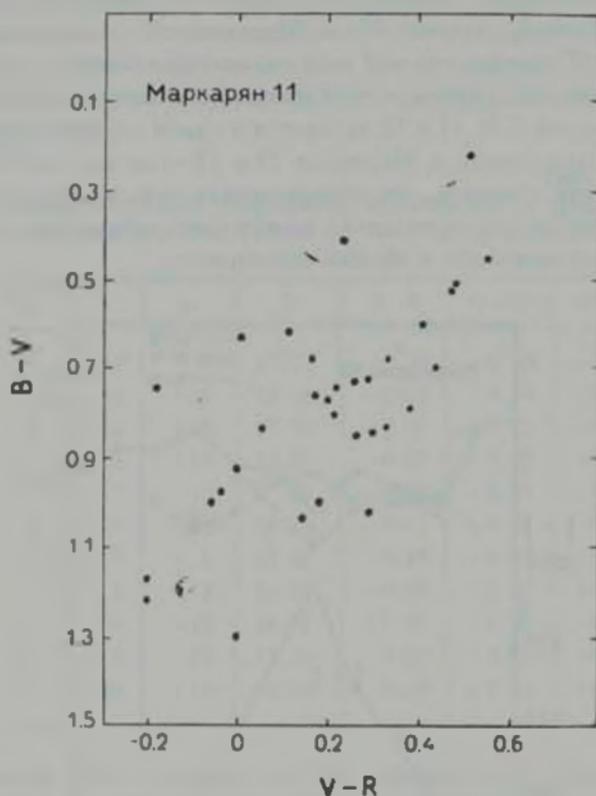


Рис. 5. Диаграмма (B-V, V-R) для Маркарян 11.

Таблица 6

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ИНТЕНСИВНОСТИ В ПОЛОСАХ, ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛИНИИ АБСОЛЮТНО ЧЕРНОГО ТЕЛА

№ галактики	№ полосы							Морф. тип	Вид спектра	I ₁	I ₂
	1	2	3	4	5	6	7				
7	—	—	0.02	0.11	0.45	0.34	0.03	Jrr1	d2	0.13	0.87
8	0.01	0.03	0.05	0.14	0.55	0.15	0.01	Jrr1	d1	0.29	0.71
10	—	0.02	0.41	0.14	0.22	0.12	0.06	S(B)1	s1	0.60	0.40
11	0.01	—	0.01	0.04	0.36	0.10	0.44	S0	s3	0.10	0.90
12	0.01	0.01	0.01	0.01	0.30	0.17	0.17	Sc	d3	0.04	0.96
13	—	—	0.01	0.07	0.16	0.49	0.23	SB1	s11	0.08	0.92

лактик. Для сравнения в таблице приводятся также аналогичные данные о ранее исследованных галактиках [1, 10]). I_1 означает сумму интенсивностей в полосах 1—4, а I_2 —в полосах 5—7.

Как видно из данных табл. 6, только незначительная часть интегрального излучения I_1 галактик Маркарян 7, 11, 12 и 13 приходится на область выше линии абсолютно черного тела. Из всех шести галактик только у Маркарян 10 максимум распределения попадает выше этой линии, что обусловлено наличием у этой галактики сейфертовского ядра. Во всех остальных случаях ядра галактик или ярчайшие сгущения в них, кроме сгущения № 1 в Маркарян 8 [1], по своим показателям цвета U—B и B—V занимают области ниже линии абсолютно черного тела на соответствующих диаграммах. Доля излучения, приходящая на область выше линии абсолютно черного тела, по-видимому, не зависит от морфологического типа галактики и вида спектра. Однако намечается некоторая тенденция к увеличению этой доли в зависимости от интенсивности ультрафиолетового избытка, что и можно было ожидать.

4. *Средневзвешенные поверхностные яркости.* Средневзвешенные поверхностные яркости β_0 исследуемых галактик вычислены методом, изложенным в [1]. Полученные данные приведены в табл. 7, где для сравнения приводятся также средние поверхностные яркости V/\square'' , вычисленные обычным способом деления интегральной интенсивности галактики на площадь измеренной поверхности. Как видно, Маркарян 13 является существенно более слабой, чем остальные галактики, в том числе и Маркарян 7, 8 и 10 [1, 10].

Таблица 7

СРЕДНЕЗВЕШЕННЫЕ И СРЕДНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ
ЯРКОСТИ ГАЛАКТИК

	Маркарян 11	Маркарян 12	Маркарян 13
β_0	21 ^m 60	21 ^m 30	22 ^m 18
V/\square''	22.68	22.10	23.10

По поверхностной яркости наиболее яркой является Маркарян 12. Дисперсия значений средневзвешенных поверхностных яркостей, вычисленная по шести галактикам, в 1.4 раза меньше дисперсии средних поверхностных яркостей V/\square'' .

5. *Заключение.* Настоящее исследование показывает, что значения показателей цвета U—B для ядерных областей галактик Маркарян 11, 12 и 13 меньше значений их интегральных U—B. Существенная разница имеется также в показателях цвета B—V ядерной области и всей галактики для

Маркарян 11 и 13. У Маркарян 12 показатели цвета В—V ядра и всей галактики примерно равны. Отсюда следует, что ультрафиолетовый избыток в ядрах этих галактик с разной интенсивностью простирается до синей области спектра. В случае показателей цвета V—R картина меняется: этот показатель цвета для ядер больше, чем для всей галактики. По-видимому, излучение в этих участках спектра является обычным. Характер зависимости между В—V и V—R цветами в случае Маркарян 11 позволяет предположить, что наряду с ультрафиолетовым избытком излучения иногда может присутствовать также избыток излучения в красной части спектра.

Ядро галактики Маркарян 12 по своим цветам и светимости почти не отличается от яркого сгущения в южном рукаве галактики. По-видимому, это сгущение является сверхассоциацией. Вероятно, ядро и сверхассоциация Маркарян 12 имеют одинаковую природу. В связи с этим небезынтересно отметить, что Маркарян 404, с диффузным спектром δ и умеренным ультрафиолетовым континуумом, представляет собой сгущение (или сверхассоциацию) в рукаве яркой спиральной галактики [11].

Нами были составлены диаграммы (U—B, B—V) для каждой из рассматриваемых галактик. Мы их не приводим из-за недостатка места. Ядра всех галактик располагаются ниже линии абсолютно черного тела. Только незначительная часть излучения галактик Маркарян 11, 12 и 13 обусловлена излучением площадок, находящихся по своим цветам выше этой линии. Вопрос о характере излучения внеядерных областей галактик Маркарян мы обсудим после завершения намеченной нами программы аналогичного исследования нормальных галактик разных морфологических типов, полученных на тех же пластинках.

Авторы признательны академику В. А. Амбарцумяну за внимание к работе и полезное обсуждение. Один из авторов (А. Т. К.) выражает глубокую благодарность руководству ЦИА АН ГДР за предоставление возможности наблюдать на двухметровом телескопе и гостеприимство.

Центральный институт астрофизики АН ГДР
Бюрокванская астрофизическая обсерватория

A FOUR-COLOUR SURFACE PHOTOMETRY OF MARKARIAN GALAXIES. III. GALAXIES No. 11, 12 and 13

F. BÖRNGEN, A. T. KALLOGLIAN

The results of UBV_R surface photometry of galaxies Markarian 11, 12 and 13 with ultraviolet continuum are given. The integral brightnesses and U—B, B—V and V—R colours of galaxies have been

determined. In U—B the nuclear parts of all three galaxies are bluer than their outer parts. We have a similar difference in B—V for Markarian 11 and 13. On the contrary the V—R colours are redder in the central parts of Markarian 11 and 13 (Fig. 2 and 4) while the distribution of both B—V and V—R in Markarian 12 is quite flat (Fig. 3). For Markarian 11 the values of V—R and B—V change in opposite directions (Fig. 5).

On the (U—B, B—V) diagrams only a few percent age of integral brightness of the galaxies is due to the regions located above the black-body line (Table 6). The nuclei of all three galaxies are located below this line.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Бернсен, А. Т. Каллоляин, *Астрофизика*, 10, 159, 1974.
2. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 3, 55, 1967.
3. Б. А. Воронцов-Вильямов, А. А. Красногорская, *Морфологический каталог галактик*, М., 1962.
4. А. Т. Каллоляин, *Астрофизика*, 7, 521, 1971.
5. Д. В. Видман, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 4, 587, 1968.
6. Ж. Айдманн, частное сообщение.
7. W. L. W. Sargent, *Ap. J.*, 159, 765, 1970.
8. J. Holdmann, А. Т. Kalloghitan, *Astrofizika*, 9, 71, 1973.
9. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, *Reference Catalogue of Bright Galaxies*, Austin, 1964.
10. Ф. Бернсен, А. Т. Каллоляин, *Астрофизика*, 11, 5, 1975.
11. Ф. Бернсен, А. Т. Каллоляин, *Астрофизика*, 11, 369, 1975.