

УДК 524.74-13(083.8)

СЛАБЫЕ СПУТНИКИ ИЗОЛИРОВАННЫХ 2MIG-ГАЛАКТИК

© 2011 В. Е. Караченцева¹, И. Д. Караченцев², О. В. Мельник^{3,4}

¹ Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, ул. акад. Заболотного 27, Киев, Украина

² Специальная астрофизическая обсерватория, Нижний Архыз, 369167 Россия

³ Institut d'Astrophysique et de Geophysique, Université de Liège, Allée du 6 Août, 17, B5C, Belgique

⁴ Астрономическая обсерватория Киевского национального университета им. Тараса Шевченко, 04053, Обсерваторная 3, Киев, Украина

Поступила в редакцию 19 августа 2011 г.; принята в печать 12 сентября 2011 г.

Представлены результаты поиска спутников вокруг изолированных галактик каталога 2MIG. Среди 3227 2MIG-галактик обнаружено 125, имеющих суммарно 214 соседей с разностью лучевых скоростей $\Delta V < 500$ км/с и проекционным расстоянием $R_p < 500$ кпк относительно 2MIG-галактик. Медианная светимость спутников составляет 1/25 светимости галактик каталога, что мало влияет на динамическую изолированность последних. Определенное по 60 спутникам E- и S0-галактик 2MIG медианное отношение орбитальной массы к K-светимости, $63M_\odot/L_\odot$, существенно больше, чем по спутникам спиральных галактик ($17M_\odot/L_\odot$). Отмечено, что некоторая доля 2MIG-галактик со спутниками может входить в состав слабоконтрастных диффузных структур: облаков и волокон.

Ключевые слова: галактики, группы и скопления галактик, межгалактический газ

1. ВВЕДЕНИЕ

Измерение лучевых скоростей и проекционных расстояний у карликовых галактик, расположенных в окрестностях обособленных нормальных галактик, использовалось многими авторами для определения массы центральных галактик и профиля плотности темной материи вокруг них. Зарицкий и др. [1] и Херберт-Форт [2] измерили лучевые скорости и расстояния 69 и 78 спутников вокруг изолированных Sb-Sc спиралей и оценили типичную массу темного гало до галактоцентрического расстояния порядка 250 кпк. Возможность такого подхода значительно расширилась с публикацией Слоановского обзора неба, SDSS [3] и других спектральных обзоров широких участков неба: 2dFGRS [4] и 2MRS [5]. Особенности кинематики спутников в зависимости от светимости и морфологии центральных галактик, а также от их красного смещения z исследовались в работах [6–10]. При этом авторы использовали разную манеру выделения как самих изолированных галактик, так и их спутников. Согласно [6], дисперсия лучевых скоростей спутников уменьшается примерно от 120 км/с на проекционном расстоянии порядка 20 кпк до порядка 60 км/с на удалении примерно 350 кпк и растет со светимостью центральной галактики как $\sigma_v \propto L^{0.3}$, при этом отношение орбитальной массы к светимости растет

как $M_{\text{orb}}/L \propto L^{0.5}$. Норберг и др. [9] отметили, что дисперсия лучевых скоростей спутников почти не зависит от проекционного расстояния, а отношение орбитальной массы к синей (в В-фильтре) светимости составляет у спиральных галактик порядка $36M_\odot/L_\odot$ и порядка $180M_\odot/L_\odot$ у эллиптических. Исследуя поверхностную плотность числа спутников в обзоре SDSS, Чен и др. [7] показали, что она падает с проекционным расстоянием R_p как $R_p^{-1.7 \pm 0.1}$, независимо от светимости центральной галактики или светимости спутников. Аналогичным образом, наблюдательные данные о спутниках использовались для изучения особенностей “окаменелых” (fossil) групп, где центральная галактика имеет светимость на порядок больше своих тусклых спутников [11–13].

Следует отметить, что между результатами и выводами разных авторов остаются значительные расхождения. Природа этих расхождений во многом обусловлена разными требованиями к степени изолированности изучаемых галактик, которая влияет на относительное число оптических (фоновых) “спутников” и, тем самым, на линейные размеры подсистемы физических спутников и дисперсию лучевых скоростей в ней.

Составляя каталог изолированных галактик 2MIG [14], мы обращали внимание на случаи, когда у хорошо обособленной галактики имелись

мелкие спутники с близкими к ней лучевыми скоростями. В этой статье мы поставили себе целью систематизировать и проанализировать данные о таких системах.

2. ИЗОЛИРОВАННЫЕ ГАЛАКТИКИ КАТАЛОГА 2MIG

Первый каталог изолированных галактик северного неба (KIG) [15] включал в себя 1050 галактик ярче $m_{\text{ph}} = 15.5^m$, вокруг которых соседние “значимые” галактики с угловыми диаметрами a_i в диапазоне $a_1/4 < a_i < 4a_1$ удовлетворяли условию $x_i/a_i > 20$. Здесь a_1 означает стандартный угловой диаметр потенциально изолированной галактики, а x_i — угловое (проекционное) расстояние ее соседки “ i ”. Как показали исследования [16], этот простой критерий оказался вполне эффективным для выделения динамически обособленных галактик. С появлением фотометрически однородного инфракрасного обзора всего неба, Two Micron All-Sky Survey (2MASS), [17], и каталога протяженных ИК-источников, 2MASS XSC [18], аналогичный подход был использован для составления каталога 2MIG (2MASS Isolated Galaxies) [14]. В каталог включались галактики с видимыми K_s -величинами $4.0 \leq K_s \leq 12.0^m$ и ИК угловыми диаметрами $a_K \geq 30''$, если все ее значимые соседи с угловыми диаметрами a_i и угловыми расстояниями x_i удовлетворяли условию $x_i/a_i > 30$. Более жесткое условие по безразмерным расстояниям x_i/a_i обусловлено тем, что ИК диаметр галактики в среднем в полтора раза меньше ее стандартного диаметра. Поскольку 2MASS обзор мало чувствителен к голубым галактикам низкой поверхностной яркости, при отборе изолированных галактик проводился дополнительный осмотр окрестностей на снимках оптического обзора DSS, и к соседним “значимым” галактикам применялся исходный критерий [15]. Мы также проверяли лучевые скорости значимых соседей, видимых в обзоре DSS, исключая те галактики-кандидаты, чьи лучевые скорости были близки к скорости соседа ($|\Delta V| < 500$ км/с).

В результате такого многоступенчатого отбора был составлен каталог изолированных галактик 2MIG, в который вошло 3227 объектов. Эффективная глубина каталога, порядка 6500 км/с, оказалась примерно такой же, как у KIG. Основное население каталога 2MIG образуют спиральные галактики (80%), около 19% приходится на E и S0 объекты, а доля иррегулярных и BCD галактик не превышает 1%.

Различные оптические и водородные характеристики выборки 2MIG-галактик были рассмотрены в работе [19]. По оценке авторов [19], полнота каталога составляет около 80% до предельной видимой

величины $K_s = 11.5$. Критерий изолированности отбирает в каталог 2MIG 6.2% галактик из общего числа 51572 галактик с видимыми величинами $K_s < 12.0^m$ и угловыми диаметрами $a_K > 30''$.

В настоящее время более 70% 2MIG-галактик имеют измеренные лучевые скорости. В примечаниях к каталогу отмечены случаи ($N \sim 140$), когда возле изолированной галактики при выполнении критерия изолированности имелись незначимые соседи с разностью лучевых скоростей $|\Delta V| < 500$ км/с по отношению к рассматриваемой. Такие случаи были подвергнуты более детальному рассмотрению, результаты которого представлены ниже.

3. ПОИСКИ СЛАБЫХ СПУТНИКОВ ВОКРУГ 2MIG-ГАЛАКТИК

Ведущиеся массовые обзоры неба и измерения лучевых скоростей у все более слабых галактик приводят к обнаружению карликовых спутников у галактик, казавшихся совершенно изолированными. В большинстве случаев, галактики продолжают оставаться динамически изолированными, поскольку наличие новых мелких физических спутников не нарушает принятые условия изолированности. Примером такой ситуации является хорошо изолированная BCD-галактика NGC 1156 = KIG 121 = 2MIG 360, имеющая видимые величины $B = 12.32^m$, $K_s = 9.54^m$ и гелиоцентрическую лучевую скорость $V_h = 376$ км/с. В HI-обзоре AGES на радиотелескопе Arecibo была обнаружена карликовая галактика AGES J030039+254656 [20] с видимой величиной $B = 18.1^m$ и лучевой скоростью $V_h = 308$ км/с на угловом расстоянии $35'$ (80 кпк) от NGC 1156. Есть все основания считать эту карликовую галактику физическим спутником NGC 1156, наличие которого, однако, не искажает динамическую автономность яркой галактики.

Появление новых данных о лучевых скоростях галактик позволяет *a posteriori* оценить эффективность использованного критерия изолированности. Просматривая окрестности 2MIG-галактик, мы отбирали среди их соседей галактики с разностью лучевых скоростей $|\Delta V| < 500$ км/с и проекционным расстоянием $R_p < 500$ кпк относительно главной (2MIG) галактики без ограничения по разности звездных величин главной галактики и спутника.

В результате нашего просмотра с помощью ресурсов базы данных NED (<http://ned.ipac.caltech.edu>) было выявлено 125 2MIG-галактик со спутниками, общее число которых составило $N = 214$. Данные о 339 этих галактиках представлены в Таблице. В столбцах

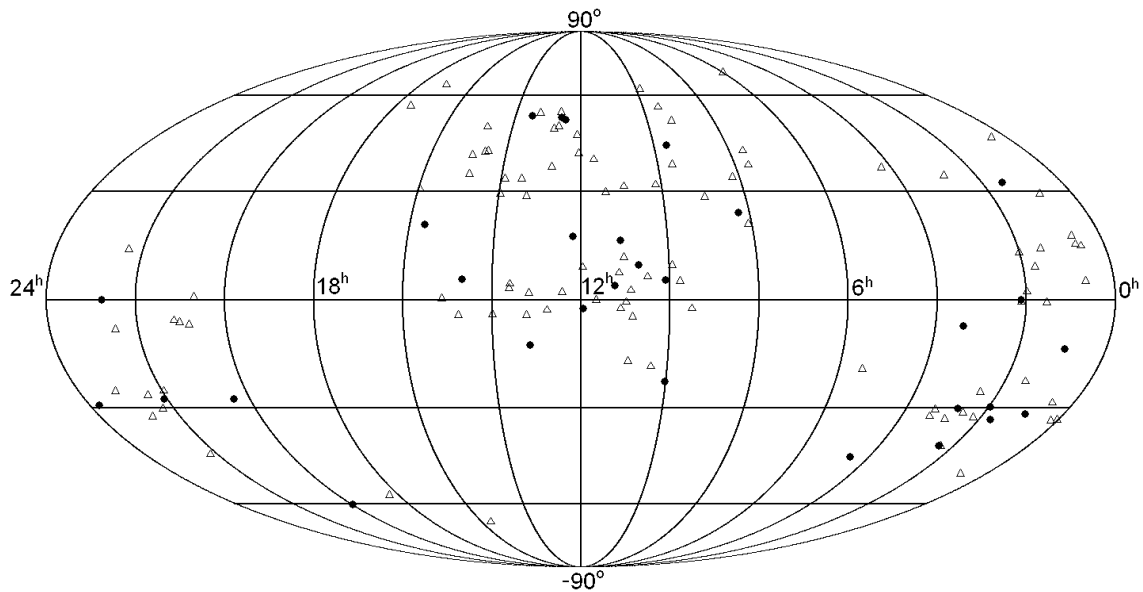


Рис. 1. Распределение на небе в экваториальных координатах 125 2MIG-галактик со спутниками. Кружки — E и S0 галактики, треугольники — спиральные галактики.

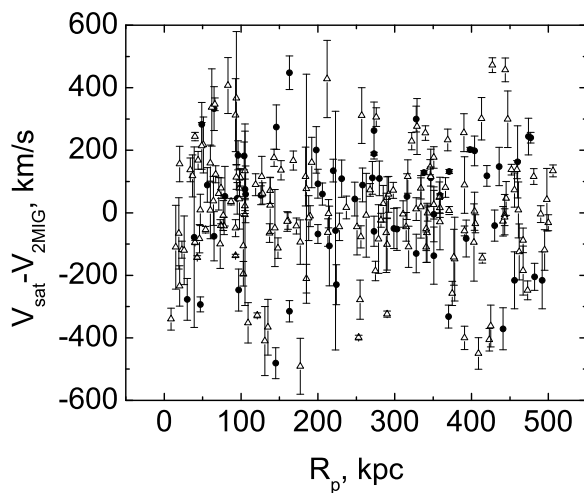


Рис. 2. Распределение 2MIG-галактик со спутниками по разности лучевых скоростей и проекционному линейному расстоянию. 2MIG-галактики ранних типов показаны кружками, спиральные — треугольниками.

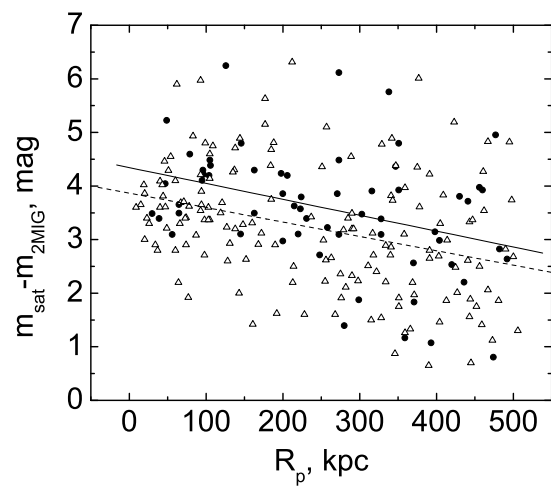


Рис. 3. Распределение 2MIG-галактик со спутниками по разности видимых B величин и проекционным расстояниям.

таблицы содержатся: (1) номер галактики в каталоге 2MIG и наличие у нее спутников/соседей (в последующих строках); (2) экваториальные координаты галактик на эпоху 2000.0; (3) морфологи-

ческий тип галактики по шкале де Вокулера; (4) лучевые скорости в км/с, приведенные к центроиду Местной группы (LG); (5) ошибки измерения лучевых скоростей в км/с; (6) видимые B -величины, взятые из NED или же оцененные глазомерно при

отсутствии данных в NED; (7) проекционное расстояние спутника в кпк, определенное по лучевой скорости V_{LG} в стандартной модели с параметром Хаббла $H_0 = 73$ км/с/Мпк; (8) абсолютная величина 2MIG-галактики с поправкой за поглощение света в Галактике по Шлегелю и др. [21], (9) логарифм орбитальной массы пары “2MIG-спутник” в единицах массы Солнца, вычисляемой согласно [22] как $M_{orb} = (16/\pi G)\Delta V^2 R_p$, где G — постоянная тяготения; (10,11) логарифм отношения орбитальной массы к светимости в солнечных единицах, соответственно, в B - и K_s -полосах.

Распределение 125 2MIG-галактик, имеющих слабые спутники, представлено в экваториальных координатах на Рис. 1. Эллиптические и линзовидные 2MIG-галактики ($T \leq 0$) показаны сплошными кружками, спиральные галактики — треугольниками.

По сравнению с общим распределением 3227 галактик каталога 2MIG-галактики со спутниками показывают более неоднородное распределение по небу, что вызвано в значительной степени наличием зоны Галактического поглощения, а также геометрическими особенностями SDSS-обзора и других спектральных обзоров. На этой карте заметны некоторые признаки ассоциирования 2MIG-галактик, имеющих спутники, в кратные системы.

Необходимо отметить, что относительное число 2MIG-галактик со слабыми спутниками составляет менее 4%. Если предположить, что основной вклад в их число дает SDSS-обзор, то полное относительное число таких галактик в каталоге 2MIG может составлять около 15%, что свидетельствует о довольно высокой эффективности использованного критерия изолированности.

Таблица. Список 2MIG-галактик и их спутников с $\Delta V < 500$ км/с и $R_p < 500$ кпк

2MIG	RA Dec.	T	V_{LG}	σ_V	m_B	R_p	M_B^c	$\log M_{orb}$	$\log M_{orb}/L_B$	$\log M_{orb}/L_K$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	000058.3–333639	5	6942	10	14.72		–20.24			
sat	000136.5–334125		6865	34	17.33	256	–17.60	12.24	1.99	1.59
sat	000132.8–334532		6897	45	16.21	315	–18.73	11.86	1.60	1.21
sat	000003.3–333035		6913	89	18.68	359	–16.26	11.58	1.32	0.93
13	000834.5–335130	3	6823	10	13.3		–21.60			
sat	000829.7–335628		6847	89	18.02	138	–16.90	10.97	0.17	–0.49
sat	000945.6–334438		6817	64	16.64	443	–18.27	10.27	–0.53	–1.19
48	002529.9+455518	3	5353	28	14.68		–19.93			
sat	002701.9+454214		5326	38	17.3	441	–17.30	10.97	0.84	–0.23
62	003040.4–284245	1	7331	100	15.06		–20.03			
sat	003038.4–284301		7221	89	18.71	15	–16.35	11.40	1.23	0.48
sat	003017.0–283052		7183	89	18.67	378	–16.37	12.99	2.82	2.07
64	003135.8+143644	6	11641	16	15.53		–20.76			
sat	003123.9+143059		11713	20	17.8	298	–18.55	12.26	1.80	1.15
sat	003143.0+142911		11657	26	16.8	359	–19.51	11.04	0.57	–0.08
sat	003157.9+142722		11609	20	18.2	500	–18.08	11.75	1.29	0.64
75	003755.6+045441	5	8659	13	15.42		–20.08			
sat	003836.3+045348		8836	32	17.18	351	–18.37	13.12	2.93	2.16
77	003823.7+150222	1	5592	27	14.9		–19.90			
sat	003748.5+145558		5609	24	18.3	237	–16.49	10.85	0.73	0.25
78	003839.9+172410	3	5643	15	14.8		–19.83			
sat	003750.3+172259		5716	14	16.4	268	–18.26	12.21	2.12	1.68
85	004325.7–501058	3	8523	9	13.14		–22.24			
sat	004327.3–500924		8469	5	17.69	54	–17.67	11.27	0.21	–0.15
sat	004300.1–501432		8312	45	16.89	185	–18.43	12.99	1.93	1.57
90	004712.8+290811	2	5948	33	15.95		–18.88			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sat	004632.9+290118		5940	130	18.6	263	-16.21	10.30	0.59	-0.30
108	005502.4-134041	-2	6375	36	15.03		-19.79			
sat	005510.1-133031		6431	45	16.2	359	-18.63	12.12	2.05	1.37
110	005652.4-315747	0	5611	38	14.59		-19.91			
sat	005720.4-315113		5812	64	18.83	198	-15.75	12.97	2.85	2.21
158	012853.2+134738	5	6547	17	14.8		-20.17			
sat	012906.4+134539		6625	20	17.5	98	-17.49	11.85	1.62	1.18
sat	012855.8+140436		6533	21	16.3	443	-18.61	11.07	0.84	0.40
159	012902.9+321956	0	5622	34	14.49		-20.19			
sat	012920.8+320352		5290	14	17	370	-17.49	13.68	3.44	2.89
160	013029.1-224003	5	1645	3	11.44		-20.37			
sat	013011.9-224545		1562	45	15.91	46	-15.80	11.56	1.25	1.14
165	013142.1-005600	2	5542	20	14		-20.57			
sat	013128.0-005603		5500	19	17.6	78	-16.94	11.21	0.82	-0.08
sat	013154.6-004853		5500	16	17.1	172	-17.44	11.55	1.17	0.27
sat	013050.5-004459		5284	33	18.3	375	-16.12	13.47	3.08	2.18
sat	013028.1-004348		5538	18	16.77	490	-17.75	10.16	-0.23	-1.13
186	014035.7-333717	0	8791	34	15.1		-20.38			
sat	014044.0-333123		8685	123	18.73	215	-16.73	12.46	2.15	1.32
194	014314.2+085322	3	5677	11	13.76		-20.95			
sat	014253.4+084920		5564	31	17	148	-17.63	12.35	1.81	1.21
sat	014354.3+083729		5271	34	18.9	423	-15.60	12.65	2.11	1.52
212	015541.1-295520	0	4327	14	13.41		-20.52			
sat	015557.7-300014		4402	30	17.91	105	-16.07	11.84	1.47	0.73
sat	015524.3-301926		4445	30	15.96	420	-18.04	12.85	2.48	1.73
222	015808.5+020352	6	6393	12	14.91		-19.93			
sat	015804.7+020237		6637	6	19	40	-15.92	12.45	2.31	1.76
226	020008.9+123922	2	3623	22	14.03		-19.74			
sat	020001.9+123218		3645	10	18.2	105	-15.61	10.78	0.72	0.09
239	020540.3-004141	5	12904	13	15.7		-20.68			
sat	020519.5-004325		12880	18	17.8	282	-18.56	11.28	0.85	0.10
sat	020600.1-004531		13133	24	18.1	322	-18.32	13.30	2.87	2.12
sat	020504.8-004242		13042	26	17.1	459	-19.29	13.01	2.58	1.83
sat	020525.0-003320		12656	27	16.8	473	-19.51	13.54	3.10	2.36
243	020616.0-001729	0	12807	30	14.4		-21.94			
sat	020619.1-002126		12867	19	18.6	206	-17.75	11.96	1.02	0.42
253	021006.1-325623	1	3293	10	13.12		-20.21			
sat	021028.0-325514		3630	123	19.02	62	-14.52	12.92	2.68	2.13
sat	021007.5-324806		2941	64	17.87	109	-15.22	13.20	2.96	2.41
sat	021044.7-324222		3721	123	19.43	212	-14.17	13.66	3.42	2.87
sat	020807.1-331043		3151	89	19.13	377	-14.11	12.95	2.71	2.16
sat	020720.5-330157		3302	89	17.38	461	-15.95	10.54	0.30	-0.25
274	021958.6-412411	3	4952	13	13.55		-20.67			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sat	022126.9-412905		4842	47	16.4	341	-17.76	12.67	2.24	1.73
sat	021906.9-414458		5090	11	15.3	452	-18.98	13.01	2.59	2.07
282	022247.3-412216	-2	4972	40	13.02		-21.21			
sat	022126.9-412905		4842	47	16.4	328	-17.76	12.82	2.17	1.82
sat	022435.9-412306		5170	26	16.01	404	-18.30	13.28	2.64	2.29
sat	022438.1-412832		4931	30	16.83	430	-17.38	11.89	1.24	0.89
285	022528.3-253817	4	4808	4	14.09		-20.07			
sat	022505.8-253246		4759	123	18.97	144	-15.16	11.61	1.42	1.34
sat	022554.4-252613		5119	89	19.17	257	-15.11	13.46	3.28	3.20
295	023036.2-313546	6	4566	37	14.93		-19.13			
sat	023011.0-313628		4610	89	18.3	98	-15.78	11.35	1.54	1.20
sat	023009.7-313619		4460	89	18.53	103	-15.48	12.14	2.32	1.98
319	024222.6-301920	-2	6435	19	14.16		-20.68			
sat	024240.0-302103		6494	89	18.54	106	-16.31	11.64	1.21	0.75
331	024816.1+342511	2	5462	12	13.99		-20.75			
sat	024822.4+340612		5317	10	17	414	-17.70	13.01	2.55	2.14
340	025158.8-332025	3	6310	10	14.45		-20.35			
sat	025202.2-332219		6527	89	18.74	51	-16.14	12.45	2.15	1.32
sat	025155.6-331710		6717	89	19.38	83	-15.56	13.21	2.91	2.07
394	031500.8-304229	3	4541	8	14.4		-19.63			
sat	031505.8-304247		4307	64	18.27	20	-15.65	12.12	2.11	1.38
400	031713.2-323433	5	4431	7	13.26		-20.73			
sat	031653.7-324343		3940	89	18.88	177	-14.84	13.70	3.25	2.62
407	032040.8-072340	-2	5462	24	14.4		-20.21			
sat	032106.1-071656		5394	18	17.4	200	-17.20	12.04	1.79	1.33
516	041400.6+365052	3	6148	9	15.3		-21.45			
sat	041246.4+365350		6155	9	17	371	-19.48	10.20	-0.54	-0.98
563	042849.1-445145	-2	4372	46	14.14		-19.82			
sat	042850.9-444802		4705	53	17.79	65	-16.32	12.93	2.84	2.26
710	052644.5-191235	5	8108	13	14.76		-20.73			
sat	052613.0-192440		8099	46	16.7	77	-18.80	9.87	-0.58	-1.40
777	055825.4+682740	3	4287	15	13.68		-20.60			
sat	055646.0+684436		4299	33	15.2	328	-19.07	10.67	0.27	-0.20
1007	073737.1+415649	5	5917	6	14.8		-19.97			
sat	073729.8+415550		5822	3	18.4	40	-16.33	11.62	1.48	1.09
1008	073836.5+373801	6	3892	7	14.5		-19.40			
sat	073913.7+374037		3564	3	18.2	121	-15.52	13.19	3.27	3.13
sat	073951.9+374916		3568	7	18	290	-15.71	13.56	3.64	3.50
sat	073934.5+380141		3493	3	17.5	253	-16.17	13.68	3.76	3.62
1082	080448.1+204138	5	9260	9	14.2		-21.48			
sat	080420.8+205213		9333	54	16.7	456	-19.00	12.45	1.69	1.50
1093	081015.2+335724	5	5219	4	13.7		-20.80			
sat	081025.2+340016		5178	4	16.6	74	-17.89	11.16	0.68	0.06

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sat	081021.1+340159		5332	27	18.5	99	-16.05	12.17	1.69	1.07
1098	081406.8+235159	0	5961	20	14.5		-20.29			
sat	081403.8+235329		5883	288	17.9	39	-16.86	11.45	1.17	0.87
sat	081407.3+234243		6096	30	17.6	220	-17.22	12.68	2.41	2.10
1208	085832.8+281602	2	7927	7	14.2		-21.11			
sat	085831.1+281532		8083	56	17.2	20	-18.16	11.77	1.16	0.26
1241	091458.3+512140	5	8298	22	14.6		-20.75			
sat	091448.1+512542		8180	16	18	23	-17.32	11.58	1.12	0.24
sat	091409.0+512505		8466	18	18.4	44	-16.99	12.17	1.71	0.83
sat	091618.3+512357		8421	16	18.3	67	-17.09	12.08	1.62	0.74
sat	091329.8+511855		8377	24	18	74	-17.36	11.74	1.28	0.40
1273	092908.2-023257	4	6745	39	14.14		-20.85			
sat	092945.3-022108		6750	47	15.6	404	-19.39	10.08	-0.42	-1.10
1280	093011.7+555109	3	7614	12	14.7		-20.54			
sat	092948.1+554642		7781	28	17.6	168	-17.68	12.75	2.37	2.13
sat	092956.4+553917		7695	29	16	366	-19.23	12.46	2.09	1.84
1298	093652.5+374142	2	4343	10	14.6		-19.34			
sat	093617.0+373751		4414	40	17.8	138	-16.17	11.93	2.03	1.61
sat	093801.6+375521		4421	32	17.5	334	-16.48	12.37	2.47	2.06
1304	093823.4+433033	0	4435	48	14.5		-19.47			
sat	093837.9+432846		4524	28	17.6	56	-16.41	11.73	1.78	1.52
1326	094541.5+045631	1	3550	15	13.85		-19.75			
sat	094555.9+050258		3544	290	17.2	105	-16.38	9.65	-0.41	-0.44
sat	094738.6+044918		3188	65	16.3	425	-17.04	13.82	3.76	3.73
1336	095056.2+621109	2	7476	23	14.9		-20.27			
sat	095242.1+621651		7441	17	18.2	405	-16.96	11.77	1.50	1.19
1352	095449.5+091616	2	1283	11	13.04		-18.35			
sat	095407.3+092136		1291	90	17.1	60	-14.27	9.66	0.16	0.48
sat	095430.5+095212		1360	366	17.7	185	-13.80	12.09	2.59	2.91
sat	095529.7+082326		1097	29	15.4	275	-15.65	13.03	3.53	3.85
1363	095924.0-224424	0	2105	17	12.85		-19.69			
sat	095919.6-224424		1812	17	16.9	47	-15.31	12.68	2.64	3.04
1382	100453.9+050346	-2	3804	46	14.3		-19.36			
sat	100551.3+050022		3747	379	17.9	223	-15.75	11.93	2.03	1.70
sat	100447.8+052210		3914	31	15.7	280	-18.02	12.59	2.69	2.36
1394	100820.6+315146	3	5122	8	14		-20.33			
sat	100751.7+315247		5238	64	17.2	127	-17.15	12.31	2.01	1.21
sat	100746.6+315338		5258	30	16.6	152	-17.75	12.52	2.23	1.42
1439	102915.5+060741	6	3380	11	14.8		-18.66			
sat	102824.7+061419		3541	80	16.4	192	-17.14	12.77	3.15	2.54
1465	104028.4+091057	0	5592	12	13.6		-20.96			
sat	104026.1+091537		5774	43	17.8	104	-16.83	12.61	2.07	2.21
sat	104008.8+091629		5277	32	17.9	163	-16.53	13.28	2.74	2.88

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sat	104040.1+092449		5644	72	17.5	316	-17.07	12.00	1.46	1.60
1488	104857.5-044538	5	7707	28	14.78		-20.54			
sat	104852.5-044849		7841	124	19.37	105	-15.98	12.35	1.97	1.41
sat	104915.0-044132		7823	90	19.14	184	-16.19	12.46	2.09	1.53
1495	105115.1+022616	1	15216	57	15.1		-21.68			
sat	105115.5+022728		15116	53	18.5	73	-18.26	11.93	1.10	0.56
sat	105056.0+022600		15115	59	18.3	290	-18.47	12.53	1.70	1.16
1502	105444.3-170231	5	3991	48	14.5		-19.39			
sat	105421.8-172626		4247	37	15.13	390	-18.87	13.48	3.57	2.92
sat	105428.7-163649		4292	48	16.4	413	-17.68	13.64	3.73	3.08
1507	105550.0+312332	3	10474	43	15.5		-20.42			
sat	105517.5+312639		10365	50	18.2	318	-17.68	12.64	2.31	0.97
1512	105809.8-004629	5	6204	23	15.5		-19.36			
sat	105831.2-010025		6437	26	17.7	369	-17.24	11.56	1.66	0.74
1524	110037.2+112455	2	8049	52	15		-20.29			
sat	110041.3+112320		8208	25	17.8	60	-17.53	12.25	1.98	1.00
1538	110434.5+160342	0	6233	27	14.1		-20.64			
sat	110422.9+160624		6417	38	18.4	96	-16.40	12.58	2.17	2.07
sat	110458.3+161040		6003	58	17.9	224	-16.76	13.15	2.73	2.64
1539	110523.9-023142	1	8724	64	15.72		-19.95			
sat	110513.5-022851		8314	90	18.65	131	-16.92	12.79	2.65	2.06
1543	110656.6+071026	6	1252	12	13.86		-17.45			
sat	110559.6+072225		1564	116	17.4	93	-14.40	13.02	3.88	3.64
sat	111128.3+065427		1398	21	14.8	346	-16.82	12.94	3.80	3.55
sat	110301.7+080253		1194	10	18.1	391	-13.13	12.23	3.09	2.85
1554	111315.9+033926	0	6627	53	14.8		-20.17			
sat	111320.2+033713		6552	58	18.3	65	-16.64	11.62	1.40	0.94
sat	111221.7+034540		6545	26	15.9	393	-19.06	12.49	2.27	1.81
1613	113903.3-001222	5	5242	14	14.8		-19.59			
sat	113929.7+000700		5714	19	16.8	427	-17.77	14.05	4.05	3.53
1614	113911.0+392002	3	7195	30	15.2		-19.83			
sat	113850.9+391716		7130	0	19.5	137	-15.51	11.83	1.74	1.21
sat	113838.9+391556		7132	32	17.4	213	-17.61	11.99	1.89	1.36
1655	115601.0-024315	0	5773	32	14.2		-20.40			
sat	115548.3-024434		5826	90	18.8	79	-15.82	11.40	1.08	1.05
sat	115613.2-024029		5819	39	18.3	95	-16.31	11.37	1.05	1.02
sat	115658.4-023804		5768	82	18.1	351	-16.47	10.31	-0.01	-0.05
sat	115707.1-023159		5936	111	18.1	460	-16.54	13.15	2.83	2.80
sat	115702.0-022853		5568	29	17	482	-17.50	13.39	3.07	3.03
1657	115651.6+084252	3	10373	9	16.5		-19.37			
sat	115654.2+084643		10347	25	17.9	161	-17.95	11.14	1.23	-0.09
1666	120236.5+410315	4	6154	10	13.82		-20.87			
sat	120219.9+410454		6190	3	16.9	87	-17.80	11.15	0.64	-0.47

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sat	120227.4+404913		6270	29	18.2	347	-16.53	12.76	2.25	1.14
1672	120528.8+464647	4	9399	39	15.5		-20.13			
sat	120543.9+465548		9425	24	17.4	351	-18.23	11.45	1.23	-0.30
1680	120932.9+170051	-2	6619	8	14.54		-20.40			
sat	120836.4+171243		6863	58	15.4	474	-19.67	13.52	3.20	2.94
1704	121859.0-200451	4	5398	34	14.31		-20.27			
sat	121857.5-200029		5765	210	18.2	94	-16.52	13.18	2.91	2.87
1718	122435.0+015332	4	7031	53	15.9		-19.13			
sat	122502.8+014738		6753	33	18.1	255	-16.82	13.37	3.56	2.85
1723	122545.5+514006	0	9190	32	14.9		-20.68			
sat	122541.2+514901		9490	26	18	328	-17.65	13.54	3.11	2.47
1743	123344.9+521517	0	6695	36	14.54		-20.35			
sat	123418.0+520947		6788	29	18.4	200	-16.52	12.31	2.01	1.46
1748	123600.1+541316	3	5450	11	14		-20.46			
sat	123538.1+541350		5511	51	17.7	71	-16.77	11.49	1.15	0.86
1750	123713.5+492654	5	9061	51	14.5		-21.03			
sat	123755.2+493058		9090	29	17.9	285	-17.64	11.42	0.85	0.70
1767	124426.2+370716	2	7007	6	13.9		-21.10			
sat	124313.5+370507		6557	50	17.7	409	-17.13	13.99	3.39	3.36
1768	124428.1-030019	4	7003	11	14.9		-20.14			
sat	124504.7-030406		7309	28	16.8	276	-18.32	13.48	3.27	2.37
1773	124611.5+484003	3	9325	34	15.3		-20.28			
sat	124500.3+483744		9371	42	16	445	-19.59	12.05	1.77	1.01
1814	130743.7-123333	-2	6296	38	14.75		-20.13			
sat	130822.2-124053		6246	52	16.62	299	-18.23	11.95	1.73	0.66
1820	130933.1+014023	4	5522	11	13.3		-21.25			
sat	130934.4+013725		5869	17	16.6	66	-18.08	12.97	2.31	2.52
1828	131222.9-042011	1	3003	9	13.24		-19.99			
sat	131049.7-045101		2878	89	16.77	462	-16.36	12.90	2.75	3.08
1838	131446.0+534913	1	4832	34	14.5		-19.71			
sat	131252.5+535722		4881	36	17.6	358	-16.63	12.02	1.98	1.79
1846	131908.2+283025	3	6651	1	14.2		-20.68			
sat	131958.3+281449		6785	19	15.5	506	-19.42	13.03	2.60	2.34
1855	132654.2+524513	-2	9036	39	14.4		-21.12			
sat	132630.3+524230		9484	37	17.9	163	-17.73	13.59	2.98	2.41
sat	132611.8+524501		9145	45	17.8	231	-17.75	12.52	1.91	1.34
sat	132807.5+525008		9184	47	16.6	436	-18.95	13.05	2.44	1.87
1871	133439.2+040748	3	6776	33	14.7		-20.25			
sat	133451.0+041412		6765	6	17.6	190	-17.35	10.43	0.17	-0.29
1873	133548.2+025956	2	6424	34	14.1		-20.73			
sat	133542.8+030007		6561	17	17	34	-17.87	11.88	1.43	1.47
sat	133540.3+031735		6881	17	16	444	-18.98	14.04	3.59	3.62
1915	135317.8+332927	2	2383	20	13.4		-19.26			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sat	134913.0+331900		2264	62	18.2	495	-14.33	12.89	3.02	2.88
1919	135656.0+290952	2	2418	4	13.4		-19.29			
sat	135709.9+291310		2275	4	17.4	43	-15.13	12.02	2.14	1.88
sat	135729.7+290332		2281	2	19.33	93	-13.20	12.31	2.43	2.17
1922	135806.6-040509	5	7422	8	14.84		-20.37			
sat	135818.4-040141		7056	89	19.1	135	-15.99	13.33	3.02	2.64
sat	135837.5-040135		7377	89	19.2	251	-15.99	11.78	1.47	1.09
sat	135830.5-035253		7327	123	17.52	403	-17.65	12.64	2.33	1.95
1987	142908.3+414951	1	5518	30	15		-19.44			
sat	142945.7+415158		5490	9	18.3	160	-16.12	11.20	1.26	0.78
sat	142938.7+415747		5515	34	17.5	214	-16.94	9.36	-0.58	-1.06
sat	142833.5+420224		5514	30	17.5	311	-16.93	9.77	-0.17	-0.65
1997	143316.4+413901	3	5435	60	14.8		-19.62			
sat	143322.0+414023		5553	30	17.6	37	-16.86	11.79	1.78	0.85
2012	143911.1+052149	0	1470	2	11.76		-19.92			
sat	143944.4+052112		1753	70	17	49	-15.08	12.66	2.54	2.65
sat	144027.5+053155		1526	30	18	126	-13.76	11.64	1.51	1.63
sat	143822.5+043648		1659	4	17.9	273	-14.07	13.08	2.95	3.07
sat	143522.8+051636		1599	5	17.5	338	-14.34	12.85	2.72	2.84
sat	144258.0+045322		1602	6	13.6	371	-18.27	12.88	2.75	2.86
sat	144302.8+044556		1672	7	14.9	398	-17.05	13.28	3.15	3.27
sat	144329.2+043153		1710	17	16.7	477	-15.29	13.51	3.38	3.50
2018	144331.3+492335	3	9184	33	15.3		-20.32			
sat	144334.0+492451		9398	67	18.5	49	-17.16	12.42	2.13	1.65
sat	144419.4+492443		9233	57	17.6	290	-18.01	11.90	1.61	1.13
2023	144441.1-042019	5	13091	64	16.36		-20.28			
sat	144419.6-042038		13007	89	19.51	279	-17.08	12.36	2.09	0.79
2029	144826.7+345953	3	8916	11	14.5		-21.02			
sat	144854.9+345214		8865	69	18.3	341	-17.19	12.00	1.43	1.06
sat	144825.9+350932		8915	23	18.2	343	-17.29	9.21	-1.36	-1.73
2034	145138.9+403557	3	5017	10	13.5		-20.76			
sat	145055.5+403126		5000	71	18.3	188	-15.95	10.75	0.29	-0.28
sat	145001.6+402142		4929	38	18.3	467	-15.90	12.61	2.14	1.58
2065	150654.8+001111	2	10506	28	15		-21.05			
sat	150654.5+001059		10166	21	18.6	9	-17.38	12.09	1.51	0.09
sat	150702.0+001323		10596	21	18.5	119	-17.57	12.05	1.47	0.05
2130	153626.3-665135	4	3294	14	12.4		-21.53			
sat	153621.4-665257		3228	113	16.4	19	-17.47	12.25	1.48	2.35
2133	153722.9+203259	0	4604	48	15.1		-19.12			
sat	153741.3+204713		4545	5	18.2	273	-16.00	12.08	2.27	1.61
2174	155601.6+302503	3	14125	47	15.1		-21.52			
sat	155622.7+302715		14241	25	18.2	317	-18.42	12.70	1.94	1.22
2333	170128.2+634128	5	4974	19	14.6		-19.67			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sat	170026.3+634341		5150	20	16.6	143	-17.75	12.72	2.69	2.49
sat	170457.2+634848		5090	17	16.5	481	-17.85	12.87	2.84	2.64
2394	173044.8+562107	2	9361	30	15		-20.69			
sat	173029.8+561050		8961	22	17.8	391	-17.79	13.87	3.43	2.98
2482	181649.3-571353	1	5000	20	13.8		-20.88			
sat	181637.2-571534		5009	46	17.4	47	-17.28	9.65	-0.86	-0.68
2716	195647.6-602805	-2	3658	30	12.5		-21.21			
sat	195557.0-604356		3702	45	15.23	248	-18.52	11.79	1.15	0.88
sat	195622.5-604533		3747	45	15.75	258	-18.03	12.40	1.76	1.49
2777	202313.8-274252	-2	5808	27	12.95		-21.86			
sat	202306.5-273116		5920	45	16.8	271	-18.04	12.60	1.70	1.05
2816	204052.1+003910	4	8256	16	15.8		-19.81			
sat	204119.8+003937		8211	41	17.4	228	-18.20	11.74	1.65	0.84
2834	204952.2-070119	5	6225	13	15.4		-19.51			
sat	204929.4-064849		6480	19	18.1	340	-16.89	13.41	3.45	2.42
2857	210203.5-061749	3	7941	16	14.4		-21.10			
sat	210159.0-062030		7892	22	18.6	93	-16.87	11.26	0.66	0.04
2875	210826.9-054910	2	8551	24	14.8		-20.94			
sat	210814.0-055108		8613	24	17.4	128	-18.36	11.78	1.24	0.70
2986	215656.7-252102	3	8847	64	14.73		-20.86			
sat	215659.1-252132		8727	89	18.03	26	-17.53	11.65	1.15	0.70
sat	215726.7-252949		8936	64	17.35	391	-18.24	12.57	2.07	1.63
sat	215608.7-252736		9146	64	18.07	447	-17.56	13.68	3.17	2.73
sat	215635.4-250841		8662	45	16.77	467	-18.76	13.28	2.78	2.33
2998	220344.5-274754	0	7115	24	14.61		-20.42			
sat	220338.5-275831		7063	64	18.1	303	-16.93	11.97	1.64	0.88
3010	221048.6-435749	4	12903	45	15.68		-20.62			
sat	221140.4-435533		12945	89	19.41	498	-16.89	11.99	1.59	0.91
3020	221606.2-302208	4	7734	11	14.58		-20.62			
sat	221555.3-301143		8010	89	19.35	329	-15.91	13.47	3.06	2.62
3023	221820.5+133725	3	7733	30	15.6		-19.84			
sat	221842.0+132930		7792	49	18.8	292	-16.66	12.09	2.00	0.29
3034	222342.4-263646	4	7612	31	13.96		-21.22			
sat	222408.3-263727		7518	64	19.1	177	-16.04	12.26	1.62	1.26
sat	222421.7-264029		7548	123	18.49	289	-16.66	12.15	1.50	1.15
sat	222253.2-263853		7548	89	18.84	342	-16.31	12.22	1.57	1.22
3051	222955.4-081646	4	10758	31	14.64		-21.46			
sat	222947.1-081601		10872	24	18.3	94	-17.83	12.16	1.41	0.85
sat	222959.2-081857		10563	24	18	103	-18.04	12.66	1.92	1.35
3077	224142.1-324552	4	8483	45	15.87		-19.52			
sat	224100.5-324118		8502	89	18.07	334	-17.31	11.11	1.14	0.26
3083	224424.4-000944	0	5070	13	13.6		-20.89			
sat	224446.8-000513		5344	70	18.4	146	-16.21	13.11	2.60	1.95

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3120	230632.4–252539	3	15841	45	16.3		–20.50			
sat	230628.9–252501		15879	64	18.5	64	–18.30	11.04	0.68	–0.25
3194	234547.5–293104	0	10424	20	14.34		–21.52			
sat	234550.2–293041		10147	64	17.83	30	–17.97	12.43	1.67	0.88
sat	234556.3–293224		10177	64	18.56	97	–17.24	12.84	2.08	1.29
sat	234533.8–293254		9943	45	17.44	145	–18.31	13.60	2.83	2.05
sat	234544.7–292431		10687	89	18.83	273	–17.08	13.35	2.58	1.80
sat	234606.3–293818		10536	89	18.7	347	–17.17	12.72	1.95	1.17
sat	234615.4–292512		10287	89	19.14	351	–16.69	12.90	2.13	1.34
sat	234620.0–292307		10053	64	18.06	441	–17.72	13.86	3.09	2.30
sat	234506.4–292444		10208	89	18.32	456	–17.49	13.40	2.64	1.85
sat	234615.9–292057		10208	89	16.98	492	–18.83	13.44	2.67	1.88

4. НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПАР “ИЗОЛИРОВАННАЯ ГАЛАКТИКА — СПУТНИК”

Распределение 214 пар “2MIG-галактика — спутник” по разности лучевых скоростей и проекционному линейному расстоянию представлено на Рис. 2. Спиральные 2MIG-галактики изображены треугольниками, а E и S0 — кружками. Вертикальные отрезки указывают среднюю квадратичную ошибку разности скоростей. Лучевые скорости спутников относительно главной галактики распределены вполне симметрично со средним значением $\langle V_{\text{sat}} - V_{2\text{MIG}} \rangle = +11 \pm 13$ км/с и стандартным отклонением 187 км/с. У эллиптических галактик дисперсия скоростей спутников несколько больше, чем у спиральных. Медианы модуля разности составляют для них, соответственно, 205 и 130 км/с. Небольшой вклад в это различие вносят более высокие значения ошибок измерения скоростей у E и S0 галактик. Характер распределения спутников по проекционным расстояниям R_p выглядит почти равномерным в диапазоне 0–500 кпк, сильно отличаясь от зависимости $N(R_p) \propto R_p^{-1.7}$, полученной в работе [7]. Это может свидетельствовать о наличии на расстояниях $R_p > 300$ кпк значительной доли фиктивных спутников, образованных членами диффузных волокон и других элементов крупномасштабной структуры.

Рис. 3 показывает соотношение между разностью видимых В-величин спутника и главной галактики и проекционным расстоянием между ними. Как и следовало ожидать, заметна тенденция убывания разности величин с ростом проекционного расстояния спутника из-за условий отбора 2MIG-галактики как изолированной. В среднем, спутники оказываются приблизительно на 3.5 величины, или

в 25 раз слабее 2MIG-галактик, причем эта разность несколько больше у E, S0 галактик (кружки), чем у спиральных (треугольники).

Если спутники 2MIG-галактик подчиняются кеплеровским движениям, то их относительные лучевые скорости должны коррелировать со светимостью главного компонента пары. Рис. 4 представляет распределение пар “2MIG — спутник” по модулю разности лучевых скоростей и абсолютной В-величине главной галактики отдельно для спутников вокруг эллиптических (E, S0) и вокруг спиральных 2MIG-галактик. Наклон линейных регрессий на рисунке показывает наличие слабой ожидаемой тенденции у E и S0 галактик и отсутствие значимой корреляции у спиралей. Отметим, что в подавляющем большинстве 2MIG-галактики, имеющие спутники, оказываются объектами высокой светимости с медианными абсолютными величинами -20.3 (S) и -20.4 (E, S0).

Важной динамической характеристикой 2MIG-галактик со спутниками является оценка их орбитальной массы

$$\langle M_{\text{orb}} | e \rangle = (32/3\pi G)(1 - 2e^2/3)^{-1} \Delta V^2 R_p,$$

где e означает эксцентриситет орбиты спутника [23]. Следуя [22], мы приняли для ансамбля пар в качестве среднего значение $\langle e^2 \rangle = 1/2$. Эта оценка будет статистически несмещенной только при нулевых ошибках измерения лучевых скоростей галактик. Как видно из столбца (5) Таблицы, ошибки σ_V у многих спутников довольно значительны. Поэтому, помимо M_{orb} , мы вычисляли для каждой пары несмещенную оценку орбитальной массы $M_{\text{cor}} = M_{\text{orb}}(\Delta V^2 - \sigma_{V1}^2 - \sigma_{V2}^2)/\Delta V^2$, квадратично вычитая из разности лучевых скоростей ΔV ошибки их измерения. Распределение пар “2MIG-спутник” по значениям M_{orb} и M_{cor} показано на Рис. 5 в логарифмической шкале. Около 30% всех

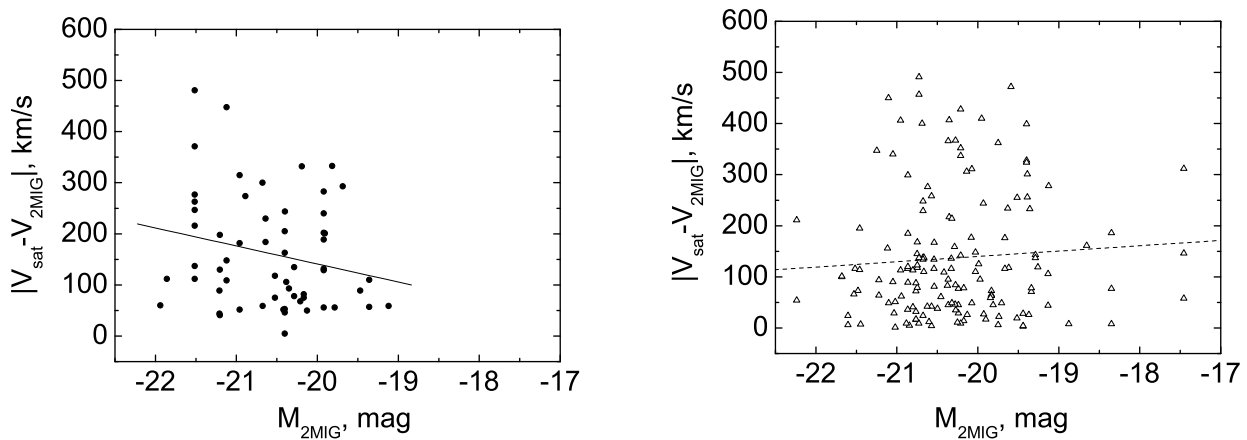


Рис. 4. Модуль разности лучевых скоростей 2MIG-галактики и ее спутника в зависимости от абсолютной величины 2MIG-галактики. Слева — E и S0 галактики, справа — спиральные.

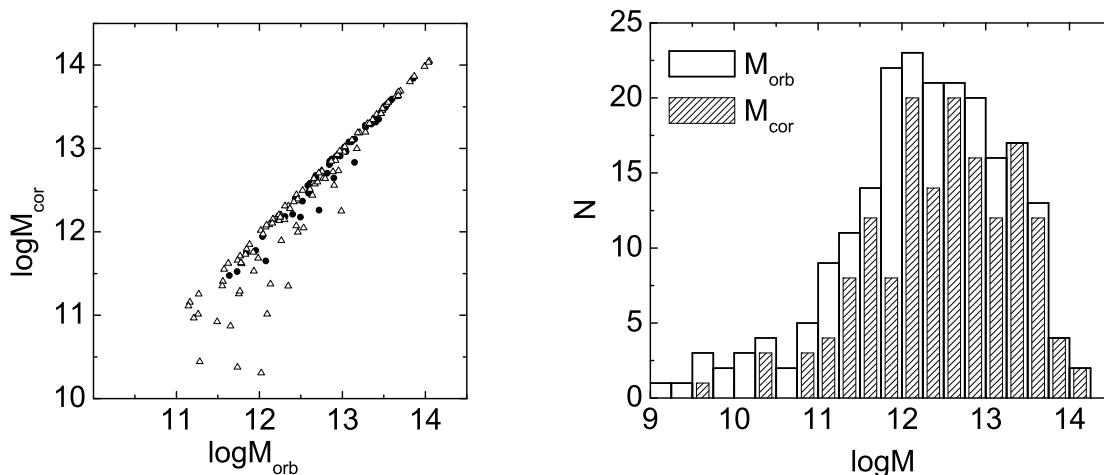


Рис. 5. Слева: соотношение между смещенной и несмещенной оценкой орбитальной массы пар “2MIG — спутник”. Справа: распределение числа пар “2MIG — спутник” по смещенным и несмещенным (заштрихованы) оценкам орбитальной массы.

пар имеют отрицательные значения M_{cor} из-за больших ошибок σ_V . Видно, что роль ошибок σ_V довольно существенна в области $\log(M/M_\odot) < 12$. В целом по ансамблю спутников 2MIG со среднеквадратичной разностью скоростей 187 км/с и среднеквадратичной ошибкой разности 62 км/с учет ошибок измерения скоростей уменьшает среднюю оценку орбитальной массы на 16%.

Распределение оценок орбитальной массы, нормированной на синюю (B) и инфракрасную (K_s) светимость, представлено на Рис. 6. Подвыборка E и S0 галактик на них заштрихована. Светимос-

тью спутников 2MIG-галактик мы пренебрегали. Как следует из этих данных, медианное отношение орбитальной массы к B -светимости у E и S0 галактик в два раза выше, чем у спиральных. В K_s -полосе это различие возрастает до 3.7. Причиной этого является обилие среди 2MIG спиральных галактик, которые видны почти с ребра. Внутреннее поглощение света в них, которое мы не учитывали, достигает $\Delta m_B \simeq 1^m$. Поэтому различие медианных значений M_{orb}/L_K для эллиптических и спиральных галактик в 3–4 раза мы считаем более адекватным реальности. Однако этот эффект может быть вызван также фотометрической осо-

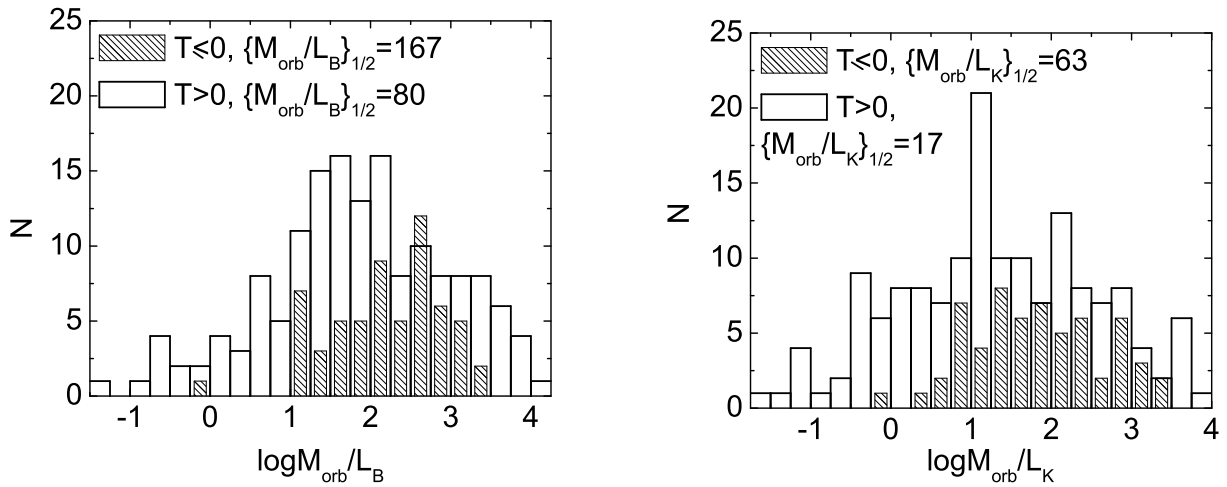


Рис. 6. Распределение 2MIG-галактик со спутниками по логарифму отношения орбитальной массы к светимости в B (слева) и K (справа) полосах. 2MIG-галактики ранних типов выделены штриховкой.

бенностью обзора 2MASS, в котором недооценивается светимость периферийных областей дисков галактик.

5. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Отношение орбитальной массы к светимости для 2MIG-галактик со спутниками (Рис. 6) распределено в довольно широком диапазоне, охватывающем около 5 порядков. На форму левого крыла этого распределения влияют факторы проекции, а также предполагаемый характер движений спутников (функция эксцентриситетов их орбит). На правом крыле распределения, в области значений $M_{\text{orb}}/L_K > 100M_{\odot}/L_{\odot}$, вероятно, заметна примесь фиктивных пар “2MIG–спутник”. Напомним, что в стандартной Λ CDM модели величина средней космической плотности $\Omega_m = 0.27$ соответствует значению $M//L_K \simeq 100M_{\odot}/L_{\odot}$. Статистика вириальных масс в системах галактик разного масштаба в ближней ($V_{LG} < 3500$ км/с) Вселенной показывает [24–26], что медианное значение M_{vir}/L_K составляет $11M_{\odot}/L_{\odot}$ для пар, $15M_{\odot}/L_{\odot}$ для триплетов и $31M_{\odot}/L_{\odot}$ для групп галактик, т.е. существенно ниже среднего глобального отношения порядка $100M_{\odot}/L_{\odot}$. Медиана $M_{\text{orb}}/L_K = 28M_{\odot}/L_{\odot}$ для нашей выборки практически совпадает с медианой для групп галактик.

Как мы уже отмечали, уменьшение числа пар “2MIG – спутник” с проекционным расстоянием R_p происходит гораздо медленнее, чем по закону, порядка $R_p^{-1.7}$. Анализ данных Таблицы и Рис. 1 выявляет наличие ассоциаций 2MIG-галактик со спутниками, имеющих близкие положения на небе

и близкие лучевые скорости. Примерами таких ассоциаций могут быть 2MIG 2 и 2MIG 13, 2MIG 239 и 243, 2MIG 1871 и 1873, 2MIG 1987 и 1997. Более того, в случае системы спутников вокруг 2MIG 274 и 282 есть объект LCRS B021927.3–414244, который попадает в интервал $\Delta V < 500$ км/с и $R_p < 500$ кпк по отношению к обоим 2MIG-галактикам. Косвенным свидетельством наличия рассеянных ассоциаций может служить статистика 2MIG-галактик с числом спутников $k = 5$ и более. В Таблице имеются 4 таких случая, тогда как их ожидаемое число при пуассоновском распределении должно быть на несколько порядков ниже. Вероятно, наличие диффузных элементов крупномасштабной структуры вселенной (волокон, стенок) даже в областях весьма низкой плотности материи делает проблему разделения физических и ложных спутников у изолированных галактик весьма трудной.

С другой стороны, пример близкой изолированной галактики NGC 1156 и ее карликового спутника AGES J030039+254656 показывает нам, что оценки отношения орбитальной массы к K -светимости у таких бесспорно изолированных пар могут достигать величины порядка $200M_{\odot}/L_{\odot}$.

6. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Анализируя данные о лучевых скоростях и проекционных расстояниях галактик в окрестностях объектов каталога 2MIG, мы делаем вывод о хорошей динамической изолированности большинства галактик каталога. По нашим оценкам, не более 15% 2MIG-галактик имеют в своем окружении

мелкие спутники с относительными скоростями $\Delta V < 500$ км/с и проекционными расстояниями $R_p < 500$ кпк. При характерной разности видимых величин порядка 3.5^m эти спутники слабо влияют на эволюцию 2MIG-галактик. Медианное отношение орбитальной массы к K -светимости у изолированных галактик составляет $17M_\odot/L_\odot$ для спиралей и $63M_\odot/L_\odot$ для E и S0 галактик. Эти величины могут быть несколько завышены из-за попадания в 2MIG выборку ложных спутников из диффузных ассоциаций и волокон, присутствующих в областях низкой плотности числа галактик. Очевидно, что появление новых данных из обзоров лучевых скоростей галактик, ведущихся в оптическом (SDSS) и радиодиапазоне (ALFALFA), позволит исследовать особенности 2MIG-галактик более детально.

БЛАГОДАРНОСТИ

В работе была использована база данных NED (<http://nedwww.ipac.caltech.edu>), а также цифровые обзоры неба DSS (<http://archive.eso.org/dss/dss>), SDSS (<http://www.sdss.org>). Эта работа поддержана грантом РФФИ 11-02-90449-Укр-ф-а и грантом ГФФИ Украины Ф40.2/49, а также программой НАН Украины “Космомикрофизика”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. D. Zaritsky, R. Smith, C. Frenk, and S. D. M. White, *Astrophys. J.* **405**, 464 (1993).
2. S. Herbert-Fort, D. Zaritsky, Y. J. Kim, et al., *Monthly Notices Roy. Astronom. Soc.* **384**, 803 (2008).
3. K. N. Abazajian, J. K. Adelman-McCarthy, M. A. Agueros, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **182**, 543 (2009).
4. M. Colless et al., *Monthly Notices Roy. Astronom. Soc.* **328**, 1039 (2001).
5. J. P. Huchra, L. M. Macri, K. L. Masters, et al., arXiv: 1108.0669.
6. F. Prada, M. Vitvitska, A. Klypin, et al., *Astrophys. J.* **598**, 260 (2003).
7. J. Chen, A. V. Kravtsov, F. Prada, et al., *Astrophys. J.* **647**, 86 (2006).
8. C. Conroy, F. Prada, J. A. Newman, et al., *Astrophys. J.* **654**, 153 (2007).
9. P. Norberg, C. S. Frenk, and S. Cole, *Monthly Notices Roy. Astronom. Soc.* **383**, 646 (2008).
10. H. S. Hwang and C. Park, *Astrophys. J.* **720**, 522 (2010).
11. L. R. Jones, T. J. Ponman, A. Horton, et al., *Monthly Notices Roy. Astronom. Soc.* **343**, 627 (2003).
12. A. M. von Benda-Beckmann, E. D’Onghia, S. Gottloeber, et al., *Monthly Notices Roy. Astronom. Soc.* **386**, 2345 (2008).
13. R. N. Proctor, C. Mendes de Oliveira, R. Dupke, et al., arXiv: 1108.1349.
14. V. E. Karachentseva, S. N. Mitronova, O. V. Melnyk, and I. D. Karachentsev, *Astrophysical Bulletin* **65**, 1 (2010).
15. В. Е. Караченцева, *Сообщ. CAO* **8**, 3 (1973).
16. S. Verley, S. Leon, L. Verdes-Montenegro, et al., *Astronom. and Astrophys.* **472**, 121 (2007).
17. M. F. Skrutskie, S. E. Schneider, R. Steining, et al., *ASSL* **210**, 25 (1997).
18. T. N. Jarrett, T. Chester, R. M. Cutri, et al., *Astronom. J.* **119**, 2498 (2000).
19. Yu. N. Kudrya, V. E. Karachentseva, and I. D. Karachentsev, *Astrofizika*, **54** (2011) (accepted).
20. R. F. Minchin, E. Momjian, R. Auld, et al., *Astronom. J.* **140**, 1093 (2010).
21. D. J. Schlegel, D. P. Finkbeier, and M. Davis, *Astrophys. J.* **500**, 525 (1998).
22. J. Heisler, S. Tremaine, and J. N. Bahcall, *Astrophys. J.* **298**, 8 (1985).
23. I. D. Karachentsev, *Binary Galaxies*, Moscow, Nauka (1987) [in Russian].
24. I. D. Karachentsev and D. I. Makarov, *Astrophysical Bulletin* **63**, 299 (2008).
25. D. I. Makarov and I. D. Karachentsev, *Astrophysical Bulletin* **64**, 24 (2009).
26. D. I. Makarov and I. D. Karachentsev, *Monthly Notices Roy. Astronom. Soc.* **412**, 2498 (2011).

FAINT COMPANIONS OF ISOLATED 2MIG GALAXIES

V. E. Karachentseva, I. D. Karachentsev, O. V. Melnyk

We present the results of a search for companions around the isolated galaxies from the 2MIG catalog. Among 3227 2MIG galaxies we detected 125 objects with a total of 214 neighbors having radial velocity differences of $\Delta V < 500$ km/s and projected separations of $R_p < 500$ kpc relative to the 2MIG galaxies. The median luminosity of the companions is 1/25 of the luminosity of catalog galaxies, which has little effect on the dynamic isolation of the latter. The median ratio of the orbital mass to the K -luminosity determined from 60 companions of E and S0 2MIG galaxies, $63M_\odot/L_\odot$, is significantly greater than that found from the spiral galaxy companions ($17M_\odot/L_\odot$). We note that a fraction of 2MIG galaxies with companions may be a part of low-contrast diffuse structures: clouds and filaments.

Key words: *astronomical databases: catalogs—galaxies: dwarf—galaxies: evolution—galaxies: formation*