

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 13

НОЯБРЬ, 1977

ВЫПУСК 4

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЯРКОСТЕЙ ГАЛАКТИК В СКОПЛЕНИИ В ВОЛОСАХ ВЕРОНИКИ

М. А. АРАКЕЛЯН

Поступила 30 июня 1977

Рассмотрена зависимость от углового расстояния θ от центра скопления средних поверхностных яркостей галактик \bar{V} и их дисперсий $\sigma^2(\bar{V})$ (табл. 1). Среднее значение \bar{V} галактик центральной зоны ($\theta < 1.5'$) заметно выше значения, полученного для случайной выборки галактик (1) и (2), и уменьшается с удалением от центра. $\sigma^2(\bar{V})$ в центральной зоне заметно меньше, чем величина, соответствующая случайной выборке.

Среднее значение поверхностной яркости для галактик кольцевой зоны II ($1.5 < \theta < 6'$) практически совпадает с величиной, полученной для случайной выборки, но дисперсия остается заметно меньшей.

Поэтому можно рассматривать скопление, как покрывающее область с $\theta < 6'$. Малое значение дисперсии \bar{V} может быть обусловлено одинаковыми условиями формирования галактик, имевшими место на данном расстоянии от центра. Что касается уменьшения средней поверхностной яркости с расстоянием, оно может быть обусловлено зависимостью этих условий образования галактик от расстояния.

Оценки угловых размеров скопления галактик в Волосах Вероники являются крайне противоречивыми — наименьшее и наибольшее из приведенных в литературе значений радиуса отличаются в несколько раз [1—5]. В работах [2, 4] приведены значения $\sim 100'$, между тем Ф. Цвикки [1] оценивает радиус скопления как превышающий 6° . Эти оценки основаны на подсчетах числа галактик на различных угловых расстояниях от центра скопления.

Известно, с другой стороны, что в центральной части скопления сосредоточены эллиптические галактики очень высокой поверхностной яркости. Полагая, что избыток галактик высокой поверхностной яркости является свойством скопления в целом, можно попытаться оценить размеры скопле-

ния по распределению средних поверхностных яркостей галактик в функции углового расстояния от его центра. В отличие от упоминавшихся выше оценок размеров скопления, основанных, как отмечалось, на подсчетах числа галактик, предлагаемый подход основан на статистике некоторого физического параметра, который предполагается характерным для большинства членов скопления. Разумеется, исследование распределения поверхностных яркостей галактик в скоплении представляет также и самостоятельный интерес.

Средние поверхностные яркости галактик области скопления были вычислены в системе \bar{B} , описанной в [6], в случаях, когда в Каталоге галактик и скоплений галактик Ф. Цвикки и Э. Герцога [7, 8] приведены их видимые величины, а в Морфологическом каталоге галактик Б. А. Воронцова-Вельяминова и В. П. Архиповой [9] — внешние размеры. Из рассмотрения были исключены галактики с видимой величиной $m_p < 13.0$, поскольку с большой вероятностью они не являются членами скопления. При рассмотрении распределения средних поверхностных яркостей по расстоянию от центра скопления, ему были приписаны координаты $\alpha_{1950} = 12^{\text{h}}57^{\text{m}}5$, $\delta_{1950} = 28^{\circ}15'$.

Таблица 1

Зона	$\theta(^{\circ})$	$\langle \bar{B} \rangle$	$\sigma(\bar{B})$	n	$\langle \bar{B} \rangle$	$\sigma^2(\bar{B})$	n
I	0—30	22.9	0.63	35	23.1	0.50	80
	30—60	23.2	0.35	22			
	60—90	23.3	0.42	23			
	0—90	23.1	0.50	80			
	90—180	23.6	0.89	48			
II	180—270	23.8	0.58	46	23.6	0.60	151
	270—360	23.6	0.58	59			
	90—360	23.6	0.68	153			
	360—480	23.7	1.09	91			
III	480—600	23.6	0.84	110	23.6	0.83	298
	600—720	23.6	1.11	100			
	360—720	23.6	1.01	301			

В табл. 1 приведены данные о средних значениях средних поверхностных яркостей галактик в различных зонах вокруг центра скопления. Границы зон приведены во втором столбце таблицы. В третьем—пятом столбцах приведены данные (среднее значение средней поверхностной яркости, ее дисперсия и число галактик), относящиеся ко всему рассмотренному множеству галактик. В трех последних столбцах таблицы приведены ана-

логичные данные, полученные после исключения пяти галактик, у которых отклонение значения поверхностной яркости от среднего по зоне превосходит $3\sigma(\bar{B})$.

Для сравнения приведем средние значения и дисперсии средних поверхностных яркостей случайной выборки галактик, вычисленные на основании аналогичных данных о видимых величинах и угловых размерах галактик области с координатами $6^h 48^m < \alpha_{1950} < 14^h 12^m$ и $41^\circ < \delta_{1950} < 77^\circ$. Для 1918 галактик этой области в [6] было получено

$$\langle \bar{B} \rangle = 23.5, \quad \sigma^2(\bar{B}) = 0.94. \quad (1)$$

Аналогичные данные, полученные после исключения семи галактик, у которых отклонение \bar{B} от среднего по выборке превосходит $3\sigma(\bar{B})$, таковы:

$$\langle \bar{B} \rangle = 23.5, \quad \sigma^2(\bar{B}) = 0.90. \quad (2)$$

Сравнение данных табл. 1 с приведенными данными, соответствующими случайной выборке галактик, показывает, что рассмотренная область вокруг центра скопления в Волосах Вероники по средним поверхностным яркостям галактик и их дисперсиям может быть разделена на следующие три части.

Зона I ($1^\circ < \delta < 15^\circ$). Центральный круг с радиусом, практически совпадающим с минимальной из имеющихся оценок угловых размеров скопления. Среднее значение средней поверхностной яркости с высоким уровнем статистической значимости превосходит значение, соответствующее случайной выборке галактик. Второй особенностью зоны является уменьшение среднего значения поверхностной яркости с расстоянием от центра. Для лучшей иллюстрации этого обстоятельства отметим, что для 19 галактик с $\delta < 15'$ имеем $\langle \bar{B} \rangle = 22.6$, $\sigma^2(\bar{B}) = 0.55$. Наконец, несмотря на имеющийся ход с расстоянием от центра, поверхностные яркости галактик зоны I отличаются от данных по случайной выборке галактик малой дисперсией. Отличие дисперсий средних поверхностных яркостей галактик этой зоны и случайной выборки имеет статистическую значимость на уровне 1 процента.

Зона II ($15^\circ < \delta < 6^\circ$). Кольцевая зона с внешним радиусом, практически совпадающим с оценкой радиуса скопления, данной Цвикки. Среднее значение средней поверхностной яркости галактик этой зоны не отличается от значения, соответствующего случайной выборке. Однако дисперсия средней поверхностной яркости заметно меньше величины, соответствующей случайной выборке. Различие между дисперсиями поверхностной

яркости галактик зоны II, с одной стороны, и случайной выборки галактик (или галактик следующей зоны), с другой, имеет статистическую значимость на уровне 5 процентов.

Зона III ($6^\circ < \theta < 12^\circ$). В этой зоне среднее значение поверхностной яркости галактик и ее дисперсия практически не отличаются от значений, соответствующих случайной выборке галактик. Следовательно, ни одна из особенностей, характерных для центральной части скопления, вне круга с $\theta < 6^\circ$ не проявляется. При этом имеется довольно резкий перепад дисперсии на внутренней границе зоны III.

Таким образом, среднее значение средней поверхностной яркости галактик в скоплении в Волосах Вероники более или менее монотонно убывает с удалением от центра до расстояния 15. При этом дисперсия поверхностных яркостей значительно меньше, чем значение, соответствующее галактикам, находящимся вне скопления. Это обстоятельство естественно ассоциируется с наличием сегрегации галактик скопления по светимости, проявляющейся в большей концентрации галактик высокой светимости к центру скопления. Сегрегация же галактик по поверхностной яркости является прямым указанием на то, что интегральные светимости растут быстрее, чем квадраты линейных размеров галактик.

Если бы не существование зоны II, характеризующейся малой дисперсией поверхностных яркостей, то факт уменьшения средних поверхностных яркостей внутри зоны I можно было бы в принципе объяснить также изменением морфологического состава галактик скопления с удалением от центра. Однако подобное изменение должно было повлечь за собой и рост дисперсии вплоть до границы скопления. Поскольку же в зоне II при среднем значении средней поверхностной яркости, практически совпадающем с величиной, наблюдаемой в случайной выборке галактик, имеется заметно меньшая ее дисперсия, то представляется более естественным заключение, что радиус скопления близок к внешнему радиусу зоны II. Поведение средних поверхностных яркостей может быть обусловлено тем, что условия образования галактик были различными на разных расстояниях от центра, а галактики, образовавшиеся в близких условиях, наделены сходными характеристиками. Возможно, что в зоне II морфологический состав галактик действительно заметно отличается от состава центральной зоны. В этом случае следует заключить, что галактики отдельных морфологических типов имеют меньшую дисперсию средних поверхностных яркостей, чем галактики тех же типов в случайной выборке.

Автор благодарен академику В. А. Амбарцумяну за обсуждение.

THE DISTRIBUTION OF MEAN SURFACE BRIGHTNESSES
 OF GALAXIES IN COMA CLUSTER

M. A. ARAKELIAN

The dependence of mean surface brightnesses \bar{B} of galaxies in the cluster region and their dispersions $\sigma^2(\bar{B})$ are considered as functions of distance from the center of the cluster (Table 1). The mean value of \bar{B} of galaxies of central zone I ($\theta < 1.5$) is significantly higher than the value obtained for random sample of galaxies (1) and (2) and reveals some trend toward the edge of this zone. $\sigma^2(\bar{B})$ in central zone is noticeable less than that of random sample.

The mean value of surface brightness for galaxies of circular zone II ($1.5 < \theta < 6.0$) practically coincides with that of random sample but dispersion of \bar{B} remains noticeably less.

Therefore the cluster may be considered as covering the region with $\theta < 6^\circ$. The small value of dispersion of \bar{B} can be caused by similar conditions of formation taking place at the given distance from the center of the cluster. As to the decrease of the mean surface brightness with distance it may be due to the dependence of these conditions of formation upon distance.

ЛИТЕРАТУРА

1. F. Zwicky, *Morphological Astronomy*, 1957.
2. T. Noonan, P. A. S. P., 73, 213, 1961.
3. G. O. Abell, *Problems of Extragalactic Research*, 213, 1962.
4. G. O. Omer, Th. L. Page, A. G. Wilson, A. J., 70, 440, 1965.
5. H. J. Rood, Th. L. Page, E. C. Kintner, Ap. J., 175, 627, 1972.
6. M. A. Аракелян, *Астрофизика*, 10, 507, 1974.
7. F. Zwicky, E. Herzog, *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, v. II, 1963.
8. F. Zwicky, E. Herzog, *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, v. III, 1966.
9. Б. А. Воронцов-Вельяминов, В. П. Архипова, *Морфологический каталог галактик*, т. II, 1964.