

НАБЛЮДЕНИЯ ДВОЙНЫХ ГАЛАКТИК ТИПА Е

В Астрономической обсерватории г. Белоградчик (Болгария) проведены электрофотометрические наблюдения на 60 см телескопе в системе U, B, V 105 двойных галактик. Наблюдаемые галактики были распределены по морфологическим характеристикам пар в три группы: EE (30 пар), E—S (30 пар) и S—S (45 пар). В настоящей работе представлены зависимости между тремя наблюдаемыми величинами: V, B—V, U—B (для пар типа EE). Рассмотрена также и их связь с другими, известными к настоящему моменту, характеристиками рассматриваемых галактик.

1. Аппаратура и метод наблюдений

На 60 см телескопе системы Кассегрена с эквивалентным фокусным расстоянием 7500 мм установлен однокапальный электрофотометр, работающий в системе U, B, V по методу счета фотонов [3]. Фотометр выполнен на базе ФЭУ типа EM16256. Питание всей электрической части фотометра производится через стабилизатор St 2000. Температура, при которой работает аппаратура, поддерживается ниже +15°C. Цветовая система фотометра приведена к стандартной U, B, V системе [4].

Объекты для наблюдения выбраны по [1] и [2], их селекция произведена в соответствии с проникающей силой телескопа (аппаратуры). Интегральные звездные величины объектов заключены в пределах 11^m—15^m. Они покрывают всю северную полусферу и это позволяет производить наблюдения круглый год.

Наблюдения двойных галактик проводились с конца 1974 г. до середины 1977 г. В табл. 1 приведены данные о наблюдениях только пар типа EE (обе компоненты—эллиптические галактики). Использован дифференциальный метод наблюдений в системе близкой к стандартной U, B, V. Каждая пара галактик наблюдалась не менее трех раз в разные ночи с диафрагмой, подобранной в соответствии с диаметром объектов. По этим наблюдениям установлены параметры V, B—V и U—B для исследованных пар. Для окончательного приведения цветовой системы к стандартной выполнены наблюдения 15 двойных галактик различного морфологического типа, которые наблюдались и другими авторами [5] и [6]. Различие в результатах не превышает для величины V ± 0.035 ; B—V ± 0.038 ; U—B ± 0.045 . Это различие можно принять вполне удовлетворительным, учитывая в принципе более низкую точность измерений поверхностных объектов. U, B, V измерения проведены с использованием стандартных звезд, которые выбраны из [6] по следующим критериям:

- а) яркость звезды сравнения должна превышать яркость галактики;
- б) спектральный класс звезды—G;

в) небольшое расстояние от измеряемых объектов. Данные наблюдения двойных галактик типа ЕЕ представлены в табл. 1. Столбцы содержат следующие сведения:

1. Порядковый номер.
2. Номер по каталогу [1].
3. Номер по каталогу [2].
4. Номер по NGC или 1с.
5. Экваториальные координаты для эпохи 1950,0.
6. Диаметр примененной диафрагмы.
7. Диаметр галактики в минутах дуги.
8. Расстояние между компонентами в минутах дуги.
9. Морфологический тип.
10. Лучевая скорость.
11. Порядковый номер.
12. Номер по NGC.
13. Интегральная величина V.
14. Показатель цвета В—V.
15. Показатель цвета U—B.
16. Дата наблюдения (год, месяц, день).
17. Величина V, скорректированная за галактическое поглощение и красное смещение.
18. Показатель цвета В—V, скорректированный за галактическое поглощение и красное смещение.
19. Показатель цвета U—B, скорректированный за (дифференциальное) галактическое поглощение и красное смещение.
20. Расстояние до галактики, выраженное в Мпс ($H=75 \frac{\text{км}}{\text{сек. мпс}}$).
21. Абсолютная величина.

II. Обработка наблюдательных данных

1. Сравнение показателей цвета.

Произведено сравнение показателей цвета галактик Е, входящих в пары (ЕЕ), и одиночных галактик Е. Из каждой группы взято по 60 представителей. Для двойных галактик ЕЕ получены средние показатели цвета $(\overline{B-V})=0.88$ и $(\overline{U-B})=0.36$, в то время как для одиночных галактик Е $(\overline{B-V})=0.87$ и $(\overline{U-B})=0.40$. Применяя статистический критерий Фишера [7] для дисперсионного отношения $F=$

$$= \frac{s_x^2}{s_y^2} \text{ и отношения средних величин } t = \frac{\bar{x}-\bar{y}}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}, \text{ можно отме-}$$

тить, что существует некоторое различие в средней величине и дисперсии показателей цвета, однако нельзя с уверенностью утверждать, что эти совокупности составляют разные группы. Произведено сравнение и средних показателей цвета для Е галактик, входящих в пары ЕЕ и Е—S. Для Е галактик из пар ЕЕ получаются средние величины $\overline{B-V}=0.88$ и $\overline{U-B}=0.36$, а для Е галактик из пар Е—S $\overline{B-V}=0.83$ и $\overline{U-B}=0.33$. И в этом случае нельзя с уверенностью делать вывод о реальном различии галактик этих двух групп.

2. Корреляция между показателями цвета двойных галактик ЕЕ. Холмберг в [8], используя фотографические данные только для цвета В—V 32 двойных галактик различного морфологического типа показал, что существует корреляция между цветами компонент двой-

ных галактик. По его вычислениям коэффициент корреляции равен

$$R = 0,80 \pm 0,06 \text{ (т. е.)}$$

Для двойных галактик типа ЕЕ по нашим данным получены коэффициенты корреляции между показателями цвета отдельных компонент пары:

$$R_{(B-V)_a} = \begin{matrix} 0,72 \pm 0,087 \\ 0,87 \pm 0,05 \text{ (т. е.)} \end{matrix}$$

$$R_{(U-B)_a} = \begin{matrix} 0,72 \pm 0,095 \\ 0,84 \pm 0,06 \text{ (т. е.)} \end{matrix}$$

Из рис. 1 видно, что все точки (а—соответствует более яркой компоненте) расположены в узкой полосе вокруг прямой с наклоном 45°. Далеко отстоят от этой зависимости пары № 2, 8, 12, 20, 22, 24 из табл. 1. У этих пар велика также и разность лучевых скоростей компонент, так что с большой степенью вероятности их можно считать оп-

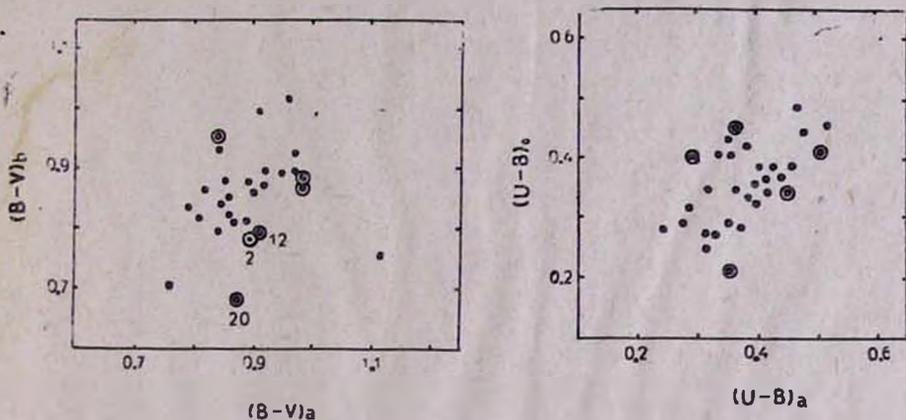


Рис. 1

тическими парами. В табл. 1 содержатся также и три пары (№ 8, 19, 20), которые имеют большие разности лучевых скоростей компонент, хотя различия их показателей цвета невелики. Эти три пары также можно считать оптическими, хотя не исключена их физическая связь. Все остальные пары табл. 1 можно считать физическими—разница лучевых скоростей компонент не превышает 300 км/сек, а показателей цвета 0,^m10. Тот факт, что показатели цвета компонент физических пар различаются очень мало, имеет большое космологическое значение.

Чтобы проверить надежность наблюденной закономерности, было произведено сравнение со степенью корреляции показателей цвета пар 30 произвольно взятых галактик того же морфологического типа—Е. Величины коэффициентов корреляции цвета произвольно взятых галактик равны:

$$R_{(B-V)} = \begin{matrix} 0,31 \pm 0,165 \\ 0,62 \pm 0,07 \text{ (т. е.)} \end{matrix}$$

$$R_{(U-B)} = \begin{matrix} 0,12 \pm 0,180 \\ 0,53 \pm 0,07 \text{ (т. е.)} \end{matrix}$$

Очевидно, что коэффициенты корреляции цветов в физических парах значительно выше.

В табл. 2 приведены следующие величины:

1. Порядковый номер, совпадающий с номером по табл. 1.
2. Номера по СРГ, NGC.
3. Разница величин компонент пары.
4. Разница показателей цвета $B-V$ компонент.
5. Разница показателей цвета $U-B$ компонент.
6. Разница лучевых скоростей ΔV_r компонент.
7. Логарифм лучевых скоростей.
8. Расстояние между компонентами в кпс.
9. Разница в абсолютных величинах.

Зависимость между величинами ΔV_r , показателями цвета $\Delta(B-V)$ и $\Delta(U-B)$ приведена на рис. 2. Различные величины компонент достигают 1.5, в то время как показатели цвета не различаются больше чем на 0,1. Это указывает на сходство звездного состава компонент. Пока нет наблюдений, позволяющих определить различие показателей цвета у компонент, отличающихся более чем на 1.5 по яркости.

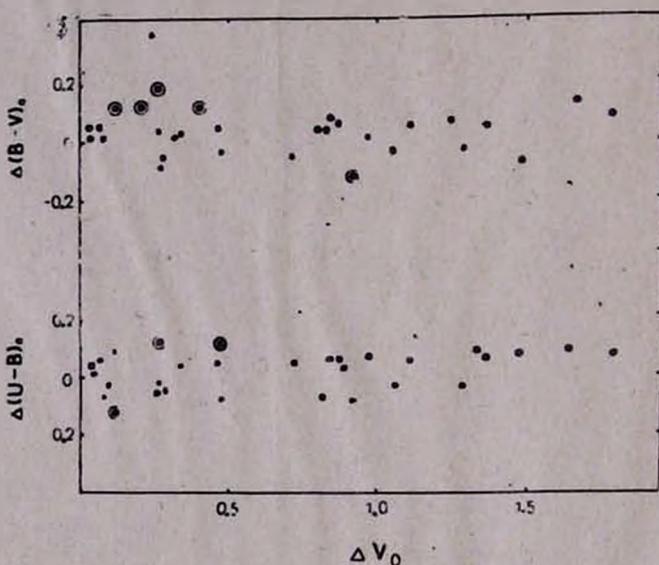


Рис. 2

На рис. 3 приведена зависимость между абсолютной величиной компонент и их показателями цвета. Можно прийти к выводу о небольшом покраснении больших галактик в цвете $B-V$, однако для показателя цвета $U-B$ наблюдается обратная зависимость.

Рассмотрена также зависимость между различием лучевых скоростей и показателями цвета отдельных компонент. Из рис. 4 видно, что нет четкой зависимости между этими величинами.

Для пар, имеющих измеренные лучевые скорости (21 шт.), вычислены удаления от наблюдателя. На рис. 5 заметны два максимума около расстояний 10 мпс и 70 мпс. На том же рисунке даны расстояния между компонентами.

Вычислены линейные размеры пар галактик ЕЕ и полученные величины сравнены с размерами случайной выборки единичных галак-

тик типа Е. Для сохранения однородности в определении размеров все они взяты по каталогу UCG [9]. Полученные результаты показывают, что галактики типа Е, входящие в пары, не различаются по размерам от единичных галактик того же морфологического типа.

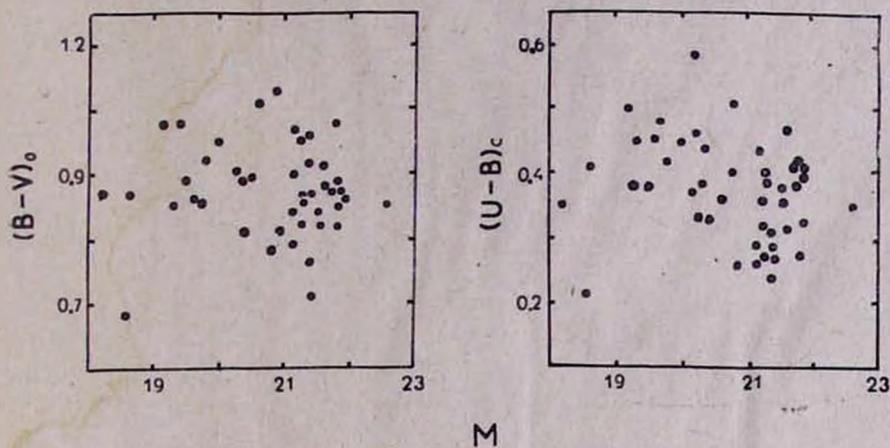


Рис. 3.

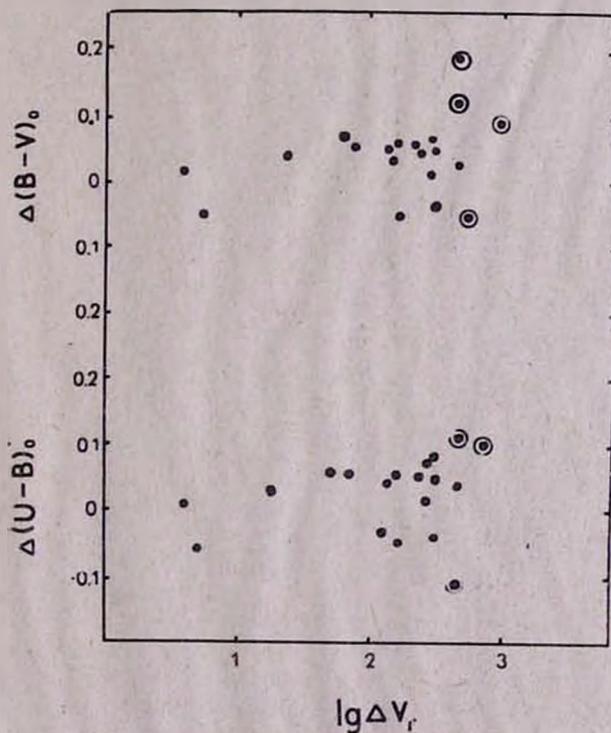


Рис. 4

№	CPG	МКГ	NGC	Коорд. 1950.0		A	D	X	Тип	Vr
				α	δ					
1	23	5-03-52	382	01 04.7	32 08	0.90	0.8	0.54	E	5354
		5-03-53	383	01 04.7	32 09	0.90	2.0			E
2	—	5-03-55	384	01 04.6	32 00	0.90	1.1	1.90	SO	4401
		5-03-56	385	01 04.7	32 02	0.90	1.4			E
3	—	5-4-35	495	01 20.2	33 13	0.90	1.1	2.80	SO	4565
		5-4-38	499	01 20.5	33 12	0.90	1.5			SO
4	—	5-04-44	507	01 20.9	33 00	0.90	2.0	1.60	E	5118
		5-04-45	508	01 21.0	33 02	0.90	1.3			E
5	32	0-04-142	545	01 23.4	-1 35	0.90	2.4	0.50	SO	5575
		0-04-143	547	01 25.5	-1 36	0.90	1.6			E
6	44	1-5-37	—	01 48.9	08 00	0.90	1.8	2.76	E	5246
		1-5-38	—	01 49.0	08 03	0.90	1.1			E
7	46	5-05-34	750	01 54.6	32 58	0.90	1.4	0.45	E	5295
		5-05-35	751	01 54.6	32 57	0.90	1.3			E
8	99	0-12-35	1587	04 28.1	00 33	0.90	1.9	0.97	SO	3812
		0-12-37	1588	04 28.2	00 33	0.90	1.0			E
9	145	—	—	07 47.6	50 21	0.90	0.6	0.36	E	6691
		—	—	07 47.6	50 21	0.90	0.6			E
10	147	9-13-96	2474	07 54.1	53 00	0.90	0.6	0.40	E	—
		9-13-97	2475	07 54.1	53 00	0.90	0.8			E
11	175	3-23-10	2672	08 46.5	19 16	0.90	1.8	0.56	E	4100
		3-23-11	2673	08 46.6	19 16	0.90	0.9			E
12	184	2-23-26	—	09 01.8	13 45	0.90	1.0	3.24	SO	—
		2-23-27	—	09 02.1	13 46	0.90	1.0			E
13	194	3-24-26	2802	09 13.9	19 11	0.90	0.7	0.80	E	8519
		3-24-27	2803	09 14.0	19 10	0.90	0.9			E
14	—	6-21-14	2831	09 16.6	33 57	0.90	1.0	1.00	SO	—
		6-21-15	2832	09 16.6	33 57	0.90	0.5			E
15	—	4-14-25	3190	10 15.5	22 06	0.90	3.0	5.10	SO	1354
		4-24-27	3193	10 15.8	22 10	0.90	2.1			E
16	—	2-28-11	3379	10 45.2	12 51	2.25	4.0	7.50	E	877
		2-28-12	3384	10 45.7	12 54	2.25	3.8			SO
17	276	1-29-11	3567 ^a	11 08.7	06 06	0.90	0.7	0.59	E	—
		—	3567 ^b	11 08.8	06 05	0.90	0.5			E
18	278	3-29-20	3607	11 14.3	18 19	2.25	4.8	5.96	E	840
		3-29-22	3408	11 14.4	14 25	2.25	3.0			E
19	300	3-30-106	3873	11 43.1	20 03	0.90	1.3	0.34	E	—
		3-30-105	3875	11 43.2	20 02	0.90	1.3			SO
20	—	4-29-06	4061	12 01.4	20 30	0.90	0.8	1.00	E	1545
		4-29-07	4065	12 01.5	20 30	0.90	1.0			E
21	327	5-29-42	4211 ^a	12 13.1	28 27	0.90	1.0	0.56	E	6556
		—	4211 ^b	12 13.1	28 76	0.90	0.6			E
22	—	5-29-62	4278	12 17.4	29 34	0.90	2.4	3.80	E	651
		5-29-63	4283	12 17.6	29 36	0.90	1.4			E
23	331	1-32-17	4296	12 18.9	06 55	0.90	0.6	1.10	SO	—
		1-32-18	4297	12 18.9	06 56	0.90	1.4			E
24	361	5-31-26	4841 ^a	12 55.1	28 45	0.90	1.5	0.53	E	6892
		5-31-27	4841 ^b	12 55.2	28 46	0.90	1.1			E
25	373	6-30-4	5141	13 22.6	36 38	0.90	1.7	2.34	SO	5280
		6-30-6	5142	13 22.8	36 40	0.90	1.5			SO
26	—	0-38-25	5846 ^a	15 04.0	01 46	0.90	2.5	1.00	E	1937
		0-38-26	5846 ^b	15 04.0	01 47	0.90	1.2			E
27	456	0-39-7	5868	15 07.3	00 43	0.90	0.9	3.61	SO	—
		0-39-6	5869	15 07.3	00 39	0.90	2.5			SO
28	501	—	—	16 45.3	68 01	0.90	1.1	1.23	E	—
		—	—	16 45.4	68 02	0.90	1.1			E
29	564	2-56-23	7236	22 12.3	13 35	0.90	0.9	0.59	SO	8098
		2-56-24	7237	22 12.3	13 35	0.90	0.9			E
30	595	0-60-58	7783 ^a	23 51.6	00 06	0.90	1.0	0.66	E	7165
		0-60-59	7783 ^b	23 21.7	00 06	0.90	0.7			E

Таблица 1

№	NGC	V	(B-V)	(U-B)	Дата	V ₀	(B-V) ₀	(U-B) ₀	R _{мис}	M
1	382	13.33	1.02	0.56	76-01-18	12.97	0.82	0.40	71.39	-21.30
	383	12.51	1.05	0.50		12.15	0.86	0.33	67.41	-21.93
2	384	13.45	0.97	0.54	77-02-18	13.09	0.78	0.40	58.68	-20.75
	385	13.28	1.08	0.45		12.92	0.90	0.29	64.60	-21.13
3	495	12.53	1.05	0.53	77-02-08	12.17	0.87	0.41	60.86	-21.75
	499	13.76	0.99	0.48		13.40	0.81	0.33	57.38	-20.39
4	507	12.54	1.09	0.48	77-01-19	12.18	0.97	0.39	68.24	-21.31
	508	13.64	1.04	0.43		13.28	0.92	0.35	—	—
5	545	12.76	1.01	0.56	77-02-19	12.56	0.87	0.41	74.33	-21.80
	547	12.68	1.03	0.52		12.48	0.89	0.38	72.49	-21.82
6	44	13.10	1.10	0.52	77-02-19	12.88	0.96	0.41	69.95	-21.34
	—	13.82	1.16	0.48		13.60	1.01	0.36	67.69	-20.55
7	750	12.77	1.05	0.57	76-01-18	12.39	0.85	0.40	70.50	-21.86
	751	13.09	1.04	0.54		12.70	0.84	0.38	70.55	-21.54
8	1587	12.67	1.02	0.51	76-12-27	12.31	0.84	0.36	50.83	-21.22
	1588	13.59	1.12	0.59		13.23	0.95	0.45	43.67	-19.97
9	145	13.73	0.95	0.46	77-02-23	13.37	0.76	0.31	89.21	-21.38
	—	13.97	0.89	0.39		13.43	0.71	0.24	93.30	-21.41
10	2474	13.52	0.94	0.39	77-02-08	13.16	0.82	0.31	—	—
	2475	13.86	0.93	0.34		13.20	0.81	0.26	67.68	-20.95
11	2672	12.40	1.06	0.56	77-02-19	12.09	0.91	0.47	54.67	-21.60
	2673	13.29	1.04	0.59		12.99	0.89	0.44	48.92	-20.46
12	184	14.04	0.90	0.42	78-03-13	13.73	0.79	0.34	—	—
	—	13.55	1.02	0.53		13.24	0.91	0.45	—	—
13	2802	14.18	1.12	0.44	77-02-20	13.90	0.92	0.27	113.58	-21.36
	2803	14.23	1.07	0.47		13.95	0.87	0.29	116.24	-21.38
14	2831	13.78	1.08	0.52	76-04-15	13.52	0.88	0.40	—	—
	2832	12.47	1.03	0.44		12.23	0.85	0.35	91.96	-22.59
15	3190	11.67	1.02	0.52	77-03-18	11.47	0.92	0.42	18.05	-19.82
	3193	12.03	0.98	0.45		11.81	0.89	0.38	18.28	-19.50
16	3379	10.22	0.98	0.53	77-03-18	10.11	0.96	0.46	11.69	-20.22
	3384	10.58	0.95	0.54		10.38	0.86	0.48	10.23	-19.67
17	3567 _a	13.71	0.87	0.36	78-03-29	13.49	0.79	0.31	—	—
	3567 _b	14.77	0.91	0.39		14.55	0.83	0.34	—	—
18	3607	10.80	0.94	0.50	76-04-15	10.61	0.86	0.45	11.00	-19.64
	3608	11.78	0.93	0.45		11.58	0.85	0.38	14.89	-19.28
19	3873	13.12	0.95	0.40	76-03-29	12.93	0.89	0.35	—	—
	3875	13.95	0.87	0.34		13.77	0.81	0.29	—	—
20	4061	13.21	0.75	0.28	78-04-12	13.03	0.68	0.21	20.60	-18.54
	4065	12.94	0.94	0.41		12.76	0.87	0.35	14.96	-18.11
21	4211 _a	13.63	1.09	0.51	78-03-13	13.15	0.95	0.38	87.41	-21.26
	4211 _b	14.50	1.03	0.46		14.32	0.89	0.33	88.04	-20.40
22	4278	10.72	1.07	0.55	75-05-08	10.55	0.98	0.50	8.68	-19.15
	4283	12.36	0.96	0.46		12.18	0.87	0.41	14.47	-18.62
23	4293	14.54	0.98	0.46	78-03-28	14.35	0.89	0.37	—	—
	4297	12.75	1.05	0.51		12.56	0.97	0.44	—	—
24	4841 _a	13.24	1.12	0.48	77-04-21	13.08	0.98	0.37	91.89	-21.74
	4841 _b	13.48	1.02	0.39		13.29	0.87	0.27	82.98	-21.30
25	5141	13.07	0.98	0.43	76-05-05	12.89	0.84	0.32	70.40	-21.35
	5142	13.54	0.93	0.38		13.36	0.79	0.26	71.33	-21.19
26	5846 _a	11.47	1.13	0.59	78-03-29	11.23	1.03	0.51	25.83	-20.83
	5846 _b	12.83	1.08	0.53		12.59	0.98	0.45	23.95	-19.31
27	5868	13.82	1.10	0.40	77-07-14	13.78	0.99	0.32	—	—
	5869	12.55	0.99	0.46		12.31	0.91	0.39	—	—
28	501	13.42	1.03	0.35	76-07-20	13.11	0.93	0.28	—	—
	—	13.35	0.94	0.31		12.84	0.84	0.24	—	—
29	7236	13.67	1.04	0.50	76-08-02	13.33	0.82	0.28	107.97	-21.83
	7237	13.86	1.08	0.48		13.62	0.88	0.31	107.91	-21.54
30	7783 _a	13.97	1.04	0.52	76-09-03	13.77	0.86	0.43	95.53	-21.13
	7783 _b	13.50	0.99	0.46		13.29	0.82	0.35	91.40	-21.51

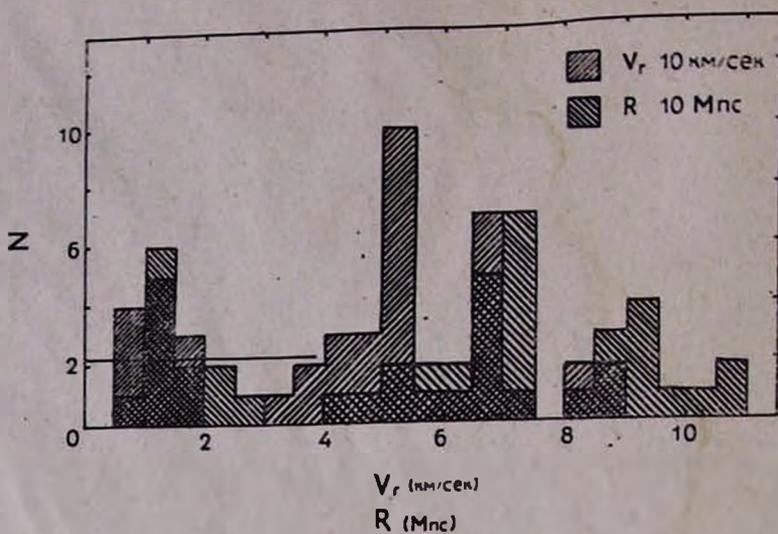


Рис. 5

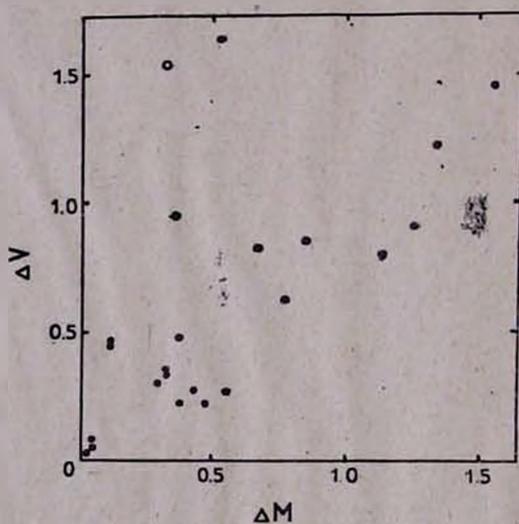


Рис. 6

Пары галактик типов E—S и S—S будут рассмотрены дополнительно.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Э. А. Дибая за указание направления исследований и академику В. А. Амбарцумяну за обсуждение полученных результатов.

Таблица 2

№	CPG NGC	ΔV_0	$\Delta(B-V)_0$	$\Delta(U-B)$	ΔV_r	$\lg \Delta V_r$	X кпс	ΔM
1	23	0.82	-0.04	-0.07	268	2.43	10.79	0.68
2	384	0.12	+0.12	-0.11	444	2.65	33.73	0.38
3	495	1.23	-0.06	-0.08	261	2.42	47.67	1.36
4	507	1.10	+0.05	+0.04	—	—	—	—
5	32	0.08	-0.02	-0.03	138	2.14	10.57	0.02
6	44	0.72	-0.05	+0.05	154	2.19	54.78	0.79
7	46	0.31	+0.01	-0.02	4	0.60	9.15	0.32
8	99	0.92	-0.11	-0.09	537	2.73	13.20	1.25
9	145	0.06	+0.05	-0.07	307	2.49	9.46	0.03
10	147	0.04	-0.01	-0.05	—	—	—	—
11	175	0.90	+0.02	+0.03	431	2.63	8.35	1.14
12	184	0.49	-0.12	-0.11	—	—	—	—
13	194	0.05	+0.05	-0.02	199	2.30	26.48	0
14	2831	1.29	-0.03	-0.05	—	—	—	—
15	3190	0.34	+0.03	+0.04	17	1.23	26.67	0.32
16	3379	0.27	+0.04	-0.02	110	2.04	23.67	0.55
17	276	1.06	-0.04	-0.03	—	—	—	—
18	278	0.97	+0.01	-0.07	277	2.44	22.22	0.36
19	300	0.84	-0.08	+0.06	—	—	—	—
20	4061	0.27	+0.19	-0.14	423	2.63	5.12	0.43
21	327	0.87	+0.06	+0.05	47	1.67	14.15	0.86
22	4278	1.63	-0.11	+0.09	434	2.64	12.67	0.53
23	331	1.79	+0.08	+0.07	—	—	—	—
24	361	0.21	-0.11	+0.10	658	2.82	13.35	0.44
25	373	0.47	-0.05	+0.06	70	1.85	47.76	0.16
26	5846a	1.36	+0.05	+0.06	141	2.15	7.17	1.52
27	456	1.47	-0.08	-0.07	—	—	—	—
28	501	0.27	-0.09	-0.04	—	—	—	—
29	564	0.29	-0.06	-0.03	5	0.70	18.34	0.29
30	595	0.48	-0.04	-0.08	310	2.49	17.77	0.38

20 февраля 1978 г.

Ռ. Ա. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Ա. Ն. ՏՈՄՈՎ

E ՏԻՊԻ ԿՐԿՆԱԿԻ ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՆՆԵՐԻ ԴԻՏՈՒՄՆԵՐ

Ա մ փ ո փ ո մ

Աշխատանքում բերվում են կրկնակի գալակտիկաների (EE տիպի) լուսաչափական դիտումների արդյունքները UBV սիստեմում:

R. A. VARDANIAN, A. N. TOMOV

THE OBSERVATIONS OF E TYPE DOUBLE GALAXIES

Summary

The results of UBV observations of double (EE) galaxies are presented

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Д. Караченцев, Сообщ. САО, 7, 1972.
2. Б. А. Воронцов-Вельяминов, Морфологический каталог галактик 1962—68.
3. А. Н. Томов, Бюлл. Астрономической обс., Варна (Болгария) 1973.
4. А. Н. Томов, Астрофизические исследования, т. 4, София, 1977.
5. G. a A. *Vaucouleurs*, Mem. RAS, part 1, 1972.
6. G. a A. *Vaucouleurs*, Sec. Ref. cat. of Bright Galaxies, 1975.
7. Д. Ходсон, Статистика для физиков, 1970.
8. E. *Holmberg*, Medd. lunds Astr. observ. ser II, № 136, 1958.
9. P. *Hilson*, Uppsala General Catalogue of Galaxies, 1965.