

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 10

НОЯБРЬ, 1974

ВЫПУСК 4

ДЕТАЛЬНАЯ ТРЕХЦВЕТНАЯ ФОТОМЕТРИЯ ГАЛАКТИК NGC 4145, 4151, 4156 и МКГ 7—25—46, 48

Т. М. БОРЧХАДЗЕ

Поступила 25 июля 1974

Приводятся результаты детальной трехцветной U, B, V фотометрии NGC 4151, 4156 и МКГ 7—25—46, а также результаты общей фотометрии для МКГ 7—25—48 и ядерной области и 7 ассоциаций NGC 4145. Приводятся лучевые скорости для NGC 4156 и МКГ 7—25—46. Даны карты распределения яркостей в В лучах, а также показателей цвета (U—B) и (B—V) в них (табл. 4, 5 и 6). Для сейфертовской галактики NGC 4151 дана кривая распределения яркости и показателей цвета вдоль большой и малой осей (рис. 2) и двухцветная диаграмма для площадок, составляющих эту галактику (рис. 4).

Фотометрические измерения позволили выявить существование у NGC 4151 голубого аморфного ореола, который, по-видимому, образовался в результате eruptивной деятельности ядра. Показатели цвета ряда площадок, соответствующих в табл. 4 и на рис. 4 ореолу, указывают на наличие нетеплового компонента в их излучении. Спиральные ветви слабой поверхностной яркости кажутся выходящими из ореола.

1. *Вводные замечания.* Изучение галактик с аномальными спектральными и цветовыми показателями, внимание к которым привлек Б. Е. Маркарян [1], представляет большое значение для понимания вопросов эволюции галактик. Это исследование стимулировало расширение спектрального поиска аналогичных галактик среди более слабых по яркости галактик, результатом чего и явилась серия списков галактик, показывающих ультрафиолетовую эмиссию в непрерывном спектре (галактики Маркаряна). В течение последних лет ведется их подробное спектральное исследование.

При изучении физических характеристик активных галактик часто возникает вопрос об их связи с имеющимися в их окружении галактиками, что может быть полезным для понимания механизма формирования групп, хотя в большинстве своем галактики Маркаряна избегают последних.

С целью получения дополнительной информации по аномальным галактикам нами были выбраны для детального колориметрического исследования три близкие галактики из списка [1], одна из которых известная галактика Сейферта NGC 4151, вторая — NGC 3628 и третья — NGC 3593. Вместе с ними изучены сравнительно яркие галактики, находящиеся в их окружении.

Настоящая статья является первой в серии подготавливаемых для публикации работ и содержит результаты детальной поверхностной фотометрии NGC 4151, а также близких к ней галактик, которые мало изучены.

На рис. 1 приводится снимок области вокруг NGC 4151, где обозначены одновременно с ней исследовавшиеся галактики.

Сейфертовская галактика NGC 4151 изучалась многими астрономами (см., например, материалы конференции по сейфертовским галактикам [2], а также симпозиума № 44 МАС [3]). Одной из наиболее примечательных особенностей этой галактики является переменность ядра, составляющая около 1^m в ультрафиолете, меньше в В и еще меньше в V-лучах [4–6]. Необходимо также отметить, что спектральные исследования обнаружили в ее центральной области наличие двух облаков, одного с красным смещением порядка 36 км/сек и другого с фиолетовым, порядка 200 км/сек [2]. В ядре, диаметр которого по данным внеатмосферных наблюдений [7] не превышает 0.08 (или 7 пс при $H = 55 \text{ км/сек Мпс}$), обнаружены красная 6374 \AA (Fe X) и зеленая 5304 \AA (Fe XIV) корональные линии [2]. Кроме того, ядро этой галактики является источником заметного радио и инфракрасного излучений [8]. Большой интерес вызывает исследование распределения нейтрального водорода, выполненное Р. Дэвисом [9]. Согласно его результатам NGC 4151 видна почти плашмя. Морфологический тип NGC 4151 по классификации Г. Вокулера — SAB (rs)ab:

Данные для других изученных нами объектов бедны.

NGC 4156 является спиральной галактикой типа SB (rs)b и составляет по Э. Холмбергу [10] пару с NGC 4151 (Holm. No 345, $r = 5.0$). Однако, как мы увидим ниже, парность этих галактик должна быть взята под сомнение.

NGC 4145 — морфологический тип SAB(rs)d, галактика с двумя узкими клочковатыми ветвями, из которых западная особенно богата ассоциациями. Она также двойная (Holm. No. 342), причем ее спутник (МКГ 7–25–46, $r = 12.5$), обозначенный на рис. 1 как объект А, в свою очередь является взаимодействующей галактикой. Его спутник ($r = 0.5$) обозначен через А'.

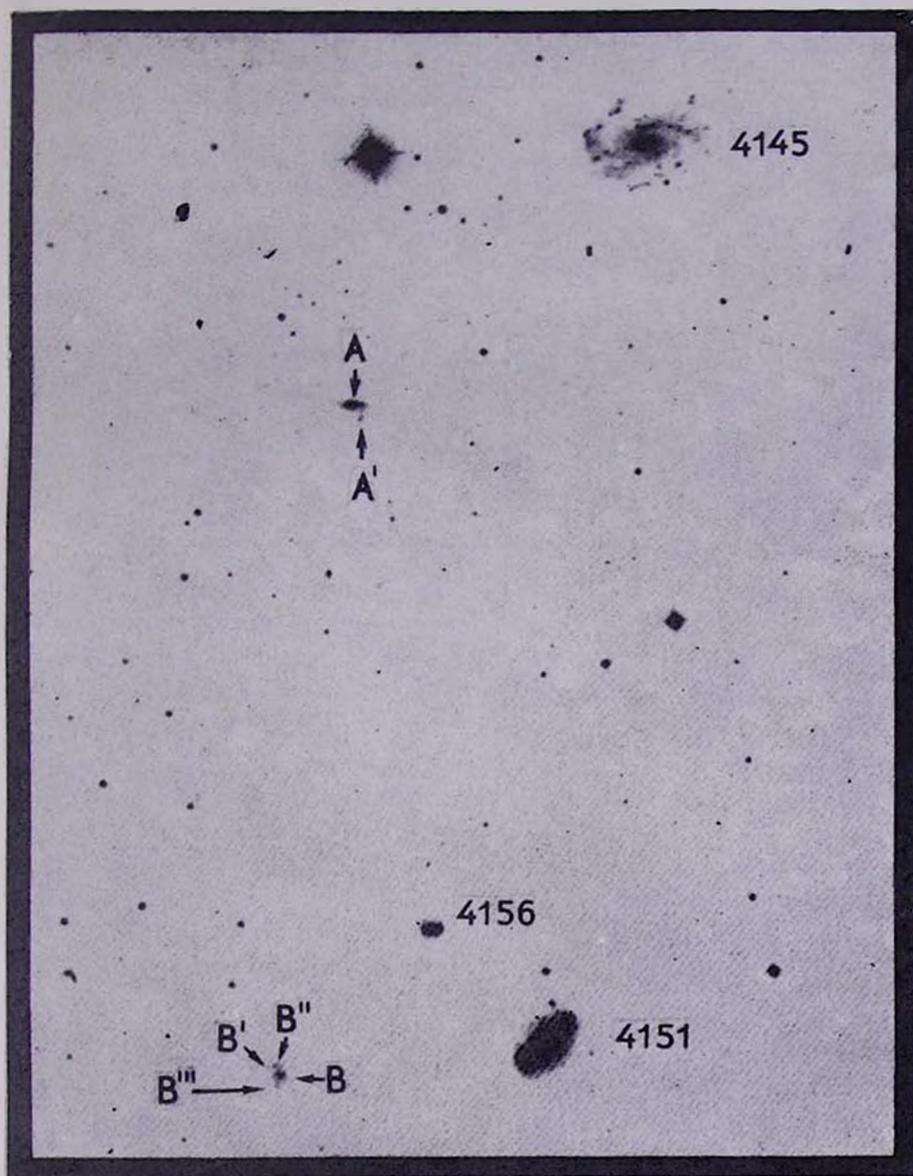


Рис. 1. Репродукция с голубой карты Паломарского атласа. Масштаб 14.2"/мм.
Север сверху, восток слева.

К ст. Т. М. Борчадзе

Объект В представляет собой спиральную галактику, в которой заметно выделяются три довольно яркие ассоциации, обозначенные на рис. 1 через В', В" и В'''. Это галактика МКГ 7—25—48.

2. *Наблюдательный материал и методика обработки.* Наблюдения проводились в трех участках спектра — U, В, V, на 70-см менисковом телескопе ($F = 1:3$, 98 сек/мм) Абастуманской астрофизической обсерватории в 1968—1969 гг. В табл. 1 приводятся данные об использованных пластинках, фильтрах и времени экспозиций.

Таблица 1

Цвет	Эмульсия	Фильтр	Экспозиция (мик)
U	Kodak 103a-O	UG- 2	90, 60, 60, 30
B	Kodak 103a-O	GG-13	30, 20, 10, 3, 3, 3
V	Kodak 103a-D	GG-11	45, 30, 30, 15, 5, 5, 5

Для уверенного фотометрирования широкого диапазона яркостей исследуемых галактик снимки были получены с различными экспозициями. При построении характеристических кривых использовались внефокальные (2 мм вне фокуса), снятые с теми же экспозициями, как и галактики, изображения до 25 звезд рассеянного скопления Волосы Вероники [11] в интервале $7^m.5 - 14^m.5$, содержащего как белые, так и красные звезды. Как показал анализ нашей цветовой системы, она совпадает с принятой международной системой U, В, V.

Область с исследуемыми галактиками и стандартные звезды фотографировались по возможности на близких зенитных расстояниях, так что введенные систематические поправки за разность зенитных расстояний были незначительны.

NGC 4151 и 4156 измерялись одновременно и А (МКГ 7—25—46) отдельно методом сплошной фотометрии с квадратной диафрагмой размером 3×3 мм. Такая величина диафрагмы, при 30-кратном увеличении изображения галактики на экране микрофотометра, выделяла область размером 9.8×9.8 . Измерения велись по принципу фон—галактика—фон. Точность установки на столике микрофотометра каждой измеряемой пластинки по нескольким реперным звездам проверялась до и после измерения галактик и находилась в пределах половины одного деления барабанчика микрофотометра, т. е. была в пределах 0.005 мм, что соответствует 0.017 секунд дуги на пластинке, причем максимальных значений (0.005) ошибка достигала при установке пластинок, полученных с большими экспозициями, что является следствием большого

размера изображений реперных звезд и некоторой эллиптичности этих изображений, неизбежной при длительных гидированиях (около часа и больше).

Измерения велись вдоль малой оси галактик с постепенным сдвигом вдоль большой оси. Объекты A' , B , B' , B'' и B''' имеют малые угловые размеры и поэтому каждый из них был охватываем одной диафрагмой. Измерена также была перемычка, связывающая A с A' . Для NGC 4145 измерены ее ядерная область и семь ассоциаций, расположенных в ее западной ветви. При их измерении учитывался фон ветви, вдоль которой они расположены. Диафрагма на эти объекты, при определенной ориентации пластинки, наводилась по наименьшему отклонению гальванометра. Необходимо отметить, что в случае NGC 4151 фактически измерялось ее главное тело размером $196'' \times 127''$ в пределах изофоты B/\square'' , равной $24^m 20$. В линейной мере этому угловому размеру, на расстоянии NGC 4151, равном 18.0 Мпс , при постоянной Хаббла $H = 55 \text{ км/сек Мпс}$ [12], соответствует $17.1 \times 11.1 \text{ клс}$. Две слабые спиральные ветви NGC 4151 имеют поверхностную яркость, сравнимую с яркостью фона неба, едва заметны и не могли быть уверенно измерены.

При фотометрической обработке негативов использовались лишь прямолинейные участки характеристических кривых.

Средняя квадратическая ошибка усредненной поверхностной яркости (по нескольким пластинкам для одной площадки), определенная классическим способом, не превысила $0^m 05$ для всех трех цветов: Для показателей цвета $(U - B)$ и $(B - V)$ она не превышает $0^m 07$.

Учитывая невозможность определения с помощью примененного метода поверхностной фотометрии значений U , B , V для центральной площадки, включающей звездообразное ядро NGC 4151, яркость B_{\square} и значения $(U - B)$ и $(B - V)$ для центральной площадки были определены следующим образом. Яркость ее, в каждом из трех цветов, была получена как фотометрическая разность поверхностных яркостей, заключенных, с одной стороны, в диафрагме $24''$ по данным Г. Вокулера [13] и, с другой, в доле наших площадок, расположенных вокруг центральной в пределах этой диафрагмы. Использование B , $(U - B)$ и $(B - V)$ данных Г. Вокулера для центральной части NGC 4151 позволяет для остальной части галактики сравнивать с ним наши результаты. Сопоставления представлены в табл. 2, в которой наши поверхностные измерения просуммированы для тех же областей NGC 4151 и 4156, которые охватывались диафрагмами Г. Вокулера в [13].

В приведенной таблице звездные величины не исправлены за галактическое поглощение.

Как видно из табл. 2, результаты хорошо согласуются для NGC 4151. Что касается заметных расхождений наших данных с результатами Г. Вокулера для NGC 4156, то они объясняются, пожалуй, ошибками в измерениях Г. Вокулера, на которые он сам и указывает в [13].

Таблица 2

Автор	Диафрагма	NGC 4151			NGC 4156		
		B	U-B	B-V	B	U-B	B-V
Вокулер Борчхадзе	24"	12.44	-0.31	+0.66	15.01	-0.20	+0.69
		12.44	-0.31	+0.66	15.10	+0.18	+0.80
"	106"	11.79	-0.06	+0.79	—	—	—
		11.75	-0.10	+0.72	14.15	+0.28	+0.67
"	138"	11.53	-0.06	+0.71	14.04	+0.27	+0.89
		11.58	-0.08	+0.73	14.15	+0.28	+0.67

А. и Г. Вокулерами вторично была измерена NGC 4151 [14] с диафрагмами 32" и 64". Определяя, как и в предыдущем случае, яркость центральной площадки в наших измерениях по данным, полученным А. и Г. Вокулерами с диафрагмой 32", можем сравнить наши измерения с их результатами для диафрагмы 64", в частности:

	B	U-B	B-V
Вокулер	11.77	-0.37	+0.62
Борчхадзе	11.86	-0.38	+0.65

Как видим, и в этом случае величины хорошо согласуются.

3. *Обсуждение полученных результатов.* Результаты фотометрии представлены на картах распределения поверхностных яркостей и показателей цвета для NGC 4151, 4156 и объекта А (табл. 4, 5 и 6, соответственно), а также табл. 3 для объектов А', перемычки, соединяющей А с А', В, В', В'', В''', ядерной области NGC 4145 и ее семи ассоциаций в западной ветви. Каждый квадрат табл. 4—6 содержит значения поверхностной яркости в В-лучах и показателей цвета (U-B) и (B-V) во второй и третьей строчках, соответственно. Для квадратов, где значения U_{\square} были ниже предельных (23.60) даны B_{\square} величины и значения (B-V). На картах слева и сверху приведены в секундах дуги прямоугольные координаты центров площадок относительно центров галактик. Указано ориентировочно направление на север и восток.

NGC 4151. Кривая распределения яркости в B_{\square} -лучах вдоль большой оси этой галактики, представленная на рис. 2а, симметрична от-

носителем центра, имеющего резкий максимум, и имеет два симметричных горба, расположенных на расстоянии порядка одной минуты от ядра. Эти горбы соответствуют области галактики, структуру которой можно рассмотреть на снимках с малыми экспозициями. На контрастном негативном отпечатке, полученном с пластинки, снятой в ультрафиолете с экспозицией 30 мин (рис. 3а), видно, что в юго-восточной части NGC 4151 это два радиальных образования размером $28 \times 9''$ и $18 \times 9''$, что на расстоянии NGC 4151 составляет 2.4×0.8 и 1.6×0.8 клс, соответственно. Продолговатое, почти радиального направления образование в северо-западной части NGC 4151, начинаясь на расстоянии около 4 клс от центра, тянется приблизительно на 5 клс (при толщине около 0.5 клс) к периферии основного тела галактики, к области, где начинается один из спиральных рукавов слабой поверхностной яркости.

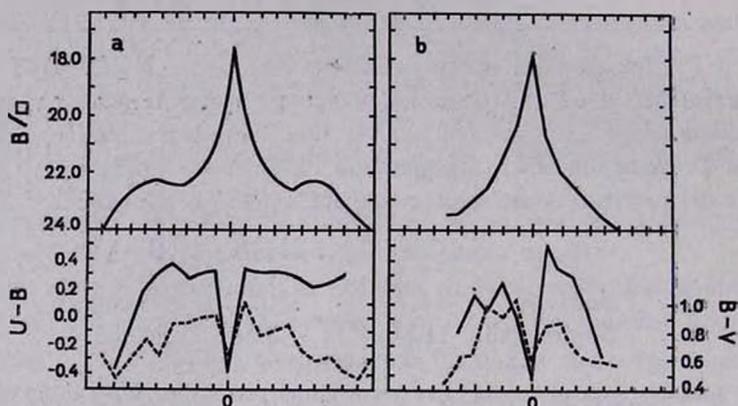


Рис. 2. а—Распределение поверхностной яркости в В-лучах и показателей цвета для NGC 4151 вдоль большой оси и б—вдоль малой. Для показателей цвета (U—V) — сплошная линия, для (B—V) — пунктирная. Деления по оси абсцисс соответствуют центрам измеренных площадок табл. 4.

Места спиральных рукавов на рис. 3а отмечены пунктиром. На снимках в голубых и особенно в визуальных лучах рассмотренные образования более аморфны и клочковаты. Обращает на себя внимание, при рассмотрении табл. 4, уменьшение значений (U—V) на периферии. Создается впечатление, что основное тело NGC 4151 окружено голубым ореолом аморфной структуры, который наши измерения полностью не смогли охватить за пределами основного тела галактики, причем наименьшие значения (U—V) наблюдаются в площадках, затрагиваемых упомянутыми образованиями, а также около предполагаемых „выходов“ внешних спиральных рукавов слабой поверхностной яркости.

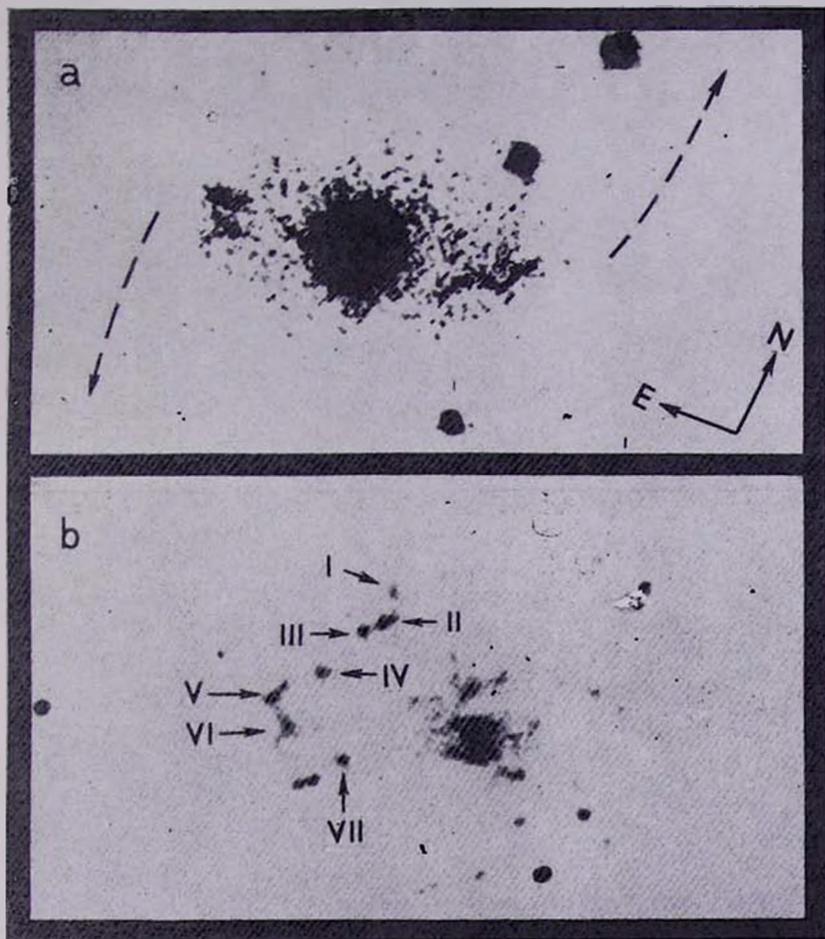


Рис. 3. а—NGC 4151. Контрастная репродукция с ультрафиолетовой пластинки (экспозиция 30 мин). Пунктиром отмечены отрезки спиральных рукавов. Масштаб 3.4 сек/мм. б—NGC 4145. Контрастная репродукция с ультрафиолетовой пластинки (экспозиция 60 мин). Масштаб 4.4 сек/мм. Север сверху, восток слева.

К ст. Т. М. Борчадзе

По данным карты распределения яркости и цветов, так же, как и на рис. 2, видно, что при удалении от центра галактики до расстояния 10—15 сек дуги происходит заметное покраснение по обоим показателям цвета ($U - V$) и ($B - V$). Далее, наоборот, начинается посинение при приближении к периферии галактики, до расстояний порядка 100 сек дуги от центра. Такое распределение и изменение цвета как раз и характерно для аномальных галактик, одним из наиболее характерных представителей которых является NGC 4151.

Таблица 3

Объект	B	M_B	$U - V$	$B - V$
NGC 4145 (яд. обл.)	16.18		+0.12	+0.77
ассог. I	18.34	-13.03	-0.57	-0.41
II	18.17	-13.20	-0.99	-0.01
III	18.49	-12.88	-1.09	+0.08
IV	18.33	-13.04	-0.85	
V	17.99	-13.38	-0.69	-0.02
VI	17.91	-13.46	-0.68	+0.04
VII	18.12	-13.25	-0.67	+0.17
A'	18.25		-0.17	+0.70
Перемычка	23.74		-0.48	+0.12
B	17.47		-0.14	+0.36
B'	18.95		-0.77	+0.02
B''	18.45		-0.54	+0.11
B'''	18.43		-0.38	+0.14

Обширный распространенный ореол вокруг основного тела галактики создают также облака нейтрального водорода, согласно [9], и возможно это в некотором роде подтверждает наше мнение о наличии голубого ореола у этой галактики. Можно допустить, что наличие симметричных образований и голубого ореола является следствием рекуррентных выбросов из ядра NGC 4151, находящегося в фазе своей активной деятельности. Аналогичный вывод относительно облаков H I делает в своей работе и Р. Дэвис. И еще довод в пользу такого предположения. Согласно [15], галактика Маркарян 474 по своим спектральным характеристикам принадлежит к сейфертовскому типу. Она имеет яркое ядро и перемычу, окруженную диффузной оболочкой. Аналогичную структуру, согласно [15], имеет и Маркарян 9. Такое сходство структур указанных галактик Маркаряна, отнесенных к сейфертовскому типу, с исследованной нами галактикой Сейферта NGC 4151, не позволяя делать далеко идущие выводы, приводит,

однако, к мысли об общности внешних диффузных ореолов, являющихся, по-видимому, результатом эруптивной деятельности ядер этих галактик.

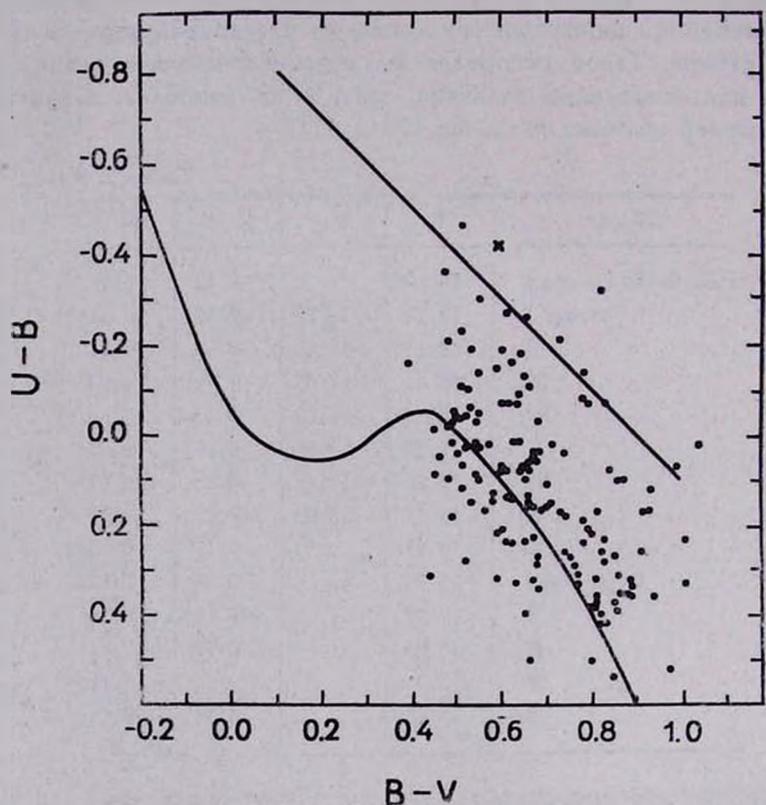


Рис. 4.

На рис. 4 представлена двухцветная диаграмма для площадок, составляющих NGC 4151, крестиком отмечено положение центральной площадки, включающей ядро. Площадки, располагающиеся на диаграмме в районе линии чернотельного излучения, а иногда и значительно выше, принадлежат ореолу и местам предполагаемого „выхода“ спиральных рукавов слабой поверхностной яркости. Это обстоятельство позволяет сделать предположение о существовании нетепловой компоненты в излучении этих областей. Напрашивается вывод, что в NGC 4151 сравнительно недавно началось образование спиральных рукавов, у „истоков“ которых отмечается нетепловая компонента излучения, в свою очередь связанная с активной деятельностью ядра.

Оценивая долю, вносимую в интегральную В-яркость NGC 4151 площадками с различными показателями цвета (U—B) и (B—V), на основании табл. 4, получаем, что 80%¹⁰ излучения приходится на площадки с (U—B) 0.0 + + 0.3 и 66% с (B—V) + 0.7 + + 0.0.

Таблица 4

α	-83.2	-78.4	-68.6	-58.8	-49.0	-39.2	-29.4	-19.6	-9.8	0	9.8	19.6	29.4	39.2	49.0	58.8	68.6	78.4	88.2	98.0
58.8										24.00	24.16	24.12	24.15							
										+0.58	+0.61	+0.67	+0.58							
49.0					24.07	24.85	23.97	23.75	23.65	23.55	23.51	23.63	23.60	23.96	23.92	23.98	23.98			
					+0.23	+0.33	+0.70	+0.70	+0.63	+0.61	+0.66	+0.68	+0.66	+0.74	+0.68	+0.75	+0.41			
39.2		21.27	23.76		23.80	23.31	23.07	23.92	23.00	23.13	23.13	23.17	23.47	23.58	23.76	23.90				
		+0.73	+0.29		-0.78	-0.21	-0.02	+0.05	+0.31	+0.09	+0.02	+0.02	+0.07	-0.07						
29.4		21.71	23.24		23.20	23.02	22.80	22.79	22.61	22.48	22.68	22.75	22.96	23.02	23.29	23.41	23.48	23.87	24.21	
		+0.68	+0.51		+0.54	+0.54	+0.64	+0.80	+0.68	+0.80	+0.87	+0.87	+0.84	+0.64	+0.33	+0.63	+0.58			
19.6		23.80	23.22	23.74	22.71	22.45	22.58	22.53	22.28	21.90	22.03	22.37	22.63	22.74	22.97	23.02	23.36	23.65	23.80	
		+0.50	+0.48	+0.53	+0.62	+0.60	+0.65	+0.81	+0.89	+0.80	+0.82	+0.81	+0.76	+0.71	+0.68	+0.67	+0.78	+0.82	+0.37	
9.8		23.96	23.28	23.62	22.95	22.99	22.41	22.45	22.12	21.50	20.75	21.31	21.93	22.41	22.62	22.64	22.66	22.83	23.39	23.73
		+0.57	+0.65	+0.43	+0.66	+0.67	+0.78	-0.78	-0.14	+0.19	+0.41	+0.36	-0.34	+0.52	+0.19	+0.42	+0.24	+0.27	+0.10	+0.24
0		23.89	23.19	22.54	22.37	22.26	22.50	22.41	21.95	20.85	17.61	20.42	21.62	22.26	22.61	22.43	22.28	22.44	23.06	23.70
		+0.64	+0.47	+0.60	+0.74	+0.63	+0.83	+0.83	+0.89	+0.89	+0.60	+1.01	+0.77	+0.81	+0.86	+0.67	+0.60	+0.62	+0.52	+0.47
9.8		24.00	23.35	22.67	22.52	22.40	22.51	22.42	21.99	21.22	20.28	20.84	21.75	22.28	22.56	22.58	22.09	22.44	22.52	23.90
		+0.01	+0.16	+0.23	+0.50	+0.76	+0.50	+0.35	+0.23	+0.02	+0.12	+0.33	+0.33	+0.42	+0.04	-0.16	+0.32	+0.07		
-9.8		-0.17	+0.52	+0.70	+0.67	+0.66	+0.74	+0.80	+0.86	+1.01	+1.04	+0.93	+0.80	+0.77	+0.83	+0.68	+0.62	+0.59	+0.43	+0.58
-19.6		24.25	23.65	23.95	22.87	22.78	22.74	22.64	22.36	21.84	21.60	21.84	22.23	22.57	22.53	22.48	22.31	22.77	23.50	24.09
		+0.50	+0.66	+0.58	+0.59	+0.70	+0.79	+0.83	+0.93	+0.83	+0.91	+0.92	+0.83	+0.79	+0.65	+0.58	+0.61	+0.49	+0.33	+0.63
-29.4		24.14	24.14	23.35	23.04	23.12	22.78	22.75	22.75	22.55	22.53	22.46	22.56	22.71	22.77	22.73	22.74	23.31	24.04	
		+0.17	+0.87	+0.55	+0.46	+0.67	+0.55	+0.73	+0.87	+0.81	+0.97	+0.86	+0.86	+0.64	+0.54	+0.53	+0.33	+0.48		
-39.2					23.40	23.17	22.87	22.92	22.86	22.81	22.95	22.95	23.10	22.86	23.12	23.46	23.85			
					-0.13	-0.02	-0.06	+0.09	+0.14	+0.16	+0.06	-0.12	+0.08	-0.16	-0.11	-0.14				
-49.0					+0.65	+0.57	+0.45	+0.51	+0.62	+0.64	+0.66	+0.51	+0.60	+0.39	+0.53	+0.53	+0.36			
					23.64	23.46	23.35	23.30	23.25	23.37	23.42	23.56	23.54	23.56	23.56					
					+0.04	-0.03	-0.10	+0.03	-0.07	-0.15		-0.30	-0.23	-0.46						
-58.8					24.06	24.07	23.96	23.84	23.66	23.47	23.98	23.98	23.95	24.10						
					+0.77		+0.68	+0.54	+0.61	+0.45	+0.70	+0.72	+0.72	+0.46						



Интересно, что если совместить кривые распределения V_{\square} по радиусам как большой, так и малой осей, то они почти совпадают друг с другом, а усредненная кривая довольно точно может быть представлена степенной функцией вида $a = 17.558 R^{0.07}$, где R — расстояние от центра галактики в секундах дуги и a — поверхностная яркость, соответствующая данному расстоянию.

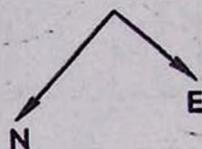
NGC 4156. Распределение поверхностной яркости для этой галактики не строилось, т. к. ввиду малых угловых размеров галактики диафрагма микрофотометра охватывала значительные ее области, и поэтому распределения яркости и цветов были бы сильно усреднены.

По нашей просьбе Р. Линдс в Кит-Пике с помощью 84" телескопа определил лучевую скорость NGC 4156, которая оказалась равной 7633 ± 100 км/сек (с поправкой за вращение Солнца), что говорит о том, что NGC 4156 вряд ли составляет физическую пару с NGC 4151, для которой v_r равна 989 км/сек [16]. Исходя из лучевой ско-

рости и постоянной Хаббла, принятой в данной работе равной $55 \text{ км/сек} \cdot \text{Мпс}$, NGC 4156 находится на расстоянии 138.8 Мпс и имеет диаметр порядка 52.5 кпс . Абсолютная яркость системы будет $M_V = -21.6$. Ее видимый большой диаметр и абсолютная величина даются нами для предельной изофоты V_{\square} , равной 24.20 . Следовательно, это сверхгигантская Sb-галактика фона с двумя массивными ветвящимися спиральными рукавами. В спектре ядра этой галактики, по сообщению Р. Линдса, отмечены эмиссионные линии $\lambda 3727$ и H_{α} умеренной яркости. Обращает на себя внимание эмиссия $\lambda 3727$, наблюдаемая также и в западной части NGC 4156, в области, соответствующей квадрату с $X = 19.6$ и $Y = 9.8$ табл. 5. Интересно, что если даже приблизительно экстраполировать диаметр NGC 4156 до значений $V_{\square} = 25.0$, то он увеличится почти вдвое, достигнув при этом значения более 100 кпс .

Таблица 5

$x'' \backslash y''$	-29.4	-19.6	-9.8	0.0	9.8	19.6
29.4				23.86	23.90	
				+0.65	+0.81	
19.6		24.02	22.72	23.15	23.59	
		+0.43	+0.36	+0.25	-0.26	
		+0.52	+0.52	+0.26	+0.60	
9.8		22.73	22.14	22.20	22.90	23.73
		-0.03	+0.06	+0.24	+0.19	
		+0.48	+0.75	+0.70	+0.59	+0.71
0.0	24.26	23.10	22.10	21.05	22.00	23.20
	+0.10	+0.76	+0.03	+0.18	+0.46	-0.06
		+0.93	+0.87	+0.57	+0.55	
-9.8		23.64	22.84	22.22	22.08	23.10
		+0.66	+0.06	+0.05	+0.31	+0.05
		+0.69	+0.79	+0.61	+0.42	
-19.6		24.02	23.42	22.99	23.04	23.70
		+0.38	-0.07	-0.08	+0.06	
		+0.56	+0.47	+0.39	-0.13	
-29.4			24.37	23.66	24.02	
			+0.17	+0.50	+0.12	



NGC 4145. Для этой галактики, как мы уже отмечали, были измерены, с учетом фона ветви, семь доступных для уверенных измерений наиболее ярких ассоциаций, а также ядерная область. Результаты представлены в табл. 3, а положение измеренных ассоциаций в NGC 4145 показано на рис. 3б, который является контрастным негативным от-

печатком с ультрафиолетовой пластинки, снятой с экспозицией 60 мин. Как видно из табл. 3, ядерная область NGC 4145 по своим показателям цвета характерна для спиральных галактик позднего типа. Согласно [17], для NGC 4145 $m_p = 12.2$. Лучевая скорость ее, по данным [18], равна 1035 км/сек. На основании этого значения абсолютная величина NGC 4145 будет $M_p = -19.17$, расстояние $r = 18.8$ Мпс, а диаметр, оцениваемый по голубой карте Паломарского атласа равным 285", будет составлять 26 клс. Исходя из ее лучевой скорости, в табл. 3 даны и абсолютные величины 7 ассоциаций в NGC 4145.

Для перемишки приводится значение поверхностной яркости. Для ассоциации IV в таблице не дано значение ($B - V$), т. к. в V-лучах ее не смогли измерить ввиду низкой поверхностной яркости (слабее $V_{\square} \approx 24.00$).

Значения абсолютных звездных величин ассоциаций в В-лучах по нашим измерениям несколько больше, чем, например, даваемые для ассоциаций в [19] и [20], однако следует учесть, что, во-первых, измеренные нами это наиболее яркие ассоциации и, во-вторых, расстояние до NGC 4145 нами оценено при постоянной Хаббла $H = 55$ км/сек · Мпс, которая сравнительно недавно стала общепринятой. Если, например, расстояние до NGC 4145 оценить, исходя из $H = 75$ км/сек · Мпс, то абсолютные значения ассоциаций повысятся почти на одну звездную величину.

Сравнение ($B - V$) значений ассоциаций в NGC 4145 с показателями цвета ассоциаций галактик M 51, 101 [19] и NGC 6946 [20] показывает, что они согласуются за исключением ассоциаций I и IV. Для первой из них ($B - V$) = -0.41, а для второй, учитывая ее В-величину и значение уверенного определения нами $V_{\square} \approx 24.00$, предел для ($B - V$) можем оценить как -0.75 и меньше.

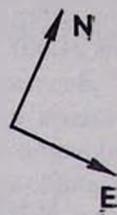
NGC 4145, по-видимому, составляет пару с NGC 4151, исходя из близости их лучевых скоростей, однако в таком случае это будет широкая пара, т. к. линейное расстояние между компонентами будет порядка 150 клс. Если попробовать подсчитать среднюю массу этих галактик по статистически выводимой формуле $\bar{M} = 0.114rs(\Delta v)^2$ [22], то получим $\bar{M} = 2 \cdot 10^{11} M_{\odot}$. Такое значение массы согласуется с оценками, принимаемыми для галактик вида Sb, каковыми и являются NGC 4145 и 4151. Заметим попутно, что в [9] Р. Дэвис, определяя поверхностную плотность нейтрального водорода для NGC 4151, получил значение σ HI, также характерное для Sb-галактик.

Объекты А и А'. Как мы уже отмечали, это галактика МКГ 7-25-46 (А) со спутником (А'), удаленным от А на 0.5 к югу. А и

А' соединены перемычкой, поверхностная яркость которой дана в табл. 3. В табл. 6 дается карта распределения поверхностной В-яркости и показателей цвета для А, однако ввиду малых угловых размеров этой галактики она была охвачена малым числом диафрагм. Не имеет смысла, как и в случае NGC 4156, строить распределение яркости и цветов вдоль осей этой галактики, однако сразу же бросается в глаза, при рассмотрении табл. 6, что все измеренные участки на ее поверхности имеют отрицательные показатели цвета ($U - V$), галактика заметно голубая.

Таблица 6

$x'' \backslash y''$	-29.4	-19.6	-9.8	0.0	9.8	19.6	29.4	39.2	49.0
9.8				24.14 -0.69 +0.04					
0.0	23.86 -0.47 +0.17	23.16 -0.34 +0.24	22.44 -0.13 +0.27	21.96 -0.34 +0.16	22.66 -0.01 +0.10	23.70 -0.14 +0.24		24.12 -0.58 +0.37	24.06 -0.56
-9.8		23.68 -0.22 +0.02	23.18 -0.14 +0.32	22.79 -0.25 +0.44	22.62 -0.06 +0.07	23.45 -0.06 +0.23	23.86		



Интегральная величина А в В-цвете, полученная суммированием всех измеренных площадок, составляет 15.16 при показателях цвета ($U - V$) = -0.24 и ($V - V$) = +0.10. Для сравнения укажем, что, согласно [21], для этой галактики $m_p = 15.3$. Следует отметить, что интегральные показатели цвета этой галактики необычные, у нее наблюдается небольшой ультрафиолетовый избыток и возможно поэтому присутствие у нее слабых эмиссионных линий.

Галактики А и NGC 4145, согласно Э. Холмбергу [10], составляют пару (Holm. № 342). Однако, учитывая, что критерии парности, примененные Э. Холмбергом, как это видно в случае пары NGC 4151—4156, а также отмечалось и другими авторами, не всегда позволяют выделить конкретные, физически связанные пары, на 2.6 м телескопе Крымской астрофизической обсерватории были получены две спектрограммы с помощью спектрографа с контактным ЭОП-ом с целью определения лучевой скорости А. Последняя, исправленная за галактическое вращение, оказалась равной 1886 ± 87 км/сек. Поэтому физическая природа рассматриваемой пары становится сомнительной. Расстояние до А получается равным 34.3 Мпс. Видимые размеры ее в пределах изофоты $V_{17} = 24.10$ составляют 14.7×4.9 кпс (88.2×29.4).

Следует, однако, добавить, что видимый большой диаметр ее распространяется на большее расстояние, недоступное нашим измерениям ввиду падения поверхностной яркости вдоль него. Абсолютная величина галактики А будет $M_B = -17.52$.

Для ее спутника А', который, несомненно, является выбросом, $M_B = -14.4$. Эта величина не совсем точна, т. к. А' нами был охвачен лишь одной квадратной диафрагмой и некоторая, хотя и малая, часть осталась за пределами диафрагмы при измерении. Получаемые для А' яркость и показатели цвета должны приниматься лишь как предварительные.

Группа объектов В. Судя по рис. 1, галактика В имеет несколько рукавов, однако последние очень слабы, поэтому можно было измерить лишь выделяющиеся в них по яркости образования. Таковыми являются аморфное центральное тело, обозначенное символом В и три сгущения. Результаты их колориметрического исследования приводятся в табл. 3. Судя по цветам В', В'' и В''', можно их считать ассоциациями.

Лучевой скорости для этой галактики не имеется, так что судить о расстоянии до нее трудно. Из табл. 3 следует, что ассоциации В', В'' и В''' имеют видимые звездные интегральные величины, близкие таковым ассоциаций в NGC 4145. Делая допущение, что галактика В (МКГ 7—25—48) находится на расстоянии пары NGC 4151—4145 для абсолютных значений В', В'' и В''' получим, в среднем, $M_B = -12.70$. Поэтому можно полагать, что рассматриваемая галактика является спутником NGC 4151 и возможно, что она отделилась от последней.

В заключение автор считает своим приятным долгом выразить глубокую признательность академику АН Арм.ССР Б. Е. Маркарян, по инициативе которого были начаты работы по детальной фотометрии аномальных по цвету и связанных с ними галактик, за ценные советы и постоянное внимание к данной работе.

Автор благодарит также д-ра Р. Линдса из обсерватории Кит-Пик и кандидатов физ.-мат. наук И. Д. Караченцева, В. И. Проника и К. К. Чуваева за содействие и помощь при определении лучевой скорости некоторых галактик данной работы.

Абастуманская астрофизическая
обсерватория

A DETAILED THREE COLOUR PHOTOMETRY OF GALAXIES NGC 4145, 4151, 4156 AND MCG 7-25-46, 48

T. M. BORCHKHADZE

The results of a detailed three-colour U, B, V photometry of NGC 4151, 4156 and MCG 7-25-46, 48, as well as those of common photometry are given for a nucleous region and 7 associations of NGC 4145. The radial velocities for NGC 4156 and MCG 7-25-46 are given. The maps of distribution of brightness as well as that of colour indices (U - B) and (B - V) in them (Tables 4, 5 and 6) are presented. For the Seyfert galaxy NGC 4151 the curve of brightness and colour indices distribution along the major and minor axes (fig. 2) and two-colour diagram (fig. 4) for the areas constituting this galaxy are drawn.

The photometric estimations allowed to reveal the existence of a blue amorphous halo at NGC 4151 which was evidently formed in consequence of eruptive actions in the nucleus. The colour indicus of a number of areas corresponding to the halo in Table 4 and Fig. 4 point to the presence of a non-thermal component in their radiations. The spiral arms of low brightness seem to emerge from the halo.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б. Е. Маркарян, Сообщ. Бюраканской обс., 34, 3, 1963.
2. Seyfert Galaxy Conference, A. J., 73, 836, 1968.
3. External Galaxies and Quasi-Stellar Objects, ed. D. S. Evans, Dordrecht-Holland, 1972.
4. Г. В. Зайцева, В. М. Лютый, Астрон. цирку., 470, 7, 1968.
5. Г. В. Зайцева, В. М. Лютый, Астрон. ж., 46, 237, 1969.
6. Э. А. Дубай, I. В. Зайцева, В. М. Лютый, Астрон. ж., 46, 240, 1969.
7. M. Schwarzschild, Ap. J., 182, 357, 1973.
8. G. H. Rieke, F. G. Low, Ap. J., 176, L95, 1972.
9. R. D. Davies, M. N., 161, 25, 1973.
10. E. B. Holmberg, Ann. Lund Obs., 6, 1973.
11. A. N. Argue, M. N., 127, 97, 1963.
12. A. R. Sandage, Science, 178, 600, 1972.
13. G. de Vaucouleurs, Ap. J., Suppl. No. 48, 5, 233, 1961.
14. A. de Vaucouleurs, G. de Vaucouleurs, Mem. R. A. S., 77, 327, 1972.
15. Г. Арп, Э. Е. Хачикян, Астрофизика, 9, 509, 1973.
16. И. Д. Караченцев, Сообщ. САО АН СССР, 7, 1972.
17. P. Nilson, Uppsala General Catalogue of Galaxies, Uppsala, 1973.
18. G. Chincartni, H. Rood, A. J., 77, 4, 1972.
19. Б. Е. Маркарян, Сообщ. Бюраканской обс., 26, 3, 1959.
20. Э. Е. Хачикян, К. А. Саакян, Астрофизика, 6, 177, 1970.
21. F. Zwicky, E. Herzog, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, V, 111, 1966.
22. Курс астрофизики и звездной астрономии, 2, 660, М., 1962.