

О ВОЗМОЖНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ГАЛАКТИК NGC 4753 и 5363

А. И. Шаповалова

Проведен дополнительный анализ результатов поверхностной U , B , V фотометрии галактик NGC 4753 и 5363, полученных ранее автором. Отмечено, что эти галактики ошибочно отнесены к типу М 82, и приведены аргументы в пользу возможной принадлежности NGC 4753 к типу SO—Sa, а NGC 5363 к типу E.

An additional analysis of the surface U , B , V photometry results obtained previously by the author for the galaxies NGC 4753 and 5363 is made. It is noted that these galaxies have been erroneously regarded as belonging to type M 82. Arguments are presented in favour of NGC 4753 to be possibly attributed to type SO—Sa, and NGC 5363 to E type.

1. Введение

Галактики NGC 4753 и 5363 отнесены Вокулерами [1] к типу I0, Маркаряном [2] — к типу М 82 по признаку несоответствия большого интегрального показателя цвета раннему спектральному типу. В работе [2] приведен ряд аргументов в пользу того, что галактики типа М 82 состоят из II типа звездного населения, а для объяснения ранних спектральных признаков предположено наличие синхронного излучения.

Новые наблюдения М 82 показали [3], что излучение ее периферийных областей в оптическом диапазоне невозможно объяснить синхротронным механизмом. Кроме того, в работе [4] сообщается об обнаружении в центральной части М 82 сверхскоплений молодых звезд, погруженных в пылевое облако с $\tau \sim 3$.

Ранее [5, 6] нами была выполнена поверхностная фотометрия NGC 4753 и 5363 в U , B , V цветах. По некоторым признакам мы отнесли эти объекты к типу М 82. В связи с новыми представлениями о строении галактики М 82 необходимо внести некоторые поправки, касающиеся классификации галактик NGC 4753 и 5363.

2. Распределение средних яркостей и цветов

В работах [5, 6] результаты U , B , V фотометрии галактик NGC 4753 и 5363 представлены в виде карт распределения поверхностной яркости B/\square'' и показателей цвета $B - V$, $U - B$ по площадкам размерами $9.''8 \times 9.''8$, покрывающим сплошным образом поверхности галактик до изофоты $25^m/\square''$ в B цвете. По этим картам мы вычислили поверхностные яркости B/\square'' и показатели цвета $B - V$, $U - B$ концентрических колец, шириной $9.''8$ на данном расстоянии от центра каждой галактики. Рассмотрим изменения средних яркостей B/\square'' и показателей цвета $B - V$, $U - B$ с расстоянием от центра галактик NGC 4753 (рис. 1, а) и 5363 (рис. 1, б, в).

Яркость галактики NGC 4753, начиная с $r \sim 20''$ и до края, убывает приблизительно экспоненциально, что характерно для спиральных галактик. Градиент экспоненциальной компоненты $d \lg I/dr \sim -0.46 \text{ кпс}^{-1}$. При переходе от центра к периферии средние показатели цвета $U - B$,

$B - V$ уменьшаются соответственно от значений $\sim 0^m.7$ и $\sim 1^m.1$ до значений $\sim 0^m.3$ и $\sim 1^m.0$. Таким образом, как отмечено ранее [5], наблюдается интенсивное посинение галактики NGC 4753 к периферии, причем этот эффект сильнее в $U - B$ цвете.

В галактике NGC 5363 средние показатели цвета $B - V$ с увеличением расстояния от центра возрастают от $\sim 1^m.0$ до $\sim 1^m.25$; средние показатели

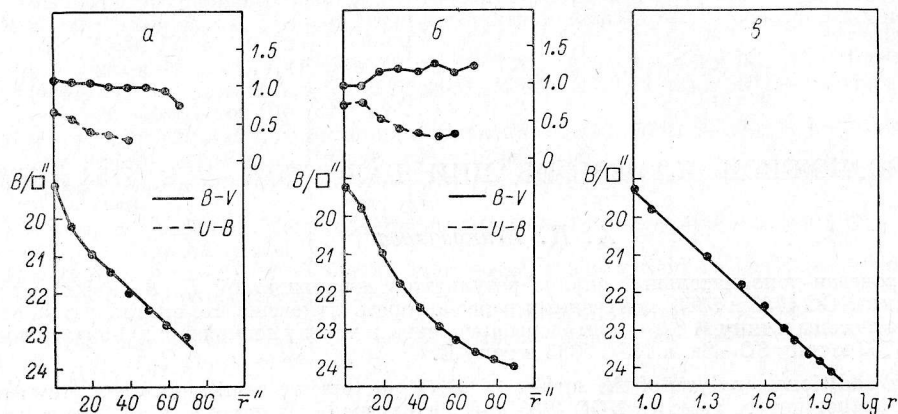


Рис. 1. Распределение средней поверхностной яркости B/\square'' и показателей цвета $B - V$, $U - B$ вдоль радиусов галактик NGC 4753 (а) и NGC 5363 (б, в).

цвета $U - B$ наоборот интенсивно убывают от значений $0^m.75$ в центре до $\sim 0^m.30$ на периферии. Из рис. 1, в видно, что в NGC 5363 распределение средней поверхностной яркости B/\square'' как функции $\lg r$, аппроксимированное прямой линией, хорошо удовлетворяет наблюдениям. Средний фотометрический профиль NGC 5363 можно описать формулой типа $I \sim I_0 r^{-n}$, где I_0 — яркость в центре, r — расстояние от центра, $n \sim 2.3$. Эта формула близка к эмпирическому закону Хаббла ($I \sim I_0/(r+a)^2$) для фотометрических профилей E-галактик [8].

3. Асимметрия в распределении яркости и цветов в NGC 4753

Нами было получено ([5], рис. 2, б), что относительно большой оси галактики NGC 4753 наблюдается асимметрия в распределении цветов: южная половина галактики имеет в среднем большие показатели цвета $B - V$ (\sim на $0^m.2 - 0^m.3$) и меньшие показатели цвета $U - B$ (\sim на $0^m.1 - 0^m.2$), чем северная. Для подтверждения реальности этого явления мы определили по карте I [5] интегральные B -величины и показатели цвета $B - V$, $U - B$ каждого разреза, параллельного большой оси галактики. Результаты приведены в таблице, где Y'' — координаты разреза; интегральные B -величины и показатели цвета $B - V$, $U - B$ разрезов даны для северной (N) и южной (S) половин галактики.

Y''		9.8	19.6	29.4	39.2	49.0	58.8	68.6
B	S	13.33 ^m	13.57 ^m	14.10 ^m	14.61 ^m	15.05 ^m	15.76 ^m	17.00 ^m
	N	13.29	13.80	14.17	14.62	15.15	15.86	16.74
$B - V$	S	1.09	0.97	0.97	0.94	0.93	0.85	1.08
	N	0.90	0.91	0.77	0.74	0.82	0.60	0.50
$U - B$	S	0.39	0.29	0.24	0.33			
	N	0.50	0.37	0.33	0.36			

Из таблицы видно, что во всех разрезах, равноудаленных от большой оси, наблюдается асимметрия: разрезы южной части галактики имеют показатели цвета $U - B$ систематически меньшие, а $B - V$ систематически большие, чем разрезы северной части галактики. Кроме того, интегральная яркость B каждого разреза южной части галактики (за исключением смежного с большой осью и крайнего) систематически выше таковой у соответствующего разреза северной части галактики.

Определенные интегральные величины и интегральные показатели цвета $B - V$, $U - B$ южной и северной половин галактики оказались равными соответственно:

$$B_S = 12^m16; (B - V)_S = 1^m01; (U - B)_S = 0^m32;$$

$$B_N = 12^m22; (B - V)_N = 0^m84; (U - B)_N = 0^m42.$$

Видно, что южная (относительно большой оси) половина галактики слегка ярче северной и имеет показатели цвета $U - B$ меньшие, а $B - V$ большие, чем северная половина.

Такая асимметрия может быть обусловлена, например, наклоном галактики к лучу зрения, если существенную роль играют эффекты селективного рассеяния света ядра на пыли (подобная модель, например, предложена Эльвиус для спиральных галактик, имеющих угол наклона к лучу зрения $i \sim 10-30^\circ$ [7]). В этом случае для объяснения наших результатов необходимо, чтобы вклад рассеянного света в общее излучение галактики был больше на ее южной половине, конечно, при условии, что рассеянный свет очень голубой.

4. Зависимость истинные показатели цвета — относительная апертура

По картам I [5, 6] мы определили интегральные показатели цвета $B - V$, $U - B$ в концентрических кругах нарастающих на $9.''8$ диаметров с центром в области ядра. Значения показателей цветов были исправлены за красное смещение галактик NGC 4753 и 5363 [9, 10],

поглощение в нашей Галактике и ее наклон к лучу зрения по формуле [11]

$$C_0 = C - 0.012 \cdot 10^{-3} V_0 - 0.05 \operatorname{cosec} |b| - K\gamma (1 - d/D),$$

где C — наблюдаемый цвет, V_0 — лучевая скорость, $K=0.4$ для $(B - V)$ и 0.6 для $(U - B)$ [11], $\gamma=0.2$ для IгII галактик, d/D — отношение малой и большой осей (взято из [1]). Полученные истинные значения цветов нанесены на диаграмму цвет — относительная апертура (рис. 2).

У NGC 4753 истинные значения показателей цвета $(B - V)_0$ попадают в область между средними кривыми для S0- и Sa-галактик ближе к S0; а истинные показатели цвета $(U - B)_0$ в пределах ошибок следуют средней зависимости для Sa-галактик. Это указывает на возможную принадлежность галактики NGC 4753 к морфологическому типу S0—Sa.

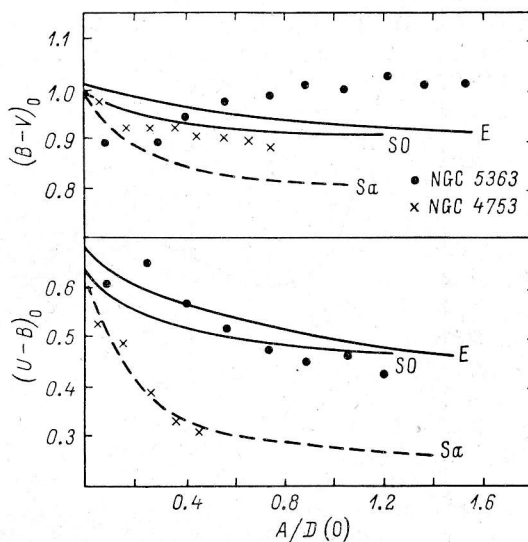


Рис. 2. Зависимость истинный цвет — относительная апертура.

A — апертура; $D(0)$ — диаметр галактики анфас [1]; $(B - V)_0$, $(U - B)_0$ — истинные показатели цвета в звездных величинах. Сплошные и пунктирные линии — средние зависимости истинный цвет — относительная апертура для E-, S0- и Sa-галактик соответственно.

В случае NGC 5363 истинные значения показателей цвета $(B - V)_0$, $(U - B)_0$ с большим разбросом располагаются вблизи кривых, соответствующих средним цветам E-, S0-галактик (за исключением двух значений, соответствующих малым апертурам, где $(B - V)_0$ — как у Sa-галактик, а $(U - B)_0$ — как у E-S0-галактик). По-видимому, наличие в этой галактике большого количества пыли [6] сильно искажает истинную картину распределения показателей цвета и из-за этого наблюдается большая дисперсия точек (рис. 2) вокруг средних зависимостей для E-S0-галактик. В среднем распределение истинных цветов в NGC 5363 ближе всего соответствует таковому у E-S0-галактик.

5. Диаграмма $U - B$, $B - V$

На двухцветную диаграмму (рис. 3) нанесены средние значения показателей цвета $B - V$, $U - B$ на разных расстояниях от центра галактик согласно данным рис. 1, а, б. Линии, соединяющие точки (или крестики), представляют собой ход цветов вдоль радиуса соответствующей галактики

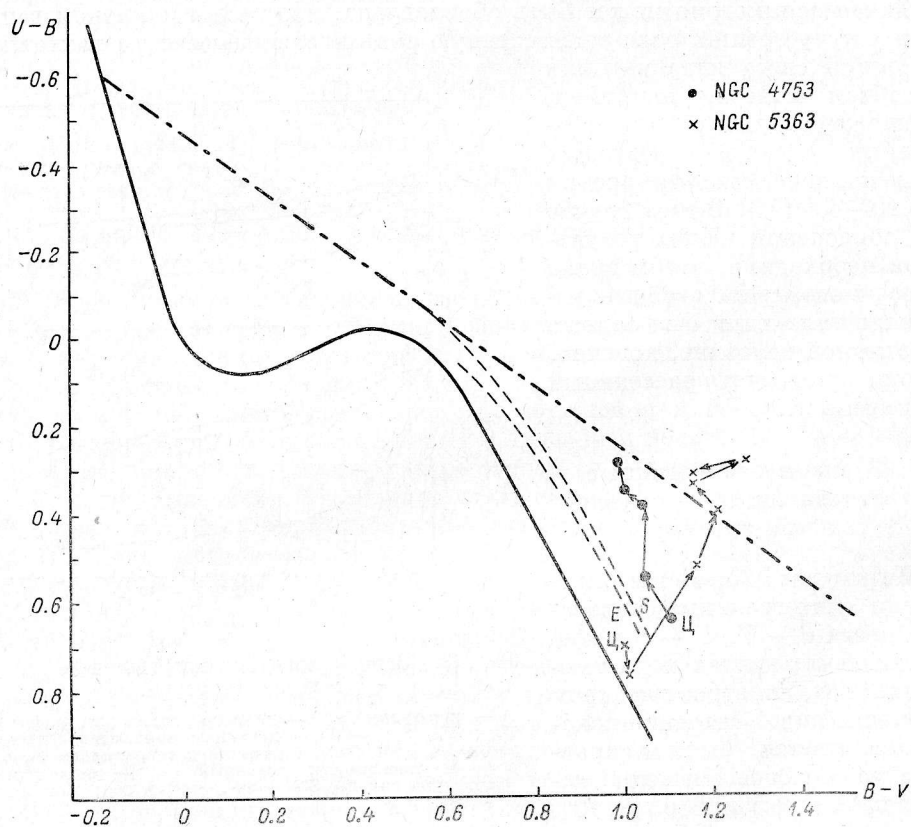


Рис. 3. Диаграмма $U - B$, $B - V$.

Сплошная линия — для звезд главной последовательности; пунктирные линии — для нормальных E-, S-галактик; штрихпунктирная линия — линия покраснения; Ц — центры галактик NGC 4753 и 5363; стрелками показано направление от центра к периферии галактик.

или цветовые «треки». Цвета центральных областей галактик соответствуют покрасневшим K-звездам ($E_{B-V} \sim 0^m 1 - 0^m 3$), что также следует из работ [5, 6, 10].

Значения цветов галактик на расстояниях $r \geq 20''$ от центра попадают на двухцветную диаграмму в области, расположенные значительно правее кривых средней $B - V$, $U - B$ зависимости для нормальных E-S-галактик, причем отклонения от этих кривых максимальны для периферийных частей

галактик (особенно у NGC 5363). Эти отклонения могут быть вызваны рядом причин: а) локальным поглощением в нашей Галактике, что маловероятно, поскольку обе галактики находятся в высоких галактических широтах ($b > 60^\circ$), б) покраснением вследствие внутреннего поглощения, что также вряд ли приемлемо, поскольку оптическая толща пыли должна увеличиваться на периферии галактик в несколько раз по сравнению с центром, что трудно объяснить; в) селективным рассеянием света ядра на пыли во внешних частях галактик.

В работах [12—14] было показано, что на периферии галактики М 82 существенный вклад в излучение обусловлен рассеянным светом ядра на пылевых частицах, переизлучающих свет в голубую область спектра. Можно предположить, что аналогичное явление наблюдается на периферии галактик NGC 4753 и 5363.

6. Выводы

NGC 4753 ошибочно отнесена к типу М 82 [2, 5], поскольку в ней не наблюдается несоответствия интегрального цвета спектральному типу (согласно [9] спектральный тип NGC 4753 — К, а интегральный показатель цвета $B - V \sim 1^m 0$ [5]). Ее можно отнести к типу S0—Sa с большим количеством пыли, поскольку а) излучение центральной части галактики определяется в основном красными звездами [5, 9]; б) изменение средней поверхностной яркости в ее внешних частях следует экспоненциальному закону как у S-галактик; в) распределение истинных показателей цвета $(B - V)_0$, $(U - B)_0$ следует средней зависимости для S0-, Sa-галактик соответственно; г) наблюдается интенсивное посинение при переходе от центра к периферии как у S-галактик; д) асимметрия в распределении яркости и цветов относительно большей оси вызвана скорее всего наклоном галактики к лучу зрения, что характерно для S-галактик.

NGC 5363 скорее является E-галактикой с большим количеством пыли, чем типа М 82 [2]. Аргументами в пользу этого являются: а) изменение средней поверхностной яркости приблизительно по закону Хаббла для E-галактик; б) распределения истинных показателей цвета $(U - B)_0$, $(B - V)_0$ соответствуют таковым для E-S0-галактик; в) поздний спектральный тип галактики (G, K) [10, 15].

Таким образом, по ряду вышеуказанных признаков галактики NGC 4753 и 5363 нельзя отнести к типу М 82. Одним из существенных аргументов в пользу этого является различие звездных составов центральных областей этих галактик — у М 82 в центре присутствуют сильно покрасневшие сверхскопления ярких голубых звезд, а у NGC 4753 и 5363 излучение центральных областей обусловлено в основном красными звездами [5, 6, 10].

Возможно, одной из общих черт у М 82 и NGC 4753, 5363 является значительный вклад в излучение периферийных областей рассеянного света ядра на пыли. Но этот вопрос требует более детального исследования.

Литература

1. Vaucouleurs G. de, Vaucouleurs A. de. Reference Catalogue of Bright Galaxies Austin, Univ. of Texas Press, 1964.
2. Маркарян Б. Е. Иррегулярные галактики типа М 82. — Сообщ. Бюраканск. обс., 1963, 34, с. 19—29.
3. Visvanathan N., Sandage A. Linear polarisation of the H_α emission line in the halo of M 82 and the radiation mechanism of the filaments. — *Astrophys. J.*, 1972, 176, No. 1, p. 57—74.
4. Bergh S. van den. The Post-Eruptive Galaxy M 82. — *Astron. & Astrophys.*, 1971, 12, No. 3, p. 474—476.
5. Шаповалова А. И. U, B, V фотометрия иррегулярной галактики NGC 4753. — *Проблемы космической физики*, 1973, вып. 8, с. 187—194.
6. Шаповалова А. И. U, B, V фотометрия иррегулярных галактик NGC 5363, NGC 5360. — *Проблемы космической физики*, 1972, вып. 7, с. 137—149.
7. Воклер Ж. Общие физические свойства галактик. — В сб.: *Строение звездных систем*. М., 1962, с. 396—455.

8. Hubble E. Distribution of luminosity in elliptical nebulae. — *Astrophys. J.*, 1930, 71, No. 1, p. 231—276.
9. Chromey F. R. Studies of Irrl Galaxies. I. NGC 4753 and NGC 5273. — *Astron. Astrophys.*, 1973, 29, No. 1, p. 77—84.
10. Humason M. L., Mayall N. U., Sandage A. R. Redshifts and magnitudes of extragalactic nebulae. — *Astron. J.*, 1956, 61, No. 1, p. 97—162.
11. Vaucouleurs G. de. Integrated Colors of Bright Galaxies in the *U, B, V* System. — *Astrophys. J. Suppl. ser.*, 1961, 5, No. 48, p. 233—289.
12. Heckathorn H. M. The emission—line velocity field in M 82. — *Astrophys. J.*, 1972, 173, No. 3, p. 501—528.
13. Mathis J. S. Dust in the filaments of M 82. — *Astrophys. J.*, 1973, 183, No. 1, p. 41—48.
14. Elvius A. Photoelectric observations of Polarization and color in the Galaxy M 82. — *Lowell Obs. Bull.*, 1969, 7, No. 12, p. 117—126.
15. Morgan W. W., Mayall N. U. A spectral classification of galaxies. — *Publ. astron. Soc Pacific*, 1957, 69, No. 409, p. 291—303.

Декабрь 1974 г.
