

ОБОСОБЛЕННЫЕ КАРЛИКОВЫЕ ГАЛАКТИКИ В
МЕСТНОМ СВЕРХСКОПЛЕНИИ И ЕГО
ОКРЕСТНОСТЯХВ.Е.КАРАЧЕНЦЕВА¹, И.Д.КАРАЧЕНЦЕВ², М.Е.ШАРИНА²

Поступила 25 августа 2010

Мы представляем список 75 изолированных карликовых галактик поздних типов, которые не имеют соседних галактик с относительной разностью лучевых скоростей менее 500 км/с и проекционными расстояниями менее 500 кпк. Они были выделены среди ~2000 карликовых галактик, расположенных в объеме Местного сверхскопления, ограниченного лучевой скоростью $V_{LG} < 3500$ км/с. Изолированные карликовые галактики поздних типов по своим размерам, светимостям и амплитуде внутренних движений не отличаются существенно от карликовых галактик, богатых газом, расположенных в группах и скоплениях. Однако медианное значение массы нейтрального водорода, приходящейся на единицу светимости, у них в два раза выше, чем у карликовых галактик поздних типов в группах. Мы выявили также 10 предполагаемых изолированных сфероидальных карликовых галактик. Обнаружение изолированных карликовых галактик, населенных исключительно старыми звездами, представляет большой интерес для современных космологических сценариев образования галактик.

Ключевые слова: *галактики, карликовые галактики*

1. *Введение.* В последние годы заметно активизировалось изучение изолированных галактик (см., например, материалы конференции "Galaxies in Isolation: Exploring Nature vs. Nurture" [1]). Галактики, находящиеся в областях с низкой локальной плотностью материи, служат опорной выборкой для исследования влияния окружения на процессы звездообразования и эволюции галактик, а также для проверки различных моделей происхождения галактик. Для этих задач особый интерес представляют изолированные карликовые галактики, в том числе низкой поверхностной яркости (НПЯ).

Типичные характеристики карликовых галактик (линейные размеры несколько кпк, абсолютные B величины слабее $-16^m.5$, средняя поверхностная яркость $\langle SB \rangle$ слабее $25 B \text{ mag/arcsec}^2$) [2] объясняют сложность обнаружения таких объектов на больших расстояниях. Поэтому карликовые галактики слабо представлены в каталогах, ограниченных видимой величиной (CGCG [3], $m \leq 15.7$) либо угловым диаметром, $a \geq 1'$ (UGC [4], ESO [5]). Большинство объектов в каталоге UGC, которые классифицировались по их низкой поверхностной яркости как "dwarfs", оказались после измерений лучевых скоростей обычными спиральными галактиками. Относительное число истинных карликовых галактик в каталоге [4] составляет всего 2%. В Каталоге

изолированных галактик Караченцевой [6], созданном на основе каталога CGCG, карликовые галактики также малочисленны. Обнаружение карликовых галактик, большинство из которых имеют низкую поверхностную яркость, составляет отдельную весьма трудоемкую задачу.

Ситуация с представительностью карликовых систем меняется кардинально, когда рассматривается выборка галактик, ограниченная не потоком, а расстоянием. Так, в Каталоге соседних галактик CNG [2], включающем 451 объект Местного объема с расстояниями до 10 Мпк, около 85% галактик составляют карликовые системы, в основном низкой и очень низкой поверхностной яркости. Определение для каждой галактики " i " в Местном объеме так называемого "индекса изолированности" [2]

$$\Theta_i = \max[\log(M_k / D_{ik}^3)], \quad k = 1, 2, \dots$$

где M_k - массы, а D_{ik} - взаимные пространственные расстояния соседних галактик, показало, что около половины населения Местного объема входит в группы разной кратности. Остальная часть гравитационно не связанных галактик, которые имеют отрицательные значения приливного индекса ($\Theta < 0$), может быть отнесена к объектам общего поля. Наиболее обособленные среди них со значениями $\Theta < -2$ оказались почти исключительно (16 из 18) карликовыми системами.

Аналогичный подход для выявления одиночных изолированных галактик разработан в работе [7]. Алгоритм связанности был применен к выборке из 10914 галактик с лучевыми скоростями по отношению к центроиду Местной группы $V_{LG} < 3500$ км/с. После выделения пар, триплетов и групп [8-10] примерно 46% оставшихся галактик оказались некластеризованными или, как часто называют, галактиками поля. Применение более строгого критерия изолированности, в частности, использование критерия [6], оставило в этом объеме всего около 500 очень изолированных галактик [11]. Примерно 13% из них - объекты низкой поверхностной яркости.

Уменьшение относительного числа карликовых галактик при переходе от Местного объема ($V_{LG} < 550$ км/с) к большему объему Местного сверхскопления ($V_{LG} < 3500$ км/с) связано как с очевидным убыванием наиболее слабых карликовых систем с ростом расстояния, так и с тем обстоятельством, что поискам карликов в поле уделялось меньше внимания, чем в известных близких группах и скоплениях галактик. Тем не менее, общее распределение карликовых галактик в Местном сверхскоплении и его окрестностях сейчас установлено достаточно надежно: они сосредоточены в основном в скоплениях Virgo, Fornax и системах разной населенности, причем сфероидальные карлики располагаются в плотных центральных частях, а карлики поздних типов - в более разреженных периферийных областях групп и скоплений.

Цель настоящей работы - поиск карликовых галактик разных морфо-

логических типов, которые находятся в объеме $V_{LG} < 3500$ км/с и являются достаточно обособленными. Мы рассмотрели совокупную выборку известных карликовых галактик поля и попытались выделить в ней наиболее изолированные объекты. Не претендуя на статистическую полноту выборки, мы хотим привлечь внимание наблюдателей к этим объектам, а также сравнить характеристики карликовых галактик, изолированность которых устанавливалась по разным критериям.

2. *Исходный материал и критерии отбора.* Из общего массива известных карликовых галактик, находящихся в объеме $V_{LG} < 3500$ км/с, мы составили общую сводку галактик-кандидатов, которые видимым образом не входят в скопления Virgo и Fornax, в известные группы, а также не являются спутниками нормальных галактик. С этой целью были использованы такие источники:

1) Каталог 1500 карликовых галактик низкой поверхностной яркости ($\langle SB \rangle$ слабее $24.5B \text{ mag/arcsec}^2$) [12]. В этом каталоге была впервые предпринята попытка собрать, проверить и обобщить результаты поисков и наблюдений карликовых галактик, опубликованные разными авторами в статьях до 1987г. Каталог охватывает все небо; его средняя глубина ~ 1500 км/с; в общем поле насчитывается примерно 500 объектов.

2) Статьи, относящиеся к поискам и наблюдениям карликовых галактик низкой поверхностной яркости, опубликованные после 1987г., в частности, поиски карликовых галактик в общем поле [13-16]. HI-наблюдения карликов UGC [17,18] и некоторые другие. Из этого массива данных мы проверили примерно 250 объектов.

3) Статьи, в которых представлены результаты сплошных систематических поисков карликовых галактик на фотографических обзорах неба POSS-II (kk, kkr, kkh) [19-21], ESO-SERC (KKs) [22] и ESO SERC-J (kksj) [23] - "5 списков", с общим числом $N \sim 600$. Наблюдения этих объектов в линии HI 21 см [21-27] показали достаточно высокий уровень детектирования - до 60%. Из этих источников было проверено примерно 300 объектов.

Из списков предполагаемых кандидатов были исключены объекты нашей Галактики: планетарные туманности, отражательные туманности, ширрусы, а также карликовые галактики высокой поверхностной яркости. Для дальнейшей проверки мы отобрали галактики, удовлетворяющие условиям:

1) лучевые скорости карликовых галактик заключены в интервале $500 < V_{LG} < 3500$ км/с и по значению V_{LG} они не принадлежат к системам различной населенности. Здесь мы не рассматриваем карликовые галактики, входящие в Местный объем, поскольку их свойства были подробно представлены в Каталоге [2];

2) карликовая галактика находится вне зоны сильного Галактического поглощения, т.е. имеет $A_B < 1^m$.



После уточнения координат, взаимных отождествлений списков и исключения общих объектов, независимо включенных в разные источники, мы получили очищенный список 274 карликовых галактик поздних типов с измеренными лучевыми скоростями, каждая из которых затем проверялась на соответствие критерию изолированности. В этой работе мы считаем карликовую галактику "1" изолированной, если у нее нет соседей с относительными лучевыми скоростями $|\Delta V_{||}| < 500$ км/с и проекционными расстояниями $R_p < 500$ кпк.

Данные о координатах и лучевых скоростях окружающих галактик мы брали из базы данных NED, определяя по ним расстояния до ближайших соседей. Никаких ограничений на звездную величину соседних галактик не вводилось. Выборка очень изолированных галактик Местного объема и их основные характеристики даны в разделе 5. Сфероидальные карликовые галактики, не имеющие оценок лучевых скоростей, проверялись нами отдельно. Принятому условию изолированности удовлетворили 75 из 274, или 27% карликовых галактик поздних типов. Из них 15 не имеют ближайших соседей вплоть до 1 Мпк.

3. Список и характеристики изолированных карликовых галактик поздних типов. В табл.1 приведены некоторые наблюдательные данные для изолированных карликовых галактик поздних типов. В основном они взяты из базы данных HyperLEDA, а при отсутствии таковых - из базы NED либо из оригинальных статей. При вычислении основных оптических и HI-характеристик была использована схема расчетов, принятая в [2], при постоянной Хаббла $H_0 = 73$ км/с Мпк⁻¹.

В колонках указаны: 1 - имя галактики; 2 - экваториальные координаты на эпоху J2000.0; 3 - морфологический тип, определенный нами по изображениям галактики на обзорах неба POSS II, ESO/SERC, DSS-1, red, blue, а где возможно - на SDSS (букву d-dwarf- мы в столбце 3 опускаем). В этой работе мы разделили карликовые галактики НПЯ, согласно классификации, принятой в [12]: Sm - галактики с разрушенной спиральной структурой, однако с выраженным центром и в некоторых случаях с остаточными признаками бара, Im - диффузные галактики с "магеллановыми" признаками, хаотично расположенными голубыми сгущениями, Ig - диффузные галактики также неправильной формы, но без видимых голубых сгущений, Sph - диффузные галактики правильной круглой либо эллиптической формы; 4 - видимая величина B , взятая из HyperLEDA, а в некоторых случаях - из NED либо из оригинальных статей. Заметим, что для рассматриваемых карликов точность оценки звездной величины может быть порядка 0^m.5 и хуже; 5 - лучевая скорость в км/с, приведенная к центроиду Местной группы с параметрами апекса, принятыми в NED; 6 - скорректированное за наклон максимальное значение

Таблица 1

СПИСОК ИЗОЛИРОВАННЫХ КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК
ПОЗДНИХ ТИПОВ В ОБЪЕМЕ $V_{LG} < 3500$ км/с

Имя	RA(J2000.0)Dec	Тип	B	V_{LG}	v_r	M_B^c	$\log(M_M)$	$\log(M_M/L_B)^*$	*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ESO 12-14	000244.2-802048	Sm	14.83	1757	44	-17.5	9.81	0.65	
UGC 199	002051.8+125122	Sm	17.3	2012	46	-15.2	8.78	0.54	
ESO 474-25	004707.5-223542	Sm	16.0	2896	57	-17.1	9.12	0.14	*
UGC 672	010617.9+445715	Ir	17.1	967	36	-14.1	7.89	0.11	
ESO243-50	011048.8-422231	Im/Ir	17.04	1413	26	-14.4	8.78	0.86	*
LSBC F683-V10	013031.9+112925	Ir	17.51	1134	-	-13.9	-	-	
KDG 9	014234.0+025546	Ir	16.9	1882	-	-15.3	-	-	
kkh 8	021227.4+101958	Ir	16.7	1861	24	-15.8	8.30	-0.20	
ESO 545-2	021915.3-185556	Sm	14.96	1603	58	-17.1	9.14	0.15	
ESO 298-33	022128.1-384803	Im	17.76	2142	25	-14.7	8.81	0.79	
ESO 545-15	022557.9-194130	Im	16.72	2272	33	-15.9	9.37	0.86	
kkh 14	024502.9+320942	Ir	17.0	1748	45	-15.7	9.27	0.82	*
UGC 2352	025205.4+042215	Im	17.2	1866	35	-15.1	8.86	0.67	
KDG 32	031856.7-103247	S0	16.74	1898	42	-15.7	9.04	0.60	*
AM 0333-611	033415.3-610548	Im	16.38	976	24	-14.4	7.96	0.04	
HIPASS J0341+18	034201.7+180831	Im	16.90	1369	18	-15.4	8.37	0.06	
ESO 251-3	042841.2-461916	Im	16.19	1191	31	-14.9	8.32	0.19	
kk 271	045145.3+670932	Ir/Sph	17.7	1771	-	-15.1	8.04	-0.17	*
ESO 555-39	060901.1-214323	Sm	15.89	1535	59	-16.1	8.84	0.24	
UKS 0616-708	061549.2-705342	Sm	15.5	1025	19	-15.6	8.86	0.45	
kk 56	064311.6+363803	Ir	17.9	2360	29	-15.3	8.30	0.02	
UGC 3672	070627.5+301919	Im/Pec	16.4	969	44	-14.5	9.10	1.12	
kk 58	070910.7-512801	Ir	15.38	772	17	-15.3	8.27	-0.01	
kk 66	074729.8+401116	Ir	17.5	2949	31	-15.7	8.85	0.39	
UGC 4117	075726.0+355621	Im	15.85	754	28	-14.4	8.08	0.15	
UGC 4100	080656.9+844515	Im	16.0	1221	38	-15.4	8.59	0.29	*
kkh 44	081638.5+692049	Ir	18.2	1202	8	-13.0	7.88	0.51	*
UGC 4527	084424.0+765505	Ir	16.9	900	68	-13.8	7.96	0.30	
KDG 54	092225.2+754557	Im/Ir	16.4	833	20	-14.0	7.97	0.21	
kkh 52	093747.2+273404	Im/Ir	16.6	1513	15	-15.1	8.45	0.27	
KDG 69	102852.6+664823	Ir	17.4	1268	33	-13.8	8.45	0.75	
UGC 5996	105257.4+402242	Sm	16.8	1617	37	-15.1	8.56	0.35	
UGC 6222	111104.5+343411	Sm	16.2	1926	33	-16.0	8.82	0.26	
kk 102	112258.9+192839	Ir	16.45	3268	45	-16.9	8.87	-0.05	
kk 105	112924.2+460651	Ir	16.6	1598	40	-15.2	8.36	0.13	
UGC 6996	120022.7+785103	Sm	17.1	2161	56	-15.6	8.75	0.36	
KKs 48	120535.9-434612	Ir	17.62	2732	45	-15.8	9.39	0.91	
KDG 89	121428.9-121957	Ir	17.25	1714	43	-14.8	8.57	0.49	
UGC 7995	124957.7+782302	Ir	16.25	1998	57	-16.2	8.59	-0.04	*
kk 181	130433.7+264627	Im/Ir	17.25	1914	36	-14.9	8.77	0.65	*
kk 183	130642.4+180007	Sph/Ir	17.9	1496	43	-13.8	8.34	0.67	
UGC 8474	132926.4+005412	Sm	16.26	3164	30	-17.0	8.86	-0.11	
KDG 227	133439.7-121950	Sm	15.59	1347	41	-16.0	8.23	-0.31	
LSBC D721-V10	135558.0+085929	Ir	17.8	1165	22	-13.3	7.17	-0.32	

Таблица 1 (Окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kk 226	135608.4-453934	Sm	15.91	2300	28	-16.9	9.06	-0.11	
kkr 2	140626.2+092133	Ir/Im	17.32	3213	34	-16.0	8.76	0.19	*
UGC 9123	141503.7+362726	Sm	15.73	1951	62	-16.5	8.77	0.01	
kkr 6	141703.6-013015	Im	16.93	1463	25	-14.8	8.41	0.33	
KKSG 47	143525.4-171001	Ir	17.7	1447	54	-14.2	8.92	1.08	
kkr 12	144623.8+141245	Ir	16.6	1801	20	-15.4	8.77	0.43	
UGC 9875	153047.3+230358	Sm	15.83	2073	86	-16.7	8.95	0.12	
UGC 9912	153510.5+163258	Sm	15.56	1032	19	-15.4	8.60	0.28	
kkr 21	153700.6+204742	Sm/Im	16.8	1798	34	-15.4	8.94	0.62	
UGC 10009	154537.5+041057	Ir	17.0	2095	64	-16.0	8.71	0.15	
UGC 10229	160943.9-000654	Im	17.35	1522	44	-14.8	9.15	1.08	
kkr 26	161644.6+160509	Ir	17.1	2347	24	-15.6	8.75	0.34	*
UGC 10376	162250.9+652616	Sm	16.5	3246	36	-16.8	9.01	0.11	
LSBC F585-V01	162557.4+203934	Ir	18.4	2106	26	-14.2	-	-	
kkr 30	165638.5+075956	Ir	17.0	1584	31	-15.2	8.73	0.49	*
kkr 34	171242.1+135428	Ir	17.8	1640	37	-14.6	8.69	0.68	
kkr 39	175900.7+215053	Ir	18.1	2242	24	-14.8	8.76	0.67	
kkr 42	181052.1+371453	Ir	17.7	1754	12	-14.4	8.06	0.14	
KKs 68	182246.5-621613	Im	16.7	808	23	-13.9	7.81	0.10	
UGC 11458	193506.9+695942	Ir	17.5	1651	65	-15.1	8.54	0.36	*
kkr 48	195756.4+623721	Ir	17.5	3453	17	-16.2	8.94	0.29	
kk 249	202906.9-314110	Ir	15.79	2169	66	-17.1	8.80	-0.21	
ESO 403-36	215010.9-354228	Ir	16.90	2570	75	-16.1	9.58	0.99	
kk 255	215755.8-601822	Im	14.6	1585	22	-17.2	8.11	-0.95	
ESO 189-21	220236.6-540443	Sm	15.31	1644	28	-16.5	8.94	0.16	
ESO 602-16	222323.9-180730	Im	15.68	2723	52	-17.4	9.26	0.16	
kkr 71	223038.0+384355	Ir	17.3	1002	11	-14.0	8.65	0.91	
UGC 12212	225030.3+290818	Sm	16.2	1177	45	-15.1	8.88	0.66	
kkr 75	232011.2+103723	Ir	18.0	1703	45	-14.1	8.66	0.87	*
UGC 12070	233157.3+780903	Im	16.5	1724	48	-16.3	9.08	0.38	*
UGC 12771	234532.7+171512	Im/Ir	16.5	1535	38	-15.4	8.48	0.17	
Медианы			16.8	1720	35	-15.3	8.76	0.30	

скорости вращения в км/с, взятое из HyperLEDA; 7 - Абсолютная B -величина, исправленная за Галактическое и внутреннее поглощение; 8 - логарифм водородной массы (в солнечных единицах); 9 - логарифм отношения водородной массы к светности (в солнечных единицах); 10 - наиболее изолированные карликовые галактики, не имеющие ближайших соседей на расстояниях до $R_p = 1$ Мпк, отмечены значком *.

В последней строке таблицы указаны медианные значения приведенных характеристик галактик. В примечаниях к табл.1 даны описания вида некоторых объектов на обзоре SDSS.

Примечания: ESO 545-2: клиновидная, голубые сгущения; UGC 3672: длинный диффузный "хвост" со сгущениями, направленный к NW; UGC 5996: отчетливый градиент яркости, диффузная голубая оболочка и

несколько струй со сгущениями; UGC 6222: возможно, dIrr, голубоватая, сгущения диффузные; kK 181: голубая, с диффузными "пятнами", без ярких сгущений; UGC 8474: гладкая спираль с диффузной центральной частью; LSBC D721-V10: заметный градиент яркости, проектируется звезда; kK 2: слабые сгущения; kK 12: диффузные клочковатые сгущения; kK 6: слабые сгущения; UGC 9123: правильные диффузные спиральные рукава с несколькими голубыми сгущениями; UGC 9875: правильные диффузные спиральные ветви с несколькими голубыми сгущениями; UGC 9912: правильная спираль, диффузная ядерная часть и голубые сгущения в спиральных ветвях; kK 21: разрушенная спираль, очень слабые сгущения, проектируется звезда; UGC 10009: иррегулярная, без градиента яркости; UGC 10229: сгущения; kK 26: слабое голубое сгущение; UGC 12771: диффузная, волокнистая.

4. *Кандидаты в изолированные сфероидальные карликовые галактики.* Поиск предполагаемых изолированных сфероидальных карликов в поле Местного сверхскопления - значительно более трудная задача, чем поиск карликов поздних типов. По определению, сфероидальные карлики не содержат заметной доли газа, так что в линии 21 см они не детектируются. Оптические скорости их трудно определимы из-за низкой поверхностной яркости сфероидальных карликовых галактик. В общем поле за пределами Местного объема, а также скоплений Virgo и Fornax, прямыми методами расстояния у них не определялись. Морфологически сфероидальные карлики часто похожи на иррегулярные, только имеют более правильные очертания и более сглаженную структуру. Мы попытались выявить в общем поле объекты-кандидаты в сфероидальные карлики по их морфологии, а затем по косвенным признакам выделить из них изолированные.

В каталогах и списках, цитированных в разделе 2, были выбраны объекты, классифицированные как dSph, и/или dSph/dIrr, которые не были детектированы в линии HI 21 см. Новая классификация, проведенная на обзорах неба DSS-1, DSS-2 и, где возможно, SDSS, показала, что прежние поиски, особенно на обзоре POSS-1, часто давали ошибочную оценку типа - и это дополнительно подтвердили наблюдения в линии 21 см. Из нескольких сотен объектов нами было отобрано 107 кандидатов в сфероидальные карлики либо dSph/dIrr без лучевых HI скоростей. Затем, используя базу данных NED, у каждого объекта мы искали соседей в широком интервале лучевых скоростей 500-3500 км/с. Оказалось, что у большинства кандидатов имеются соседние галактики с лучевыми скоростями порядка 1000-2000 км/с. Принимая такие же значения лучевых скоростей и для галактик-кандидатов, мы получили линейные размеры и абсолютные величины карликов, типичные для dSph, и проекционные расстояния соседей

~100-300 кпк. Согласно принятым условиям, такие карлики не могут считаться изолированными, хотя они, скорее всего, находятся в объеме Местного сверхскопления.

После проверки 107 кандидатов в нашем списке предполагаемых изолированных сфероидальных карликовых галактик, осталось всего 10 объектов. Их основные характеристики, взятые из оригинальных статей [19-22] или из NED, приведены в табл.2; содержание столбцов не требует дополнительных пояснений.

Таблица 2

СПИСОК ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ ИЗОЛИРОВАННЫХ dSph
ГАЛАКТИК В ОБЪЕМЕ $V_{LG} < 3500$ км/с

Имя	RA(J2000.0) Дес	a'	b/a	mag	A_p	Отождествления
kkh 9	021254.9+324854	1.1	0.91	16.6	0.42	UGC 1703
KKs 5	031407.2-375933	1.2	0.58	16.7	0.07	ESO 300-20
kkh 65	105159.2+282145	0.7	1.00	17.0	0.08	BTS 23
kkh 66	110222.3+701553	1.0	0.60	18.0	0.10	kdg 74
kkh 67	112303.5+211937	1.2	0.75	16.8	0.10	
kk 180	130429.9+174532	1.4	0.50	16.7	0.10	LSBC D575-8
kk 227	135610.1+401812	0.7	0.64	17.	0.04	
kkr 8	141914.8+030726	1.3	0.62	18.5	0.15	
kkr 9	142705.0+224125	0.9	0.67	19	0.29	
kk 258	224043.9-304800	2.1	0.62	17.4	0.06	ESO 468-20

Комментарии к табл.2.

kkh 9: согласно NED - эллиптический карлик dE. На изображении SDSS выглядит как dSph; не обнаружено соседей в интервале лучевых скоростей 500-2500 км/с в области радиусом 120'.

KKs 5: На DSS-1 выглядит как dSph, на DSS-red как dSph/dIг. Объект LSBG F 300-1 (dE) с $V_{LG} = 1456$ км/с находится на расстоянии 37'.4, и если KKs 5 имеет близкую с LSBG F 300-1 лучевую скорость, тогда его линейный размер должен быть $A \sim 7$ кпк, что нетипично для сфероидальных карликов. Таким образом, вычисленное взаимное расстояние (~ 220 кпк) не принимаем, а KKs 5 считаем изолированным объектом. Есть еще объект FCCB 035 с $V_{LG} = 871$ км/с на расстоянии ~ 140 кпк. Если они имеют близкие лучевые скорости, то линейный диаметр $A \sim 4$ кпк.

kkh 65: На обзоре SDSS выглядит как галактика dSph очень низкой поверхностной яркости, VLSB. Членство в группе NGC 4314 приводит к нетипичному линейному диаметру (> 4 кпк).

kkh 66: На DSS-red, blue - выглядит как сфероидальная карликовая галактика. Ближайшая галактика GCGC 333-63 имеет $V_{LG} = 1438$ км/с. При близкой лучевой скорости их взаимное расстояние составляет примерно

450 кпк, а линейный диаметр $A \sim 5.7$ кпк (нереально большой для dSph).

kkh 67: На обзоре SDSS выглядит как типичная галактика dSph, VLSB. На угловом расстоянии $29'.8$ находится карликовая галактика LSBC D570-7 с $V_{LG} = 713$ км/с. Если они составляют физическую пару, то линейный диаметр kkh 67 $A = 3.5$ кпк, а спроектированное расстояние - 85 кпк. Считаем kkh 67 условно изолированной.

kk 180: На обзоре SDSS выглядит как типичная галактика типа dSph. Если принять, что kk 180 находится на том же расстоянии, что и kk 173 с $V_{LG} = 952$ км/с, то получаем линейный диаметр kk 180 ~ 5.3 кпк и взаимное расстояние ~ 320 кпк. Если же kk 180 находится на периферии группы NGC 4826, то ее диаметр $A \sim 2.2$ кпк, а ближайшим соседом на расстоянии ~ 220 кпк оказывается kdg 215 с $V_h = 419$ км/с. Эту галактику считаем условно изолированной.

kk 227: В поле радиусом $120'$ находится много галактик с $V = 2300$ км/с, ближайшая - NGC 5571 с $V_{LG} = 2637$ км/с. Если kk 227 - физический спутник NGC 5571 (на проектированном расстоянии 117 кпк), тогда ее линейный диаметр ~ 7.3 кпк слишком велик для типичной сфероидальной карликовой галактики.

kkk 8: На обзорах DSS-1 blue выглядит как типичная галактика dSph. Ближайшая галактика - NGC 5576 с $V_{LG} = 1437$ км/с (на проектированном расстоянии 146 кпк), член группы NGC 5666. Но если kkk 8 относится к этой группе, тогда ее линейный диаметр $A = 7.4$ кпк - слишком большой для dSph.

kkk 9: На обзорах DSS-1 blue выглядит как dSph, VLSB. Предположим, что ближайший сосед - член Местного объема DDO 187. Но если эти галактики составляют физическую пару (107 кпк), тогда линейный диаметр kkk 9, $A = 0.6$ кпк. Кроме этого в области радиусом $85'$ видно несколько галактик с лучевыми скоростями $\sim 1100 - 1200$ км/с; ближе всех (390 кпк) располагается карликовая галактика магелланова типа CGCG 133-84, по-видимому, не связанная гравитационно с kkk 9. Заметим, что объект kkk 9 по морфологии похож на известную изолированную dSph галактику kkk 25, находящуюся на расстоянии 1.9 Мпк.

kk 258: На обзоре DSS-1 выглядит как галактика dSph/dIr, на DSS-red - как dSph. Если принять, что физическим соседом является галактика NGC 7361 с $V_{LG} = 1310$ км/с (на расстоянии 250 кпк), то линейный диаметр kk 258 равен 11 кпк, что нереально. Отметим, что приведенная в LEDA лучевая скорость kk 258 $V_h = 27246$ км/с - ошибочна.

На рис.1 представлено распределение по небу в экваториальных координатах изолированных карликовых галактик. Сплошными кружками обозначены карликовые галактики поздних типов, открытыми кружками - сфероидальные карликовые галактики. Распределение карликов поздних

типов выглядит не совсем равномерно случайным, показывая некоторый избыток числа объектов в области с центром $RA = 16^h.0$, $Dec = +15^\circ$. Медианная скорость этих 12 галактик составляет $+1800$ км/с. Положение на небе и характерная скорость позволяют предположить, что эта группировка располагается на дальней окраине Местной пустоты [28].

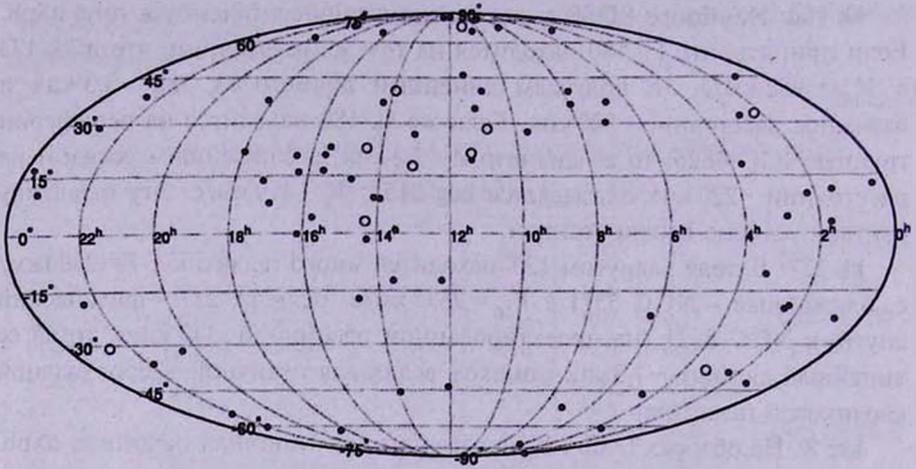


Рис.1. Распределение по небу в экваториальных координатах изолированных карликовых галактик. Сплошные кружки - карликовые галактики поздних типов, открытые кружки - сфероидальные карликовые галактики.

5. Наиболее изолированные галактики Местного объема. Как дополнение к приведенным выше спискам (табл.1 и 2), мы представляем в табл.3 список галактик Местного объема, которые, согласно критерию CNG [2], являются наиболее изолированными ($\Theta \leq -2.0$). Значение $\Theta = -2.0$ приблизительно соответствует локальной плотности материи на 2 порядка ниже средней плотности. В столбцах таблицы указаны: 1 - имя галактики, 2 - морфологический тип согласно нашей классификации, 3 - скорректированный линейный размер в кпк, 4 - максимальная скорость вращения в км/с, 5 - абсолютная B -величина, скорректированная за Галактическое и внутреннее поглощение, 6 - логарифм отношения массы водорода к B -светимости в солнечных единицах, 7 - "приливный индекс" Θ . Данные всех столбцов, кроме 2, извлечены из табл.4 в CNG. В последней строке таблицы указаны медианные значения приведенных характеристик галактик.

Примечания:

kk 49 и **Og10** находятся в зоне сильного Галактического поглощения ($A_B = 2^m.46$ и $3^m.16$, соответственно); **IC 5052** не является карликовой галактикой низкой поверхностной яркости.

Галактики табл.3 были независимо проверены на предмет выполнения

условий изолированности, принятых в этой работе. Оказалось, что полностью соответствуют этим условиям лишь галактики UGC 3476, FG 202, UGC 3755, ESO 6-1 и kk 246. UGC 288 и And IV составляют широкую "пару" с проектированным взаимным расстоянием около 460 кпк. Галактика IC 2038 образует тесную пару с IC 2039, входящую в группу NGC 1566. Галактики kk 49 и Orion имеют разность лучевых скоростей < 100 км/с и находятся на проекционном расстоянии порядка 200 кпк. Пекулярная петлеобразная галактика ESO 364-29 имеет близких (до 150 кпк) соседей AM 0605-341 и NGC 2188 со взаимными разностями лучевых скоростей < 50 км/с. ESO 489-56 имеет достаточно высокую поверхностную яркость

Таблица 3

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАИБОЛЕЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ
ГАЛАКТИК МЕСТНОГО ОБЪЕМА

Имя	Тип	A_0	V_*	M_B^c	$\log M_{HI}/L$	Θ
UGC 288	Im	2.47	19	-13.82	0.01	-2.1
And IV	Ir/Sph	2.32	49	-12.60	1.09	-2.1
IC 2038	Sdpec	2.63	50	-14.42	0.48	-2.2
kk 49	Im	1.65	34	-14.94	-0.42	-2.0
ORION DW	Sm/Im	6.19	81	-17.04	-0.14	-2.2
ESO 364-29	Impec	7.61	40	-16.04	-0.27	-2.9
ESO 489-56	Impec	0.80	9	-13.07	-0.34	-2.1
UGC 3476	Im/Sm	1.98	38	-14.27	0.25	-2.2
kk 55	Ir	1.54	29	-13.71	-0.43	-2.6
FG 202	Ir	4.63	38	-14.01	0.38	-2.0
ESO 558-11	Im	4.52	61	-16.51	-0.89	-2.5
UGC 3755	Ir	2.51	16	-14.90	-0.52	-2.1
DDO 47	Sm/Im	4.65	46	-15.10	0.45	-2.1
ESO 6-1	Sm/Im	2.54	-	-14.86	-	-2.4
kkh 46	Im	1.17	16	-11.93	0.35	-2.0
ESO 564-30	Sm	3.86	68	-14.27	0.80	-2.0
kk 246	Ir	2.14	25	-12.96	0.41	-2.2
IC 5052	Sd	7.64	83	-18.23	-0.49	-2.2
Медианы	-	2.51	38	-14.34	0.01	-2.1

и находится на расстоянии около 160 кпк от ESO 490-17 (разность лучевых скоростей 12 км/с). Галактика kk 55 имеет соседа NGC 2310 (разность лучевых скоростей 321 км/с, взаимное расстояние ~400 кпк) и может считаться изолированной, то же можно сказать о галактике kk 46, имеющей слабую соседнюю галактику на расстоянии 270 кпк. Галактика ESO 558-11 имеет соседа HIPASSJ 0705-20 (разность лучевых скоростей 34 км/с, взаимное расстояние 130 кпк), а DDO 47 входит в тесную пару с CGCG 37-33 (разность лучевых скоростей 7 км/с, взаимное расстояние 11 кпк). Достаточно изолированной

может считаться галактика ESO 564-30, ближайший сосед которой ESO 565-3 находится на расстоянии ~ 290 кпк (разность скоростей составляет 61 км/с), а яркая галактика NGC 2835 (разность скоростей 118 км/с) находится на расстоянии ~ 450 кпк.

Такое подробное сравнение мы приводим, чтобы показать условность любого критерия отбора слабых карликовых галактик как "истинно" изолированных, когда неизвестны взаимные пространственные расстояния и пространственные скорости галактик.

6. *Обсуждение.* Процедура кластеризации галактик в объеме Местного сверхскопления и его окрестностей ($V_{LG} < 3500$ км/с) с использованием усиленного критерия динамической изолированности привела к созданию каталога LOG [11], который содержит 513 галактик на галактических широтах $|b| > 15^\circ$. Их относительное число составляет всего 4% среди $N = 10914$ галактик в рассматриваемом объеме. Большинство из LOG-галактик являются нормальными спиральными галактиками поздних морфологических типов. Если отобрать в этом каталоге только галактики типов Ir, Im, Sm, BCD ($T = 9, 10$), то суммарное число их составит $N(9, 10) = 87$. Среди этой подвыборки изолированных галактик оказалось 16 объектов, которые присутствуют в табл.1: UGC 199, ESO 243-50, UGC 2352, kdg 32, HJ0342+1808, UGC 3672, UGC 4117, kksг 47, UGC 9875, kkr 21, kkr 26, kkr 30, kkr 34, kkr 75, UGC 12070, UGC 12771. Таким образом, около 20% карликовых галактик проходят проверку на физическую обособленность одновременно по двум различным критериям изолированности. Мы считаем этот процент достаточно высоким. Для сравнения укажем, что в недавней работе [29] рассмотрено влияние эффектов окружения на HI и оптические свойства 101 галактики с абсолютными величинами $M_r - 5 \log h_{70} > -16$ из каталога [30], составленного на материале обзора SDSS. Средняя абсолютная величина галактик $\langle M_r \rangle = -15.4$ и средняя глубина их выборки $30 h_{70}^{-1}$ Мпк оказались сходными с нашими. Авторы [29] нашли, что 65% галактик их выборки не имеют соседей из каталога RC3 [31] с $M_r - 5 \log h_{70} < -19$ на спроектированном расстоянии $500 h_{70}$ кпк и разностью лучевых скоростей в интервале ± 300 км/с. В настоящей работе применялся похожий способ выделения изолированных галактик. При этом исходные выборки опирались на разные оптические обзоры. К тому же, в работе [29] отбор кандидатов производился по абсолютной величине, а в нашей работе - в основном по морфологическому типу и поверхностной яркости. Видимо поэтому ни одного общего объекта в наших списках и списке [29] не оказалось.

Следует отметить, что изолированные иррегулярные галактики из табл.1 не имеют существенных отличий по своим размерам, светимости и амплитуде внутренних движений от других галактик того же типа, расположенных в группах, а также от карликовых галактик, богатых

газом, рассмотренных в работе [32]. Однако изолированные карликовые галактики поздних типов заметно отличаются от неизолированных повышенным содержанием нейтрального водорода на единицу светимости. Так, в Местном объеме популяция карликовых галактик, детектированных в линии HI, имеет медианное значение $M(\text{HI})/L_b = 0.8$ в солнечных единицах, тогда как для изолированных объектов табл.1 медиана составляет $M(\text{HI})/L_b = 2.0$. Очевидно, что отсутствие внешних приливных возмущений у изолированных карликовых галактик не способствует интенсивному расходованию имеющегося у них газа на процесс звездообразования.

Видимые величины и поверхностные яркости предполагаемых изолированных галактик типа dSph сходны с таковыми для сфероидальных галактик, расположенных в близком объеме. До сих пор нам было известно всего два случая изолированных dSph: kkr 25 и APPLES1, которые имеют расстояния 1.9 Мпк и 8.5 Мпк и абсолютные величины $M_b = -9.9$ и -8.3 , соответственно. Обнаружение новых карликовых галактик с исключительно старым звездным населением, находящихся за пределами групп и скоплений, представляет принципиальный интерес для современных космологических сценариев образования галактик.

В работе были использованы цифровые обзоры неба DSS (<http://archive.eso.org/dss>), SDSS (<http://www.sdss.org>), а также базы данных HYPERLEDA (<http://leda.univlyon1.fr/>) и NED (<http://nedwww.ipac.caltech.edu>). Работа частично поддержана грантами РФФИ 09-02-90414-Укр-ф-а и МОН Украины F28.2/059.

¹ Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины, e-mail: valkarach@gmail.com

² Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Россия, e-mail: ikar@sao.ru

ISOLATED DWARF GALAXIES IN THE LOCAL SUPERCLUSTER AND ITS SURROUNDINGS

V.E.KARACHENTSEVA¹, I.D.KARACHENTSEV², M.E.SHARINA²

We present a list of 75 isolated late-type dwarf galaxies having no neighbors with radial velocity difference within 500 km/s and projected separation within 500 kpc. They were selected among ~2000 dwarf galaxies situated in the Local supercluster volume limited by the radial velocity $V_{LG} < 3500$ km/s. These isolated late-type dwarf galaxies do not differ essentially by their size, luminosity and

internal motion amplitude from other gas-rich dwarf galaxies residing in groups and clusters. However, their median HI-mass per luminosity unit is two times the corresponding quantity for others. We found also 10 candidates to isolated dwarf spheroidal galaxies. Revealing isolated dSph galaxies populated by only old stars is of great interest to current cosmological scenarios of galaxy formation.

Key words: *galaxies: dwarf galaxies*

ЛИТЕРАТУРА

1. Proceedings of Conference IAU "Galaxies in Isolation: Exploring Nature vs. Nurture", May 2009, Granada, Spain, ASP Conf. Ser. v.421, 2010.
2. *I.D.Karachentsev, V.E.Karachentseva, W.K.Huchtmeier, D.I.Makarov*, *Astron. J.*, **127**, 2031, 2004 (CNG).
3. *F.Zwicky, E.Herzog, M.Karpowich, C.T.Kowal, P.Wild*, 1961-1968, Catalogue of Galaxies and Clusters of Galaxies, California Institute of Technology, Pasadena, I-VI (CGCG).
4. P.Nilson, Uppsala General Catalogue of Galaxies, Uppsala Astron. Observ., **6**, 1 (UGC), 1973.
5. *E.Lauberts*, The ESO/Uppsala Survey of the ESO (B) Atlas. Munich: ESO, 1982.
6. *В.Е.Караченцева*, *Сообщ. CAO*, **8**, 3, 1973.
7. *I.D.Karachentsev*, *Astron. Astrophys. Trans.*, **6**, 1, 1994.
8. *I.D.Karachentsev, D.I.Makarov*, *Astrophys. Bull.*, **63**, 320, 2008.
9. *D.I.Makarov, I.D.Karachentsev*, *Astrophys. Bull.*, **64**, 24, 2008.
10. *D.I.Makarov, I.D.Karachentsev*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 2010, submitted.
11. *I.D.Karachentsev, D.I.Makarov, V.E.Karachentseva, O.Y.Melnyk*, *Astrophys. Bull.*, in preparation (LOG), 2011.
12. *V.E.Karachentseva, M.E.Sharina*, The Catalogue of low surface brightness dwarf galaxies, *Comm. Spec. astrophys. obs.*, **57**, 3, 1988.
13. *B.Binggeli, M.Tarenghi, A.R.Sandage*, *Astron. Astrophys.*, **228**, 42, 1990 (BTS).
14. *C.D.Impey, D.Sprayberry, M.J.Irwin, C.D.Bothum*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **105**, 209, 1996.
15. *J.M.Schombert, R.A.Pildis, J.A.Eder*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **111**, 233, 1997.
16. *A.B.Whiting, G.K.T.Hau, M.Irwin*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **72**, 245, 2002.
17. *T-X.Thuan, P.O.Seitzer*, *Astrophys. J.*, **231**, 237, 1979.
18. *S.E.Schneider, T-X.Thuan, C.Magri, J.E.Wadiak*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **72**, 245, 1990.
19. *V.E.Karachentseva, I.D.Karachentsev*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **127**, 409, 1998 (kk).
20. *V.E.Karachentseva, I.D.Karachentsev, G.M.Richter*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **135**, 221, 1999 (kk).

21. *I.D.Karachentsev, V.E.Karachentseva, W.K.Huchtmeier*, *Astron. Astrophys.*, **366**, 428, 2001 (kkh).
22. *V.E.Karachentseva, I.D.Karachentsev*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **146**, 359, 2000a (KKs).
23. *I.D.Karachentsev, V.E.Karachentseva, A.A.Suchkov, E.K.Grebel*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **145**, 415, 2000b (kksG).
24. *W.K.Huchtmeier, I.D.Karachentsev, V.E.Karachentseva*, *Astron. Astrophys.*, **322**, 375, 1997.
25. *W.K.Huchtmeier, I.D.Karachentsev, V.E.Karachentseva, M.Ehle*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **141**, 469, 2000.
26. *W.K.Huchtmeier, I.D.Karachentsev, V.E.Karachentseva*, *Astron. Astrophys.*, **377**, 801, 2001.
27. *W.K.Huchtmeier, I.D.Karachentsev, V.E.Karachentseva*, *Astron. Astrophys.*, **401**, 483, 2003.
28. *R.B.Tully*, *Nearby Galaxy Catalog*. Cambridge University Press, 1988.
29. *M.Geha, M.R.Blanton, M.Masjedi, A.A.West*, *Astrophys. J.*, **653**, 240, 2006.
30. *M.R.Blanton, D.J.Eisenshtein, D.V.Hogg et al.*, *Astrophys. J.*, **631**, 208, 2005.
31. *G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H.G.Corwin et al.*, *Third Reference Catalogue of Bright Galaxies, I-III*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 1991 (RC3).
32. *R.F.Minchin, M.J.Disney, Q.A.Parker et al.*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, **355**, 130, 2004.