

КРУПНОМАСШТАБНАЯ СТРУКТУРА И ДВИЖЕНИЯ ГАЛАКТИК В СОЗВЕЗДИЯХ LEO/CANCER

© 2015 И. Д. Караченцев^{1*}, О. Г. Насонова¹, В. Е. Караченцева²

¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

²Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, Киев, 03680 Украина

Поступила в редакцию 14 ноября 2014 года; принята в печать 4 декабря 2014 года

В области неба, ограниченной координатами RA = 7^h0–12^h0, Dec = 0°...+20° и простирающейся от скопления Virgo до южного полюса Местного сверхскопления, рассмотрены данные о галактиках с лучевыми скоростями $V_{LG} \lesssim 2000$ км с⁻¹. Для 290 из них определены индивидуальные расстояния и пекулярные скорости. В этой области, известной как зона «местной аномалии скоростей», находятся 23 группы и 20 пар галактик, для которых получены оценки вириальных/орбитальных масс. Близкие группы вокруг NGC 3379 = Leo I и NGC 3627, как и Местная группа, показывают движение от Местного войда в сторону Leo cloud с характерной скоростью порядка 400 км с⁻¹. Другая богатая группа галактик вокруг NGC 3607 обнаруживает пекулярную скорость примерно –420 км с⁻¹ в системе отсчета, связанной с реликтовым излучением. Необычная рассеянная ассоциация карликовых галактик Gemini Flock на расстоянии 8 Мпк имеет дисперсию лучевых скоростей всего 20 км с⁻¹ и размер примерно 0.7 Мпк. Вириальная оценка массы для нее в 300 раз больше суммарной звездной массы. Отношение суммы вириальных масс групп и пар в области Leo/Cap к сумме звездных масс входящих в них галактик равно 26, что эквивалентно локальной средней плотности $\Omega_m(\text{local}) = 0.074$, в 3–4 раза меньшей, чем глобальная средняя плотность материи.

Ключевые слова: галактики: кинематика и динамика — галактики: расстояния и красные смещения — галактики: группы

1. ВВЕДЕНИЕ

Современная космологическая парадигма предполагает, что образование галактик происходит в областях концентрации темной материи, куда стекает барионное вещество, в котором включаются процессы звездообразования. В этой концепции видимое распределение галактик повторяет распределение темной материи, но с несколько меньшей степенью контраста (так называемый biasing effect).

Анализ распределения темной (вириальной) материи в наиболее близкой и изученной части Вселенной с лучевыми скоростями галактик $V_{LG} < 3500$ км с⁻¹ был проведен Макаровым и Караченцевым [1–3]. Главный и парадоксальный результат этих исследований заключается в том, что средняя плотность темной материи в Местном сверхскоплении и его окрестностях, $\Omega_m(\text{local}) = 0.08 \pm 0.02$, оказалась в 3–4 раза меньше глобальной средней плотности, $\Omega_m(\text{global}) = 0.28–0.30$ [4, 5]. Указания

на низкую плотность темной материи в местной вселенной отмечались и ранее [6, 7]. Обзор различных объяснений парадокса «потерянной темной материи» содержится в [8]. Одним из них является предположение, что значительная часть темной материи находится в пространстве между известными скоплениями и группами галактик, в «летаргических» зонах, где по каким-то причинам не включился процесс звездообразования. Такие темные элементы крупномасштабной структуры (массивные сгустки, протяженные волокна), если они существуют, могут проявлять себя как по эффектам слабого гравитационного линзирования [9, 10], так и по пекулярным движениям соседних с ними галактик [11].

Чтобы определить пекулярную (не-хаббловскую) скорость галактики, $V_{\text{pec}} = V_{LG} - H_0 D$, необходимо измерить ее лучевую скорость относительно центроида Местной группы, V_{LG} , и расстояние D , принимая фиксированное значение параметра Хаббла H_0 . Наиболее детально поле пекулярных скоростей можно изучить в самых близких объемах, где количество и качество данных о расстояниях галактик гораздо выше,

*E-mail: ikar@sao.ru

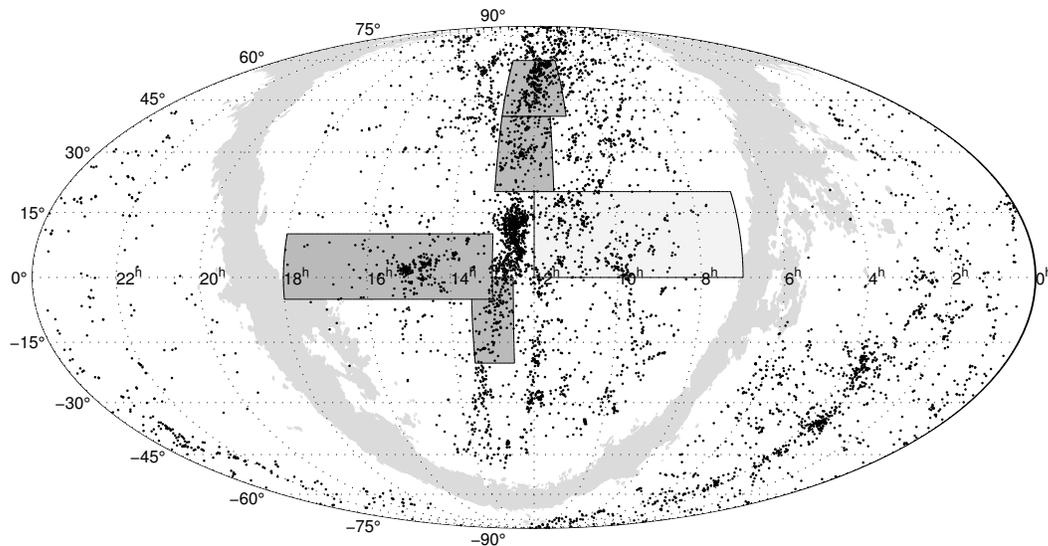


Рис. 1. Распределение галактик Местного сверхскопления в экваториальных координатах. Зона Leo/Cap и изученные нами ранее области выделены темным.

чем в далеких областях. В серии предыдущих работ мы рассмотрели данные о скоростях и расстояниях галактик в трех областях, расположенных вдоль экватора Местного сверхскопления: области Coma I [11] с $V_{LG} < 3000 \text{ км с}^{-1}$ и координатами $[RA = 11^{\text{h}}5-13^{\text{h}}0, Dec = +20^\circ \dots +40^\circ]$, области Ursa Major [12] с $V_{LG} < 1500 \text{ км с}^{-1}$ и $[RA = 11^{\text{h}}0-13^{\text{h}}0, Dec = +40^\circ \dots +60^\circ]$ и области Virgo Southern Extension [13] с $V_{LG} < 2000 \text{ км с}^{-1}$ и $[RA = 12^{\text{h}}5-13^{\text{h}}5, Dec = -20^\circ-0^\circ]$, а также в зоне Bootes [14] с $V_{LG} < 2000 \text{ км с}^{-1}$ и $[RA = 13^{\text{h}}0-18^{\text{h}}0, Dec = -5^\circ \dots +10^\circ]$, вытянутой перпендикулярно экватору Местного сверхскопления. В трех рассмотренных областях оценки средней вириальной плотности материи оказались в интервале $\Omega_m(\text{local}) = 0.08-0.11$, а в области Coma I было заподозрено существование темного аттрактора с массой примерно $2 \times 10^{14} M_\odot$ на расстоянии порядка 15 Мпк.

Распределение галактик Местного сверхскопления с лучевыми скоростями $V_{LG} < 2000 \text{ км с}^{-1}$ представлено в экваториальных координатах на рис. 1. Зона сильного поглощения в Млечном Пути изображена клочковатой серой полосой. Изученные нами ранее области Coma I, Ursa Maj, Virgo SE и Bootes, а также новая область нашего интереса в созвездиях Leo и Capseg с координатами $[RA = 7^{\text{h}}0-12^{\text{h}}0, Dec = 0^\circ \dots +20^\circ]$, отмечены темными прямоугольниками.

2. НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫБОРКИ LEO/CAN

Рассматриваемая область шириной 20° простирается от вириальной границы скопления Virgo до зоны Млечного Пути, в которой находится южный полюс Местного сверхскопления. Основная часть этой области охвачена оптическим обзором неба SDSS [15]. Около 40% области Leo/Cap покрыто обзором неба ALFALFA в линии 21 см на радиотелескопе Arecibo [16]. Полностью пояс Leo/Cap лежит в северной зоне HIPASS-обзора, выполненного на Паркском радиотелескопе [17]. Обилие данных о лучевых скоростях галактик, их фотометрии и ширине линии H I позволило определить расстояния до галактик методом Талли-Фишера [18] и получить локальное поле пекулярных скоростей с высокой плотностью.

Согласно HyperLeda¹, область $[RA = 7^{\text{h}}0-12^{\text{h}}0, Dec = 0^\circ \dots +20^\circ]$ содержит 1918 объектов с лучевыми скоростями в системе Местной группы $V_{LG} < 2000 \text{ км с}^{-1}$. Распределение их по значениям лучевых скоростей показано на рис. 2. Большинство объектов имеют скорости вблизи нуля, являясь звездами нашей Галактики. Прделанный нами анализ данных HyperLeda показал, что только 543 из 1918 объектов оказались реальными галактиками. Они отмечены на рис. 2 темным тоном. В выборку объектов с $V_{LG} < 2000 \text{ км с}^{-1}$ попали не только звезды фона, но и большое

¹<http://leda.univ-lyon1.fr>

Таблица 1. Исходные наблюдательные данные для 543 галактик в области Leo/Can

Name	RA (2000.0) Dec	V_{LG} , км с ⁻¹	$V_{зк}$, км с ⁻¹	B_t , mag	W_{50} , км с ⁻¹	D , Мпк	Method	Type	Group
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
UGC 03630	070103.3+015441	1607	1929	13.98	342	27.1	tf	Sb	
UGC 03658	070440.0+173457	1091	1330	16.80	146	35.8	TFb	Sdm	
PGC 2802325	070538.7+023720	1590	1918	18.30				Ir	
NGC 2350	071312.2+121558	1793	2082	13.30	345	31.8	TF	S0a	
UGC 03755	071351.7+103116	186	486	14.10		7.4	rgb	Im	
UGC 03775	071552.6+120654	2019	2314	16.40				Sm	
UGC 03830	072330.5+023657	1232	1595	14.99		16.7	tf	Scd	
PGC 020981	072539.0+091059	1064	1394	16.29	94			Ir	
AGC 171494	072753.6+044146	1928	2288	18.00	120	33.0	TFb	Sd	
AGC 171462	073059.7+075935	1737	2084	17.20	84			Sm	
UGC 03895	073123.4+000312	1276	1666	16.17	38			Sm	
UGC 03912	073412.6+043247	1063	1435	14.72	154	20.0	TF	Sd	
AGC 174585	073610.3+095911	217	562	17.90	21	7.9	rgb	Ir	
UGC 03946	073759.6+031858	1026	1411	14.29	90	12.7	TF	Sm	
UGC 3974	074155.4+164809	160	471	13.60	55	8.1	rgb	Sm	U 3974

количество различных фрагментов галактик, принимаемых в SDSS за отдельные объекты. Немалую долю нашего начального списка составили также «духи» — фиктивные HI-источники обзора ALFALFA с низким отношением сигнал/шум, не отождествляемые с галактиками. Заметим, что база данных NED (<http://ned.ipac.caltech.edu>) содержит в рассматриваемой области еще более 1000 фиктивных «галактик» с $V_{LG} < 2000$ км с⁻¹. Все это указывает на то, что автоматическое использование данных HyperLeda и NED без их тщательного визуального анализа может привести к грубым искажениям исследуемого поля пекулярных скоростей галактик.

Отбирая галактики в наш список, мы также проверяли и уточняли различные их характеристики. Сводка использованных нами данных представлена в таблице 1.² Столбцы таблицы содержат: (1) имя галактики или ее номер в известных каталогах; (2) экваториальные координаты на эпоху J 2000.0; (3) лучевую скорость относительно центра Местной группы с параметрами апекса, использованными в NED; (4) скорость галактики

относительно трехградусного реликтового излучения с параметрами апекса из NED; (5) интегральную видимую величину галактики в B -полосе по данным NED или HyperLeda, при наличии сильных расхождений в значениях B мы прибегали к собственным визуальным оценкам видимой величины, опираясь на фотометрию других галактик сходной структуры; (6) полуширину W_{50} линии 21 см, изме-

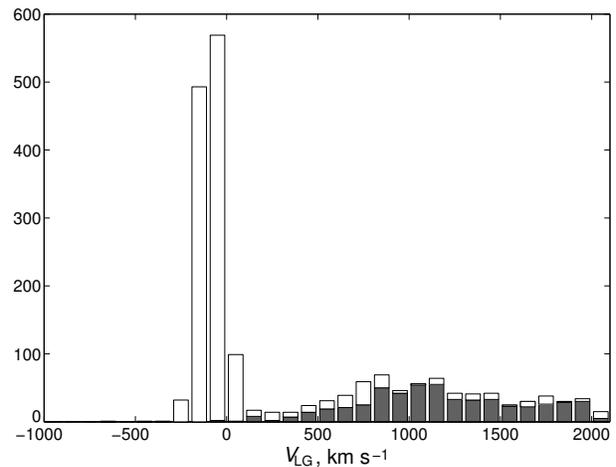


Рис. 2. Распределение 1918 объектов Leo/Can из HyperLeda по лучевым скоростям в системе Местной группы. Реальные 543 галактики показаны темным.

² Полная версия таблицы представлена в электронном виде в базе данных Vizier: <http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/qcat?J/other/AstBu/70.1>

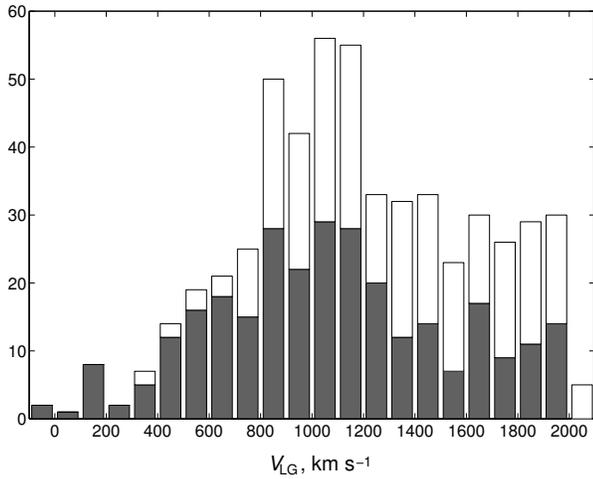


Рис. 3. Распределение 543 галактик в полосе Leo/Com по лучевым скоростям. Темным выделены 290 объектов с измеренными расстояниями.

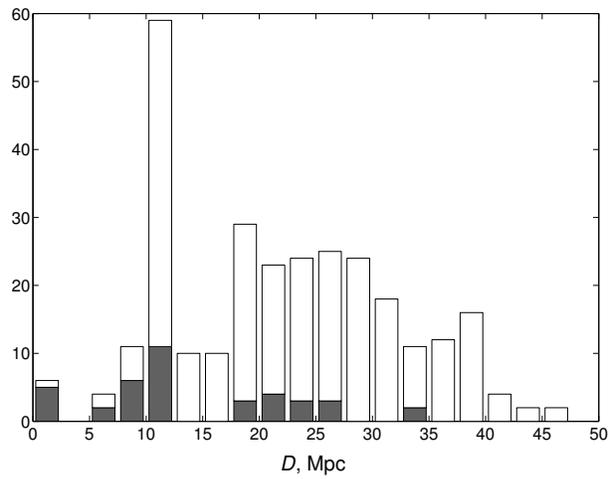


Рис. 4. Распределение 290 галактик в области Leo/Com по расстояниям. Темным выделено 39 галактик с высокоточными оценками расстояния.

ренную на уровне 50% от максимальной интенсивности, основными источниками данных о ней служили HI-обзоры ALFALFA [16, 19] и HIPASS [17] с добавлением данных из более поздних публикаций [20]; (7) расстояние до галактики в Мпк; (8) метод, которым было измерено расстояние: *rgb* — по вершине ветви красных гигантов; *сер* — по цефеидам; *SN* — по светимости сверхновых; *sbf* — по флуктуации поверхностной яркости; *mem* — по очевидному членству галактики в известных группах; *tf*, *TF*, *TFb* — по зависимости Талли–Фишера между W_{50}^c и светимостью галактики, буквами *tf* обозначены медианные оценки расстояния, взятые из NED, заглавными буквами *TF* обозначены наши оценки D по соотношению [21]

$$M_B = -7.27(\lg W_{50}^c - 2.5) - 19.99, \quad (1)$$

где ширина W_{50}^c исправлена за наклон галактики к лучу зрения; как было отмечено в [22], богатые газом галактики низкой светимости систематически отклоняются от зависимости (1), нуждаясь в так называемой «барионной поправке»; у галактик поздних типов (*Ig*, *Im*, *Sm*) с HI-величиной $m_{21} \lesssim m_B$, где $m_{21} = -2.5 \lg F(\text{HI}) + 17.4$, а $F(\text{HI})$ — поток в линии 21 см в Ян км с^{-1} , водородная масса превышает звездную массу, поэтому в случаях $m_{21} < m_B$ мы определяли расстояния по соотношению

$$\lg D = 0.2(m - M) - 5, \quad (2)$$

используя величину m_{21} вместо m_B ; два десятка таких богатых газом галактик отмечены буквами *TFb*; (9) морфологический тип галактики, определявшийся нами независимо от данных NED и HyperLeda; (10) имя ярчайшей галактики в группе, к которой принадлежит данная галактика согласно [1–3].

Распределение 543 галактик нашей выборки по лучевым скоростям V_{LG} представлено на рис. 3. Галактики с индивидуальными оценками расстояния выделены черным. В последний интервал гистограммы $V_{LG} = 2000\text{--}2100 \text{ км с}^{-1}$ попало несколько галактик из-за различия параметров апекса в NED и HyperLeda. Как видно из рис. 3, относительное количество галактик в нашей выборке с известными расстояниями и пекулярными скоростями довольно велико, но доля их систематически падает с ростом лучевой скорости (расстояния).

Рисунок 4 показывает распределение 290 галактик в области Leo/Com по оценкам расстояния. Черным отмечено 39 галактик, у которых расстояния измерены методами *rgb*, *сер*, *SN*, *sbf* с погрешностью приблизительно 5–10%. Резкий максимум на гистограмме приходится на члены близких групп: NGC 3379 = Leo I и NGC 3627 с расстояниями порядка 10–11 Мпк. В более широкий вторичный максимум на $D = 18\text{--}32$ Мпк дают преимущественный вклад группы вокруг галактик NGC 2962, NGC 3166, NGC 3227, NGC 3686 и NGC 3810.

Карта распределения галактик в полосе Leo/Com по морфологическим типам представлена на рис. 5. Галактики ранних типов E–S0a, спиральные галактики типов Sa–Sm и объекты поздних типов *Igg*, *Im*, *BGD* отмечены кружками разной плотности. Галактики низкой светимости с $M_B > -17^m$ изображены мелкими кружками. В соответствии с известной общей закономерностью, карликовые системы поздних типов распределены более однородно по сравнению с галактиками нормальной светимости. Большинство галактик ранних типов сконцентрировано в группах. Однако и среди галактик поля встречаются изолированные E и S0

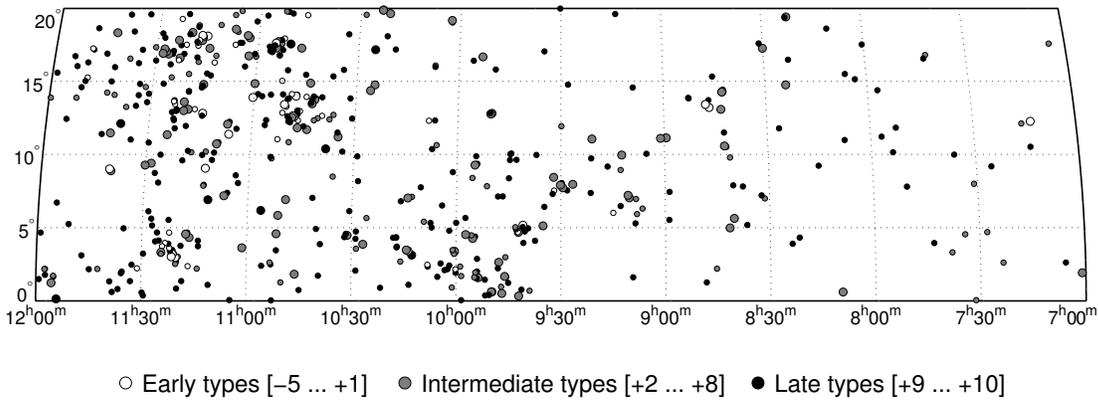


Рис. 5. Морфологические типы галактик в области Leo/Com. Галактики низкой светимости, $M_B > -17^m$, показаны кружками меньшего диаметра.

галактики, обычно имеющие низкую светимость и признаки эмиссии (UGC 5923, UGC 6233, IC 676, IC 745). Наличие в этой области компактной изолированной dE-галактики CGCG 036-042 = PGC 029471 было предметом специального обсуждения в [23].

Панорама распределения галактик нашей выборки по экваториальным координатам и лучевым скоростям относительно центра Местной группы показана на рис. 6. Верхняя панель рисунка представляет всю рассматриваемую область с обозначением имен наиболее населенных групп, а нижняя панель дает в более крупном масштабе область, занимаемую близкими группами NGC 3379 и NGC 3627. Лучевые скорости галактик маркированы согласно шкале плотностей, приведенной между панелями. Члены богатых групп соединены линиями с соответствующей главной галактикой группы. Как видим, большинство галактик с лучевыми скоростями $V_{LG} < 1000 \text{ км с}^{-1}$ располагаются в левом верхнем углу рассматриваемой области, в непосредственном соседстве с западной границей скопления Virgo. Галактики со скоростями $V_{LG} > 1500 \text{ км с}^{-1}$ доминируют в правой половине общей карты Leo/Com.

Рисунок 7 представляет распределение галактик в этой области по расстояниям согласно шкале под верхней панелью. На нижней панели показано поведение скользящей медианы с окном усреднения 0^h5 . Распределение галактик по расстояниям выглядит довольно пятнистым. Тем не менее, в зоне, примыкающей к скоплению Virgo ($RA > 10^h4$), среднее расстояние галактик полосы Leo/Com приблизительно соответствует расстоянию самого скопления, приблизительно 17 Мпк. Типичные расстояния галактик в средней зоне $RA = 8^h3-10^h3$ превышают 25 Мпк, что, вероятно, обусловлено наличием цепочки далеких групп (NGC 2648, NGC 2894, NGC 2962,

NGC 3023), пересекающих по диагонали эту зону. В самой правой области рис. 7 число галактик с измеренными расстояниями невелико, но среди них выделяется необычная диффузная структура, которую мы назвали Gemini Flock. Семь галактик, входящих в нее, соединены на рисунке общим периметром. Члены этой «стаи» являются карликовыми галактиками с активным звездообразованием, все они имеют аномально малые значения лучевых скоростей порядка 180 км с^{-1} и rgb-расстояния около 8–9 Мпк. Впервые на эту систему как ассоциацию четырех карликов обратил внимание Б. Талли [24]. Затем ее состав пополнился еще тремя членами [25, 26], два из которых были недавно обнаружены и исследованы в обзоре SHIELD [26].

Как следует из данных таблицы 1, около 80% оценок расстояния сделано методом Талли–Фишера. Погрешность этого метода для нормальных по светимости галактик составляет приблизительно 0^m4 , или примерно 20%. В применении к карликовым галактикам точность метода падает из-за неопределенности поправки W_{50} за наклон галактики и других факторов. Однако, при усреднении по многим членам одной группы среднее ее расстояние может быть определено TF-методом с вполне приемлемой точностью. Оценки расстояний методами rgb, ser, SN и sbf дают точность в 2–4 раза лучше, чем TF-метод, т.е. одно измерение «точным» методом статистически эквивалентно примерно 5–15 TF-оценкам. Но нам встречались случаи, когда оценка расстояния точным методом значительно расходилась с TF-оценками для других членов той же самой группы. К примеру, расстояние до NGC 3626 по флуктуациям поверхностной яркости, 20.0 Мпк [27], выглядит заниженным по сравнению со средним расстоянием остальных членов группы, 26.3 Мпк. Очевидная причина недооценки sbf-расстояния вызвана нали-

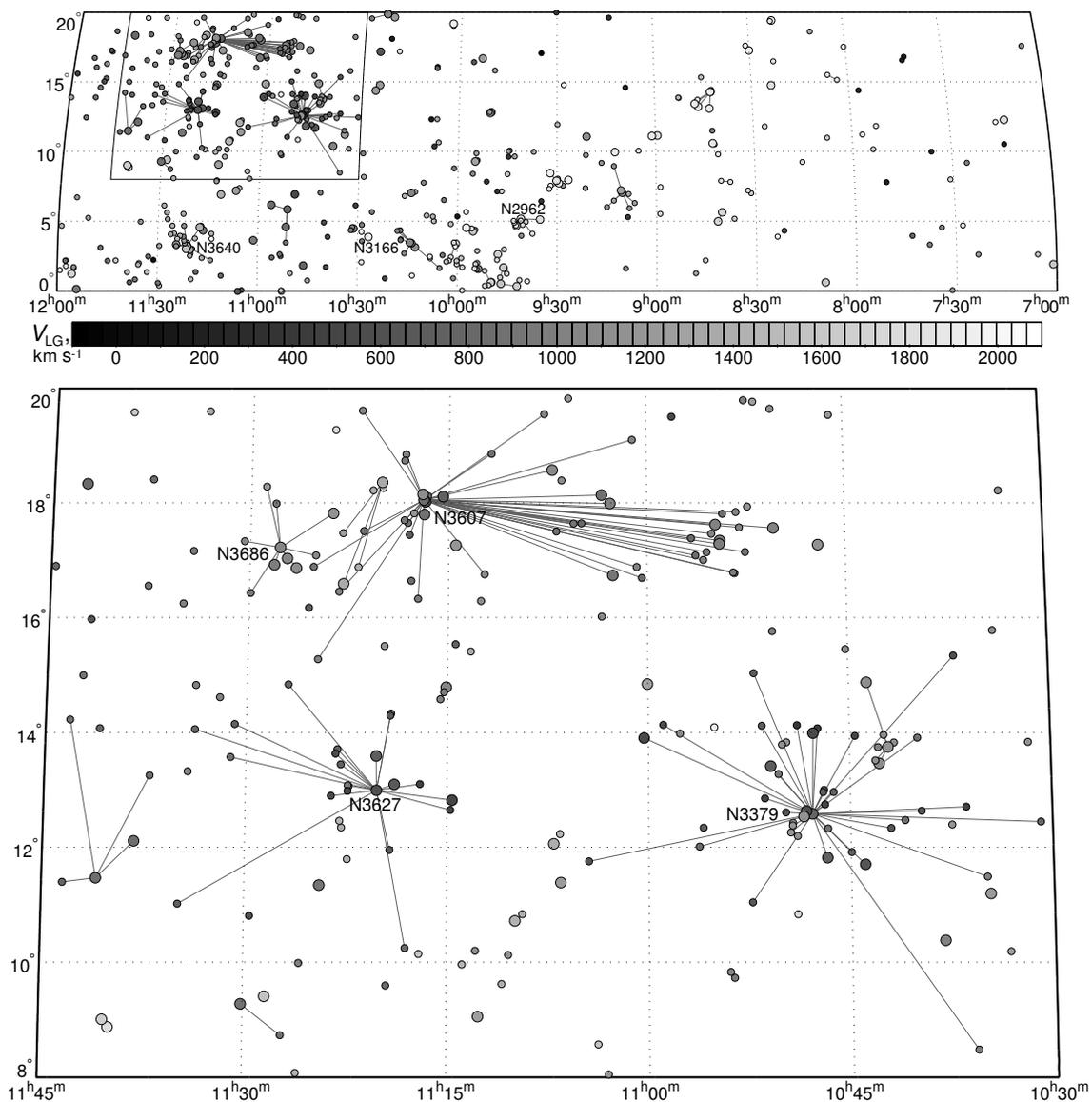


Рис. 6. Распределение галактик Leo/Can по лучевым скоростям в соответствии с указанной шкалой (вверху). Нижняя панель представляет область близких групп NGC 3379 и NGC 3627 крупным планом. Члены групп соединены с главной галактикой линиями.

чем у этой Sa-галактики пылевых полос, которые приводят к завышению измеряемых флуктуаций яркости. Другим примером является Sc-галактика NGC 3389, где расстояние 32.8 Мпк по SN Ia [28] оказалось на 10 Мпк больше, чем определенное другими методами. Обе эти галактики отличаются большими peculiar скоростями, которые нивелируются при использовании альтернативных оценок расстояния.

3. ПЕКУЛЯРНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ГАЛАКТИК В ОБЛАСТИ LEO/CAN

Поле peculiar скоростей галактик в рассматриваемой полосе при значении параметра

Хаббла $H_0 = 72 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$ представлено на рис. 8. Верхняя половина рисунка соответствует peculiar движениям относительно центра Местной группы, нижняя — относительно микроволнового трехградусного излучения. Разметка peculiar скоростей соответствует шкале плотностей, которая в первом случае охватывает диапазон от -2000 км с^{-1} до $+800 \text{ км с}^{-1}$, а во втором — от -1400 км с^{-1} до $+1400 \text{ км с}^{-1}$. Ломаные линии под панелями V_{pec} показывают изменение медианной peculiar скорости вдоль полосы с окном $0^{\text{h}}5$.

При среднем расстоянии галактик порядка 25 Мпк и погрешности измерения расстояния

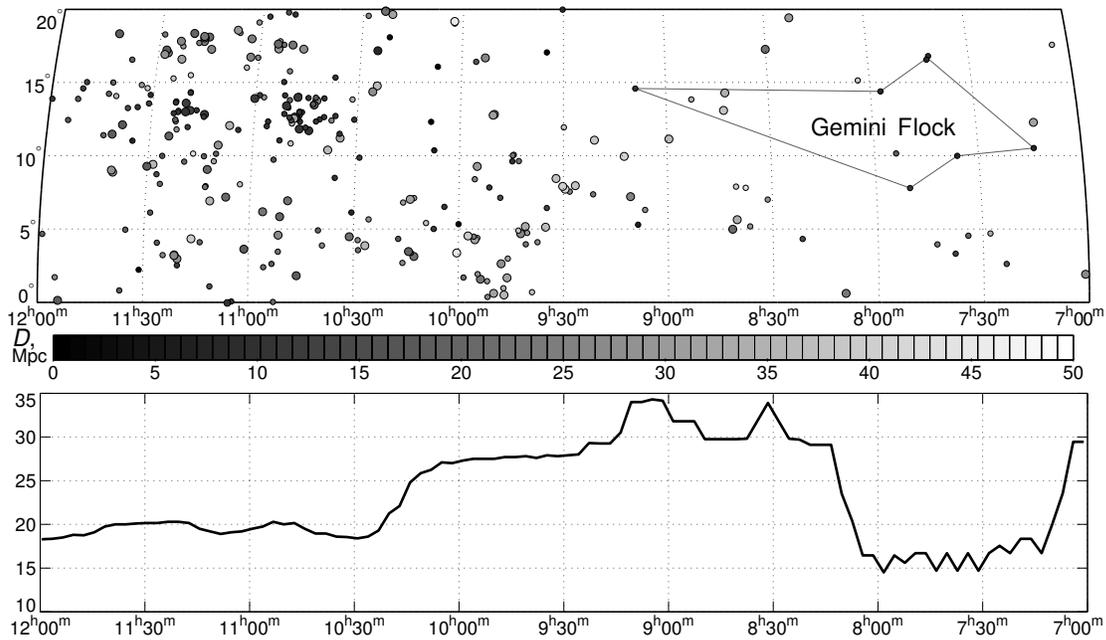


Рис. 7. Распределение галактик Leo/Can по расстояниям сообразно представленной шкале. Нижняя панель показывает ход медианного расстояния вдоль RA с окном $0^{\text{h}}5$.

методом Талли—Фишера примерно 20% ожидаемая погрешность в оценке пекулярной скорости составляет приблизительно 360 км с^{-1} . Наблюдаемые вариации V_{pec} значительно превышают эту величину. В системе Местной группы медианная пекулярная скорость остается отрицательной во всем диапазоне RA от скопления Virgo до зоны Млечного Пути на высоких сверхгалактических широтах, меняясь от -300 км с^{-1} до -700 км с^{-1} . Это обстоятельство известно как феномен «местной аномалии скоростей» (local velocity anomaly) [29] и объясняется движением Местной группы к скоплению Virgo ($12^{\text{h}}5, +12^\circ$) со скоростью приблизительно 190 км с^{-1} и удалением от расширяющегося Местного войда в направлении ($7^{\text{h}}0, -3^\circ$) со скоростью примерно 260 км с^{-1} [30]. Объем пространства и число галактик, которые участвуют в этом движении, остаются весьма неопределенными.

В системе отчета, связанной с микроволновым излучением, медианная пекулярная скорость меняется более симметрично: от $+200 \text{ км с}^{-1}$ до -200 км с^{-1} . Положительные значения $V_{\text{pec}}(3\text{K})$ в области $10^{\text{h}}5-12^{\text{h}}0$ в основном обусловлены двумя богатыми близкими группами вокруг NGC 3379 и NGC 3627, которые движутся от нас к скоплению Virgo, показывая положительную компоненту скорости по лучу зрения относительно наблюдателя. Заметим, что в полосе Boötes, которая расположена по другую сторону от Virgo и простирается

вплоть до Местного войда, также отчетливо виден эффект падения галактик на скопление Virgo [14].

Согласно анализу, сделанному в [30], картина движений в области Leo/Can выглядит в грубых чертах как сближение двух элементов локальной крупномасштабной структуры: Местного объема и облака Leo со взаимной скоростью порядка 500 км с^{-1} . Новые массовые измерения лучевых скоростей и расстояний галактик в Leo/Can подтверждают существование близких крупномасштабных течений галактик с амплитудами, которые сопоставимы с вириальными скоростями в богатых скоплениях.

4. СИСТЕМЫ ГАЛАКТИК В ОБЛАСТИ LEO/CAN

Алгоритм кластеризации галактик, использованный в [1–3], привел к обнаружению в рассматриваемой области 23 групп галактик, большинство из которых было известно ранее. С учетом новых данных о лучевых скоростях и расстояниях галактик список этих групп представлен в таблице 2. В колонках таблицы содержатся следующие основные характеристики групп: (1) имя главной галактики; (2) число членов с измеренными лучевыми скоростями; (3, 4) средняя лучевая скорость группы (км с^{-1}) относительно центроида Местной группы и относительно трехградусного реликтового излучения; (5) расстояние до группы (Mpc), соответствующее среднему модулю $(m - M)$ ее

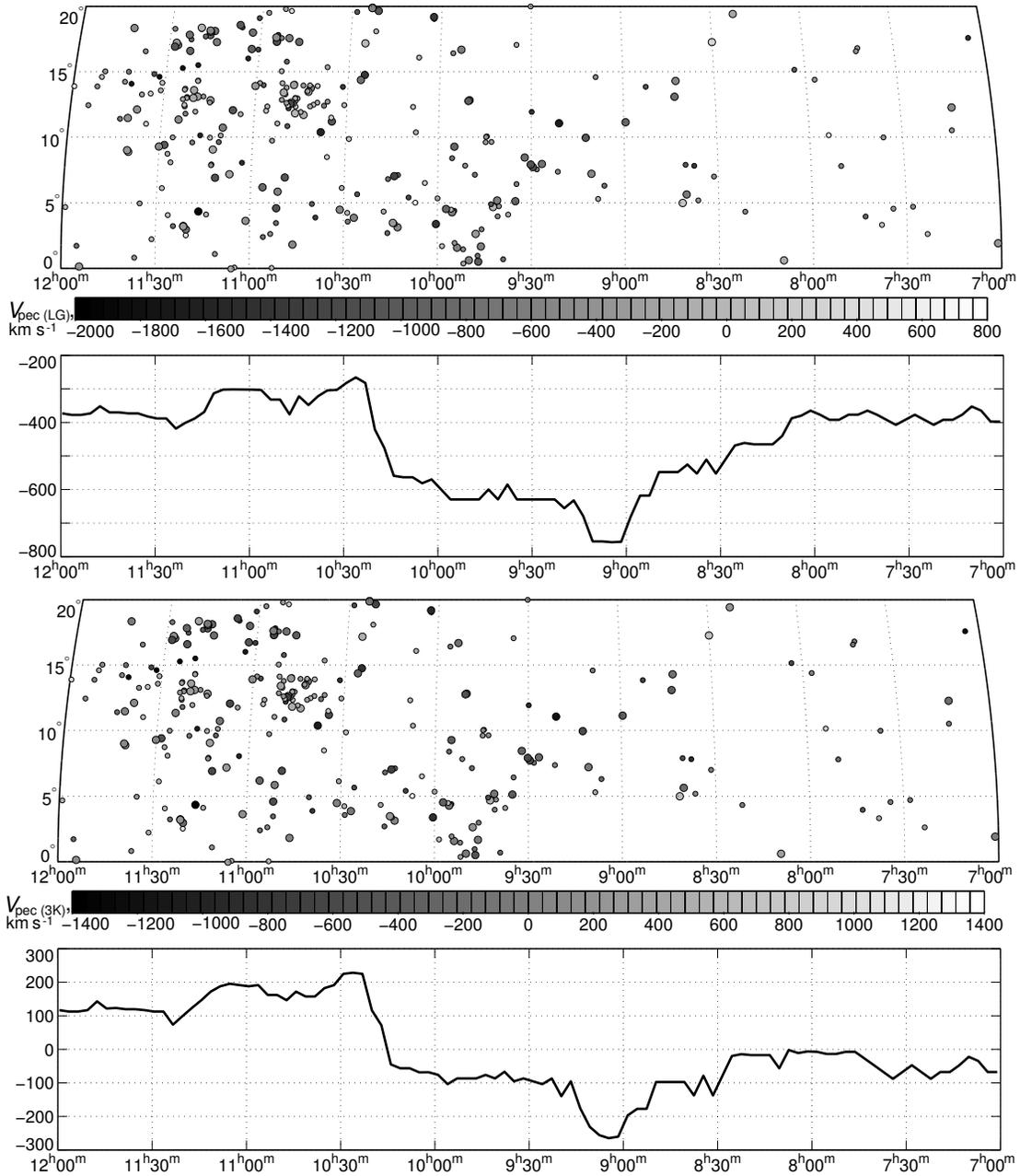


Рис. 8. Распределение галактик Leo/Car по шкале peculiarных скоростей. Верхняя и нижняя панели соответствуют V_{pec} в системе Местной группы и в системе трехградусного реликтового излучения. Ломаные линии показывают поведение медианы peculiarной скорости вдоль полосы.

членов; (6) дисперсия лучевых скоростей (км с^{-1}); (7) средний гармонический радиус группы (кпк); (8) логарифм суммарной звездной массы группы, оцененной по светимости галактик в K -полосе в предположении $M^*/L_K = 1 \times M_\odot/L_\odot$; (9) логарифм проекционной (вириальной) массы группы, которая характеризует массу гало группы, M_H ,

$$M_p = (32/\pi G)(N - 3/2)^{-1} \sum_{i=1}^N \Delta V_i^2 R_i, \quad (3)$$

где ΔV_i и R_i — лучевая скорость и проекционное расстояние i -го члена группы относительно центра группы [31], N — число членов, а G — постоянная тяготения; (10) логарифм отношения проекционной и звездной массы; (11) число членов группы с оценками расстояния; (12, 13) средний модуль расстояния и средний квадратичный разброс модулей. Последняя строка таблицы содержит средние значения представленных величин.

Таблица 2. Характеристики групп галактик

Group	N_v	$\langle V_{LG} \rangle$, км с ⁻¹	$\langle V_{зк} \rangle$, км с ⁻¹	D , Мпк	σ_v , км с ⁻¹	R_h , кпк	$\lg M^*$, [M_\odot]	$\lg M_H$, [M_\odot]	$\lg M_H/M^*$	N_D	$\langle m - M \rangle$, mag	$\sigma(m - M)$, mag
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
N2648	8	1933	2348	36.0	55	128	11.09	11.98	0.89	2	32.78	0.10
N2775	9	1249	1740	26.9	89	296	11.37	12.99	1.62	2	32.15	0.10
N2894	7	1952	2483	39.6	50	458	11.32	12.23	0.91	4	32.99	0.10
N2962	10	1778	2304	31.6	53	161	10.99	11.94	0.95	6	32.50	0.32
N2967	6	1654	2262	35.8	62	507	11.03	12.75	1.72	1	32.77	—
U5228	4	1683	2231	32.7	40	188	10.31	11.90	1.59	2	32.57	0.05
N3023	5	1667	2222	28.8	21	35	10.44	11.40	0.96	3	32.30	0.17
N3020	3	1240	1723	30.2	45	44	10.24	11.53	1.29	2	32.40	0.06
N3049	3	1297	1805	30.2	15	144	10.29	11.31	1.02	1	32.40	—
U5376	4	1847	2393	45.3	66	253	10.87	12.23	1.36	1	33.28	—
N3166	10	1104	1742	20.5	44	126	11.36	11.97	0.61	5	31.56	0.35
N3227	6	1054	1495	25.7	74	128	11.27	12.50	1.23	5	32.05	0.27
N3338	7	1105	1594	20.1	50	112	10.77	11.05	0.28	3	31.52	0.33
N3379	36	702	1198	10.8	193	191	11.53	13.10	1.57	14	30.18	0.31
N3423	4	850	1389	23.1	21	570	10.64	12.14	1.50	4	31.82	0.25
N3521	3	593	1160	10.7	37	132	11.10	12.52	1.42	2	30.15	0.00
N3596	3	1009	1483	14.0	42	41	10.13	11.43	1.30	0	30.73	—
N3607	45	928	1377	25.0	115	471	11.77	13.29	1.52	12	31.99	0.28
N3626	5	1387	1833	25.6	86	187	11.06	12.75	1.69	4	32.04	0.39
N3627	20	697	1182	10.8	136	201	11.47	12.96	1.49	15	30.09	0.38
N3640	14	1240	1785	27.2	134	252	11.34	12.66	1.32	4	32.17	0.08
N3686	10	1057	1508	21.9	91	175	10.97	12.65	1.68	5	31.70	0.37
N3810	5	844	1328	17.7	43	360	10.67	12.12	1.45	5	31.24	0.23
Mean	10	1255	1765	25.7	68	224	10.86	12.23	1.28	4	31.89	0.22

4.1. Группы NGC 3379 = Leo I и NGC 3627

Обе группы на расстоянии 10.8 Мпк являются самыми близкими и богатыми системами в области Leo/Car. Недавние измерения расстояний у главных галактик в этих группах методом *rgb*: 10.7 Мпк и 10.8 Мпк [32] находятся в замечательном согласии с данными таблицы 2. Общий вид обеих групп показан на нижней панели рис. 6. Группа Leo I содержит значительное количество галактик типов E, S0, dSph, что указывает на ее продвинутый эволюционный статус. В литературе имеется несколько оценок вириальной массы группы Leo I: $0.72 \times 10^{13} M_\odot$ [33], $1.7 \times 10^{13} M_\odot$ [1] и $1.7 \times 10^{13} M_\odot$ [34], которые удовлетворительно согласуются с оценкой массы $1.26 \times 10^{13} M_\odot$

в таблице 2. На северо-западную окраину Leo I проектируется компактная группа NGC 3338 со средней лучевой скоростью $V_{LG} = 1105 \text{ км с}^{-1}$ и расстоянием 20.1 Мпк. Объединение членов этой более далекой группы с членами Leo I привнесло бы асимметрию в профиль скоростей группы Leo I и завышало оценку массы ее гало. Еще одной особенностью группы Leo I является наличие в ее центре водородного кольца диаметром приблизительно 200 кпк [35]. Проектируясь на карликовые dSph-члены группы, HI-облака приводят к фиктивным значениям лучевых скоростей карликов. Соседняя группа NGC 3627 имеет несколько меньшую массу гало и меньший процент галактик ранних типов. Примечательной

особенностью этой группы является карликовая галактика экстремально низкой поверхностной яркости AGC 215414, у которой более 95% барионов содержится не в звездной, а в газовой компоненте [36, 37]. Радиус «сферы нулевой скорости» для групп NGC 3379 и NGC 3627 составляет $R_0 \simeq 1.8$ Мпк, что превышает проекционное расстояние между центрами групп. Из этого можно заключить, что со временем обе группы сольются в единую динамическую систему.

4.2. Группа NGC 3607

Согласно Талли [38], эта группа, наряду с группой NGC 3686 и другими более северными группами, входит в состав рассеянной ассоциации Leo cloud под номером 21-1. Как видно из нижней панели рис. 6, на западной стороне этой группы имеется подгруппа галактик (NGC 3454/55/57), которая вероятно пребывает в процессе слияния с основным телом группы. По своей светимости и по вириальной массе группа NGC 3607 является самым значительным объектом в области Leo/Can.

4.3. Другие группы

Обращает на себя внимание, что некоторые группы галактик, определенные в [1] как динамически обособленные, ассоциируются друг с другом, образуя иерархические структуры более высокого уровня. К примеру, группы галактик вокруг NGC 2962, NGC 2967, UGC 5228 и NGC 3023 имеют сходные значения лучевых скоростей и оценок расстояния. Все эти четыре группы ассоциируются также с группой NGC 2974, которая находится вне южной границы нашей области. По очевидным причинам динамический анализ таких иерархических структур сталкивается с трудностями.

4.4. Gemini Flock

В области Leo/Can имеется 13 галактик с лучевыми скоростями $V_{LG} < 300$ км с⁻¹. Помимо четырех членов Местной группы (Leo-T, Segue-1, Leo-I, Leo-V) и двух соседствующих с ней карликов (Sex B, Leo P), остальные 7 объектов с такими скоростями сосредоточены на небольшом участке неба, который занимает 1/10 площади рассматриваемой зоны. Вероятность такого события составляет примерно 10^{-6} . Принимая неслучайный характер этой конфигурации, мы получаем крайне странную, эфемерную систему, в которой присутствуют только карликовые галактики. При средней лучевой скорости $\langle V_{LG} \rangle = 190$ км с⁻¹ среднее расстояние до этой группы равно 8.5 Мпк,

следовательно она приближается к Местной группе с пекулярной скоростью -423 км с⁻¹. Эта «стая» галактик в созвездии Gemini имеет дисперсию лучевых скоростей σ_v всего 20 км с⁻¹ и проекционный радиус примерно 5° , или 740 кпк. Этим параметрам соответствует вириальная масса группы $M_{vir} \sim 3 \times 10^{11} M_\odot$. При суммарной звездной массе группы $M^* = 0.96 \times 10^9 M_\odot$ отношение вириальной массы к звездной достигает $M_{vir}/M^* \simeq 300$, т.е. средняя плотность темной материи в ней близка к $\Omega_m \simeq 1$. Однако, полученные значения следует воспринимать скорее как формальные, поскольку время пересечения для такой рыхлой системы превышает возраст вселенной в 2.5 раза, означая, что члены Gemini Flock не могут быть связаны друг с другом причинным образом. Исключением является тесная пара UGC 3974 и КК 65 с разностью лучевых скоростей 10 км с⁻¹ и проекционным расстоянием компонентов 38 кпк. Заметим, что при переходе к системе отсчета микроволнового космического излучения дисперсия лучевых скоростей членов группы возрастает до $\sigma_v = 55$ км с⁻¹, а средняя пекулярная скорость падает до $V_{pec}(3K) = -73$ км с⁻¹ (т.е. система практически покоится относительно реликтового излучения).

4.5. Пары галактик

Из списка 509 пар галактик в Местном сверхскоплении [2] 20 пар находятся в области Leo/Can. Основные характеристики их представлены в таблице 3, столбцы которой содержат: (1) имена компонентов пары; (2, 3) среднюю лучевую скорость относительно центра Местной группы и относительно реликтового излучения; (4) разность лучевых скоростей; (5) среднее расстояние компонентов; (6) проекционное расстояние между компонентами; (7, 8) суммарную звездную массу и орбитальную массу, $M_{orb} = (16/\pi G) \Delta V_{12}^2 R_{12}$; (9) отношение орбитальной массы к звездной массе; (10) число компонентов с индивидуальной оценкой расстояния; (11) разность модулей расстояния у компонентов пары. Последняя строка таблицы содержит средние значения указанных параметров для двойных систем.

Как следует из этих данных, типичная пара галактик имеет разность лучевых скоростей компонентов примерно 30 км с⁻¹, проекционное расстояние между ними приблизительно 160 кпк и отношение массы гало (орбитальной массы) к звездной массе порядка 9.

В случае пар галактик, как и в случае групп, большинство оценок расстояний было сделано методом Талли—Фишера, погрешность которого принимается равной $\sigma(m - M) \simeq 0.4$. Средняя квадратичная разность модулей расстояния в последней

Таблица 3. Характеристики пар галактик

Name	$\langle V_{LG} \rangle$, км с ⁻¹	$\langle V_{3K} \rangle$, км с ⁻¹	ΔV_{12} , км с ⁻¹	D , Мпк	R_{12} , кпк	$\lg M^*$, [M_{\odot}]	$\lg M_H$, [M_{\odot}]	$\lg M_H/M^*$	N_D	$\sigma(m - M)$, mag
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
UGC 3974	165	476	10	8.0	38	8.63	9.65	1.02	2	0.01
KK 65										
KK 67	1860	2216	9	39.2	540	8.92	10.71	1.79	1	—
ККН 43										
IC 2329	1954	2307	43	29.8	57	9.57	11.09	1.52	1	—
P 1590056										
P 1331483	1832	2283	3	42.0	516	9.05	9.74	0.69	2	0.25
A 182493										
UGC 04524	1776	2248	3	27.0	343	10.05	9.56	-0.49	2	0.49
NGC 2644										
A 193802	1308	1806	10	25.5	36	8.36	9.63	1.27	2	0.17
SDSS 0944										
NGC 3044	1142	1694	86	22.8	42	10.44	11.56	1.12	1	—
PGC 135730										
AGC 192959	1623	2162	31	35.0	129	10.61	11.16	0.55	2	0.23
NGC 3055										
LSBCL 1-099	1599	2151	21	21.2	232	9.75	11.08	1.33	1	—
Ark 227										
UGC 05401	1918	2360	52	43.0	110	10.46	11.55	1.09	2	0.16
UGC 05403										
UGC 05633	1231	1714	15	31.6	271	10.03	10.86	0.83	2	0.30
UGC 05646										
NGC 3246	1954	2504	6	31.2	350	10.03	10.17	0.14	2	0.28
VIII Zw 081										
UGC 5708	1000	1547	26	21.3	53	9.79	10.62	0.83	1	—
SDSS 10313										
MGC 0013223	1588	2158	38	20.8	24	8.78	10.63	1.85	1	—
PGC 032664										
PGC 135768	857	1414	12	18.6	48	8.57	9.91	1.34	1	—
PGC 032687										
AGC 213796	1219	1740	9	24.1	26	9.62	9.40	-0.22	2	0.13
PGC 034135										
UGC 06306	1513	2052	132	21.0	18	10.15	11.58	1.43	1	—
NGC 3611										
PGC 034965	1419	1959	6	19.4	161	9.34	9.84	0.50	—	—
AGC 214317										
IC 2828	875	1381	18	16.1	255	10.56	10.99	0.43	2	0.28
NGC 3705										
PGC 1218832	818	1345	43	11.2	9	8.28	10.28	2.00	—	—
PGC 1218144										
Mean	1383	1876	29	25.4	163	9.55	10.50	0.95	1.6	0.23

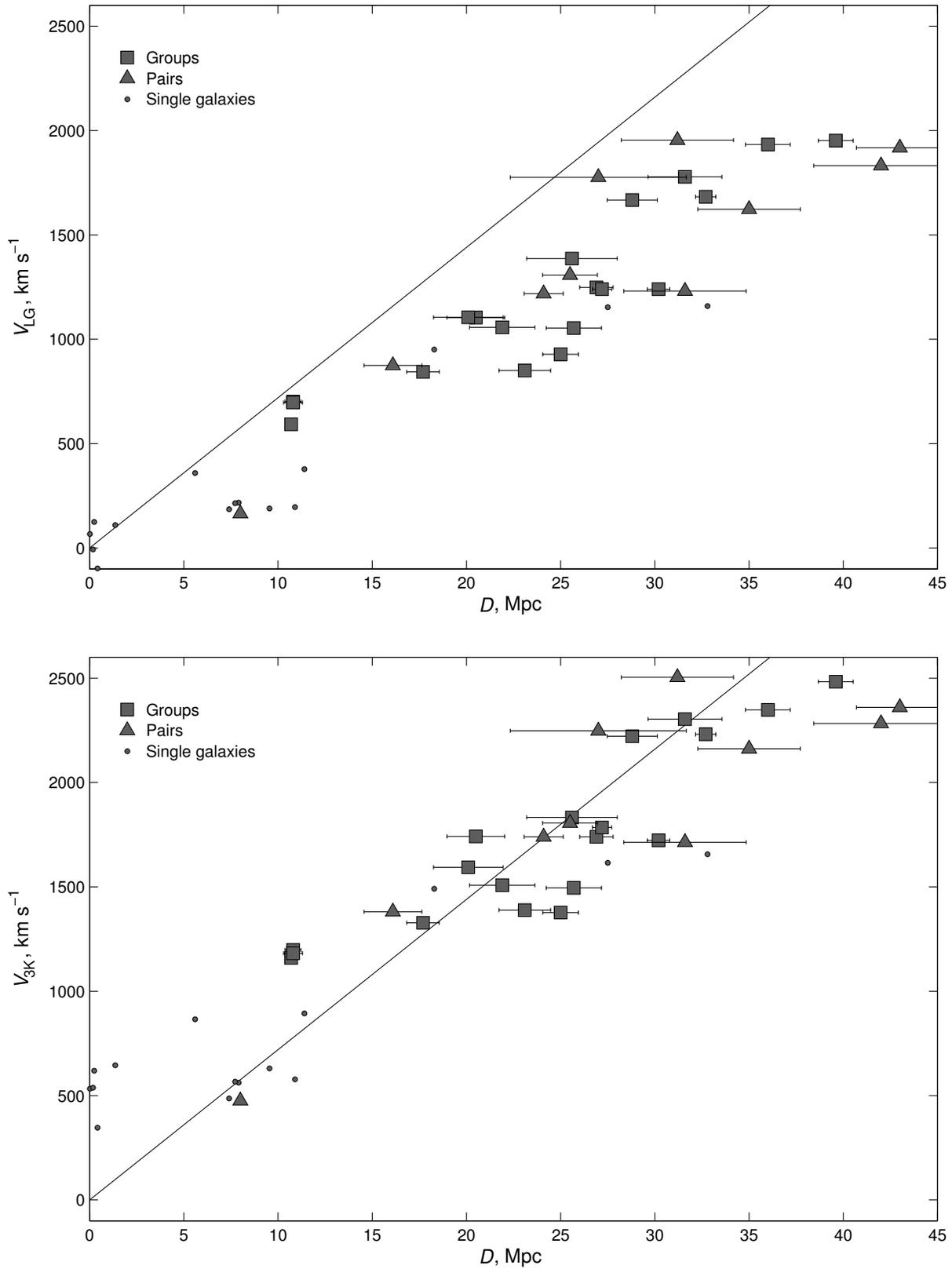


Рис. 9. Хаббловская диаграмма для групп и пар галактик области Leo/Com в системе Местной группы (верхняя панель) и реликтового излучения (нижняя панель). Ошибки среднего расстояния показаны горизонтальными отрезками.

колонке таблиц 2 и 3 составляет, соответственно, $0^m 25$ и $0^m 26$. Из этого можно заключить, что членство галактик в группах и парах, отобранных с применением алгоритма [1, 2], убедительно подтверждается последующими независимыми оценками их расстояний. Каталоги групп, триплетов и пар галактик в Местном сверхскоплении [1–3] очевидно содержат лишь небольшой процент фиктивных членов.

5. ДИАГРАММА ХАББЛА В ОБЛАСТИ LEO/CAN

Соотношение между лучевыми скоростями и расстояниями галактик в рассматриваемой полосе представлено на рис. 9. Верхняя панель рисунка соответствует скоростям в системе Местной группы, нижняя — относительно микроволнового космического излучения. Квадратами обозначены группы галактик с числом индивидуальных оценок расстояния $n_D \geq 2$, треугольниками — пары с измеренными расстояниями для обоих компонентов, мелкими кружками изображены одиночные галактики с высокоточными оценками расстояния (rgb, ser, SN, sbf). Прямая линия на панелях соответствует параметру Хаббла $H_0 = 72 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$. Из представленных данных можно сделать следующие заключения.

- Почти все группы и пары галактик имеют лучевые скорости V_{LG} существенно меньше ожидаемых при $H_0 = 72 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$. Типичный сдвиг по скорости относительно ожидаемой составляет $\Delta V \sim 500 \text{ км с}^{-1}$. В системе 3К отклонения от линии $H_0 = 72 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$ не так велики, что свидетельствует о наличии у Местной группы большой пекулярной скорости относительно реликтового излучения.
- Некоторые группы и пары с хорошо определенными средними расстояниями обладают значительными пекулярными скоростями относительно 3К-системы. В частности, богатые близкие группы NGC 3379 и NGC 3627, а также близкая тройная система NGC 3521 имеют пекулярные скорости около $+410 \text{ км с}^{-1}$, тогда как богатая группа NGC 3607 имеет $V_{pec}(3К) \simeq -420 \text{ км с}^{-1}$. Большие пекулярные скорости у этих групп являются реальными, они не вызваны ошибками измерения расстояний.
- Самая близкая к нам диффузная группа карликовых галактик Gemini Flock на высокой сверхгалактической широте практически покоится в системе 3К. Этим она отличается от других близких групп: NGC 3379, NGC 3627 и NGC 3521, которые расположены вблизи экватора Сверхскопления. Как показывает дополнительный

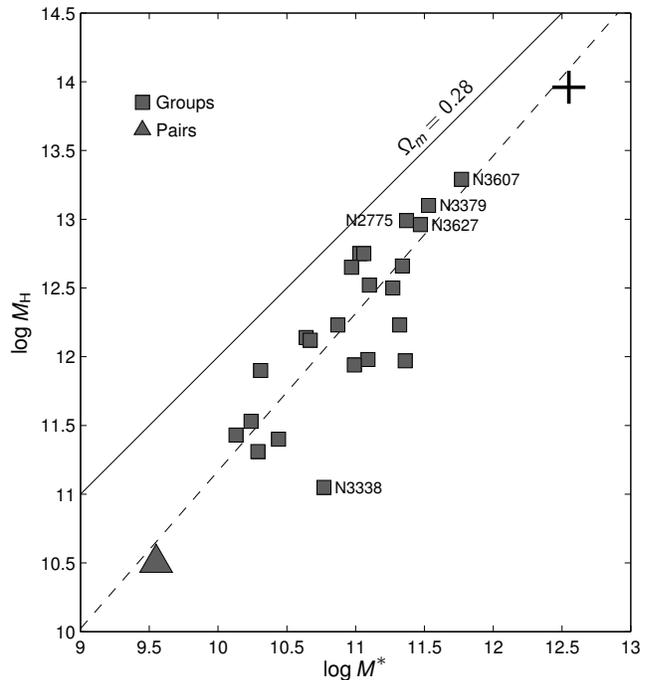


Рис. 10. Соотношение между вириальной/орбитальной массой гало и суммарной звездной массой для групп и пар галактик. Крестом показано отношение $\sum M_H / \sum M^* = 26$ для всего объема Leo/Can. Сплошная линия соответствует глобальному значению $M_H / M^* = 97$ при $\Omega_m = 0.28$.

анализ, объем вокруг Местной группы, который удаляется с большой пекулярной скоростью от Местного войда, имеет уплощенную форму и ограничен радиусом порядка 10 Мпк.

6. ЛОКАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ МАТЕРИИ В ОБЛАСТИ LEO/CAN

Распределение 23 групп галактик из таблицы 2 в рассматриваемой полосе по вириальным оценкам массы гало и суммарной звездной массе представлено на рис. 10 в логарифмической шкале. Несмотря на разброс оценок M_H , вызванный в основном фактором проекции, имеет место положительная корреляция между массой темной и массой светлой материи в группах. Она выражается регрессией $\lg M_H = 1.15 \lg M^* - 0.30$, показанной на рисунке штриховой линией. Отношение суммы орбитальных масс двойных галактик из таблицы 3 к сумме их звездных масс, изображенное треугольником в левом нижнем углу рисунка, также следует указанной зависимости.

Суммарная масса гало, заключенная в группах и парах Leo/Can, составляет $0.91 \times 10^{14} M_\odot$, а суммарная звездная масса их равна $3.5 \times 10^{12} M_\odot$.

Отношение этих величин, $\sum M_H / \sum M^* = 26$ показано на рис. 10 крестом. Как следует из данных таблицы 1, только 51% галактик рассматриваемой области являются членами групп и пар. Однако среди галактик поля преобладают объекты низкой светимости. Подсчет показывает, что дополнительный вклад одиночных галактик в суммарную звездную массу составляет всего 13%. Очевидно, что они привносят некоторый вклад и в суммарную массу темной материи, но при этом мало влияют на отношение $\sum M_H / \sum M^*$.

По данным [39], средняя плотность звездной материи в Местной вселенной составляет $4.5 \times 10^8 M_\odot \text{ Мпк}^{-3}$ при $H_0 = 72 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$, а средняя космическая плотность материи $\Omega_m = 0.28$ при $H_0 = 72$ соответствует значению $4.5 \times 10^{10} M_\odot \text{ Мпк}^{-3}$. Отношение этих глобальных величин, равное 97, показано на рис. 10 сплошной линией. Как видим, все системы галактик в Leo/Can располагаются ниже линии $\Omega_m = 0.28$. Отношение $\sum M_H / \sum M^* = 26$ для них соответствует локальной средней плотности $\Omega_m(\text{local}) = 0.074$, что существенно ниже глобальной плотности. Этот результат находится в согласии с оценкой средней локальной плотности вириальных масс, сделанной нами в других участках структуры Местного сверхскопления [11–13, 34].

Любопытно отметить, что линия регрессии $\lg M_H = 1.15 \lg M^* - 0.30$ пересекает линию $\Omega_m = 0.28$ при значениях $\lg(M^*/M_\odot) \simeq 15.3$ и $\lg(M_H/M_\odot) \simeq 17.3$, которые примерно соответствуют параметрам «ячейки однородности» диаметром 200 Мпк. Этот факт может иметь более глубокий смысл, чем простое случайное совпадение.

7. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Область неба в созвездиях Leo, Cancer и Gemini, простирающаяся между центром Местного сверхскопления и его южным полюсом, известна как зона «местной аномалии скоростей». Мы построили карту распределения пекулярных скоростей галактик в ней, используя оценки расстояний для 290 галактик. Более половины оценок расстояния сделаны нами методом Талли–Фишера, опираясь на данные о ширине HI-линии для галактик, детектированных в HI-обзорах HIPASS и ALFALFA. В полосе размером $75^\circ \times 20^\circ$ с медианной глубиной примерно 25 Мпк имеется 23 группы и 20 пар галактик, для которых определены вириальные/орбитальные массы. В системе отсчета, связанной с центроидом Местной группы, большинство групп и пар имеют негативные пекулярные скорости порядка 500 км с^{-1} . Относительно системы космического микроволнового излучения скорости большинства удаленных

групп невелики, но близкие группы NGC 3379 и NGC 3627, наряду с Местной группой, движутся в сторону Leo cloud с характерной скоростью $400\text{--}500 \text{ км с}^{-1}$. Значительная часть этой скорости вызвана удалением Местного плоского «блина» диаметром приблизительно 20 Мпк от центра Местного Войда и падением «блина» в сторону скопления Virgo [30].

На высокой сверхгалактической широте, $\text{SGB} \simeq -50^\circ$, на расстоянии $D \simeq 8 \text{ Мпк}$ отмечена необычная диффузная группа Gemini Flock, состоящая из семи карликовых галактик. Характерный размер группы примерно 740 кпк и дисперсия лучевых скоростей приблизительно 20 км с^{-1} приводят к оценке ее вириальной массы, $M_{\text{vir}} \simeq 3 \times 10^{11} M_\odot$, которая в 300 раз больше суммарной звездной массы.

Суммарная масса гало, заключенная во всех группах и парах области Leo/Can, составляет $0.9 \times 10^{14} M_\odot$, а отношение этой массы к суммарной звездной массе равно 26. Такое отношение оказывается значительно ниже глобальной величины $M_H/M^* = 97$, которое следует из стандартной космологической модели с параметром $\Omega_m = 0.28$. Из представленных данных мы заключаем, что проблема «потерянной темной материи» в Местной вселенной продолжает оставаться нерешенной загадкой.

БЛАГОДАРНОСТИ

Эта работа поддержана грантом РФФИ 13-02-90407 и фондом фундаментальных исследований Украины, грант F53.2/15. О. Насонова благодарит фонд Дмитрия Зимина «Династия» и грант Российского научного фонда (14-12-00965) за финансовую поддержку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. D. I. Makarov and I. D. Karachentsev, Monthly Notices Royal Astron. Soc. **412**, 2498 (2011).
2. I. D. Karachentsev and D. I. Makarov, Astrophysical Bulletin **63**, 299 (2008).
3. D. I. Makarov and I. D. Karachentsev, Astrophysical Bulletin **64**, 24 (2009).
4. D. N. Spergel, R. Bean, O. Doré, et al., Astrophys. J. Suppl. **170**, 377 (2007).
5. D. N. Spergel, R. Flauger, and R. Hlozek, arXiv:1312.3313 (2013).
6. J. Vennik, Tartu Astron. Obs. Publ. **73**, 1 (1984).
7. R. B. Tully, Astrophys. J. **321**, 280 (1987).
8. I. D. Karachentsev, Astrophysical Bulletin **67**, 123 (2012).
9. S. Vegetti, L. V. E. Koopmans, A. Bolton, et al., Monthly Notices Royal Astron. Soc. **408**, 1969 (2010).

10. H. Y. Shan, J. P. Kneib, C. Tao, et al., *Astrophys. J.* **748**, 56 (2012).
11. I. D. Karachentsev, O. G. Nasonova, and H. M. Courtois, *Astrophys. J.* **743**, 123 (2011).
12. I. D. Karachentsev, O. G. Nasonova, and H. M. Courtois, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **429**, 2264 (2013).
13. I. D. Karachentsev, O. G. Nasonova, and H. M. Courtois, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **429**, 2677 (2013).
14. I. D. Karachentsev, V. E. Karachentseva, and O. G. Nasonova, *Astrophysics* **57**, 457 (2014).
15. K. N. Abazajian, J. K. Adelman-McCarthy, M. A. Agüeros, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **182**, 543 (2009).
16. M. P. Haynes, R. Giovanelli, A. M. Martin, et al., *Astron. J.* **142**, 170 (2011).
17. O. L. Wong, E. V. Ryan-Weber, D. A. Garcia-Appadoo, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **371**, 1855 (2006).
18. R. B. Tully and R. Fisher, *Astron. and Astrophys.* **54**, 661 (1977).
19. S. Stierwalt, M. P. Haynes, R. Giovanelli, et al., *Astron. J.* **138**, 338 (2009).
20. K. Lee-Waddell, K. Spekkens, M. P. Haynes, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **427**, 2314 (2012).
21. R. B. Tully, L. Rizzi, E. J. Shaya, et al., *Astron. J.* **138**, 323 (2009).
22. S. S. McGaugh, *Astrophys. J.* **632**, 859 (2005).
23. S. Paudel, T. Lisker, K. S. A. Hansson, and A. P. Huxor, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **443**, 446 (2014).
24. R. B. Tully, L. Rizzi, A. E. Dolphin, et al., *Astron. J.* **132**, 729 (2006).
25. I. D. Karachentsev, A. Dolphin, R. B. Tully, et al., *Astron. J.* **131**, 1361 (2006).
26. K. B. W. McQuinn, J. M. Cannon, A. E. Dolphin, et al., *Astrophys. J.* **785**, 3 (2014).
27. J. L. Tonry, A. Dressler, J. P. Blakeslee, et al., *Astrophys. J.* **546**, 681 (2001).
28. B. R. Parodi, A. Saha, A. Sandage, and G. A. Tammann, *Astrophys. J.* **540**, 634 (2000).
29. R. B. Tully, E. J. Shaya, and M. J. Pierce, *Astrophys. J. Suppl.* **80**, 479 (1992).
30. R. B. Tully, E. J. Shaya, I. D. Karachentsev, et al., *Astrophys. J.* **676**, 184 (2008).
31. J. Heisler, S. Tremaine, and J. N. Bahcall, *Astrophys. J.* **298**, 8 (1985).
32. M. G. Lee and I. S. Jang, *Astrophys. J.* **773**, 13L (2013).
33. I. D. Karachentsev and V. E. Karachentseva, *Astronomy Reports* **48**, 267 (2004).
34. I. D. Karachentsev and Y. N. Kudrya, *Astron. J.* **148**, 50 (2014).
35. S. E. Schneider, *Astrophys. J.* **343**, 94 (1989).
36. I. D. Karachentsev, D. I. Makarov, V. E. Karachentseva, and O. V. Melnik, *Astronomy Letters* **34**, 832 (2008).
37. B. Nikiel-Wroczyński, M. Soida, D. J. Bomans, and M. Urbanik, *Astrophys. J.* **786**, 144 (2014).
38. R. B. Tully, *Nearby Galaxy Catalog* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1988).
39. D. H. Jones, B. A. Peterson, M. Colless, and W. Saunders, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **369**, 25 (2006).

Large-Scale Structure and Galaxy Motions in the Leo/Cancer Constellations

I. D. Karachentsev, O. G. Nasonova, and V. E. Karachentseva

In the region of the sky limited by the coordinates $RA = 7^{\text{h}}0-12^{\text{h}}0$, $Dec = 0^{\circ} \dots +20^{\circ}$ and extending from the Virgo Cluster to the South Pole of the Local Supercluster, we consider the data on the galaxies with radial velocities $V_{LG} \lesssim 2000 \text{ km s}^{-1}$. For 290 among them, we determine individual distances and peculiar velocities. In this region, known as the local velocity anomaly zone, there are 23 groups and 20 pairs of galaxies for which the estimates of virial/orbital masses are obtained. A nearby group around NGC 3379 = Leo I and NGC 3627 as well as the Local Group show the motion from the Local Void in the direction of Leo cloud with a characteristic velocity of about 400 km s^{-1} . Another rich group of galaxies around NGC 3607 reveals peculiar velocity of about -420 km s^{-1} in the frame of reference related with the cosmic background radiation. A peculiar scattered association of dwarf galaxies Gemini Flock at a distance of 8 Mpc has the radial velocity dispersion of only 20 km s^{-1} and the size of approximately 0.7 Mpc. The virial mass estimate for it is 300 times greater than the total stellar mass. The ratio of the sum of virial masses of groups and pairs in the Leo/Can region to the sum of stellar masses of the galaxies contained in them equals 26, which is equivalent to the local average density $\Omega_m(\text{local}) = 0.074$, which is 3–4 times smaller than the global average density of matter.

Keywords: *galaxies: kinematics and dynamics—galaxies: distances and redshifts—galaxies: groups*