

**КАРЛИКОВЫЕ ГАЛАКТИКИ ТИПА СКУЛЬПТОРА,
ОБНАРУЖЕННЫЕ В ЗОНАХ $\delta = -36^\circ$ и -42°
ПАЛОМАРСКОГО АТЛАСА НЕБА**

В. Е. Караченцева

На картах Паломарского атласа неба обнаружено 57 карликовых галактик, большинство из которых подобно карликам типа Скульптора в Местной группе галактик. Приведены координаты, угловые размеры и структурные подтипы обнаруженных объектов. Показано, что найденные галактики существенно отличаются от эллиптических карликовых галактик, исследованных Ходжем в области скопления Fornax.

57 dwarf galaxies are detected on the Palomar Sky Atlas prints; the majority of them is similar to the Sculptor-type dwarfs in the Local Group. The coordinates, angular dimensions, and structural sub-types of these objects are presented. It is shown that the detected galaxies differ significantly from the dwarf elliptical galaxies investigated by Hodge in the Fornax cluster of galaxies.

1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Карликовые галактики типа Скульптора в Местной группе галактик (МГ) — Sculptor, Fornax, Leo I, Leo II, Draco, Ursa Minor — известны как чрезвычайно разреженные звездные системы, экстремальные по своим физическим и морфологическим характеристикам в ряду эллиптических галактик. Подробные сводки параметров галактик типа Скульптора приведены в обзорах [1—3]. Укажем лишь интервалы некоторых характеристик: линейные размеры $1 \div 6$ кпс, абсолютные величины $-8^m.8 \div -13^m.0$, отношение осей $0.45 \div 0.99$. Средняя поверхностная яркость этих галактик очень низка и составляет $24^m.0 - 27^m.0$ на \square'' . Трудность поиска и классификации таких слабых объектов, находящихся за пределами МГ, очевидна.

Составленный в результате обзора Паломарского атласа неба (ПА) первый список карликовых галактик типа Скульптора [4] с дополнением [5] (охватывающий область неба к северу от $\delta = -27^\circ$) содержит около 250 объектов. В список были включены галактики с угловыми размерами $d \geq 0'45$, отобранные по следующим признакам: а) очень низкая поверхностная яркость, б) малый градиент яркости, в) отсутствие структурных деталей и сгущений, г) близкие к круговым очертания. Необходимым условием отбора была видимость объекта на обеих (О и Е) картах ПА.

Обнаруженные карликовые галактики классифицировались как Sculptor *b* — если распределение яркости по галактике было таким же, как у галактики IC 3475, либо если на одной из карт было отмечено сгущение; как Sculptor *a* — если градиент яркости был незначительным; как Sculp-

тогда $a!$ — если объект был исключительно слабым и почти без градиента яркости.*

На рис. 1 представлены структурные подтипы карликовых галактик типа Скульптора из списка [4].

2. КАРЛИКОВЫЕ ГАЛАКТИКИ ТИПА СКУЛЬПТОРА В ЮЖНЫХ ЗОНАХ ПАЛОМАРСКОГО АТЛАСА

А. Приводим список предполагаемых объектов типа Скульптора, отобранных в результате двукратного просмотра карт ПА, охватывающих зоны $\delta = -36^\circ$ и -42° (см. табл. 1). В таблице приведены экваториальные координаты α и δ (определенные с точностью $0^m 2$ и $2'$), угловые размеры d (масштаб карт $1 \text{ мм} = 67''$), структурный подтип объекта. В примечаниях даются описания галактик и результаты сопоставления объектов списка с данными других авторов [8, 9]. В список включены также карликовые галактики-прототипы — члены МГ Sculptor и Fornax. Они отчетливо выделяются на окружающем фоне, однако их диаметры, измеренные на картах ПА, примерно вдвое меньше оцененных из подсчетов звезд [2].

При поисках объектов типа Скульптора мы исходили из перечисленных выше критериев отбора. Однако уверенность в правильности отбора объектов в этих зонах несколько меньше по следующим причинам: худшее качество карт (сравнительно со средним в зонах $\delta > -27^\circ$) и — главная причина — отсутствие второго независимого снимка той же области. В перекрывающихся по прямому восхождению областях (края карт) было обнаружено 19 объектов. Сравнение их изображений на соседних картах показало следующее: одиннадцать объектов классифицируются как галактики типа Скульптора; шесть объектов оказались карликовыми иррегулярными галактиками и в список не включены; два объекта не обнаружены на соседней карте. Этот анализ дает некоторое представление о реальности списка в целом. Около 60% объектов табл. 1, вероятно, составляют карликовые галактики типа Скульптора, около 30% — иррегулярные карликовые галактики (классифицированные, видимо, как Sculptor b) и 10%, возможно, представляют собой дефекты на эмульсии.

На рис. 2 приведены репродукции нескольких галактик, которые можно уверенно отнести к галактикам типа Скульптора.

Б. Распределение по небу обнаруженных 57 объектов естественно дополняет уже известное распределение (см. рис. 2 в [4]) — оно подобно распределению ярчайших ($m \leq 12$) галактик в этой области. Число карликовых галактик, «фоновых» по отношению к ярчайшим, составляет около 20%, остальные расположены в скоплении Fornax и в нескольких группах галактик. Отметим также две системы «карликовая галактика — нормальная галактика», удовлетворяющие критерию изолированности, приведенному в [10]. Это №№ 1, 2 — NGC 300 и № 45 — NGC 5102.

Из-за недостатка статистического материала (по три—четыре члена в группе) анализ распределения карликов в южных группах галактик не проводился.

3. СКОПЛЕНИЕ FORNAX

А. Поиски и исследование карликовых галактик в скоплении Fornax вели Ривс [11] и Ходж [12, 13, 8]. Наиболее интересные результаты получены Ходжем с соавторами в работе [8]. В области $\alpha = 3^h 10^m \div 3^h 55^m$, $\delta = -43^\circ \div -32^\circ$ на пластинках, снятых 48-дюймовым телескопом Шмидта

* Это разделение на подтипы несколько напоминает классификацию Шепли [6], которую применил Ривс [7] при исследовании карликовых галактик типа IC 3475, расположенных в центральной части скопления Virgo.

ТАБЛИЦА 1

Список предполагаемых объектов типа Скульптора, расположенных в зонах $\delta = -36^\circ$ и -42° Паломарского атласа неба

№ п/п	α_{1950}	δ_{1950}	d , мм	Подтип	Примечания
1	2	3	4	5	6
1	0 ^h 49 ^m 2	-38° 00'	0.9×0.8	<i>a</i>	Располагается на продолжении спирального рукава галактики NGC 300
2	0 50.2	-37 51	1.3×0.7	<i>b</i>	Вытянутый; располагается на продолжении спирального рукава NGC 300
3	0 57.5	-33 58	30×22	<i>a!</i>	Карликовая галактика Sculptor в МГ
4	1 06.2	-38 32	0.5	<i>a (b?)</i>	
5	2 15.1	-41 35	0.5	<i>a</i>	Рядом звезда
5	2 19.8	-40.07	0.4	<i>a</i>	Виден на соседней карте
5	2 37.5	-34 44	35	<i>a!</i>	Карликовая галактика Fornax в МГ. Видны шаровые скопления
6	3 06.6	-34 13	1.0	<i>a</i>	Очень однородный. Дефект?
7	3 21.5	-40 50	0.4	<i>b</i>	Типа IC 3475
8	3 24.8	-34 27	0.4	<i>a?</i>	Возможно, это — шлейф взаимодействующих галактик
9	3 25.2	-33 39	0.9×0.8	<i>a</i>	Круглый; проектируется звезда
10	3 25.5	-36 19	0.4	<i>b</i>	Слабый; видны сгущения
11	3 26.5	-33 54	0.4	<i>b</i>	Слабый; видно сгущение
12	3 29.9	-34 30	0.4	<i>b</i>	Очень слабый
13	3 31.15	-35 55	0.4	<i>a</i>	На пределе видимости. Виден на соседней карте
14	3 31.8	-36 46	0.4	<i>b</i>	Виден на соседней карте
15	3 33.9	-35 28	0.4	<i>a!</i>	Очень слабый. Виден на соседней карте
16	3 34.0	-36 10	0.4	<i>a (a!?)</i>	Круглый; очень слабый
17	3 36.1	-37 26	0.4	<i>a (b?)</i>	Объект Ходж 23 [8]
18	3 36.4	-37 27	0.6×0.5	<i>a</i>	Объект Ходж 24 [8]
19	3 37.5	-35 53	0.4	<i>a</i>	Объект Ходж 28 [8]
20	3 44.8	-37 19	0.4	<i>b</i>	Круглый; сгущение в центре
21	3 50.0	-38 36	1.0	<i>a</i>	
22	3 52.3	-36 12	0.5	<i>b</i>	Круглый
23	4 29.5	-44 19	0.4	<i>a</i>	
24	4 53.7	-37 15	0.4	<i>b</i>	Очень слабый, на пределе видимости
25	4 58.7	-33 44	0.4	<i>a (b?)</i>	
26	5 10.1	-33 01	2.2	<i>a</i>	Объект D. Sher [9]
27	10 22.9	-35 44	0.4	<i>b</i>	
28	10 26.2	-35 23	0.4	<i>b</i>	Фон?
29	10 28.8	-36 35	1.4	<i>b (dIr?)</i>	Вытянутый; проектируются звезды
30	10 33.9	-36 58	1.4	<i>b</i>	Виден на соседней карте
31	10 46.2	-38 07	0.7	<i>b (a?)</i>	Карта передержана
32	11 02.5	-37 02	0.4	<i>b (a?)</i>	Слабый; виден на соседней карте
33	11 34.0	-35 50	0.4	<i>b</i>	Проектируются звезды
34	11 35.5	-38 57	0.5	<i>b</i>	
35	11 53.7	-36 27	0.4	<i>a! (a?)</i>	Виден почти на звезде
36	12 11.2	-37 56	0.8	<i>a</i>	Проектируется звезда
37	12 17.3	-34 21	0.4	<i>b</i>	
38	12 18.2	-34 28	1.2	<i>b (dIr?)</i>	Вытянутый; очень слабый
39	12 44.3	-37 43	0.8	<i>b</i>	Вытянутый
40	12 52.9	-44 58	0.8	<i>a</i>	Круглый; проектируются звезды
41	12 56.5	-37 30	0.5	<i>b</i>	Круглый; очень низкая поверхностная яркость; сгущения
42	12 57.7	-45 06	1.2	<i>b</i>	Вытянутый
43	13 06.0	-42 40	0.7	<i>b</i>	Вытянутый
44	13 16.8	-37 15	0.4	<i>a</i>	Круглый; слабый
45	13 17.6	-36 46	1.5	<i>b</i>	Вытянутый
46	13 22.7	-37 06	0.4	<i>a</i>	Виден на соседней карте
47	13 34.9	-37 12	1.0	<i>a</i>	
48	20 00.3	-42 54	0.4	<i>b</i>	Круглый
49	20 19.5	-44 30	0.4	<i>a</i>	Виден на соседней карте

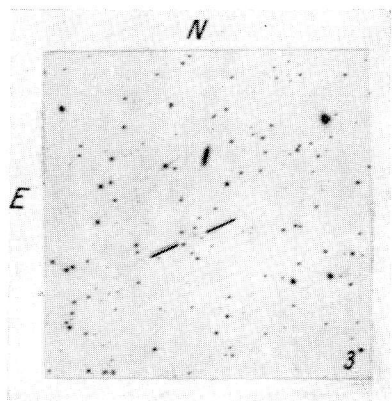
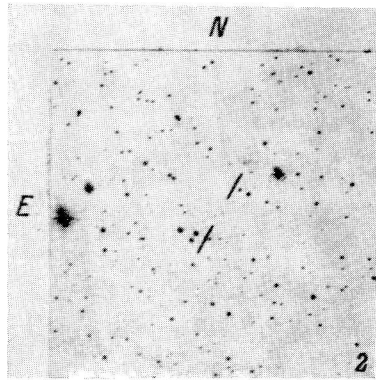
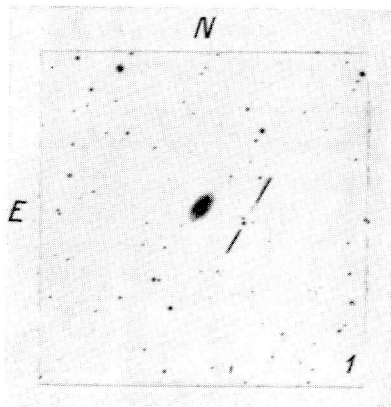


Рис. 1. Примеры структурных подтипов карликовых галактик типа Скульптора из списка [4]. На этой и последующих репродукциях размер площадок $25' \times 25'$.

1 — Sculptor b (объект Anon, спутник галактики NGC 3370); 2 — Sculptor a (объект № 51); 3 — Sculptor a! (объект № 50).

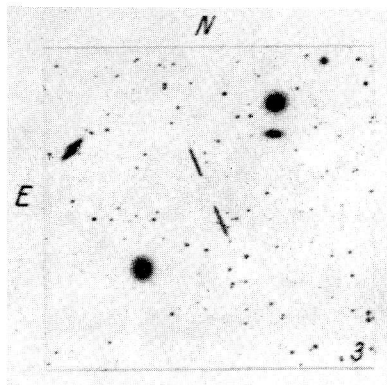
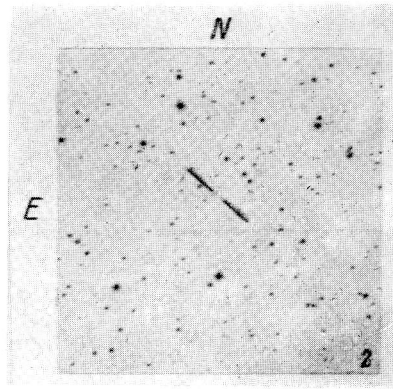
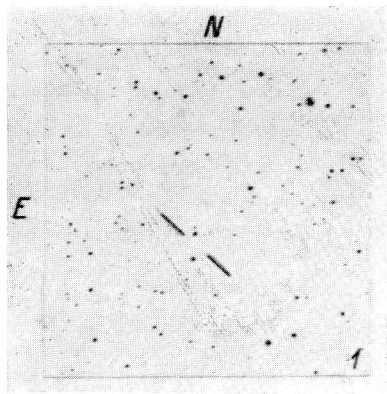


Рис. 2. Примеры структурных подтипов карликовых галактик типа Скульптора, обнаруженных в южных зонах Паломарского атласа (см. табл. 1).

1 — Sculptor *b* (объект № 14); 2 — Sculptor *a* (объект № 13); 3 — Sculptor *a*' (объект № 15).

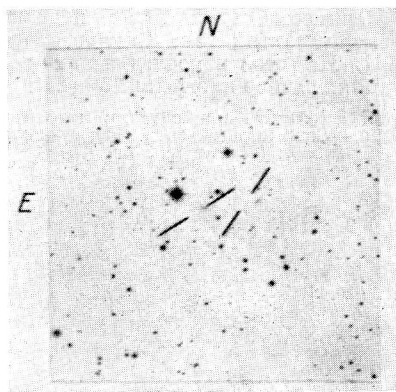


Рис. 3. Галактики типа Скульптора в скоплении Фогнах, отождествленные с объектами Ходж 23 и 24.

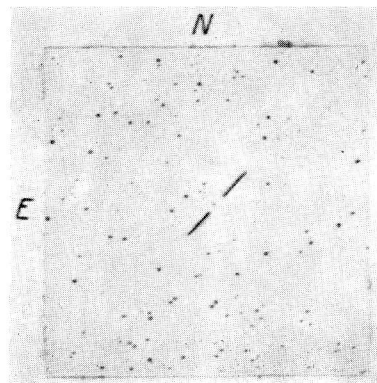


Рис. 5. Карликовая эллиптическая галактика Ходж 3 в скоплении Фогнах.

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

№ п/п	α_{1950}	δ_{1950}	d , мм	Подтип	Примечания
1	2	3	4	5	6
50	21 ^h 44 ^m 9	—37 10	0.4	<i>a</i>	Слабый; виден на соседней карте
51	21 48.7	—43 22	1.0	<i>a</i>	Виден на соседней карте
52	21 49.5	—33 14	0.4	<i>a</i>	
53	22 26.3	—35 08	1.0	<i>a!</i>	Дефект? Этот объект — пример трудности обнаружения и классификации
54	22 38.5	—42 19	0.5	<i>b</i>	Круглый. Проектируется звезда?
55	22 58.7	—37 12	0.4	<i>a (b?)</i>	Круглый; слабый
56	23 13.0	—42 46	0.9	<i>a</i>	На этой карте около десяти подобных объектов. Слабый вытянутый; структура. Виден на соседней карте
57	23 18.2	—42 01	0.7×0.3	<i>b</i>	

в *B* и *V* лучах и камерой АДН-Шмидт, они обнаружили 50 карликовых галактик, классифицированных ими как эллиптические (свыше 30) либо как иррегулярные. Значительную часть эллиптических карликов авторы считают подобными галактикам типа Скульптора в МГ и описывают их, как «симметричные, красноватые объекты с плавным градиентом яркости». Для 14 галактик, наиболее близких, по мнению авторов, к прототипам в МГ, были получены оценки линейных размеров и абсолютных величин. Уверенные оценки делались до изофоты $B=25^m$ на \square'' , предельные получены до изофоты $B=26^m$ на \square'' .

ТАБЛИЦА 2

Линейные диаметры (в кпс) карликовых галактик в скоплении Fornax

Объекты	При предельной поверхностной яркости $B=25^m$ на \square''	При предельной поверхностной яркости $B=26^m$ на \square''	Измерения на Паломарских картах (В. К.)
Эллиптические карлики (14 объектов)	3.5 ± 1.1	6.2 ± 2.4	2.7 ± 0.7
Ходж 23	2.6	5.0	3.2
Ходж 24	3.7	5.8	3.9

Средние линейные размеры объектов Ходжа приведены в табл. 2. Вычисления сделаны для средней лучевой скорости скопления $\bar{V}_0 = +1490$ км/сек. и постоянной Хаббла $H=75$ км/сек·Мпс. Абсолютные величины галактик Ходжа заключены в пределах $-13^m8 \div -16^m0$. Таким образом, исследованные Ходжем карликовые галактики (как и отмечают авторы) значительно ярче и несколько больше карликовых галактик типа Скульптора в МГ.

Б. В результате независимых поисков в области, исследованной Ходжем [8], нами были обнаружены 17 карликовых галактик (№№ 6—22 в табл. 1), классифицированных как галактики типа Скульптора. Их средний линейный диаметр составляет 3.4 ± 1.4 кпс. При сравнении нашего списка со списком, приведенным в [8], три галактики оказались общими (см. примечания к табл. 1 и рис. 3). Столь малое количество общих объектов может быть объяснено как трудностью поисков слабоконтрастных объектов на фотопластинках (по сравнению с отпечатками на Паломарских картах), так и неидентичностью исходных критериев, примененных при поисках и классификации карликовых галактик в работах [8, 12, 13] и в настоящем обзоре.

Для проверки правильности такого объяснения нами было составлено морфологическое описание 14 карликовых галактик Ходжа * и оценены их угловые размеры в однородной системе карт Паломарского атласа.

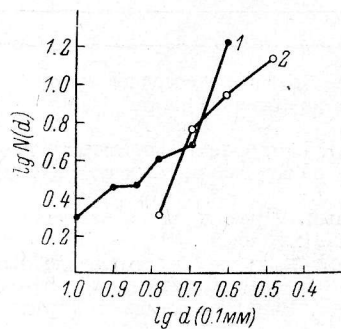


Рис. 4. Интегральные функции угловых диаметров карликовых галактик в скоплении Fornax по измерениям на картах ПА.

1 — галактик типа Скульптора, 2 — галактик Ходжа.

Подавляющее большинство галактик Ходжа (за исключением №№ 23, 24, 28) выглядят на картах как круглые объекты очень малых угловых размеров (см. рис. 4), с ярким центральным сгущением и слабой оболочкой. Типичный пример — галактика Ходж 3 с угловым диаметром 0,3. Ее репродукция приведена на рис. 5. Как можно видеть, различие изображений объектов Ходжа и обнаруженных нами объектов не вызывает сомнений. Особенно сильным отличительным признаком является гораздо более низкая поверхностная яркость и отсутствие центрального сгущения у галактик из табл. 1. Вероятно, объекты, исследованные Ходжем, подобны карликовым эллиптическим галактикам типа NGC 185 в МГ, а обнаруженные нами объекты — карликовым галактикам Sculptor и Fornax в МГ.

В. Существенной трудностью при исследовании объектов низкой поверхностной яркости остается неопределенность понятия размера и отсутствие системы диаметров (аналогичной, например, системе Холмберга для ярких галактик). На рис. 6 сопоставляются угловые диаметры 14 галактик Ходжа, измеренные до разных предельных изофот, и угловые диаметры, измеренные нами на картах ПА.

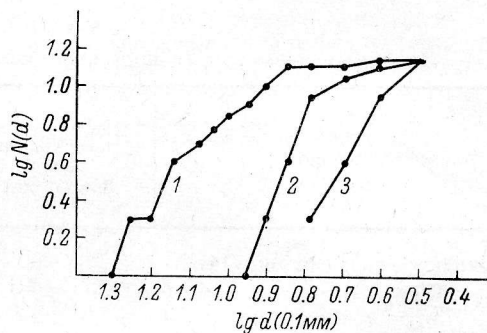


Рис. 6. Интегральные функции угловых диаметров эллиптических галактик Ходжа в скоплении Fornax по различным измерениям.

1 — при предельной изофоте 26^m на \square'' , 2 — при предельной изофоте 25^m на \square'' , 3 — на картах ПА.

Г. Исследуя сравнительное распределение ярких и карликовых галактик вдоль радиуса скопления Fornax, Ходж пришел к выводу об отсутствии тенденции к равномерному распределению энергии между более массивными и менее массивными членами системы. Выявление новых карликовых галактик, сосредоточенных преимущественно в центральной части скопления, усиливает вывод Ходжа. Карликовые галактики типа Скульптора практически не обнаружены нами и в широких окрестностях скопления Fornax при сплошном обзоре карт ПА.

4. ВЫВОДЫ

1. В области неба южнее $\delta = -33^\circ$ обнаружены 57 объектов, большая часть которых, вероятно, — карликовые галактики, подобные галактикам Sculptor и Fornax в МГ.

* Отметим, что координаты объектов Ходж 16, 27, 29 и 32, по-видимому, определены неточно.

2. Пространственное распределение этих объектов сходно с распределением ярчайших галактик.

3. Обнаруженные нами объекты и галактики, изученные Ходжем (в скоплении Fornax), принадлежат, вероятно, к различным структурным типам карликовых галактик.

Л и т е р а т у р а

1. S. van den Bergh, J. Roy. Astron. Soc. Can., 62, 1, 1968.
2. P. W. Hodge, Ann. Rev. Astron. Astrophys., 9, 35, 1971.
3. В. Е. Караченцева, в сб.: Проблемы космической физики, вып. 7. Изд-во КГУ, Киев, 1972.
4. В. Е. Караченцева, Сообщ. Бюраканск. обс., 39, 61, 1968.
5. В. Е. Караченцева, Вестн. Киевск. гос. ун-та, сер. астрон., 12, 198, 1970.
6. H. Shapley, Harvard Coll. Obs. Bull., No. 849, 1, 1927.
7. G. Reaves, Astron. J., 61, No. 2, 69, 1956.
8. P. W. Hodge, D. M. Purrer, C. J. Webb, Astron. J., 70, 559, 1965.
9. D. Sher, Observatory, 83, 256, 1963.
10. В. Е. Караченцева, Астрон. цирк., № 558, 4, 1970.
11. G. Reaves, in: Modern Astrophysics. Paris, 1967, p. 337.
12. P. W. Hodge, Publ. Astron. Soc. Pacific, 71, 28, 1959.
13. P. W. Hodge, Publ. Astron. Soc. Pacific, 72, 188, 1960.

Н о я б р ь 1971 г.