

УДК: 524.7:520.82

ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ VV 242

В. П. РЕШЕТНИКОВ

Поступила 16 декабря 1986

Принята к печати 20 апреля 1987

Приведены результаты детальной UBV -фотометрии взаимодействующей системы VV 242 (NGC 7253 a, b). Определены стандартные фотометрические параметры галактик: интегральные видимые и абсолютные звездные величины, показатели цвета и некоторые другие. Приведены распределения поверхностной яркости галактик в разных цветовых полосах, распределение цвета $B-V$ по системе. Показано, что рассматриваемые галактики являются гигантскими спиральными галактиками типа Sbc—Sc или SBbc—SBc. Все основные наблюдаемые особенности системы (деформация внешних областей галактик, некомпланарность их структуры, наличие сверхассоциаций) могут быть связаны с приливным взаимодействием членов системы.

1. *Введение.* Детальное исследование взаимодействующих галактик представляет значительный интерес как с точки зрения физики галактик, так и с точки зрения понимания природы активности их ядер.

В Морфологическом каталоге галактик [1] кратко описаны 1852 взаимодействующие системы, из которых в настоящее время изучено лишь несколько процентов. Неполнота наблюдательного материала, а также необычайное многообразие и сложность проявлений взаимного влияния галактик друг на друга затрудняют выявление каких-либо статистических закономерностей, однако изучение взаимодействующих систем уже привело к ряду интересных результатов. Отметим, например, следующие: члены взаимодействующих систем являются по преимуществу гигантскими по светимостям, массам и размерам галактиками; среди взаимодействующих систем повышена доля галактик с радиоизлучением, с ИК- и УФ-избытками, с эмиссионными линиями и активными ядрами.

В настоящей статье в рамках проводимой в АО ЛГУ программы исследования пекулярных галактик приводятся результаты детального фотометрического исследования взаимодействующей системы VV 242.

2. *Предварительные сведения о VV 242.* Снимок двойной системы VV 242 (NGC 7253a, b, Agr 278, Holm 790, CPG 566) приведен на рис. 1.

Обе галактики видны практически с ребра. Главная галактика системы (NGC 7253a) имеет правильное вытянутое тело, от северо-западного конца которого под углом отходит широкая ветвь. Вдоль SW края галактики тянется светлая полоса. Вторая галактика системы более аморфна. Обе галактики окружены слабой диффузной оболочкой.

Согласно [2] галактоцентрические лучевые скорости компонентов системы равны: 4900 км/с для NGC 7253a и 4781 км/с для NGC 7253b, по [3] соответствующие значения составляют 4994 км/с и 4768 км/с. В спектре NGC 7253a отмечено присутствие эмиссионных линий [2, 3]. (Приведенные в [4] сведения о лучевой скорости, ширинах линий и радиопотоке относятся не к рассматриваемой системе, а к VV 261).

Предварительное фотометрическое исследование NGC 7253a было произведено в [5]. В этой работе было показано, что NGC 7253a является гигантской спиральной галактикой, в фотометрической структуре которой выделяются ядро и два гигантских комплекса H II, расположенных примерно симметрично относительно ядра. Область максимального покраснения под углом пересекает тело галактики и лишь частично совпадает со светлой полосой, которая, вероятно, является просветом между галактикой и расположенным южнее волокном.

3. *Наблюдения и обработка.* Наблюдательный материал был получен в августе 1981 г. в прямом фокусе 2.6-м телескопа Бюраканской астрофизической обсерватории (1:4, масштаб снимков 21."7/мм). Сведения о пластинках приведены в табл. 1, где в первом столбце — дата наблюдений, во вто-

Таблица 1

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Дата	N	Фильтр	Эмульсия	Экспозиция	θ''	Фов/□"
26/27.08.1981	1707	УФС1	103a-O	45 ^m	2.5	20 ^m 30
26/27	1708	УФС1	103a-O	45	2.5	20.25
20/21	1698	BC8	103a-O	23	2	21.77
24/25	1700	BC8	103a-O	30	3	—
24/25	1701	BC8	103a-O	30	3	21.48
27/28	1713	ЖС17	103a-D	40	3	20.73
27/28	1714	ЖС17	103a-D	40	4	20.70

ром — номер пластинки в соответствии с нумерацией стеклотеки БАО и далее: фильтр, тип эмульсии, продолжительность экспозиции, качество изображения.

Калибровка производилась по маркам трубчатого фотометра. Для стандартизации фотографических данных на 48-см телескопе АЭТ-14 Бюраканской станции АО ЛГУ одновременно с получением снимков были

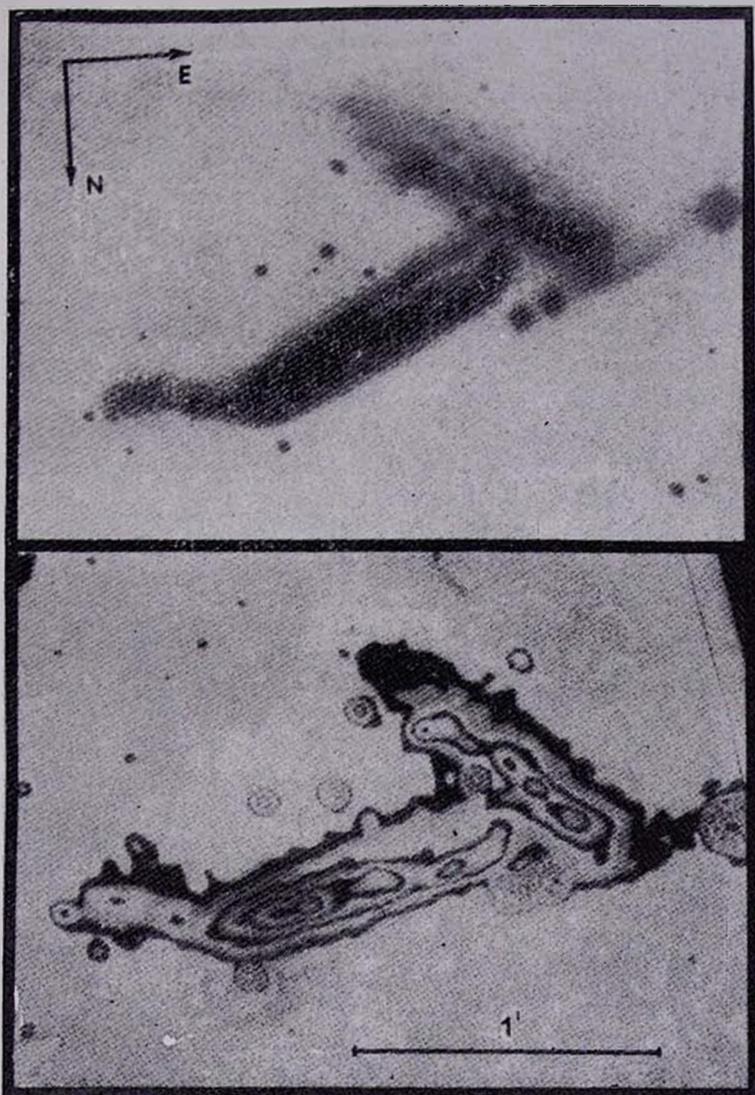


Рис. 1. Вверху — репродукция снимка VV 242 из «Атласа пекулярных галактик» Арпа. Внизу — изоденсы системы с шагом $0.05D$, полученные по сглаженному при помощи цифровой фильтрации снимку в цветовой полосе V .

К ст. В. П. Решетникова

произведены фотоэлектрические оценки яркости фона неба вблизи от VV 242. Яркость фона определялась дифференциальным методом относительно близкой стандартной звезды BD + 28°4337 [6]. Подробно методика стандартизации по фотоэлектрическим оценкам яркости фона неба описана в [7]. В последнем столбце табл. 1 приведены усредненные за время экспозиции оценки яркости фона*. Согласно [8] инструментальная система 2.6-метрового телескопа близка к стандартной, так что вводить за нее поправки не было необходимости.

Пластинки были записаны на магнитную ленту на микрофотометре AMD CAO АН СССР. Размер измерительной диафрагмы составлял 20×20 мкм (0.4×0.4), шаг по сканам и отсчетам — 20 мкм, размер записанного участка — 512×512 . Дальнейшая обработка производилась в АО ЛГУ при помощи комплекса программ для обработки фотографических наблюдений протяженных объектов [9]. Обработка включала следующие основные этапы: сглаживание шумов исходных изображений при помощи винеровской фильтрации; полиномиальная аппроксимация фона на пластинках; сложение изображений, полученных в одной цветовой полосе; вычисление показателей цвета, интегральных звездных величин (подробное описание процедуры обработки и используемых алгоритмов см. в [9]).

4. *Результаты и обсуждение.* а) *Интегральные характеристики VV 242.* На рис. 2 и 3 приведены распределения поверхностной яркости VV 242 в цветовых полосах *B* и *V*, дающие представление об общей фотометрической структуре. Обе галактики показывают сложное строение, видны многочисленные конденсации. В NGC 7253a отчетливо выделяется выступающая над плоскостью галактики ядерная линза, в NGC 7253b по центральному положению и цветовым характеристикам в качестве ядра можно подозревать конденсацию № 12 (см. табл. 4).

Асимптотические интегральные видимые звездные величины галактик в цветовой полосе *B* составляют 14.22 и 14.81 (проецирующиеся звезды исключены). Для нахождения абсолютных светимостей эти величины должны быть исправлены за поглощение в Галактике и за внутреннее поглощение (*K*-поправка для VV 242 в полосе *B* не превосходит 0.05 [10] и поэтому ввиду ее малости, а также зависимости от морфологического типа она не учитывалась). Для поглощения в Галактике согласно [11] были приняты значения $A_B = 0.64$, $E_{B-V} = 0.16$ и $E_{U-B} = 0.12$.

* Следует обратить внимание на то, что приводимые в табл. 1 и используемые для стандартизации оценки яркости фона не являются абсолютными, а на величину поглощения в атмосфере, т. е. примерно на 0.5 зв. вел., ярче истинного фона неба во время наблюдений.

Поправка за наклон рассчитывалась по формулам $\Delta A_B(i) = 0.7 \lg \sec i$ [12] и $\cos^2 i = (q^2 - q_0^2)/(1 - q_0^2)$, где q — наблюдаемое сжатие галактики, q_0 — истинное. Из-за частичного контакта исследуемых галактик и деформации их внешних частей наблюдаемые сжатия можно оценить лишь весьма приближенно. В настоящей работе для обеих галактик приняты значения $q = 0.25$, $q_0 = 0.15$ и, следовательно, $i \approx 78^\circ$, $\Delta A_B(i) \approx 0.48$.

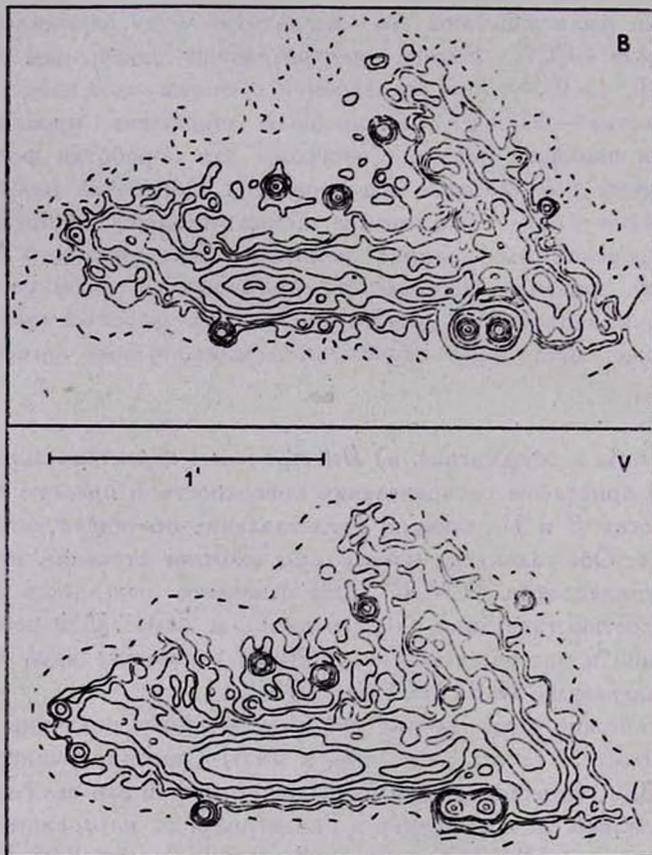


Рис. 2. Распределение поверхностной яркости VV 242 в цветовых полосах B и V . Центральная непрерывная изопота в фильтре B — 21.0, последняя — 24.0; в V — 21.0 и 23.5 соответственно. Шаг по изопотам — 0.5. Пунктиром отмечена изопота 26.5.

Наблюдаемые цвета были исправлены только за поглощение в Галактике, поправка же за наклон не вносилась по следующей причине. Согласно [13] цвета зависят от наклона лишь для галактик морфологических типов Sa и Sb , для галактик более поздних типов (Sc — Sd) поправки близ-

ки к нулю. Если, например, принять, что NGC 7253a, b являются галактиками типа Sa или Sb, то по [12, 13] поправки за наклон составили бы для них $\Delta E_{B-V} = 0.13$ и $\Delta E_{U-B} = 0.25$, но с учетом этих поправок цвета галактик соответствовали бы нормальным цветам галактик типа Scd [13], для которых эти поправки должны быть малы. Отметим также, что когда исследуемые галактики видны практически с ребра и обладают сложной структурой (как в случае VV 242), поправки за внутреннее поглощение определяются неубверенно.

С учетом всех поправок абсолютные звездные величины галактик в полосе B составляют -20.95 для NGC 7253a и -20.35 для NGC 7253b (здесь и далее $H = 75$ км/с Мпк), интегральные цвета $-(B-V)_0 = +0.63$, $(U-B)_0 = +0.06$ и $(B-V)_0 = +0.71$, $(U-B)_0 = -0.04$ (в дальнейшем индекс «0» будет относиться ко всем величинам, исправленным за поглощение в Галактике). Большие оси NGC 7253a и b по изофоте $\mu_B = 23/\square''$ составляют 24 кпк (без «хвоста») и 21 кпк соответственно.

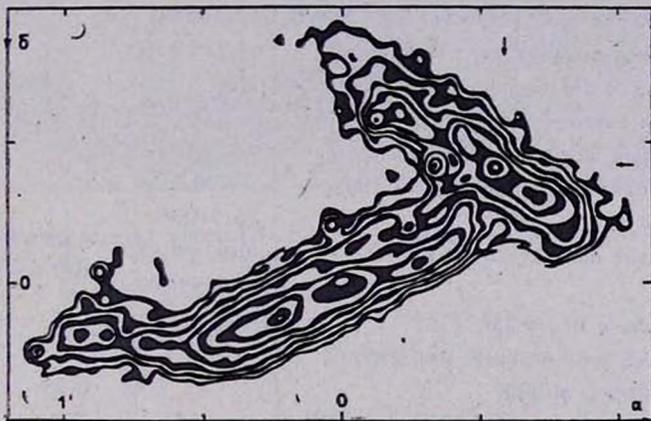


Рис. 3. Изофоты VV 242 в цветовой полосе V. Ярчайшая изофота соответствует 20,0, крайняя — 22,6, шаг — 0,2. Ядро галактики NGC 7253a находится в точке с координатами (0,0), положение ядра NGC 7253b отмечено стрелками.

Рис. 1, 2 и 3 показывают, что NGC 7253a во внутренней части имеет весьма правильную и регулярную структуру. Рассмотрение распределения яркости в диске этой галактики вдоль z-координаты на разных расстояниях от ядра показывает, что диск NGC 7253a удовлетворительно описывается в рамках модели самогравитирующего изотермического диска с распределением плотности $\rho(z) = \rho_0 \cdot \sec h^2(z/z_0)$, где $z_0 = 1.8 \pm 0.2$ кпк (для сравнения: Галактика (Sbc) $z_0 = 0.6-0.7$ кпк, NGC 4217 (Sb) — 1.7 кпк [14]).

Итоговые характеристики взаимодействующей системы VV 242 приведены в табл. 2.

б) *Морфологическая классификация галактик.* Рассмотрение рис. 1 и 2 позволяет предположить, что в случае VV 242 мы имеем дело с двумя взаимодействующими спиральными галактиками. Подтверждениями этого служат относительно правильная структура галактик во внутренних частях, наличие выраженных ядер и, предположительно, спиральных ветвей («хвост» у NGC 7253a; противоположно направленные отростки у NGC 7253b, обрисованные изофотами 23.5 и 24.0 в фильтре B). Об этом же свидетельствует и систематическое уменьшение показателя цвета $(B-V)_0$ от центра к периферии галактик (см. рис. 4).

Таблица 2

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ VV 242

	NGC 7253a		NGC 7253b
α (1980.0)		$22^h 18^m 5$	
δ (1980.0)		$+29^\circ 18'$	
Галактоцентрическая скорость, V_0 (км/с)	4900 (4994)		4781 (4768)
Интегральная видимая зв. величина, B	14.22 ± 0.04		14.81 ± 0.04
Галактическое поглощение, A_B		0.64	
Внутреннее поглощение, $\Delta A_B(t)$		0.48:	
Исправленная видимая зв. величина, B_0	13.10		13.69
Исправленная абсолютная зв. вел., M_B	-20.95		-20.35
Светимость, L_B (в L_\odot)	$3.7 \cdot 10^{10}$		$2.2 \cdot 10^{10}$
Интегральные показатели цвета, $(B-V)_0$	$+0.63 \pm 0.07$		$+0.71 \pm 0.07$
$(U-B)_0$	$+0.06 \pm 0.09$		-0.04 ± 0.09
Большая ось, a ($\mu_B = 23/\square''$)	$75'' (23.6 \text{ кпк})$		$66'' (20.8 \text{ кпк})$
Позиционный угол большой оси (1980.0)	112°		62°
Среднее сжатие, $q=b/a$		0.25:	
Наклон плоскости галактики, i ($q_0=0.15$)		78° :	
Расстояние между ядрами галактик, X		$41'' (13 \text{ кпк})$	

Интегральные цвета NGC 7253a, b в пределах ошибок совпадают с нормальными цветами галактик типа Sbc ($t=4$): $B-V = +0.65$ и $U-B = +0.04$ [13]. Следовательно, с учетом возможного искажения цветов вследствие внутреннего поглощения, можно предположить, что члены VV 242 являются галактиками типа Sbc—Sc ($t=4-5$).

Предлагаемая классификация подтверждается также тем, что для галактик системы отношение γ светимости ядерной области (см. табл. 4) к интегральной светимости соответствует согласно [15] спиральным галактикам позднее Sb ($\lg \gamma = -1.3$ и -1.8).

Детальное спектральное изучение VV 242 не проводилось, и в этой связи интерес представляют полученные Тиффтом [2] оценки лучевых ско-

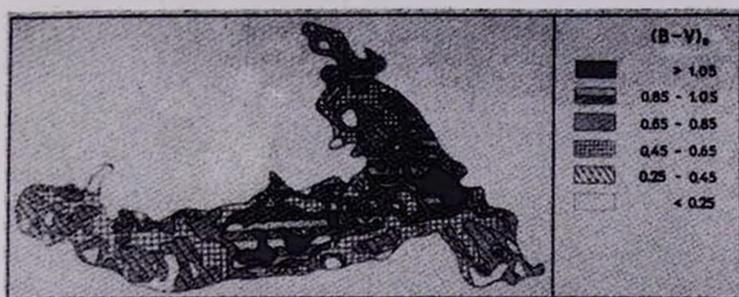


Рис. 4. Распределение цвета $(B-V)_0$ по галактикам системы (рисунок ограничен изоботой 23.5 в B).

К ст. В. П. Решетникова

ростей в пяти точках по NGC 7253a (см. табл. 3). Как видно из этой таблицы, значение скорости — 363 км/с резко отличается от других и почти в два раза превышает максимальные скорости вращения спиральных галактик, которые для $t = 4-5$ составляют 214 и 185 км/с соответственно [16]. Если не считать значение скорости в этой точке ошибкой, объяснением ему служит, по-видимому, то, что оно не относится к диску галактики.

Таблица 3
КРИВАЯ ВРАЩЕНИЯ NGC 7253a

r		V ₀ (r) км/с	ΔV ₀ (r) км/с
сек. дуги	кпк		
20.8	6.6 SE	4560	—363
10.5	3.3	4874	— 49
0.0	0.0	4923	0
16.2	5.1	5045	+122
25.1	7.9 NW	5096	+173

При позиционном угле спектрограммы 116° точка, в которой получено это значение лучевой скорости, лежит южнее конденсаций № 9 и 10 (см. табл. 4), в районе светлой полосы (см. рис. 1). Столь большое значение скорости в этой точке свидетельствует о значительных некруговых движениях излучающего газа в этом районе над диском галактики. Остальные значения V₀ (r) из табл. 3, являющиеся типичными для спиральных галактик, лежат почти на прямой линии и, следовательно, относятся к области твердотельного вращения. Тогда в пределах этой области (r=7.9 кпк) масса NGC 7253a составляет $M = G^{-1} \cdot V_0^2(r) \cdot r \approx 6 \cdot 10^{10} m_{\odot}$. Грубую оценку полной массы системы VV 242 можно сделать по формуле $M_t = (32/3\pi) \cdot G^{-1} X y^2$, где X — проекция линейного расстояния между членами пары, y — разность лучевых скоростей галактик. Используя результаты Тиффта и Караченцева [2, 3], получаем $M_t = (1.5 - 5.3) \times 10^{11} m_{\odot}$. Следовательно, для NGC 7253a $M/L_{B_v} > 1.5$, для системы в целом $M/L_{B_v} = (2.5 - 9)$ солнечных единиц. Сделанные выше оценки согласуются с представлением о том, что NGC 7253a, b — гигантские спиральные галактики поздних типов.

Суммируя все вышесказанное, можно сделать вывод, что члены взаимодействующей системы VV 242 являются гигантскими спиральными галактиками типа Sbc—Sc или SBbc—SBc.

в) Гигантские области H II (сверхассоциации). Как уже отмечалось, в структуре изучаемых галактик выделяются многочисленные яркие конденсации. Параметры этих конденсаций приведены в табл. 4, где N⁰ — но-

мер в порядке увеличения a ; $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ — разности координат в угловых секундах от ядра NGC 7253a (см. рис. 3); B_0 — интегральная видимая звездная величина в полосе B ; $(B-V)_0$, $(U-B)_0$ — показатели цвета; \bar{m}_{B_0} — средняя поверхностная яркость в звездных величинах с квадратной секунды; a — большая ось в угловых секундах и кпк; M_{B_0} — интегральная абсолютная звездная величина; ν_{B_0} — изофота (зв. вел. с кв. сек.), до которой производилось суммирование при определении фотометрических характеристик.

Таблица 4

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНДЕНСАЦИЙ В VV 242

№	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	B_0	$(B-V)_0$	$(U-B)_0$	\bar{m}_{B_0}	a		M_{B_0}	ν_{B_0}	Примечания
							"	кпк			
1	-57	+11	18.63	+0.34	+0.21	21.6	5	1.6	-15.4	21.8	
2	-51	+11	18.21	+0.15	+0.08	21.5	5	1.6	-15.8	21.8	
3	-42	+13	19.24	+0.47	-0.45	21.8	4	1.3	-14.8	22.0	
4	-37	+13	18.19	+0.16	+0.37	21.6	6	1.9	-15.8	21.8	
5	-20	+10	16.95	+0.30	+0.29	20.4	9	2.8	-17.1	20.6	
6	-14	+7	17.60	+0.71	+0.28	20.4	6	1.9	-16.4	20.6	
7	0	0	16.92	+0.94	+0.07	21.4	16	5.0	-17.1	21.7	ядро А
8	+13	-36	18.02	+0.31	+0.20	21.0	5	1.6	-16.0	21.2	
9	+17	-4	18.37	+0.52	-0.34	20.9	6	1.9	-15.6	21.0	
10	+23	-8	18.81	+0.58	+0.03	20.9	6	1.9	-15.2	21.0	
11	+27	-30	18.04	+0.63	+0.05	21.3	9	2.8	-16.0	21.5	двойная?
12	+33	-25	18.64	+1.42	+0.14	21.7	6	1.9	-15.4	21.9	ядро В
13	+42	-18	16.86	+0.50	+0.15	21.0	12	3.8	-17.2	21.3	двойная?

Светимости конденсаций, их цветовые характеристики и размеры (соответствующие медианные значения: $M_{B_0} = -15.8$, $(B-V)_0 = +0.47$, $(U-B)_0 = +0.15$ и $a = 1.9$ кпк) позволяют предположить, что они являются гигантскими областями H II (сверхассоциациями) [17]. Несколько более красные цвета сверхассоциаций, чем получено в [17], свидетельствуют о значительном внутреннем поглощении в исследуемых галактиках. Поглощение неоднородно — с приближением к ядерным областям галактик цвет $B-V$ сверхассоциаций в среднем увеличивается. Если не рассматривать центральные, наиболее покрасневшие сверхассоциации, то обнаруживается слабая корреляция между цветом $B-V$ и видимой величиной (более яркие сверхассоциации являются в среднем более голубыми).

г) *Пространственная структура VV 242.* Согласно стандартным критериям определения пространственной ориентации галактик (распределения цветов и поверхностной яркости вдоль малой оси) NGC 7253а обращена к нам NE-стороной, а NGC 7253b—NW. По условиям видимости спиральных ветвей и при предположении об их отстающем характере NE-край NGC 7253b приближается, SW удаляется. В случае NGC 7253а по наблюдениям Тиффта (см. табл. 3) однозначно известно, что SE-край галактики к нам приближается, NW удаляется.

«Хвост» NGC 7253а (его длина около 9 кпк!) является, по-видимому, деформированной спиральной ветвью — об этом свидетельствуют, в частности, его цветовые характеристики и наличие в нем сверхассоциаций. Подобного типа усиление одной из спиральных ветвей и ее выход из плоскости галактики вследствие приливного взаимодействия уже отмечались в работах, посвященных моделированию приливного взаимодействия (см., например, [18]).

Как было отмечено в [5], детальное рассмотрение распределения цвета $B-V$ по NGC 7253а показывает, что область максимального покраснения лишь частично, на самом SE-краю галактики, совпадает с ясно видимой на рис. 1 светлой полосой, а затем под углом ($25-30$)° пересекает плоскость галактики. Обширный район покраснения находится рядом с ядром и северо-восточнее его. Избытки цвета $B-V$ в этих областях достигают $+1.0$ (см. рис. 3 и 4 в [5]) и, следовательно, они могут быть связаны с поглощением пылью. Большая же часть светлой полосы, тянущейся от SE-края галактики почти до NW-края (это хорошо заметно на непередержанных снимках галактики), вероятно, не связана с пылью, а является просветом между телом галактики и расположенным южнее волокном.

Приведенные выше соображения о природе светлой полосы косвенно подтверждаются результатами поляризационных наблюдений NGC 7253а. (Наблюдения были выполнены в 1982—83 гг. на телескопе АЗТ-14 Бюраканской станции АО ЛГУ с диафрагмой 26."7, без фильтра, по методике, описанной в [19]). В точке с координатами $\Delta\alpha = +11''$, $\Delta\delta = -11''$ (см. рис. 3) получена оценка поляризации $p = (0.9 \pm 0.45)\%$, $\theta = (48 \pm 15)^\circ$. Следовательно, в районе светлой полосы отсутствует (по крайней мере она меньше 1.5%) значимая поляризация с направлением, близким к направлению полосы, что можно было бы ожидать в случае ее пылевой природы.

Само же волокно к югу от светлой полосы представляет собой, по-видимому, видоизмененную спиральную ветвь, принадлежащую NGC 7253а или NGC 7253b. Причем, по условиям видимости ветви и с учетом уярчения ее SE-конца напротив ядра NGC 7253b, более естественным представляется второй вариант. Качественно кажется возможным, что при медленном сближении галактик в картинной плоскости спиральные ветви («хвост» у NGC 7253а и волокно от NGC 7253b) вследствие приливного

взаимодействия вышли из плоскостей родительских галактик и развернулись в сторону возмущающего компонента. При дальнейшем сближении галактик не исключено их слияние.

5. *Заключение.* VV 242 — представляющий большой интерес случай взаимодействия двух гигантских галактик типа Sbc—Sc или SBbc—SBc. Все наблюдаемые особенности системы (диффузное вещество между плоскостями галактик, деформация их внешних областей, некомпланарность структуры, наличие гигантских комплексов H II) связаны, по-видимому, с приливным взаимодействием ее членов. Однако многие вопросы, связанные с VV 242, например, пространственная структура и внутренняя динамика галактик, остались невыясненными. Несомненно, необходимо дальнейшее (особенно детальное спектральное) изучение этой системы.

В заключение автор выражает благодарность руководству Бюраканской астрофизической обсерватории за предоставление времени на 2.6-метровом телескопе, А. С. Амирханяну и В. А. Яковлевой за большую помощь в наблюдениях, Ю. П. Коровяковскому за содействие при записи пластинок, В. В. Макарову за помощь в обработке и В. А. Гаген-Торну за полезные замечания.

Ленинградский государственный
университет

THE PHOTOMETRIC INVESTIGATION OF THE INTERACTING SYSTEM VV 242

V. P. RESHETNIKOV

The results of detailed UBV-photometry of the interacting system VV 242 (NGC 7253 a, b) are presented. The standard photometric parameters are determined: the total and absolute magnitudes, colour indices and others. The distribution of the surface brightness in various colour bands, the distribution of the colour $B-V$ are given. The galaxies under consideration are shown to be spirals of morphological types Sbc-Sc or SBbc-SBc. All the observational features of the system (deformation of the outlying regions, non-coplanarity of its structure, superassociations) may be connected with the tidal interaction between galaxies.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. А. Воронцов-Вельяминов, А. А. Красногорская, В. П. Архипова, Морфологический каталог галактик, МГУ, М., 1962—1974.
2. W. G. Tifft, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 50, 319, 1982.

3. *I. D. Karachentsev*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 44, 137, 1980.
4. *B. A. Vorontsov-Veljaminov*, *Astron. and Astrophys.*, 28, 5, 1977.
5. *В. П. Решетников, Л. А. Винникова*, *Вестн. ЛГУ*, № 19, 90, 1984.
6. *O. J. Eggen*, *Roy. Observ. Bull.*, N 137, 165, 1968.
7. *И. И. Попов*, *Тр. АО ЛГУ*, 39, 73, 1984.
8. *А. С. Амирханян, И. И. Попов*, *Сообщ. Бюракан. обсерв.*, 52, 89, 1980.
9. *В. В. Макаров, В. П. Решетников, В. А. Яковлева*, *Тр. АО ЛГУ*, 41, 112, 1987.
10. *W. Pense*, *Astrophys. J.*, 203, 39, 1976.
11. *А. С. Шаров*, *Астрон. ж.*, 40, 900, 1963.
12. *J. Heidmann, N. Heidmann, G. de Vaucouleurs*, *Mem. Roy. Astron. Soc.*, 75, 85, 1972.
13. *G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs*, *Mem. Roy. Astron. Soc.*, 77, 1, 1972.
14. *P. C. van der Kruit, L. Searle*, *Astron. and Astrophys.*, 110, 61, 1982.
15. *M. Yoshizawa, K. Wakamatsu*, *Astron. and Astrophys.*, 44, 363, 1975.
16. *А. В. Засов, Г. А. Кязумов*, *Астрон. ж.*, 60, 656, 1983.
17. *Р. К. Шахбазян*, *Астрофизика*, 6, 367, 1970.
18. *А. А. Коровяковская, Ю. П. Коровяковский*, *Изв. САО*, 16, 116, 1982.
19. *В. А. Газен-Торн, Н. В. Вошинников*, *Астрофизика*, 13, 569, 1977.