

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 18

ФЕВРАЛЬ, 1982

ВЫПУСК 1

УДК 524.77+524.8

ИЗОЛИРОВАННЫЕ ТРИПЛЕТЫ ГАЛАКТИК. ВИРИАЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ МАССА—СВЕТИМОСТЬ

В. Е. КАРАЧЕНЦЕВА, И. Д. КАРАЧЕНЦЕВ

Поступила 12 сентября 1980

Принята к печати 5 декабря 1981

Для 41 триплета галактик с измеренными лучевыми скоростями каждого компонента приведены дисперсия скоростей, линейный размер, интегральная светимость, вириальная масса и отношение вириальной массы к светимости. Аналогичные величины определены для выборки моделированных триплетов, составленной в результате применения того же критерия изолированности тройной системы к видимому распределению галактик ярче 15^m , построенному на ЭВМ методом случайных испытаний. Сравнение этих двух выборок обнаруживает неожиданно большое число ложных триплетов (вряд ли членов одной группы галактик или членов разных систем), размеры, дисперсия скоростей и вириальные массы которых близки к соответствующим параметрам реальных триплетов из списка [1]. Обсуждается проблема, как отличать физические триплеты галактик от оптических. Отмечены некоторые эффекты селекции, искажающие наблюдаемые характеристики триплетов. После исключения ложных тройных систем галактики предполагаемые физические триплеты имеют следующие средние физические параметры: линейный размер ~ 50 кпс, peculiarную скорость членов ~ 70 км/с, суммарную светимость $\sim 5 \cdot 10^{10} L_{\odot}$ и отношение вириальной массы к светимости $\sim 10 f_{\odot}$.

1. Введение. В настоящей работе мы продолжаем публикацию результатов, полученных для изолированных триплетов галактик из списка [1]. Новые значения лучевых скоростей компонентов 54-х тройных систем [2] вместе с известными ранее для десяти [3—8] дают возможность определить вириальные массы и отношения масса—светимость для достаточно большой выборки триплетов галактик. Как было отмечено в [2], часть (35%) систем списка нельзя считать физическими триплетами. Три системы являются полностью оптическими (взаимные разности лучевых скоростей компонентов превышают 500 км/с), а 20 — частично оптические — состоят из пары галактик с близкими значениями лучевых скоростей и проектирующегося третьего компонента (они обозначены как «2+1»).

Здесь мы рассмотрим триплеты, которые в первом приближении можно считать физическими (взаимные разности лучевых скоростей компонент $\Delta V_{ij} \ll 500$ км/с). Весь исходный материал содержится в работах [1—8].

2. Сводка вириальных масс и отношений массы к светимости. Вириальные массы вычислялись по формуле, приведенной в [9].

$$M = 3\pi\gamma^{-1} \frac{n}{n-1} \langle \Delta V_r^2 \rangle \bar{R}, \quad (1)$$

где $n = 3$, γ — гравитационная постоянная, $\langle \Delta V_r^2 \rangle^{1/2}$ — средняя квадратичная лучевая скорость галактик относительно среднего для системы, $\bar{R}$ — среднее гармоническое расстояние между компонентами триплет в проекции.

Формула (1) дает нескорректированную оценку массы тройной системы, полученную в предположениях, что все компоненты триплет имеют одинаковую массу, а ошибки измерений лучевых скоростей равны нулю. Построенная нами зависимость между peculiarной скоростью и светимостью не показывает сегрегации галактик в триплетах по светимости, поэтому взвешивания по массам (светимостям) мы не проводили. Дополнительные расчеты показали, что взвешивание несущественно уменьшает значение вириальной массы. Учет ошибок измерения лучевых скоростей дает несмещенную оценку массы, M_{cor} . Она вычислялась по формуле

$$M_{cor} = 3\pi\gamma^{-1} \frac{n}{n-1} \left[\langle \Delta V_r^2 \rangle - \frac{2}{3} \langle \sigma_{\Delta V_r}^2 \rangle \right] \bar{R}, \quad (2)$$

где $\langle \sigma_{\Delta V_r}^2 \rangle$ — средняя квадратичная ошибка измерений лучевых скоростей.

Светимости вычислялись при $M_{\odot} = 5.40$ с учетом поправок за галактическое поглощение и красное смещение. В отличие от работы [2], где абсолютные величины определялись по индивидуальной лучевой скорости компонента, здесь использовано среднее значение лучевой скорости триплета $\langle V_0 \rangle$ при постоянной Хаббла $H_0 = 75$ км/с/Мпс.

Проекции линейных расстояний вычислялись по $\langle V_0 \rangle$ и угловым расстояниям, измеренным на картах Паломарского атласа (кроме Т 1 и Андромеде, расстояние до которого принято равным 690 кпс).

Данные для 41 триплета (назовем их каталожными триплетами) приводятся в табл. 1. Обозначения столбцов следующие: 1 — номер триплета, 2 — тип конфигурации, 3 — критерий изолированности (все по [1]), 4 — средняя исправленная лучевая скорость $\langle V_0 \rangle$ в км/с (по [2—8]), 5 —

Таблица 1

ВИРИАЛЬНЫЕ МАССЫ И ОТНОШЕНИЯ МАССА—СВЕТИМОСТЬ
КАТАЛОЖНЫХ ТРИПЛЕТОВ

№ тр. по [1]	Тип конф.	Крите- рий	$\langle V_0 \rangle$, км/с	ΔV^2 , км/с	$\bar{R}$, кпс	$\frac{M}{M_\odot}$ ($10^{10} \frac{M}{M_\odot}$)	$f(f_\odot)$	$f_*(f_\odot)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	T	+++	-13	35	7.1	2.8	1.2	1.1
2	D	+++	5425	84	31.2	72.4	10.8	8.3
3	T	+++	1881	184	30.9	344.0	72.6	64.7
4	D	+++	5519	163	31.2	273.1	41.5	41.2
11	D	++-	4943	49	65.2	51.4	18.5	15.4
12	T	+++	6276	93	76.9	218.5	34.0	29.9
14	D	+++	6097	36	21.6	9.2	2.3	-0.7
15	T	+++	7335	130	57.7	320.3	45.5	39.0
16	T	+++	3882	58	136.4	150.7	49.4	42.6
21	D	+-	4167	88	15.3	38.9	20.9	19.7
22	D	+++	1794	61	21.0	25.6	22.5	21.2
23	T	+++	1720	98	14.1	44.4	43.3	33.4
25	L	+-	1421	155	36.6	288.7	175.0	160.2
26	D	---	1425	54	333.3	319.3	152.3	130.6
28	T	+++	210	127	39.0	206.4	152.8	152.5
31	T	+++	7397	51	136.4	116.5	26.6	17.4
33	T	+++	845	212	24.8	366.0	58.1	57.4
34	T	+++	7433	100	272.7	895.9	69.0	65.6
36	T	+++	7166	66	17.0	24.2	6.5	2.0
38	L	+++	5001	164	51.7	457.0	101.8	92.8
39	T	+++	3129	60	33.3	39.4	9.0	5.0
41*	T	+++	7584	151	36.1	270.7	33.5	31.3
42**	T	++	3904	96	33.0	99.8	17.9	12.2
43	T	+++	6748	125	36.1	185.5	45.9	44.3
44	D	+++	10989	130	93.8	520.5	48.4	45.3
45	T	+++	4777	98	43.5	137.1	30.1	29.8
46	L	---	6186	137	150.0	924.8	211.6	197.5
48	D	++-	6881	53	71.4	65.9	16.9	11.5
50	D	---	2554	407	24.2	1316.3	143.1	140.8
51	L	+++	6123	136	45.4	276.2	45.0	42.4
54	T	+++	1653	120	33.3	157.7	82.2	75.4

* Т 41 — С рассматривалась как одиночная галактика.

** Т 42 — А, С, D. [2].

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
55	D	++-	1557	91	34.1	92.7	54.6	35.7
61	T	+++	8483	114	31.2	133.4	24.3	22.0
62	D	+--	2069	229	17.5	302.2	175.7	158.5
70	T	+++	4189	68	81.1	123.2	49.4	45.5
71	T	+ - +	4841	181	142.9	1537.5	175.7	173.5
78	T	+++	5118	76	76.9	146.0	22.5	-35.9
80	T	+++	714	102	166.7	569.4	161.8	459.5
81	D	+++	4447	128	55.6	299.0	46.2	43.5
82	D	+ - +	4546	26	41.1	9.1	0.8	-2.8
83	D	+++	8803	385	41.7	2029.0	165.8	160.2

среднеквадратичная пекулярная скорость ΔV^2 в км/с, 6 — среднее гармоническое расстояние между компонентами триплета в проекции R в кпс, 7 — масса триплета в единицах $10^{10} M_{\odot}$, 8 — отношение масса — светимость f в единицах $f_{\odot}$, 9 — несмещенное значение отношения масса — светимость f_0 в единицах $f_{\odot}$.

Как видно из табл. 1, диапазон значений масс и отношений масса — светимость у каталожных триплетов довольно широк ($3 \div 2000$) $10^{10} M_{\odot}$ и $(1 \div 500) f_{\odot}$. У 25% выборки значения f составляют > 100 , у 66% — от 1 до 50, остальные 9% имеют f в интервале $(50 \div 100) f_{\odot}$.

Отметим тот факт, что из десяти триплетов с $f > 100$ по крайней мере три (Т 25, Т 26, Т 28) входят в известные группы галактик и еще пять (Т 46, Т 50, Т 62, Т 71 и Т 83) характеризуются слабым выполнением критерия изолированности, что говорит о наличии в их близких окрестностях галактик сходных угловых размеров*.

Это приводит нас к предположению, что завышенное значение отношения масса — светимость по сравнению со средним имеют триплеты, входящие в системы более высокой кратности, и именно это обстоятельство является основной причиной наблюдаемого асимметричного распределения каталожных триплетов по f . Прямую проверку этого предположения нельзя осуществить из-за недостатка данных о лучевых скоростях галактик вблизи изученных тройных систем. С другой стороны, трудно определить, какая часть каталожных триплетов является результатом случайного про-

* Триплеты 50 и 83 мы включили в рассмотрение как крайние случаи. У Т 50 не выполняется критерий изолированности для двух компонентов и разность лучевых скоростей больше принятой нами; у Т 83 также велика разность лучевых скоростей компонентов, но критерий выполняется для всех трех членов.

ектирования на луч зрения галактик из разных систем. Поэтому мы рассмотрели ситуацию с виртуальными массами триплетов, используя результаты моделирования видимого распределения галактик до предела 15^m7 .

Процедура моделирования была подробно описана в [10], а применение к каталогам изолированных и двойных галактик в [11, 12].

3. *Моделированные триплеты галактик.* В данном случае критерий изолированного триплета [1] был применен к 127 смоделированным «картам Паломарского атласа» с учетом реального фона более слабых галактик. Для каждой галактики в модели были, в частности, заданы: прямоугольные координаты в минутах дуги, видимая величина, лучевая скорость, угловой диаметр, а также индекс принадлежности к системе («одиночная», «двойная», «тройная», «группа», «скопление»).

Из 9433 моделированных галактик критерий выделил 213, входящих в 71 триплет, что составляет 0.022 от полного числа моделированных галактик до 15^m7 .

Список моделированных триплетов был составлен аналогично списку [1]. Определялись взаимные расстояния, тип конфигурации и выполнение критерия изолированности. Основные параметры моделированных триплетов и характеристики отдельных компонентов вычислялись так же, как и для реальных, каталожных тройных систем.

Рассмотрим подробнее характеристики моделированных триплетов. Из общего числа 9433 галактик членами тройных систем оказались 1465, т. е. 15.5% (в модели [10] задано 15% тройных). Из них в выборке ярче 15^m7 были представлены:

одним компонентом $1 \times 1213 = 1213$ галактик, т. е. 82.8%,

двумя компонентами $2 \times 105 = 210$ галактик, т. е. 14.3%,

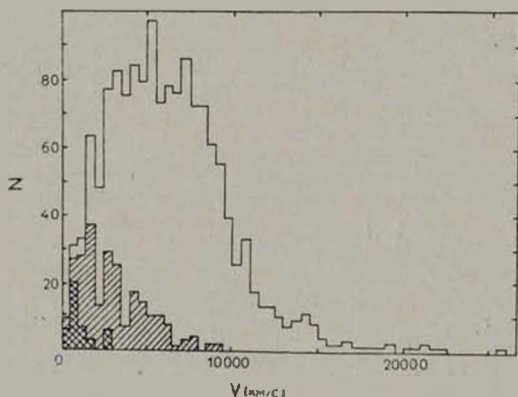
тремя компонентами $3 \times 14 = 42$ галактики, т. е. 2.9%.

Распределение моделированных «тройных» галактик по лучевым скоростям приведено на рис. 1. Среднее значение соответствует лучевой скорости порядка 5000 км/с, т. е. глубина выборки примерно та же, что и для галактик каталога [3]. Однако обращает на себя внимание сегрегация по лучевым скоростям у галактик, попадающих в эту выборку одним, двумя и тремя компонентами. Из-за широты исходной функции светимости, принятой в модели, а также из-за фотометрического предела, попасть в выборку всеми тремя членами могут самые близкие триплеты. К этому вопросу мы вернемся, сравнивая характеристики каталожных и моделированных триплетов.

Таким образом, безотносительно к условию изолированности, имеет место сильный эффект избирательности в глубину, обусловленный фотометрическим пределом выборки и широтой функции светимости галактик.

После применения критерия изолированности в списке моделированных триплетов из 14 «истинных» тройных систем осталось только 5. Неожиданным оказалось большое число ложных триплетов, удовлетворивших условию изолированности. В этом списке содержится 31 триплет, все три члена которых входят в одну группу. 35 триплетов представляют собой смесь членов систем различной кратности*.

Критерий не выделил в модели ни одного триплета, все члены которого относятся к одному скоплению, что естественно объясняется повышенной плотностью галактик сходных угловых размеров в скоплениях.



1. Распределение 1465 моделированных «тройных» галактик по лучевым скоростям. Двойная штриховка — моделированные триплеты, представленные в выборке тремя компонентами, косая штриховка — моделированные триплеты, попавшие в выборку двумя компонентами. Тройные, попавшие в выборку одним компонентом, не заштрихованы.

Как и при составлении реального списка [1], на этапе применения критерия к моделированным галактикам мы не учитывали сведений о лучевых скоростях компонентов. После того, как список моделированных триплетов был составлен, был проведен отбор по лучевым скоростям. Из 71 моделированного триплета полностью оптических оказалось 5, систем «2+1» (частично оптических) — 21, остальные 45 характеризуются такой же (≤ 500 км/с) разностью лучевых скоростей компонентов, что и предполагаемые физические в списке [1]. Таким образом, соотношение между

* В их число входят: «двойн.» + др. = 12, «тройн.» + др. = 7, «группы» + др. = 10, «скопл.» + др. = 1 (здесь в кавычках обозначены два члена моделированной системы в триплете); у 5 триплетов все три компонента принадлежат разным системам.

оптическими, частично оптическими и предполагаемыми физическими триплетами у каталожных и моделированных триплетов примерно одинаково (каталог 0.05:0.31:0.64 и модель 0.07:0.30:0.63).

Близки также распределения каталожных и моделированных триплетов по типам конфигураций, представленные в табл. 2.

Таблица 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРИПЛЕТОВ ПО ТИПАМ КОНФИГУРАЦИИ

Тип конфигурации по [1]	Каталожные триплеты		Моделированные триплеты	
	Весь список (n=84)	Физ. трипл. (n=41)	Весь список (n=71)	Физ. трипл. (n=45)
"D" (Double)	38 [*]	37 ^o	44 [*]	31 ^o
"T" (Triangle)	49	53	36	49
"L" (line)	13	10	20	20

Из данных табл. 2 видно, что не наблюдается избытка ожидаемого устойчивого типа конфигурации («D») у реальных, каталожных триплетов по сравнению с моделированными. Это косвенно подтверждает, что истинное число физических триплетов невелико.

4. Сравнительные характеристики каталожных и моделированных триплетов. Средние параметры триплетов списка [1] и моделированных триплетов представлены в табл. 3—5 (указаны ошибки среднего). Каталожные триплеты сравнивались с моделированными, прошедшими критерий изолированности, а также с моделированными «истинно» тройными системами, не прошедшими принятый критерий. Рассмотрим вначале последние. Как видно из данных табл. 3, не удовлетворили критерию те триплеты, куда входят близкие ($V = 700$ км/с) карликовые ($L = 0.2-10^{10} L_*$) галактики. Это и понятно, поскольку такие объекты должны теряться на общем фоне галактик, тем более, что они имеют в среднем в $1.5 \div 2$ раза большие взаимные расстояния, чем моделированные тройные, прошедшие критерий. Низкая светимость триплетов этой подвыборки и является, видимо, причиной их завышенного значения отношения масса—светимость.

Рассмотрим теперь моделированные триплеты, прошедшие принятый критерий изолированности. Как упоминалось выше, они содержат «истинно» тройные системы, а также состоят либо из членов некоторой моделированной группы, либо из представителей систем различной кратности. При этом «истинно» тройные моделированные триплеты составляют всего 11% (5/45) от полного их числа.

В табл. 3 приведены данные для триплетов, отобранных только по ограничению лучевых скоростей (≤ 500 км/с). Сравнение характеристик, содержащихся в первых трех строчках табл. 3, показывает, что для каталожных

ложных триплетов они мало отличаются от соответствующих средних значений моделированных триплетов. Однако видно, что реальные триплеты в среднем существенно ярче моделированных. Как было показано выше, критерий работает в сторону «уярчения» выборки, обрезая самые слабые триплеты.

Таблица 3

СРЕДНИЕ ПАРАМЕТРЫ КАТАЛОЖНЫХ И МОДЕЛИРОВАННЫХ
ТРИПЛЕТОВ ГАЛАКТИК ($\Delta V_{ij} = 500$ КМ/С)

Параметр	Триплеты из [1]	Моделированные изолированные триплеты			Моделирован- ные не изоли- рованные трип- леты ($n=9$)
	«каталожные» ($n=41$)	«тройч.» ($n=5$)	«группы» ($n=31$)	«смешан.» ($n=9$)	
$\langle V_0 \rangle$, км/с	4580 ± 440	1750 ± 460	5240 ± 380	4050 ± 830	750 ± 120
$\langle R \rangle$, кпс	66 ± 11	20 ± 4	98 ± 7	75 ± 22	38 ± 8
$\langle \Delta V^2 \rangle^{1/2}$, км/с	144 ± 13	55 ± 7	133 ± 13	171 ± 38	44 ± 8
$\langle L_{tr} \rangle$, $10^{10} L_{\odot}$	5.02 ± 0.49	1.22 ± 0.27	3.05 ± 0.27	1.80 ± 0.36	0.18 ± 0.04
$\langle f_c \rangle$, $f_{\odot}$	65.6 ± 13.4	56.3 ± 98.3	268.6 ± 92.0	285.5 ± 97.7	194.3 ± 59.8

Среднее значение f_c для реальных триплетов близко к таковому для «истинно» тройных моделированных систем, но значительно выше, чем известные индивидуальные оценки у галактик.

Таким образом, сопоставление различных средних параметров, представленных в табл. 3, показывает, что в списке [1] содержатся физические тройные системы, «верхушки» групп, а также смесь членов разных систем галактик.

Введем теперь ограничение по f_c , исключив из всех выборок триплеты с $f > 100$. Эти данные представлены в табл. 4. Видно, что глубина выборки, средний характерный размер, а также средняя светимость как моделированных, так и каталожных триплетов практически не изменились. Уменьшилось значение среднеквадратичной пекулярной скорости и — существенно — значение f_c , очевидно, из-за исключения ложных триплетов. Среднее значение отношения массы к светимости $\langle f_c \rangle = 27.8 \pm 4.3$ близко к оценкам f для двух компактных групп, полученным Роузом и Грахемом в [13], а также к значению f для группы NGC 1023, полученному Тулли [14].

Отметим, что «истинно» тройные моделированные триплеты в новой выборке уже составляют 20% (4/20).

Средние параметры каталожных триплетов хорошо соответствуют средним по модели.

Таблица 4

СРЕДНИЕ ПАРАМЕТРЫ КАТАЛОЖНЫХ И МОДЕЛИРОВАННЫХ ТРИПЛЕТОВ ГАЛАКТИК ($f < 100 f_{\odot}$)

Параметр	Триплеты из [1]	Моделированные изолированные триплеты			Моделированные не изолированные триплеты ($n=3$)
	"каталожные" ($n=31$)	"тройки" ($n=4$)	"группы" ($n=14$)	"смешан." ($n=2$)	
$\langle V_0 \rangle$, км/с	5000 ± 420	2010 ± 500	5870 ± 730	1580 ± 20	930 ± 250
$\langle R \rangle$, кпс	55 ± 9	19 ± 5	74 ± 7	45 ± 3	40 ± 15
$\langle \Delta V^2 \rangle^{1/2}$, км/с	96 ± 8	50 ± 5	82 ± 10	22 ± 2	17 ± 4
L_{tr} , $10^{10} L_{\odot}$	5.13 ± 0.52	1.47 ± 0.15	3.80 ± 0.50	0.92 ± 0.87	0.23 ± 0.08
$\langle f_{\odot} \rangle \cdot f_{\odot}$	27.8 ± 4.3	11.2 ± 3.7	51.0 ± 7.0	27.7 ± 4.9	25.4 ± 8.5

Возникает вопрос, насколько эти параметры отражают свойства реальных физических тройных систем. Можно образовать еще одну выборку триплетов, задав условие, чтобы в составе моделированных триплетов, прошедших критерий изолированности, по крайней мере половина составляли «истинные» тройные. При этом условие обрезания выборок по f будет $f < 30$. Результаты приведены в табл. 5.

Таблица 5

СРЕДНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАТАЛОЖНЫХ И МОДЕЛИРОВАННЫХ ТРИПЛЕТОВ ($f < 30 f_{\odot}$)

Параметр	Каталожные триплеты	Моделированные изолированные триплеты			Моделированные не изолированные триплеты ($n=1$)
	($n=14$)	"тройки" ($n=4$)	"группы" ($n=3$)	"смешан." ($n=1$)	
$\langle V_0 \rangle$, км/с	493 ± 610	2010 ± 500	6520 ± 1900	1850	1430
$\langle R \rangle$, кпс	43 ± 9	19 ± 5	63 ± 16	54	11
$\langle \Delta V^2 \rangle^{1/2}$, км/с	64 ± 7	50 ± 5	49 ± 9	18	25
L_{tr} , $10^{10} L_{\odot}$	4.6 ± 0.7	1.47 ± 0.15	5.90 ± 1.04	1.69	0.38
$\langle f_{\odot} \rangle \cdot f_{\odot}$	6.8 ± 4.0	11.2 ± 3.7	9.0 ± 4.2	3.4	6.7

Из 41 тройной системы списка [1] осталось 14 (т. е. 34%). Они имеют нормальное среднее значение $\langle f_{\odot} \rangle = 6.8 \pm 4.0$, соответствующее индивидуальным оценкам f для галактик.

По-видимому, параметры данной подвыборки можно считать типичными характеристиками физических триплетов.

5. Обсуждение результатов. Выводы. В литературе последних лет, посвященной оценкам отношения масса—светимость для группы галактик, все

большее значение приобретают работы, в которых различными способами проводится коррективный учет фоновых галактик, а оценки видимых величин и лучевых скоростей делаются с максимально возможной точностью. Отметим уже упоминавшиеся работы [13, 14].

Однако при попытке составления любого обширного и однородного списка групп трудности, связанные с исключением фоновых галактик, существенно возрастают. Сложно подобрать критерий, который одинаково хорошо «работал» бы в областях с различной плотностью галактик.

Так, при составлении каталога групп [15] Тарнер и Готт выделяли области с поверхностной плотностью галактик, в 10^{14} раз превышающей среднюю. Дальний фон (галактики слабее 14^m) ими не учитывался. Средняя оценка отношения массы к светимости для всех групп Тарнера и Готта составила $140 M_{\odot}/L_{\odot}$, а для малонаселенных — 65. При этом сами авторы отмечают сильную засоренность их групп объектами переднего и дальнего фона.

В каталоге [15] оказалась 21 группа, состоящая из трех членов с $m_p \leq 14.0$, из них общих с нашим списком [1] — только 4. Оценки различных параметров групп делались [16], если имелись измеренные лучевые скорости хотя бы для двух галактик. Таких тройных систем оказалось всего 8, причем для 6 из них оценки выполнены по двум лучевым скоростям. Ясно, что этот материал не может быть предметом детального обсуждения и сравнения.

В нашей работе [1] критерий в некоторой мере учитывал фоновые объекты: значимыми соседями компонентов триплета с угловыми размерами α_i считались галактики, имеющие угловые размеры в интервале $(0.5 \div 2.0) \alpha_i$, а контраст плотности над общим фоном был задан ~ 10 .

При этих условиях в состав триплетов пошло менее 1% галактик северного неба с видимыми величинами $m_p \leq 15.7$, что говорит о малой распространенности этих систем.

Отсев части ложных триплетов стал возможным после выполнения программы измерения лучевых скоростей [2]. Триплеты, которые по разностям лучевых скоростей мы посчитали оптическими, имеют «формальную» оценку $f \lesssim 10^4$. В системах «2+1» формальное применение теоремы о виртале для трех компонентов дает также очень высокое значение, $f \sim 3 \cdot 10^4$, в то время как для «пар» оно равно 5.7 ± 3.5 , что соответствует типичному значению для двойных галактик [12].

Поэтому на данном этапе исключение этих 23-х систем из числа физических триплетов представляется оправданным, тем более, что оно подтверждается результатами моделирования.

Гораздо сложнее интерпретировать данные, полученные для предполагаемых физических триплетов ($n = 41$) со средним значением $\langle f_c \rangle = 65.6 \pm 13.4$.

Анализ эффективности применявшегося критерия, а также оценку возможного вклада в список [1] не физических триплетов можно было провести лишь используя результаты моделирования [10]. Они показали следующее.

1. Исходный список триплетов [1], несмотря на определенную жесткость критерия и на исключение фоновых галактик, оказался засоренным триплетами — фрагментами групп галактик, а также ложными триплетами, состоящими из членов разных систем.

2. С увеличением в выборке истинно тройных систем уменьшается средний характерный размер триплета, среднеквадратичная peculiarная скорость и среднее значение отношения вириальной массы к светимости. Глубина выборки триплетов в списке [1] соответствует 5000 км/с и практически не меняется с отсевом ложных триплетов.

3. Можно считать, что физические триплеты характеризуются следующими параметрами: среднее гармоническое расстояние между компонентами в проекции $\langle \bar{R} \rangle = 50$ кпс, среднеквадратичная peculiarная скорость $\langle \Delta V \rangle = 70$ км/с, среднее отношение вириальной массы к светимости $f_v \approx 10 f_s$, средняя светимость триплета $\langle L \rangle = 5 \cdot 10^{10} L_\odot$.

4. Завышенное значение L у каталожных триплетов по сравнению с истинными моделированными триплетами может быть объяснено так: либо большинство тройных систем списка [1] — это ярчайшие верхушки групп (см. соответствующие столбцы табл. 3—5), либо это отражает особенности происхождения тройных систем.

В заключение необходимо отметить, что в данной работе представлен один из вариантов интерпретации наблюдательных данных. Динамическая ситуация в тройных системах существенно сложнее, чем, например, в двойных галактиках либо в скоплениях. Аналитический учет различных эффектов селекции здесь крайне сложен.

Часть изученных нами систем может быть нестабильной из-за незамкнутого характера орбит в конфигурациях тройных галактик. Тогда применение теоремы о вириале для определения отношения масса—светимость становится спорным.

Подчеркивая в настоящей статье важность и трудность получения чистой выборки, в следующих работах мы предполагаем рассмотреть морфологические, спектральные и другие характеристики изученных триплетов, поскольку динамические соображения не могут быть единственными при выделении реальных тройных систем.

ISOLATED TRIPLETS OF GALAXIES.
VIRIAL MASS-TO-LIGHT RATIOS

V. E. KARACHENTSEVA, I. D. KARACHENTSEV

For 41 triplets of galaxies with measured radial velocities of each component the velocity dispersion, linear dimension, integral luminosity, virial mass, and mass-to-luminosity ratio are presented. Similar values are determined for a sample of simulated triplets which have been constructed by application of the same triple system isolation criterion to apparent distribution of galaxies with $m_r < 15^m7$, using the computer Monte-Carlo method. A comparison of these two samples have revealed unexpectedly a high number of spurious triplets, namely, bright members of a group or members of different systems of galaxies, whose dimension, velocity dispersion, and virial mass are close to the correspondent parameters of real triplets from the list [1]. The problem of distinguishing the physical and optical triple systems of galaxies is discussed. Some selection effects are noted which bias apparent characteristics of the triplets. After elimination of spurious triple systems of galaxies the rest of the suspected physical triplets have the following mean parameters: linear dimension ~ 50 kpc, peculiar velocity of a member ~ 70 km/sec, integral luminosity $\sim 5 \cdot 10^{10} L_\odot$, and virial mass-to-luminosity ratio $\sim 10 f_\odot$.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Е. Караченцева, И. Д. Караченцев, А. Л. Щербановский, Изв. САО АН СССР (Астрофиз. исслед.), 11, 3, 1979.
2. И. Д. Караченцев, В. Е. Караченцева, Астрофизика, 17, 5, 1981.
3. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, Jr. Second Reference Catalogue of Bright Galaxies, Univ. of Texas Press, 1976.
4. И. Д. Караченцев, В. А. В. Саргент, Б. Циммерман, Астрофизика 15, 25, 1979.
5. V. C. Rubin, W. Kent Ford, Jr., N. Thonnard, M. Roberts, J. A. Graham, A. J., 81, 687, 1976.
6. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, J. L. Nieto, A. J., 84, 1811, 1979.
7. J. Huchra, Catalogue of Radial Velocities, (частное сообщение)
8. J. R. Fisher, R. B. Tully, Astron. Astrophys., 41, 151, 1975.
9. D. N. Limber, W. G. Matthews, Ap. J., 132, 286, 1960.
10. И. Д. Караченцева, А. Л. Щербановский, Сообщ. САО АН СССР, 24, 45, 1979.
11. В. Е. Караченцева, Астрофиз. ж., 57, 1153, 1980.
12. И. Д. Караченцев, Астрофизика, 16, 217, 1980.
13. J. A. Rose, J. A. Graham, Ap. J., 231, 320, 1979.
14. R. B. Tully, Ap. J., 237, 390, 1980.
15. E. L. Turner, J. R. Gott, Ap. J. Suppl. ser., 32, 409, 1976.
16. J. R. Gott, E. L. Turner, Ap. J., 213, 309, 1977.