

УДК: 524.7:520.82

ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ И КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ
СЕЙФЕРТОВСКОЙ ГАЛАКТИКИ МАРК 176

В. П. РЕШЕТНИКОВ

Поступила 2 декабря 1988

Принята к печати 1 февраля 1989

Приведены результаты фотометрического и спектрального изучения сейфертовской галактики второго типа Марк 176. На основе фотометрических данных произведено разделение вкладов активного ядра и родительской галактики. Определены стандартные фотометрические характеристики родительской галактики, ее масса. Показано, что родительская галактика Марк 176 имеет квазиэкспоненциальное распределение поверхностной яркости, не соответствующее ее морфологическому типу (SB(rs)a), а также аномально низкое отношение масса-светимость ($f_0^B \approx 3$). Основные особенности Марк 176 связываются с тем, что она входит в состав взаимодействующей системы VV 150.

1. *Введение.* В предыдущей работе автора [1] были приведены результаты детальной поверхностной *UBV*-фотометрии VV 150 — системы из четырех взаимодействующих галактик, одна из которых является известной сейфертовской галактикой второго типа Марк 176. На основе анализа распределения поверхностной яркости и цветов по Марк 176 был сделан вывод о сложной асимметричной внутренней структуре галактики, в составе которой были выделены балдж, бар, деформированный звездный диск и внутреннее кольцо (псевдокольцо). Однако приведенные в [1] интегральные фотометрические характеристики Марк 176 относятся в целом к системе, состоящей из активного ядра и галактики, окружающей это ядро (в дальнейшем будем называть ее родительской (host) галактикой). Излучение активного ядра дает заметный вклад в интегральную светимость и искажает результирующие фотометрические характеристики галактики. Для более точного анализа характеристик родительской галактики необходимо исключить влияние активного ядра.

Целью настоящей работы является выделение вклада активного ядра Марк 176 и комплексное — фотометрическое и кинематическое — изучение особенностей родительской галактики. В работе используются данные фо-

тографической *UBV*-фотометрии Марк 176 из [1] и результаты новых спектральных наблюдений.

2. *Спектральные наблюдения и их результаты.* Две спектрограммы Марк 176 были получены весной 1988 г. в касегреновском фокусе 2.6-м телескопа Бюраканской астрофизической обсерватории со спектрографом UAGS и ЭОП УМК-91В. Наблюдения были выполнены с щелью $1''.5 \times 50''$. С двух сторон от спектра объекта до и после экспозиции впечатывался спектр сравнения. Дисперсия спектрограмм 100 Å/мм, спектральное разрешение 4—5 Å, масштаб поперек дисперсии $41''.6/\text{мм}$. Регистрация осуществлялась на пленку 103а-О. Остальные сведения о наблюдениях суммированы в табл. 1. Положения щели спектрографа, при которых получены спектрограммы, показаны на рис. 1.

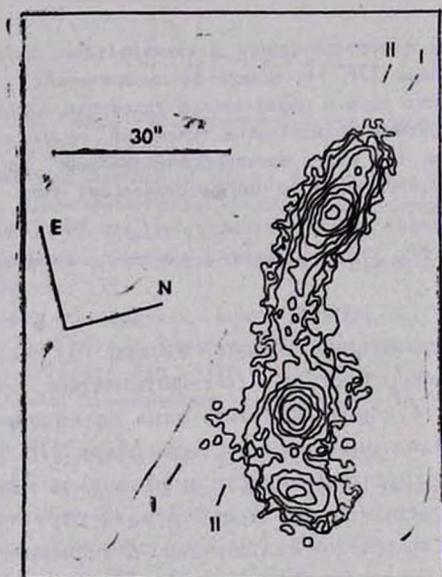


Рис. 1. Изофоты Марк 176 и двух соседних галактик в цветовой полосе *V* (рисунок взят из [1]). Ярчайшая изофота соответствует поверхностной яркости 20, крайняя — 24, шаг изофот — 0.5. Черточками указаны положения щелей спектрографа, при которых получены спектрограммы.

Таблица 1

СВЕДЕНИЯ О СПЕКТРАЛЬНОМ НАБЛЮДАТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛЕ

Спектрограмма	Дата наблюдений	Позиционный угол щели, Р. А.	Спектральный диапазон (Å)	Экспозиция (мин)	Качество изображения
(I)	12/13. 03. 88	45°	4000—5500	40 ^m	2 ^o
(II)	5/6. 05. 88	55°	4500—7000	120 ^m	3 ^o

Для построения кривой вращения Марк 176 были выбраны следующие эмиссионные линии: по спектрограмме (I) — [O III] λ 5007, по (II) — H α , [N II] λ 6583 и [O III] λ 5007. Участки спектрограмм с интересующими нас линиями были записаны на магнитную ленту на микрофотометре PDS БАО АН Арм.ССР. Размер измерительной диафрагмы составлял 20×20 мкм, шаг записи вдоль направления дисперсии и поперек — 20 мкм, что составляет соответственно 2 А и 0".83. Дальнейшая обработка включала следующие этапы: медианная фильтрация записанных матриц с окном 3×3 ; построение по спектрам сравнения дисперсионных кривых; линейная интерполяция коэффициентов дисперсионных кривых (парабол) для положений, соответствующих записанным сканам (нелинейные искажения в поле ЭОП УМК-91В малы, коэффициенты дисперсионных кривых очень близки и отличаются лишь небольшим сдвигом нуля-пункта); вычисление лучевых скоростей. Контроль редуций и точности осуществлен по линиям ночного неба. Точность индивидуальных оценок лучевых скоростей составляет для центральной части галактики 30 км/с, для периферии — 70—100 км/с. Результаты измерения спектрограмм приведены на рис. 2.

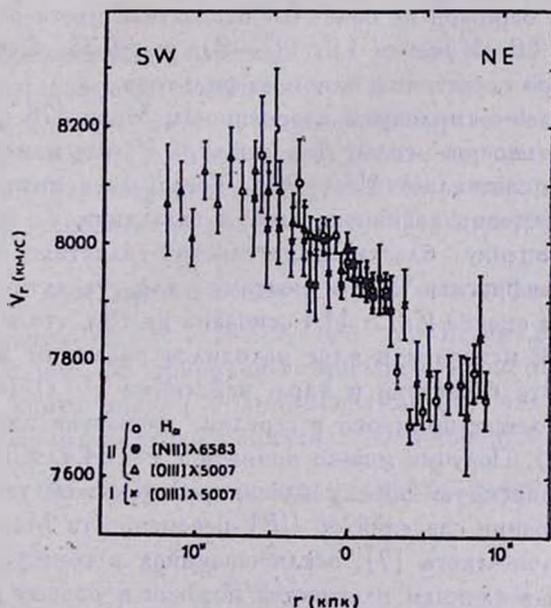


Рис. 2. Результаты измерения лучевых скоростей по спектрограммам Марк 176.

Наблюдаемая радиальная скорость центра галактики составляет по нашим измерениям $v_r = 7963 \pm 10$ км/с. С учетом поправки за движение

Солида ($\Delta v_r = 250 \sin l \cdot \cos b$) получаем $v_r^0 = 8030$ км/с. В литературе приведены следующие оценки v_r^0 (при той же поправке Δv_r): 8027 ± 60 [2], 8080 ± 45 [3], 7987 ± 50 [4] и 7986 ± 75 [5] (учтены лишь измерения с ошибкой менее 100 км/с). Взвешенное среднее значение систематической скорости галактики по литературным данным $\overline{v_r^0} = 8029 \pm 23$ км/с находится в хорошем согласии с нашей оценкой.

3. Фотометрические характеристики Марк 176. 3.1. Выделение вклада активного ядра. При разделении излучения активного ядра и родительской галактики будем основываться на результатах поверхностной фотометрии Марк 176 [1] и на опубликованных в [6] результатах фотоэлектрических наблюдений этой галактики.

В [1] на основе анализа распределения показателей цвета получено, что средние наблюдаемые цвета Марк 176 вне области $|r| \leq 3''$ составляют $\overline{B-V} = +1.0$ и $\overline{U-B} = +0.3 \div +0.4$. Согласно [6] во время минимума блеска Марк 176 наблюдаемые цвета в диафрагме 28."9 (в нее попадает около 90% излучения галактики в полосе B) были равны: $B-V = +1.04 \pm 0.07$, $U-B = +0.36 \pm 0.12$. Основываясь на этих данных, можно считать, что с ошибкой не более 0.1 показатели цвета родительской галактики равны: $(B-V)_h = +1.0$, $(U-B)_h = +0.35$. Остается оценить блеск родительской галактики в одном из фильтров.

В [6] приведены амплитуды переменности Марк 176 в разных фильтрах на временах месяцы—годы. Для фильтра V , где измерения наиболее точны, амплитуда составляет $\Delta V = 0.13$. Тогда, имея интегральную видимую звездную величину активного ядра и галактики $V_T = 14.38$ [1], получаем нижнюю оценку блеска родительской галактики $V_h < 14.5$ (ΔV приведена для диафрагмы 13."8 и поэтому для галактики в целом она меньше). Верхняя оценка $V_h > 14.4$ основана на том, что в момент наблюдений переменный источник в ядре находился далеко от минимума, т. е. интегральные цвета галактики и ядра, найденные в [1] ($B-V = +0.91$, $U-B = +0.11$), лежат примерно в середине диапазона изменения цветов, полученного в [6]. Поэтому можно принять $V_h = 14.45 \pm 0.05$.

Другую независимую оценку блеска родительской галактики можно получить на основании сведений об UBV -переменности Марк 176. Используем подход Холоневского [7], заключающийся в сопоставлении найденных по звездным величинам плотностей потоков в разных цветовых полосах. Если цветовые характеристики переменного источника в ядре неизменны, то в рамках двухкомпонентной модели точки, представляющие наблюдательные данные, в пространстве плотностей потоков должны лежать на прямой, направляющие тангенсы которой определяются показателями цвета переменного источника. В работе [6] приведены 22 оценки блеска

Марк 176 в диафрагме 28."9. Сопоставление этих данных в фильтрах U , B и V показало, что коэффициент линейной корреляции зависимости плотности потока в B от V равен 0.59, а U от B — 0.76. Следовательно, с удовлетворительной точностью можно считать, что цвет $U-B$ переменного источника в ядре остается постоянным ($U-B = -0.8 \pm 0.2$). Пересечение найденной по данным [6] прямой, дающей зависимость плотности потока в U от B , с прямой, проходящей через начало координат, наклон которой определяется условием $(U-B)_h = +0.35$, дает нам оценку блеска родительской галактики в диафрагме 28."9. Учтя поправку за размер диафрагмы, получаем $B_h = 15.4 \pm 0.2$, что согласуется с оценкой V_h , полученной выше.

Итоговые интегральные характеристики родительской галактики, используемые далее в статье, — $B_h = 15.45$, $(B-V)_h = +1.0$, $(U-B)_h = +0.35$. Характеристики активного ядра на момент наблюдений — $B = 17.45$, $B-V = +0.1$, $U-B = -0.8$. По нашим данным вклад активного ядра в светимость галактики составляет в фильтре B около 15%, в максимуме блеска вклад увеличивается до 40%, что согласуется с приведенной в [8] оценкой вклада в континуум незвездного степенного излучения в районе H_β — 30%.

3.2. Фотометрические характеристики родительской галактики. В [1] были приведены изофоты галактики в B и V , фотометрические разрезы вдоль большой и малой осей, распределение цвета $B-V$ вдоль большой оси (см. рис. 2—4 в [1]). В настоящей работе мы приводим стандартные фотометрические характеристики родительской галактики Марк 176, характеризующие усредненное распределение поверхностной яркости (рис. 3 а-с).

На рис. 3а показана зависимость поверхностной яркости от эквивалентного радиуса r^* ($r^* = \sqrt{S/\pi}$, где S — площадь внутри данной изофоты). На рис. 3б приведены кривые относительной светимости, позволяющие найти долю k полной светимости, излучаемую в пределах данного эквивалентного радиуса r^* и в области ярче данной изофоты μ_B . Рис. 3с — нормализованная кривая светимости ($\Delta B(r^*) = B(r^*) - B_h$ от $\lg r^* = \lg \frac{r^*}{r_c}$).

Характерная особенность всех рисунков — квазиэкспоненциальный характер распределения поверхностной яркости в галактике. На рис. 3а это проявляется в почти линейной зависимости μ_B от r^* , что характерно для спиральных галактик поздних типов. Рис. 3б позволяет найти величины индексов концентрации. (Индексы концентрации определяются сле-

дующим образом: $C_{21} = \frac{r_2^*}{r_1^*}$ и $C_{32} = \frac{r_3^*}{r_2^*}$, где r_1^* — эквивалентный радиус, внутри которого излучается четверть полной светимости галактики, т. е. $k(r_1^*) = \frac{L(r_1^*)}{L_T} = 1/4$; r_2^* — эффективный эквивалентный радиус, для которого $k(r_2^*) = 1/2$ и $k(r_3^*) = 3/4$.) Для родительской галактики Марк 176 получаем следующие величины: $C_{21} = 1.66$, $C_{32} = 1.58$ (как

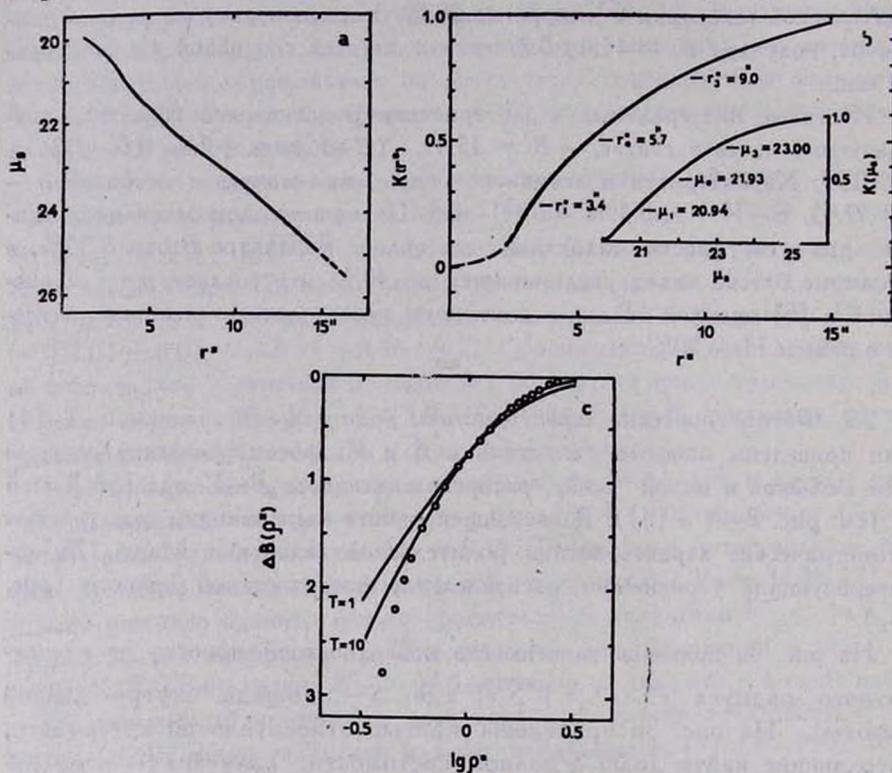


Рис. 3. а — Эквивалентный профиль светимости Марк 176 в фильтре В; б — кривые относительной светимости; в — нормализованная кривая светимости Марк 176 (кружки). Непрерывные линии соответствуют стандартным кривым для галактик типов Sa ($T=1$) и Im ($T=10$).

и следовало ожидать, учет светимости активного ядра несколько уменьшил индексы концентрации по сравнению с [1]). Приведенные значения индексов характерны для поздних спиралей ($T=5-8$) и близки к теоретическим значениям для чисто экспоненциального диска: $C_{21} = 1.75$, $C_{32} = 1.61$ [9]. Относительная нормализованная кривая светимости родительской галактики Марк 176 (кружки) сравнивается

на рис. 3с со стандартными кривыми для галактик типов Sa ($T=1$) и Im ($T=10$) согласно [10]. Очевидно, что данные для Марк 176 не соответствуют кривой, ожидаемой для галактики ее морфологического типа (SB(rs)a [1]), а гораздо лучше описываются кривой для неправильных галактик.

Результирующие фотометрические характеристики родительской галактики суммированы в табл. 2.

Таблица 2

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОДИТЕЛЬСКОЙ ГАЛАКТИКИ
Марк 176

Морфологический тип	SB(rs)a
Интегральная видимая зв. вел., B	15.45 ± 0.1
Исправленная видимая зв. вел., B_0^*	15.04
Абсолютная зв. вел., M_B^{**}	-20.12
Абсолютная светимость, $L_{B_0}(L_{\odot}=1)$	$1.74 \cdot 10^{10}$
Наблюдаемые интегральные показатели цвета, $B-V$	$+1.0 \pm 0.1$
$U-B$	$+0.35 \pm 0.1$
Параметры при $k=1/4$:	
Поверхностная яркость, μ_1^B	20.94
Эквивалентный радиус, r_1^*	$3''.4 = 1.8$ кпк
Большая полуось, a_1	$4''.5 = 2.3$ кпк
Видимое сжатие, b/a	0.60
Параметры при $k=1/2$ (эффективные):	
Поверхностная яркость, μ_e^B	21.93
Средняя поверхностная яркость, $\bar{\mu}_e^B$	$21.22 (215 L_{\odot}/\text{пк}^2)$
Эквивалентный радиус, r_e^*	$5''.7 = 3.0$ кпк
Большая полуось, a_e	$9''.6 = 5.0$ кпк
Видимое сжатие, b/a	0.38
Параметры при $k=3/4$:	
Поверхностная яркость, μ_3^B	23.00
Эквивалентный радиус, r_3^*	$9''.0 = 4.7$ кпк
Большая полуось, a_3	$15''.0 = 7.8$ кпк
Видимое сжатие, b/a	0.32:
Индексы концентрации:	
$C_{21} = r_e^*/r_1^*$	1.66
$C_{32} = r_3^*/r_e^*$	1.58

*) Поправка за наклон внесена согласно [11].

** При $H=75$ км/с.Мпк и галактоцентрической скорости группы в целом $\sigma_r = 8060$ км/с [1].

4. *Кривая вращения и масса.* Кривая вращения Марк 176, построенная по спектрограмме (II) (ошибки v_r по (I) заметно больше и во избежание систематических эффектов использована лишь (II)) изображена на рис. 4 (кружки). При ее построении лучевые скорости, найденные по разным линиям, усреднялись, усреднены также данные, относящиеся к SW и NE половинам галактики, итоговая кривая вращения сглажена скользящим средним по трем точкам. Чтобы не загромождать рисунок, ошибки не изображены, типичные ошибки среднего составляют 15—30 км/с. Наблюдаемые величины приведены в плоскость галактики (формулы см. в [12]) при $i = 75^\circ$, $\varphi_n = 44^\circ$ [1].

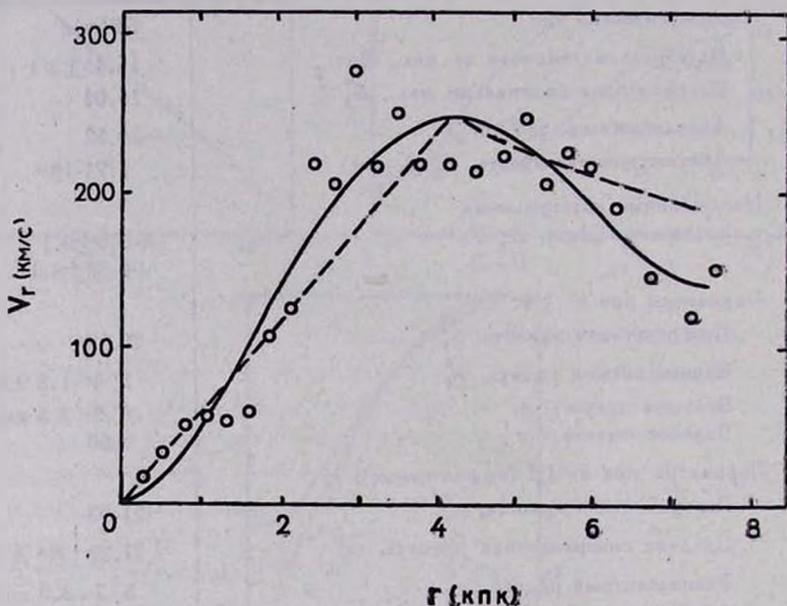


Рис. 4. Кривая вращения Марк 176 (кружки). Непрерывная линия — приближение кривой вращения полиномом четвертой степени, штриховая линия — приближение формулой Брандта при $n \rightarrow \infty$.

Непрерывной линией на рис. 4 показано приближение кривой вращения полиномом четвертой степени. Полином в целом удовлетворительно описывает наблюдаемые точки. Не исключено, что в районе $r \approx 3$ кпк на кривой вращения имеется узкий локальный максимум, однако нашего пространственного разрешения недостаточно для его уверенного отождествления. Полином имеет максимум $v_m = 247$ км/с в точке $r_m = 4.20$ кпк. Эти значения r_m и v_m близки к средним для галактик ранних типов: согласно [13] для $T = -3 \div 3$, $\bar{r}_m = 4.7$ кпк, $\bar{v}_m = 239$ км/с. Значение $v_m = 247$ км/с лежит вблизи середины диапазона изменения v_m для Sa-галактик по [14].

На рис. 4 хорошо заметно уменьшение градиента кривой вращения в области $r \approx 1-1.6$ кпк. Меньший градиент кривой вращения в области $r \lesssim 5''$ прослеживается (правда, с меньшей надежностью) и по спектрограмме (1) (рис. 2). Пространственное совпадение этой особенности на кривой вращения с выделенным в [1] по данным фотометрии баром позволяет связать с ним этот участок кривой вращения, однако для интерпретации движения излучающего газа в области бара наших данных недостаточно.

Воспользовавшись полиномиальным приближением, изображенным на рис. 4, найдем массу Марк 176. Приняв, что галактика является сферондом с эксцентриситетом $e = 0.954$ ($b/a = 0.3$), методом Бербиджей и Прендергаста [15] находим, что в пределах самой удаленной точки кривой вращения $r_f = 7.47$ кпк масса составляет $3.65 \cdot 10^{10} m_{\odot}$. Верхнюю оценку массы внутри r_f можно получить методом точечной массы (в предположении сферического распределения вещества). Последняя точка кривой вращения

$$r_f = 7.47 \text{ кпк, } v_f = 151 \pm 15 \text{ км/с и, следовательно, } M(r \leq r_f) = \frac{v_f^2 \cdot r_f}{G} =$$

$= (4.0 \pm 0.8) \cdot 10^{10} m_{\odot}$. Расстояние r_f вдоль большой оси соответствует изофоте $\mu_B = 22.91$. Согласно кривой относительной светимости (рис. 3b) внутри этой изофоты излучается 73.6% полной светимости галактики и, следовательно, $L_B(r < r_f) = 8.76 \cdot 10^9 L_{\odot}$. Таким образом,

$$\text{отношение масса-светимость в области } r \leq r_f \text{ составляет } f = \frac{M}{L_B} =$$

$= 4.2 - 4.6$ или, с учетом поправки за внутреннее поглощение, $f_0 = 2.9 - 3.1$.

Полную массу Марк 176 оценим, используя приближение кривой вращения формулой Брандта [16]. Согласно [16], если кривую вращения

$$\text{можно представить в виде } v(r) = \frac{v_m \cdot r}{r_m \left(\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \left(\frac{r}{r_m} \right)^n \right)^{\frac{3}{2n}}}, \text{ где } r_m, v_m \text{ и}$$

n — параметры, то полная масса галактики дается выражением $M_{tot} =$

$$= \left(\frac{3}{2} \right)^{\frac{3}{2n}} \cdot \frac{v_m^2 \cdot r_m}{G}. \text{ Взяв параметры } r_m \text{ и } v_m \text{ из полиномиального}$$

приближения ($r_m = 4.20$ кпк, $v_m = 247$ км/с), получаем, что наилучшее приближение наблюдаемой кривой вращения формулой Брандта достигается при $n \rightarrow \infty$ (пунктир на рис. 4). Следовательно, формула для полной массы сводится в таком случае к формуле для сферического

распределения вещества: $M_{tot} = \frac{v_m^2 \cdot r_m}{G} = 6.0 \cdot 10^{10} m_{\odot}$. Наблюдаемое отношение масса-светимость для галактики в целом $f = 5.0$, с учетом наклона $f_0 = 3.4$, что согласуется с оценками для области $r \leq 7.47$ кпк.

5. *Обсуждение.* Рассмотрим основные особенности галактики, окружающей активное ядро Марк 176, и сравним их с результатами изучения других родительских галактик.

5.1. *Морфологические особенности.* Согласно [1] родительская галактика Марк 176 имеет многокомпонентную внутреннюю структуру, подобную ранее отмеченной для многих сейфертовских галактик (Sy G) [17, 18]. Звездный диск галактики сильно изогнут и смещен относительно ядра [1]. Следствием сдвига диска являются, вероятно, небольшой градиент показателя цвета $B-V$ вдоль большой оси галактики (см. рис. 3 в [1]) и резкое падение яркости дисковой составляющей на расстоянии $\sim 15''$ (7.8 кпк) от ядра со стороны, дальней от спутников [1]. Подобное обрезание главного тела родительской галактики с противоположной от спутника стороны отмечено недавно у квазара PG 1613+65 (Марк 876) [19].

В разделе 3.2 показано, что фотометрические характеристики Марк 176, описывающие интегральное распределение поверхностной яркости, не соответствуют морфологическому типу галактики (SB(rs)a [1]). Эта особенность родительской галактики Марк 176 не является уникальной — подобные несоответствия не раз описаны в литературе. Например, сейфертовская галактика второго типа NGC 6300 [20], классифицируемая как SB(rs)b, имеет индексы концентрации и кривые относительной светимости, характерные, как и в нашем случае, для $T \geq 5$. Общая причина таких несоответствий указана в [1], однако для Марк 176 так же, как и для NGC 6300, можно указать конкретную причину — наличие внутренних колец (псевдоколец) и контрастной спиральной структуры, дающих заметный вклад в светимость галактик на расстоянии $\sim a_*$ (эффективная большая полуось) от ядра. Как показали крупномасштабные морфологические обзоры [17, 18], наличие внутренних колец, баров, сложной внутренней структуры является, по-видимому, достаточно общим свойством SyG, и, следовательно, среди них должны часто встречаться галактики с распределением светимости, подобным Марк 176 или NGC 6300.

5.2. *Отношение масса-светимость.* Полученное в разделе 4 значение отношения масса-светимость $f_0 \approx 3$ необычно мало*. Согласно, например,

* Следует иметь в виду, что Марк 176 входит в состав взаимодействующей системы и поэтому условия, при которых была оценена масса галактики (жруговые орбиты, стационарность), могут для нее не выполняться. Если падение v_r при $r > 5$ кпк обусловлено приливным влиянием спутников, то по пробной оценке масса галактики и, следовательно, значение f должны быть увеличены в два раза.

[14] для Sa-галактик при $H = 75$ км/с·Мпк среднее значение составляет $f_0 \approx 9$. Как и в случае распределения поверхностной яркости, подобной особенностью обладает и NGC 6300: согласно [20] у этой галактики $f_0 \approx 2$ при ожидаемом для Sb-галактики значении около 7.

Низкие значения f_0 для Марк 176 и NGC 6300 согласуются с результатами работы [21], в которой было показано, что SyG обладают в среднем меньшим отношением масса-светимость по сравнению с нормальными галактиками тех же морфологических типов. В [21] сделан вывод, что активное ядро образуется с большей вероятностью в галактике, обладающей относительно небольшой скоростью вращения (массой) при данной светимости.

Другим фактором, уменьшающим отношение масса-светимость, является, вероятно, повышенная в среднем светимость галактик, окружающих активные ядра. В [22], например, это показано на основе прямых наблюдений родительских галактик у квазаров, в [23] — у сейфертовских галактик. Независимым свидетельством повышенной светимости родительских галактик является вид функции светимости (ФС) SyG. Например, в [24] показано, что ФС SyG в области $M_p \geq -22.5$ (в этом диапазоне преобладают сейфертовские галактики второго типа, полная светимость которых определяется светимостью родительских галактик) хорошо аппроксимируется функцией Шехтера с характеристической абсолютной звездной величиной M_p^* примерно на величину ярче, чем у галактик поля. Это означает, что в рассматриваемом диапазоне ФС SyG более пологая, чем ФС галактик поля и, следовательно, среди SyG относительно больше ярких галактик. Если взять ФС SyG согласно [24], ФС галактик поля по [25], то для полных в пределах некоторого пространственного объема выборок получаем, что в диапазоне светимостей $-22 \leq M_p \leq -18.5$ SyG в среднем на 0.4—0.5 ярче галактик поля, что сравнимо с результатом работы [23].

5.3. Содержание нейтрального водорода. В [26] приведены результаты наблюдений Марк 176 в линии H I. Согласно этой работе полная масса нейтрального водорода в галактике $M(\text{H I}) = 5.7 \cdot 10^9 m_\odot$ при $H = 75$ км/с·Мпк. Следовательно, $M(\text{H I})/L_{B_s} = 0.33$, что более, чем в три раза превышает среднее значение для Sa-галактик (примерно 0.1 по [27]). Противоречие между содержанием H I и морфологическим типом становится еще более сильным, если учесть, что активное ядро, дающее заметный вклад в общую светимость галактики, должно было в значительной степени ионизовать нейтральный водород в галактике и тем самым уменьшить его содержание. В [26] указано, что избыток содержания H I встречается среди SyG относительно часто — он отмечен примерно у трети исследованных в работе галактик.

Однако у Марк 176 избытка H I, по-видимому, все же нет. Приведенные в [26] результаты наблюдений получены с диаграммой направленно-

сти диаметром $10'$, в то время как Марк 176 является членом компактной группы из пяти галактик, диаметр которой меньше $3'$ [1]. Следовательно, зарегистрированное в [26] радиоизлучение в линии H I относится не только к Марк 176, а ко всей группе. Если же взять наблюдаемую светимость группы согласно [1], исправить ее за внутреннее поглощение по [11], то для группы в целом получаем: $M(HI)/L_{B_0}^{\odot} = 0.11$, т. е. нормальное значение для галактик ранних типов. С другой стороны, в [26] приведена лучевая скорость галактики по H I — $v_{HI}^0 = 8275$ км/с. Это значение превышает лучевую скорость Марк 176 по оптическим наблюдениям (см. раздел 2) и лучше согласуется со средней лучевой скоростью по пяти галактикам группы — $\bar{v}_r^0 = 8140 \pm 60$ км/с [1]. Следовательно, содержание нейтрального водорода в родительской галактике Марк 176, вероятно, близко к нормальному.

5.4. Зависимость $M_B(\leq r) - \lg v(r)$. На рис. 5 изображена зависимость абсолютной звездной величины галактики в области с расстоянием вдоль большой оси не больше r от локальной скорости вращения на расстоянии r от ядра (непрерывная кривая линия). В работе [28] показано, что начальный линейный участок этой зависимости для галактик разных типов (в работе рассмотрены в основном Sb—Sc—галактики) имеет

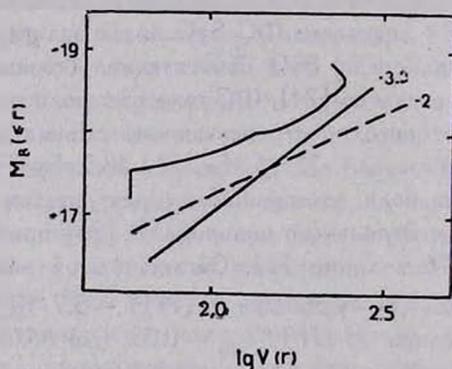


Рис. 5. Непрерывная кривая линия — наблюдаемая для Марк 176 зависимость абсолютной звездной величины в фильтре B в пределах изофоты с большой полуосью r от логарифма локальной скорости вращения галактики на расстоянии r от ядра. Произвольно смещенные прямые соответствуют наклонам -3.3 и -2 .

примерно постоянный наклон: $\Delta M(\leq r)/\Delta \lg v(r) = -3.3 \pm 0.4$. У Марк 176 наклон начального участка заметно меньше: $\Delta M_B(\leq r)/\Delta \lg v(r) \approx -2$ (см. рис. 5). Частично различие наклонов можно, вероятно, отнести за счет отличия фотометрических систем, т. к. в [28] использо-

ваны результаты поверхностной фотометрии в полосе с $\lambda_{eff} = 6550 \text{ \AA}$. Другой причиной является, возможно, существование зависимости наклона начального участка от морфологического типа галактики. Данные [28] не противоречат этому предположению: для Sc-галактик в работе получен средний наклон -3.6 ± 0.4 , а для Sb -3.2 ± 0.3 . Уменьшение наклона зависимости $M(< r) - \lg v(r)$ с продвижением к галактикам более ранних морфологических подклассов можно естественным образом объяснить относительным увеличением вклада балджа, имеющего более высокое, чем диск, отношение масса-светимость.

6. *Заключение.* В настоящей работе приведены результаты детального изучения галактики, окружающей активное ядро Марк 176. Родительская галактика демонстрирует сложную комплексную морфологию, асимметричную внутреннюю структуру, изгиб и смещение звездного диска, образующего приливной хвост, квазиэкспоненциальное распределение поверхностной яркости, аномально низкое отношение масса—светимость, а также ряд других свойств. Несомненно, большинство этих особенностей обусловлено приливным влиянием соседних галактик, образующих вместе с Марк 176 взаимодействующую систему VV 150, и поэтому Марк 176 является удобным объектом для изучения вопроса о связи активности ядер галактик с приливным взаимодействием.

Автор выражает благодарность А. С. Амирханяну за большую помощь в проведении спектральных наблюдений и В. А. Гаген-Торну за просмотр рукописи и полезные замечания.

Ленинградский государственный
университет

A PHOTOMETRIC AND KINEMATIC STUDY OF THE SEYFERT GALAXY MRK 176

V. P. RESHETNIKOV

The results of the photometric and kinematic study of the Seyfert two galaxy Mrk 176 are presented. The decomposition of the active nucleus and host galaxy was derived by use of photometric data. The standard photometric parameters and mass of the host galaxy were determined. The host galaxy is shown to have quasiexponential distribution of the surface brightness and a very low mass-to-luminosity ratio. All the main features of this galaxy are connected with its membership to the system of interacting galaxies VV 150.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Решетников, *Астрофизика*, 30, 1989.
2. W. L. W. Sargent, *Astrophys. J.*, 160, 405, 1970.
3. W. L. W. Sargent, *Astrophys. J.*, 173, 7, 1972.
4. Р. В. Абдулова, Э. К. Денисюк, *Тр. Астрофиз. ин-та Каз.ССР*, 40, 41, 1983.
5. Н. А. Тихонов, *Диссертация*, ЛГУ, 1987.
6. С. И. Неизвестный, *Изв. Спец. астрофиз. обсерв. АН СССР*, 24, 3, 1987; 27, 1987.
7. J. Choloniewski, *Acta Astron.*, 31, 293, 1981.
8. A. T. Koski, *Astrophys. J.*, 223, 56, 1978.
9. G. de Vaucouleurs, E. Aguero, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 85, 150, 1973.
10. G. de Vaucouleurs, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 33, 211, 1977.
11. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, *Second Reference Catalogue of Bright Galaxies*, Univ. Texas, Austin, 1976.
12. В. Л. Афанасьев, А. И. Шаповалова, *Астрофизика*, 17, 403, 1981.
13. А. В. Засов, Г. А. Кязумов, *Астрон. ж.*, 60, 656, 1983.
14. V. C. Rubin, D. Burstein, W. K. Ford Jr., N. Thonnard, *Astrophys. J.*, 289, 81, 1985.
15. E. M. Burbidge, G. R. Burbidge, K. H. Prendergast, *Astrophys. J.*, 130, 739, 1959.
16. J. C. Brandt, *Astrophys. J.*, 131, 293, 1960.
17. T. F. Adams, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 33, 19, 1977.
18. S. M. Simkin, H. J. Shu, M. P. Schwarz, *Astrophys. J.*, 237, 404, 1980.
19. H. K. C. Yee, R. F. Green, *Astron. J.*, 94, 618, 1987.
20. R. Buta, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 64, 383, 1987.
21. А. В. Засов, *Астрон. циркуляр*, № 1338, 1, 1984.
22. E. P. Smith, T. M. Heckman, G. D. Bothun, W. Romanishin, B. Balick, *Astrophys. J.*, 306, 64, 1986.
23. С. И. Неизвестный, *Препр. № 10, САО АН СССР*, 1988.
24. В. П. Решетников, *Астрофизика*, 24, 33, 1986.
25. J. E. Felten, *Astron. J.*, 82, 861, 1977.
26. T. M. Heckman, B. Balick, W. T. Sullvan, *Astrophys. J.*, 224, 745, 1978.
27. W. K. Huchmeter, *Astron. and Astrophys.*, 110, 121, 1982.
28. B. F. Madore, D. Woods, *Astrophys. J.*, 323, L25, 1987.