

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 11

НОЯБРЬ, 1975

ВЫПУСК 4

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЛАКТИК В ЯГЕЛЛОНСКОЙ ПЛОЩАДКЕ

А. М. ФЕСЕНКО

Поступила 18 декабря 1974

Пересмотрена 14 апреля 1975

Для определения доли галактик, входящих в скопления и, в частности, в двойные системы, применяется статистический метод. В Ягеллонской площадке выполнены подсчеты галактик ярче $m_r = 21^m$ и малых областей вокруг 12276 галактик. Получено, что в видимые скопления входит около 50% галактик, причем 16% всех галактик принадлежат к двойным системам. Кроме того, показано, что характерный угловой радиус скопленных галактик в этой площадке не превышает $7'.5$. Угловое расстояние между соседними членами одного скопления не больше $5-6'$.

Ягеллонская площадка представляет собой область размерами в $6 \times 6'$ и с координатами центра: $\alpha = 11^h 19^m$, $\delta = 35^\circ 53'$ (2000.0). Снимки области с разными экспозициями и фильтрами получил К. Рудницкий на Паломарском телескопе Шмидта. На основе этого материала были созданы каталог и атлас [1], которые послужили основой для данной работы. Важным достоинством рассматриваемого материала является охват очень слабых галактик (до 21^m в голубых лучах); кроме того, в данной области весьма мало поглощение света. Поэтому имеется хорошая возможность для исследования скопленных галактик.

В этой работе мы используем статистический метод, впервые примененный к звездам Б. Фесенко [2]. Метод основан на сравнении чисел объектов в круговых областях в окрестностях фиксированных объектов с аналогичными числами в таких же областях, но расположенных произвольно. К галактикам метод впервые применила Е. Звягина [3]; впоследствии один из вариантов этого метода И. Караченцев применил для определения относительного числа двойных галактик [4]. В работе [3] исследовались

карликовые спутники вокруг галактик ярче 14^m0 (около тысячи галактик), в работе [14] рассмотрена выборка в 1016 галактик ярче 14^m0 и изучены 649 галактик до 15^m0 (звездные фотографические величины).

В данной работе подсчеты выполнены в окрестностях 12276 галактик до $m_{ph} \approx 21^m0$. Кроме того, проведены специальные подсчеты с целью определения характерных угловых размеров скоплений и типичного углового расстояния между соседними членами одного скопления. Определена доля галактик, входящих в видимые скопления (остальные галактики могут быть одиночными или ярчайшими членами далеких скоплений, у которых другие компоненты не видны). Найдено относительное число двойных галактик. Результаты данной работы, полученные на новом материале и иным методом, подтверждают выводы работы [5] о распределении скоплений по числу видимых членов.

1. *Характерный угловой размер скоплений.* Ягеллонскую площадку разделим на 49×49 областей размерами 7.5×7.5 каждая. Назовем А-областями те из них, в которых наблюдалось не менее четырех галактик в интервале звездных величин m_v от 17^m7 до 18^m6 (в желтых лучах). Это области с заметно повышенным числом галактик рассматриваемого блеска. На всей площадке было выявлено 233 А-области. В окрестностях А-областей исследуем галактики с m_v от 18^m6 до 19^m5 (слабые галактики). Определим среднее число $n(d)$ таких галактик, приходящееся на область размерами в 7.5×7.5 и находящуюся на расстоянии d от центра А-области.

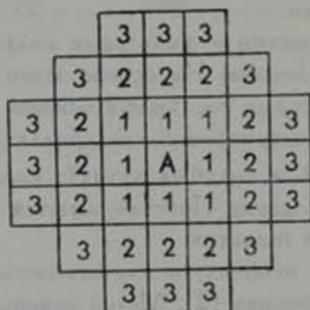


Рис. 1.

На рис. 1 показано расположение таких областей при $d \approx 1, 2$ и 3 : например, предполагаем, что $d=2$, если $|d-2| \leq 0.5$. Здесь и далее единица длины положена равной 7.5 .

Результаты вычислений, выполненных на ЭВМ «Минск-32», представлены во второй строке табл. 1 и на рис. 2а. В третьей строке таблицы 1 и на рис. 2б результаты вычислений приводятся для случая, когда вместо желтого фильтра используется голубой ($m_b < 21^m_0$). (Выявлено 349 А-областей).

Таблица 1

d	0	1	2	3	4	5	6	7
$n_y(d)$	1.652	1.159	1.105	1.115	1.112	1.079	1.085	1.082
$n_b(d)$	3.054	2.679	2.570	2.584	2.557	2.548	2.522	2.419

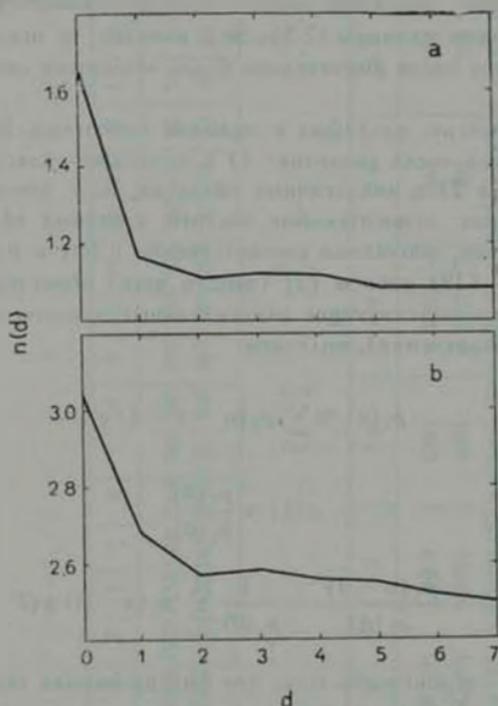


Рис. 2.

Слабая линейная зависимость n от d при $d \geq 2$ объясняется, по-видимому, действием двух факторов: уменьшением предельной звездной величины к краю пластинки и существованием неоднородностей в поглощающем слое Галактики. Определив коэффициенты указанной линейной зависимости

сти способом наименьших квадратов при $d \geq 2$ и проэкстраполировав эту зависимость на значения $d=1$ и 0 , находим освобожденное от влияния фона среднее число галактик скопления в области:

для желтого фильтра

$$n(0) = 0.521 \pm 0.085,$$

$$n(1) = 0.035 \pm 0.029;$$

для голубого фильтра

$$n(0) = 0.428 \pm 0.094.$$

$$n(1) = 0.071 \pm 0.032.$$

Следовательно, типичный радиус скоплений галактик в Ягеллонской площадке не больше единицы (7.5). Это, конечно, не исключает существования небольшого числа значительно более обширных скоплений.

2. *Доля галактик, входящих в видимые скопления.* Будем сравнивать два распределения чисел галактик: 1) в круговых областях с произвольными центрами и 2) в аналогичных областях, но с центрами в фиксированных галактиках; относительные частоты круговых областей, содержащих по n галактик, обозначим соответственно $p_1(n)$ и $p_2(n)$. Используя равенства (17)—(19) работы [2] (вместо чисел областей, рассмотренных в [2], вводим соответствующие относительные частоты и применяем несколько иные обозначения), получаем:

$$p_2(n) \approx \sum_{i=1}^{n+1} p_1(n-i+1) q(i), \quad (1)$$

$$q(1) \approx \frac{p_2(0)}{p_1(0)}, \quad (2)$$

$$q(n) \approx \frac{p_2(n-1)}{p_1(0)} - \frac{1}{p_1(0)} \sum_{i=1}^{n-1} p_1(n-i) q(i). \quad (3)$$

Здесь $q(i)$ —вероятность того, что фиксированная галактика (она выбирается случайно) входит в скопление с числом видимых членов в данной круговой области, равным i . В частности, $q(1)$ есть вероятность того, что фиксированная галактика окажется одиночной. Приближенные равенства (1), (2) и (3) превращаются в точные при неограниченном возрастании числа областей, по которым определяются относительные частоты $p_1(n)$ и $p_2(n)$.

Таблица 2

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Сумма
$K_1(n)$	661	1431	1880	1952	1737	1500	1059	765	547	292	209	128	67	47	20	19	9	9	4	1	2	5	2	—	—	12386
$K_2(n)$	348	854	1397	1711	1828	1678	1310	1007	683	467	322	222	149	92	67	49	26	19	6	6	3	11	4	4	3	12276

Таблица 3

R	1 7	3 0	4 4	5 4	6 4	7 5	8 8
$K_1(0)$	9900	6953	4050	2465	1337	661	253
$K_2(0)$	8721	4694	2357	1303	702	348	122
$q(1)$	0.881+0.003	0.681+0.011	0.587+0.016	0.534+0.021	0.531+0.029	0.531+0.042	0.486+0.065

На картах атласа [1] были рассмотрены все галактики, сфотографированные с голубым фильтром — всего 12276 объектов ярче 21^m . Радиус элементарной круговой области взят равным 7.5; подсчеты выполнялись в такой области в окрестности каждой галактики и отсюда оценивались величины $p_2(n)$. Для исключения возможных искажений, связанных с уменьшением предельной звездной величины к краям пластинки, а также с неравномерностью поглощения света в данной площадке, последняя была разбита на 36 площадок промежуточных размеров ($1 \times 1'$). В каждой из этих промежуточных площадок рассматривалось почти столько же элементарных круговых областей с произвольными положениями центров, сколько галактик оказывалось в этой площадке. Таким образом, число элементарных областей, не связанных с фиксированными галактиками, мало отличалось от числа всех галактик и составило 12386.

Величины $12386 p_1(n) = K_1(n)$ и $12276 p_2(n) = K_2(n)$, полученные в результате подсчетов, приводятся в таблице 2. По этим данным определяем относительные числа одиночных и двойных галактик (см. равенства (2) и (3)):

$$q(1) = 0.531 \pm 0.042 \text{ и } q(2) = 0.164 \pm 0.095$$

Здесь средние квадратические ошибки оценивались по разбросу результатов в шести выборках. Этот результат хорошо согласуется с данными, полученными в работе [5], в которой использовались иные метод и материал ($q(1) \approx 0.61$; $q(2) \approx 0.15$).

Итак, в скопления с двумя и более галактиками входит около 50% галактик Ягеллонской площадки. Здесь идет речь о видимых галактиках скоплений. Не исключено, что вследствие наблюдательной селекции кажущиеся одиночные галактики в действительности являются лишь ярчайшими членами далеких скоплений, а двойные галактики входят в системы с гораздо большим числом членов.

3. *Типичное угловое расстояние между соседними членами скопления.* Если радиус R элементарной области, в которой ведутся подсчеты, существенно меньше типичного расстояния ρ между соседними членами скопления, то рассматриваемым методом скоплений обнаружить не удастся. Поэтому, сравнивая результаты, соответствующие разным радиусам элементарных областей, можно получить представление о величине ρ .

В таблице 3 приводятся данные о величинах $K_1(0)$ и $K_2(0)$ при радиусах R элементарных областей от 1.7 до 8.8. Соответствующие значения величин $q(1)$ с их ошибками помещены в нижней строке таблицы 3.

При $R \geq 5.4$ значения $q(1)$ почти не изменяются при возрастании R . Следовательно, типичное расстояние ρ между соседними членами скопле-

ния среди галактик ярче 21^m в Ягеллонской площадке не больше 5—6'.

Тема работы предложена Б. И. Фесенко. Расчеты выполнены на ЭВМ «Минск-32».

Псковский государственный педагогический
институт им. С. М. Кирова

THE DISTRIBUTION OF GALAXIES IN THE JAGELLONIAN FIELD

L. M. FESSENKO

The statistical method is applied for the determination of relative number of galaxies belonging to the binary and multiple systems. The counts of galaxies in small regions around 12276 galaxies in the Jagellonian Field are made. It is found that about 50% of the galaxies belong to the visible multiple systems and about 16% of galaxies belong to the binary systems. The characteristic radius of the galaxy systems in the Jagellonian Field does not exceed the Value of 7.5. The typical distance between the neighbouring members of the same system is lower than 5'—6'. These results are applied to the objects brighter than $m_{ph} = 21^m$.

ЛИТЕРАТУРА

1. K. Rudnicki, T. Z. Dworak, P. Flin, A catalogue of 15650 galaxies in the Jagellonian Field, Acta Cosmologica, 1, 1973.
2. Б. И. Фесенко, Уч. зап. ЛГУ, мат. сер., 37, 146, 1964.
3. Е. В. Звягина, Астроф. ж., 43, 34, 1966.
4. И. Д. Караченцев, Acta Astron., (PRL), 21, 736, 1974.
5. Б. И. Фесенко, Н. П. Путьев, Астроф. ж., 51, 736, 1974.