

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯРКОСТИ И ДИАМЕТРЫ ГАЛАКТИК В ГРУППАХ

В статье [1] показано, что распределение галактик по морфологическим подтипам, показатели цвета $U-V$ и $V-V$ и бюраканские классы ядер галактик в группах статистически зависят от плотности групп и их морфологического состава. В упомянутой работе в качестве характеристики морфологического состава группы рассматривалось относительное количество эллиптических и линзовидных галактик P , а пространственная плотность характеризовалась средним гармоническим линейным расстоянием между членами группы $\bar{R} = (\bar{R}_i^{-1})^{-1}$ в проекции на картинную плоскость. В [1] были получены следующие результаты:

1. В группах, где относительно мало эллиптических и линзовидных галактик, среди спиралей наблюдается избыток поздних подтипов по сравнению с группами, где много эллиптических и линзовидных галактик. А ранние спирали чаще встречаются в группах, где много эллиптических и линзовидных галактик.

К результатам, полученным в [1], можно также добавить статистику частоты встречаемости семейств спиральных галактик SA, SAB, SB (по классификации де Вокулера) в группах с параметром $P \leq 0.25$ и $P > 0.25$. Как и в [1], приведем не частоты встречаемости $\nu_{P \leq 0.25}$ и $\nu_{P > 0.25}$, а отношения частот $K = \nu_{P \leq 0.25} / \nu_{P > 0.25}$. Результаты таковы: $K_{SA} = 1.71$ (60), $K_{SAB} = 1.03$ (43), $K_{SB} = 0.43$ (45) (в скобках приведены суммарные количества галактик, по которым вычислены K), т. е. наблюдается обилие SA галактик в группах с меньшим относительным количеством эллиптических и линзовидных галактик, а в группах, где много эллиптических и линзовидных галактик, чаще встречаются спирали с барами.

2. В плотных группах с малым относительным количеством эллиптических и линзовидных галактик как спиральные, так и эллиптические и линзовидные галактики являются более голубыми, чем галактики соответствующего типа в группах с большим относительным количеством эллиптических и линзовидных галактик. При переходе к разреженным группам эта разница уменьшается. При этом у спиральных галактик она уменьшается особенно быстро. Поэтому в сильно разреженных группах с низким содержанием эллиптических и линзовидных галактик спиральные галактики являются, наоборот, более красными, чем в группах с высоким содержанием эллиптических и линзовидных галактик.

3. В группах с малым относительным количеством эллиптических и линзовидных галактик много спиралей с бюраканскими классами ядер 2, 4, 5 и мало ядер класса 3, а в группах с большим относительным количеством эллиптических и линзовидных галактик, наоборот, преобладают ядра класса 3. В плотных группах относительное количество ядер класса 3 больше, чем в разреженных группах.

К результатам, полученным в [1], следует добавить, что из 80 эл-

эллиптических и линзовидных галактик, входящих в изученные группы, лишь шесть имеют ядра классов 4 и 5, и все они состоят в группах с малым относительным количеством эллиптических и линзовидных галактик ($P < 0.7$).

С точки зрения зависимости свойств галактик от пространственной плотности и морфологического состава группы представляют интерес и другие величины, характеризующие физическое состояние галактик. С этой целью в настоящем сообщении рассмотрены поверхностные яркости и линейные размеры галактик. Как и в [1], использован список групп И. Д. Караченцева [2], из которых плотные подгруппы более разреженных групп исключены из рассмотрения (чтобы одна и та же галактика не была бы отнесена как к плотным, так и к более рассеянным группам). Морфологические типы галактик взяты из [3], фотометрические данные — из [4—9], а внешние угловые размеры — из [10—12]. Поверхностные яркости были вычислены в системе, использованной М. А. Аракеляном при составлении списка [13].

В табл. 1 и 2 приведены средние поверхностные яркости и логарифмы больших осей галактик типов S и E, S0 соответственно в группах различной плотности и морфологического состава. В последовательных столбцах приведены следующие величины: среднее гармоническое линейное расстояние между галактиками в группах; относительное количество эллиптических и линзовидных галактик; число га-

Таблица 1

Средние поверхностные яркости и логарифмы больших осей спиральных галактик в группах различной плотности и морфологического состава

\bar{R}	P	n_s	$\langle \bar{B} \rangle_s$	$\langle \bar{B} \rangle_s (P < 1)$	$\langle \lg D \rangle_s$	$\langle \lg D \rangle_s (P < 1)$
0—100	≤ 0.25	19	23.28 ± 1.03	23.50 ± 0.90	1.07 ± 0.46	1.17 ± 0.40
	> 0.25	16	23.77 ± 0.66		1.29 ± 0.30	
100—400	≤ 0.25	21	23.64 ± 0.98	23.61 ± 0.98	1.26 ± 0.29	1.27 ± 0.27
	> 0.25	14	23.57 ± 1.02		1.30 ± 0.26	
> 400	≤ 0.25	14	23.42 ± 0.86	23.34 ± 0.95	1.24 ± 0.26	1.26 ± 0.26
	> 0.25	18	23.28 ± 1.04		1.28 ± 0.27	
Все галактики	≤ 0.25	54	23.45 ± 0.96	23.49 ± 0.94	1.19 ± 0.35	1.23 ± 0.32
	> 0.25	48	23.53 ± 0.93		1.29 ± 0.28	

Таблица 2

Средние поверхностные яркости и логарифмы больших осей эллиптических и линзовидных галактик в группах различной плотности и морфологического состава

\bar{R}	P	n_{E+S0}	$\langle \bar{B} \rangle_{E+S0}$	$\langle \bar{B} \rangle_{E+S0} (P < 1)$	$\langle \lg D \rangle_{E+S0}$	$\langle \lg D \rangle_{E+S0} (P < 1)$
0—100	≤ 0.7	9	22.05 ± 0.72	22.28 ± 0.94	0.68 ± 0.39	0.87 ± 0.39
	> 0.7	12	22.45 ± 1.07		1.01 ± 0.34	
100—400	≤ 0.7	4	22.45 ± 0.28	22.75 ± 0.57	1.03 ± 0.15	0.97 ± 0.24
	> 0.7	8	22.90 ± 0.63		0.94 ± 0.28	
> 400	≤ 0.7	8	23.16 ± 0.66	23.12 ± 0.56	1.23 ± 0.20	1.21 ± 0.18
	> 0.7	3	23.03 ± 0.04		1.17 ± 0.12	
Все галактики	≤ 0.7	21	22.55 ± 0.80	22.62 ± 0.83	0.95 ± 0.37	0.98 ± 0.33
	> 0.7	23	22.68 ± 0.88		1.00 ± 0.30	

лаптик, по которым вычислены средняя поверхностная яркость и среднее значение логарифмов больших осей; средняя поверхностная яркость; то же безотносительно к морфологическому составу группы; среднее значение логарифмов больших осей; то же безотносительно к морфологическому составу группы.

Из табл. 1 и 2 видно, что в группах средняя поверхностная яркость галактик обеих морфологических подразделений превосходит приведенные в [14] величины, соответствующие компонентам изолированных пар и изолированным одиночным галактикам. Статистические значимости этих различий для спиральных галактик велики и соответственно равны: между галактиками групп и изолированными галактиками—0.001, между галактиками групп и компонентами пар—0.08. Для эллиптических и линзовидных галактик эти различия статистически незначимы.

Средняя поверхностная яркость спиральных галактик слабо зависит от плотности групп (т. е. от величины \bar{R}). С уменьшением плотности до 100 кпс $\leq \bar{R} \leq 400$ кпс она слабо убывает. Хотя это уменьшение не велико, оно, возможно, реально, так как аналогичное уменьшение средней поверхностной яркости в интервале расстояний 0 ÷ 200 кпс наблюдается у пар галактик [14]. Тем более, что в [14] сказанное относится к SS парам, и здесь также за такое поведение средних поверхностных яркостей ответственны только те спиральные галактики, которые находятся в группах, где их относительное количество больше ($P \leq 0.25$). При дальнейшем росте \bar{R} поверхностная яркость возрастает и в очень рассеянных группах (группы № 16, 48, 50 по [2]) уже превосходит значения, соответствующие галактикам плотных групп и, тем более, одиночным галактикам [14]. Статистическая значимость различия с последним равна 10^{-3} . Отметим, однако, что члены этих групп с большим основанием могут быть отнесены к одиночным галактикам по причине большого расстояния между компонентами (более 1 Мпс). Средняя поверхностная яркость галактик вышеуказанных рассеянных групп, рассчитанная по двадцати принадлежащим им спиральным галактикам, составляет 23.17 ± 0.81 .

Из табл. 1 видно, что зависимость поверхностной яркости от величины \bar{R} в группах, где много эллиптических и линзовидных галактик ($P > 0.25$) монотонно возрастающая. Статистическая значимость различий средних поверхностных яркостей между выборками спиральных галактик с параметрами групп $P > 0.25$, $0 \text{ кпс} < \bar{R} \leq 100 \text{ кпс}$ и $P > 0.25$, $\bar{R} > 1000 \text{ кпс}$ велика (0.035). Средняя поверхностная яркость, рассчитанная по пятнадцати галактикам последней выборки, составляет 23.15 ± 0.90 . В группах, где много спиральных галактик средняя поверхностная яркость, начиная от групп высоких плотностей до средних плотностей ($100 \text{ кпс} < \bar{R} \leq 400 \text{ кпс}$) имеет склонность к убыванию. В пользу реальности этого свидетельствует то, что аналогичное явление наблюдается в SS парах галактик [14]. Различие поведений зависимостей средних поверхностных яркостей спиральных галактик от плотности группы в группах с различным морфологическим составом привело к тому, что в плотных группах с $P \leq 0.25$ галактики имеют большие поверхностные яркости, чем в группах с $P > 0.25$, а в разреженных группах большие поверхностные яркости имеют члены групп с $P > 0.25$. Напомним, что аналогичная зависимость была выявлена в [1] для показателей цвета спиральных галактик.

Логарифмы больших осей спиральных галактик (табл. 1) несколь-

ко меньше в плотных группах с низким относительным количеством эллиптических и линзовидных галактик. В остальных выборках галактик средние логарифмы больших осей практически не зависят от морфологического состава и плотности групп. Таким образом, для выборки галактик с параметрами групп $0 \text{ кпс} < R \leq 100 \text{ кпс}$ и $P \leq 0.25$ большая средняя поверхностная яркость может быть просто следствием малости средних размеров галактик, а увеличение средних поверхностных яркостей спиральных галактик при переходе к разреженным группам, возможно, обусловлено изменением звездного состава или звездной плотности галактик этих групп.

Несколько иначе ведут себя эллиптические и линзовидные галактики (табл. 2). Здесь ход поверхностной яркости и размеров прослеживается довольно уверенно—средняя поверхностная яркость при переходе к разреженным группам монотонно убывает, а средний размер монотонно растет. Статистическая значимость различий средних поверхностных яркостей выборок эллиптических и линзовидных галактик в группах с параметрами $0 \text{ кпс} < R \leq 100 \text{ кпс}$ и $R > 400 \text{ кпс}$ (безотносительно к P) равна 0.01. Эта же величина характеризует различия между логарифмами больших осей галактик группы с теми же интервалами R . Так что уменьшение поверхностной яркости эллиптических и линзовидных галактик с увеличением рассеянности группы может быть частично объяснено увеличением средних диаметров галактик.

Стоит еще отметить, что увеличение диаметров эллиптических и линзовидных галактик с увеличением рассеянности групп указывает на то, что группы галактик и эллиптические галактики ведут себя в процессе эволюции одинаково—если рассеиваются одни, то рассеиваются и другие.

Как видно из табл. 2, в плотных группах средние поверхностные яркости и диаметры эллиптических и линзовидных галактик зависят также от величины P , причем галактики, находящиеся в группах с малым относительным количеством эллиптических и линзовидных галактик, имеют большие средние поверхностные яркости и малые диаметры.

Некоторые выводы. Анализ наблюдательных фактов привел В. А. Амбарцумяна к выводам о совместном образовании компонентов кратных галактик и об их распаде [15—17]. Впоследствии ряд авторов подтвердил, что многие из кратных галактик представляют собой системы с положительной энергией и поэтому находятся в процессе распада (см., например, [2]). В частности, И. Д. Караченцев [2], сравнивая индивидуальное отношение массы к светимости 22 галактик с вириальным отношением массы к светимости группы, в которую входит галактика, делает вывод, что среди групп галактик стационарными являются 5—6% их общего числа. В упомянутой работе И. Д. Караченцева различия во времени экспансии систем $\tau = H \bar{R} \sigma_v^{-1}$ (в долях времени экспансии Метагалактики H^{-1}) от группы к группе интерпретированы как следствие неодновременного образования групп галактик.

Исходя из вышеприведенных работ, попробуем дать некоторую интерпретацию результатов, полученных в [1] и в настоящей статье.

1. Зависимость параметров, характеризующих галактики (морфологический тип, цвет, класс ядра, поверхностная яркость, размер), от величин, характеризующих группы (плотность, морфологический со-

став), в целом находится в согласии с выводом В. А. Амбарцумяна [15—17] о совместном происхождении членов групп.

2. Увеличение диаметров эллиптических галактик при переходе к рассеянным группам может рассматриваться как свидетельство того, что во времени эллиптические галактики также расширяются, т. е. в этих галактиках распределение радиальных скоростей звездного населения имеет довольно большое среднее значение, обеспечивающее расширение галактики. Между тем отсутствие заметной зависимости диаметров спиральных галактик от \bar{R} показывает, что распределение радиальных скоростей звездного населения в этих галактиках имеет меньшее среднее значение. Для нашей Галактики В. А. Амбарцумяном [16, 18] показано, что огромное различие в законах распределения скоростей звездных населений I и II типа делает невозможным эволюционный переход из одного типа в другой. Приведенные выше факты являются свидетельством того, что аналогичная ситуация имеет место и в других галактиках, правда при предположении, что сферические составляющие спиральных галактик и население эллиптических галактик имеют одни и те же свойства. Это предположение оправдано, поскольку многочисленными авторами показано, что по звездному составу они очень похожи (см., например, [19]).

3. Тот факт, что ранние спирали более часто встречаются в группах, где эллиптические и линзовидные галактики преобладают ($P > 0.25$), а поздние—в группах, где преобладают спиральные галактики [1], означает, что в группах с параметром $P > 0.25$ спиральные галактики имеют мощное население II типа, а в группах с $P < 0.25$ население II типа спиральных галактик мало развито.

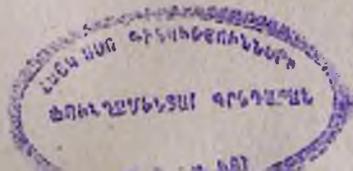
И. Д. Караченцевым и В. Е. Караченцовой [20] выявлена сегрегация I и II типов звездного населения у спиральных галактик поля и членов систем (у пар галактик), но такая сегрегация в ES и SS парах не обнаружена.

Обилие S0 галактик в группах с параметром $P < 0.7$ также показывает, что сферическое население галактик в этих группах мало развито.

Поскольку эллиптические и линзовидные галактики более голубые в группах, где преобладают спиральные галактики, то можно заключить, что в этих галактиках население I типа более развито, чем в эллиптических галактиках, находящихся в группах, где их больше. То, что в эллиптических галактиках может быть население I типа, подтверждено прямыми наблюдениями нескольких эллиптических галактик, например, NGC 185 и NGC 205 [19].

Можно заключить, что группы и входящие в них галактики в среднем сходны с точки зрения состава населения.

4. Цвет спиральных галактик согласуется с вышесказанным (пункт 3) только в плотных группах. Это связано с различиями зависимости показателей цвета спиральных галактик, находящихся в группах с различными морфологическими составами, от величины \bar{R} . Для групп с параметром $P < 0.25$ эта зависимость монотонно возрастающая, а для групп с $P > 0.25$ —монотонно убывающая. Может быть, это связано с тем, что население различных подсистем проходит различные, друг от друга независимые, пути эволюции. Такую точку зрения развивает В. А. Амбарцумян в [21], опираясь на то, что степень развития одной из подсистем (в смысле богатства подсистемы и ее размера) не зависит от степени развития другой подсистемы, входящей в состав одной и той же галактики.



С поспинением спиральных галактик групп с параметром $P > 0.2$ при переходе к рассеянным группам наблюдается также увеличение средней поверхностной яркости галактик, входящих в эти группы. Такая корреляция между цветом и поверхностной яркостью есть только в плотных группах с $P \leq 0.25$ (при уменьшении плотности групп с поспинением спиральных галактик наблюдается уменьшение их средней поверхностной яркости). В рассеянных группах с $P \leq 0.25$ поспинение продолжается, между тем средняя поверхностная яркость начинает возрастать.

5. Распределение бюраканских классов ядер, также согласуется с тем, что в группах со многими эллиптическими галактиками спиральные галактики обладают более мощным населением II типа, а в группах с малым относительным количеством эллиптических и линзовидных галактик эллиптические галактики обладают сравнительно развитым населением I типа. Действительно, в группах с параметром $P > 0.25$ в спиральных галактиках много ядер класса 3, характерных для эллиптических и линзовидных галактик, а в группах, содержащих много спиральных галактик, находятся все шесть эллиптических и линзовидных галактик (из восьмидесяти), имеющих ядра классов 4 и 5, характерных для спиральных галактик.

13 августа 1983 г.

Ա. Պ. ՄԱՃՏԵՅԱՆ

ԽՐԲԵՐՈՒՄ ԳԱՂԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒԹԱՅԻՆ ՊԱՅՄԱՌՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՏՐԱՄԱԳԾԵՐԸ

Ուսումնասիրվել է խմբերում գալակտիկաների մակերևութային պայծառությունների և տրամագծերի կախումը խմբի խտությունից և նրանում էլիպսաձև ու ուսպնյակաձև գալակտիկաների հարաբերական քանակից: Մասնավորապես պարզվել է, որ՝

1. Խմբի պարուրաձև գալակտիկաների մակերևութային պայծառությունները միջինում ավելի են, մեկուսացված կրկնակի և մեկուսացված միայնակ պարուրաձև գալակտիկաների մակերևութային պայծառություններից:

2. Գերնոսր խմբերի պարուրաձև գալակտիկաների մակերևութային պայծառությունները վիճակագրական մեծ նշանակալիությունը (10^{-3}) գերազանցում են միայնակ պարուրաձև գալակտիկաների համապատասխան մեծություններից: Պետք է նշել, որ առաջինները կարող են զգալի մաս կազմել մեկուսացված միայնակ գալակտիկաների ցուցակներում՝ բավական մեծ փոխադարձ հեռավորությունների պատճառով (մեծ 1 մպս-ից):

3. Խիտ խմբերից նոսր խմբերին անցնելիս՝ էլիպսաձև գալակտիկաների տրամագծերը մեծանում են, իսկ մակերևութային պայծառությունները՝ փոքրանում: Պարուրաձև գալակտիկաների համապատասխան մեծությունների համեմատաբար թույլ են կախված խմբի խտությունից:

A. P. MAHTESSIAN

 THE SURFACE BRIGHTNESSES AND DIAMETERS OF GALAXIES
 IN GROUPS

The dependence of surface brightnesses of galaxies in groups and their diameters from the density of groups and the percentage of E and SO type galaxies in them have been studied. Particularly, it is concluded that:

1. The surface brightnesses of spiral galaxies in groups are in the mean higher than that of isolated pairs of spirals and of isolated spirals.
2. The surface brightnesses of spirals in groups of very low density are with a considerable statistical significance (10^{-3}), greater than that of isolated spirals. It must be pointed out, that a great number of galaxies included in the lists of isolated galaxies may belong to the low density groups, due to large distances between the components (exceeding 1 Mpc).
3. The diameters of elliptical galaxies increase and their surface brightnesses decrease as we pass from denser groups to the dispersed ones. The same parameters of spirals depend only weakly on the densities of groups.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Магтесян, Сообщ. Бюраканской обс., 53, 102, 1982.
2. И. Д. Караченцева, Проблемы космической физики, 5, 201, 1970.
3. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, Jr., Second Reference Catalogue of Bright Galaxies, The Texas University Press, 1975.
4. F. Zwicky, E. Herzog, P. Wild, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, v. I, 1961.
5. F. Zwicky, E. Herzog, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, v. II, 1963.
6. F. Zwicky, E. Herzog, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, v. III, 1966.
7. F. Zwicky, E. Herzog, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, v. IV, 1968.
8. F. Zwicky, M. Karowicz, C. T. Kowal, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, v. V, 1965.
9. F. Zwicky, C. T. Kowal, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, v. VI, 1966.
10. Б. А. Воронцов-Вельяминов, А. А. Красногорская, Морфологический каталог галактик, т. I, М., 1962.
11. Б. А. Воронцов-Вельяминов, В. П. Архипова, Морфологический каталог галактик, т. II, М., 1964.
12. Б. А. Воронцов-Вельяминов, В. П. Архипова, Морфологический каталог галактик, т. III, М., 1963.
13. М. А. Аракелян, Сообщ. Бюраканской обс., 47, 3, 1975.
14. М. А. Аракелян, А. П. Магтесян, Астрофизика, 17, 53, 1981.

15. В. А. Амбарцумян, Изв. АН АрмССР, серия физ.-мат. наук, 9, 23, 1956.
16. В. А. Амбарцумян, Изв. АН АрмССР, серия физ.-мат. наук, 11, 9, 1958.
17. V. A. Ambartsumian, *Astron. J.*, 66, 536, 1961.
18. V. A. Ambartsumian, *Observatory*, 58, № 732, 152, 1935.
19. Б. А. Воронцов-Вельяминов, *Внегалактическая астрономия*, М., Наука, 1978.
20. И. Д. Караченцев, В. Е. Караченцева, *АЖ*, 51, 724, 1974.
21. В. А. Амбарцумян, *Вопросы космогонии*, т. 8, М., АН СССР, 1962, с. 3.