

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 15

МАЙ, 1979

ВЫПУСК 2

УДК 523.855

АНАЛИЗ ВЫБОРКИ ДВОЙНЫХ ГАЛАКТИК ТЕРНЕРА

И. Д. КАРАЧЕНЦЕВ, Б. И. ФЕСЕНКО

Поступила 3 декабря 1978

Рассмотрена выборка двойных галактик, составленная Тернером путем применения к галактическому распределению галактик количественного критерия пары.

Двумя независимыми методами исследовано содержание в выборке Тернера случайных оптических пар, а также неизолированных «пар», образованных видимыми вершинами и давлением систем галактик. Число оптических пар более чем в два раза превосходит их оценку, сделанную Тернером. Показано, что лишь малая часть физических пар попадает в каталог Тернера обоими компонентами. Рассмотрены эффекты селекции двойных галактик по расстоянию между компонентами и ориентации относительно наблюдателя, влияющие на оценку средней массы галактик.

Критический пересмотр данных Тернера позволяет получить для пар галактик отношение массы к светимости, согласующееся с оценками по кривым вращения галактик без привлечения гипотезы о существовании массивных невидимых ядер.

Данные о движениях, расстояниях и светимостях в двойных галактиках используются для оценки отношения массы к светимости, f . Согласно [1—3], величина f того же порядка, что получается при анализе кривых вращения. Такой вывод следует из анализа данных каталога [4] о некоторых взаимодействующих системах. Он же справедлив и для более широкой выборки пар галактик, если отбросить случаи, когда физическая связь между компонентами вызывает сомнение.

С другой стороны, Тернер [5], используя так называемую хорошо определенную выборку пар галактик, приходит к противоположному выводу. По Тернеру, компоненты пар окружены массивными гало, которые сосредотачивают 90% всей массы систем и никак не проявляют себя ни в оптическом, ни в радиодиапазоне.

Интересно, что массивные гало обнаруживают себя гравитационно лишь при достаточно большом расстоянии между компонентами. Сторонники гипотезы, утверждающей реальное существование скрытой массы,

обосновывают это тем, что объемная плотность такой массы невелика и она уменьшается с расстоянием от центра объекта весьма медленно. Требуется взять большой объем вокруг галактики, чтобы содержание в нем скрытой массы стало заметным.

Однако можно предположить иное объяснение. Скрытой массы в тех больших количествах, которые получены в работе [5], не существует. При переходе к более широким парам возрастает процент оптических пар, в которых компоненты близки друг к другу только на небе, но не в пространстве. Кроме того, в более широких парах большее значение имеют ошибки определения скоростей, так как уменьшается относительная скорость компонентов. Недостаточный учет этих искажений и является причиной обнаружения фиктивных скрытых масс.

Оценкам чисел оптических пар посвящены разделы 1 и 2. В разделе 2, который является основным, рассматривается структура «хорошо определенной выборки» Тернера. Некоторые выводы, полученные здесь, независимым методом подтверждены в разделе 3. Основные результаты перечислены в заключительном разделе.

1. *Оптические пары в полумпирической модели видимого распределения галактик.* Вначале рассмотрим критерии, применявшиеся при отборе пар галактик каталога Тернера [6].

Изучаются все галактики каталога [7] в области неба с $\delta > 0^\circ$ и $b > 40^\circ$ и не слабее 15^m0 . Пусть θ_{12} — угловое расстояние между галактиками 1 и 2, каждая из которых является ближайшей к другой среди объектов данной выборки, и $\theta_{12,3}$ — угловое расстояние от центра отрезка, соединяющего эти галактики, до третьей ближайшей галактики. Пара 1—2 включается в каталог, если выполнены два условия:

$$\theta_{12,3}/\theta_{12} \geq x \quad (1)$$

и

$$\theta_{12} \leq 8'. \quad (2)$$

В условии (1) $x = 5$. Это значение в точности совпадает со значением соответствующего параметра в критериях Караченцева [4]. По замыслу Караченцева, условие типа (1) должно обеспечить, по мере возможности, динамическую самостоятельность пары. Тернер применяет ту же идею в несколько упрощенном варианте. Следует отметить, что условие (1) не обеспечивает динамической изолированности пары, если видимые величины компонентов близки к 15^m0 , а такие случаи в каталоге [6] весьма многочисленны.

Допустим вначале, что все галактики суть одиночные и распределены в данной области равномерно. Пусть ν — плотность числа этих объектов в

расчете на 1° и $P_{\Sigma} d^0$ — вероятность того, что произвольный объект войдет в оптическую пару, удовлетворяющую условию (1) с расстоянием между компонентами от 0 до $\bar{\theta} + d^0$ (здесь $\bar{\theta} = \theta_{12}$). Справедливо равенство:

$$P_{\Sigma} d^0 = 2\pi\bar{\theta} d^0 \exp[-\pi\bar{\theta}^2(5\bar{\theta})^2]. \quad (3)$$

Вероятность Π одновременного выполнения (1) и (2) такова:

$$\Pi = \int_0^{8.60} P_{\Sigma} d^0 = \left| 1 - \exp\left(-\frac{4}{9}\pi\bar{\theta}\right) \right| 25. \quad (4)$$

В данном случае $\gamma = 0.597$ и $\Pi = 0.0225$. Среди всех 4400 объектов рассматриваемой области ожидается $4400 \times 0.0225 \times 0.5 = 49.5$ оптических пар.

Перейдем к реальному случаю. Среди N галактик ярче звездной величины m некоторые выглядят одиночными объектами. На самом же деле, ввиду того, что практически все галактики принадлежат к группам и скоплениям, это ярчайшие члены систем, в которых другие галактики не видны. В общем случае наблюдаемая «верхушка» системы содержит $s \geq 1$ членов.

Согласно работе [8], число галактик в системах с видимой населенностью s определяется законом:

$$sN_s = 0.608 N_i s^2, \quad s = 1, 2, \dots, 165. \quad (5)$$

Здесь N_i — число систем. Такой результат получен после анализа флуктуаций чисел галактик ярче 21^m , 18^m6 и 15^m5 с учетом различных искажений данных.

В этой модели число всех систем равно

$$N_c = N_1 + \dots + N_{165} = N \sum_{s=1}^{165} 0.608 s^{-1} \approx 0.731 N.$$

Положим $s = 1$. С учетом соотношения, аналогичного (4), число оптических пар, в которых оба компонента являются видимыми одиночными объектами, равно

$$n_{L,1} = N(0.608)^2 \left| 1 - \exp\left(-\frac{4}{9}\pi\bar{\theta}\xi\right) \right| (50\xi),$$

где значения множителя ξ , учитывающего сгущения галактик, находятся в промежутке от 0.731 до единицы. Первое число соответствует случаю, когда угловые размеры систем пренебрежимо малы. Значения $n_{L,1}$ мало чувствительны к изменению величины ξ в указанном промежутке. При $\xi = (1 + 0.731)/2$ и $N = 4400$ получаем $n_{L,1} = 16.7$.

Изучение роли неравномерного поглощения света и других источников искажений данных, основанное на применении двухточечной корреляционной функции для случая одиночных галактик, позволяет сделать вывод, что предыдущее число должно быть увеличено в 1.17 раза.

Ввиду небольшой величины этой поправки и с целью экономии места, мы не останавливаемся здесь на ее обосновании.

Таким образом, только из видимых одиночных галактик образуется в среднем 19.6 пары, при этом условия (1) и (2) выполнены.

Можно показать, используя закон (5), что еще 11.6 оптических пар образуется из не связанных непосредственно галактик в системах с $s \geq 5$.

Рассмотрим случай $s = 2$. Согласно закону (5), число систем, в которых видны только два ярчайших члена, составляет $N_{22} = 4400 \times 0.608 / 2^3 \approx 334$. Эти галактики погружены в общее гравитационное поле системы и они не обязательно образуют динамически изолированные пары.

При типичном угловом диаметре систем порядка $1''$ (с учетом членов слабее 15^m) и при постоянной плотности числа галактик в проекции на картинную плоскость в пределах системы вероятность того, что два случайно выбранные объекта окажутся на расстоянии друг от друга, меньшем $8'$, составляет около 0.05. Принимая такую же вероятность выполнения предыдущего условия и для двух ярчайших членов, находим общее число пар с $s = 2$, удовлетворяющих условию (2): $n_2 = 16.7$.

Это число еще увеличится, если учесть, что плотность возрастает к центру систем. С другой стороны, не все эти пары удовлетворяют условию (1). Но, во всяком случае, число пар, удовлетворяющих условиям (1) и (2) одновременно, должно быть не меньше 10.

Наконец, оптические пары могут возникать и в системах с $s = 3$ и 4, которые до сих пор не рассматривались.

Таким образом, число оптических пар всевозможных видов в каталоге Тернера не меньше $19.6 + 11.6 + 10 = 41.2$. Это число в два раза превышает оценку самого автора каталога.

2. Структура выборки Тернера по результатам детального моделирования. Строгую оценку различных эффектов селекции, связанных с отбором пар по критерию Тернера, аналитически получить довольно трудно. Поэтому в качестве независимой проверки числа оптических пар мы используем здесь результаты моделирования видимого распределения галактик на ЭВМ, описанного в [9].

Кратко перечислим предположения, использованные при моделировании:

а) задавались фиксированные вероятности того, что случайно взятая галактика из единицы объема принадлежит к одиночным ($n = 1$), двойным ($n = 2$), тройным ($n = 3$) системам, группе ($n = 30$) или скоплению ($n = 1000$);

б) центры систем каждого типа предполагались распределенными в пространстве взаимно независимо;

в) внутригалактическое поглощение света игнорировалось;

г) распределение галактик в системе по координатам и скоростям задавалось однотиповым законом $p\{x\} = \pi^{-1} \exp\{-x/x_0\}$, где параметры x_0 (линейные размеры и дисперсия скоростей) подбирались для каждого типа системы сообразно наблюдательным данным;

д) лучевая скорость каждой галактики определялась как сумма хаббловской скорости центра системы (при $H = 75$ км/с·Мпс) и пекулярной составляющей галактики относительно центра системы;

е) функция светимости галактик представлялась в виде

$$\varphi(M) = \begin{cases} C' \cdot 10^{1.4M} & (-22^m, -19^m) \\ C'' \cdot 10^{0.2M} & (-19^m, -14^m) \end{cases}$$

и предполагалась одинаковой для всех систем.

Моделирование осуществлялось на ЭВМ М-222 методом Монте-Карло, размеры пространственного объема ($410 \times 54 \times 54$ Мпс³) были выбраны таким образом, чтобы на площадке $6 \times 6''$ (размер Паломарской карты) реализовать видимое распределение галактик до предела каталога Цвикки $m = 15^m7$. На графическое и цифропечатающее устройство выводились координаты, видимые величины, лучевые скорости и расстояния галактик, а также индекс их принадлежности к системе определенного типа. Среднее число центров систем в единице объема было задано таким, чтобы видимое число галактик на площадке $6 \times 6''$ ярче 15^m7 соответствовало их числу в каталоге Цвикки для средних галактических широт (в среднем 75 галактик на карту).

К смоделированному распределению $N = 9433$ галактик на 127 площадках был применен критерий Тернера для отбора двойных галактик. Разумеется, трудно ожидать адекватного соответствия между искусственным и реальным распределениями галактик (в модели содержится ряд подбираемых параметров). Однако мы полагаем, что на типичных для пар угловых масштабах $\leq 8'$ моделирование дает важный материал для анализа различных эффектов проекции и селекции.

Чтобы увеличить объем выборки двойных галактик, мы применяли критерий Тернера к галактикам ярче 15^m7 , а не 15^m0 , ограничив угловые расстояния между компонентами пар величиной $5'.84$ сообразно большей глубине выборки. Из 9433 галактик в искусственных полях критерию Тернера удовлетворяют 404 пары, что составляет относительное число 0.043, близкое к относительному числу пар в каталоге Тернера (0.036). Только 178 пар из 404 оказались физическими парами. Около 20% пар ($n = 81$) образованы галактиками, принадлежащими разным системам (оптические па-

ры). Остальную часть ($n = 145$ пар или 36%) составляют физически связанные галактики, входящие в триплеты, группы и скопления — «верхушки» систем. Вполне понятно, что наличие таких неизолированных «пар» обусловлено отсутствием «глубины» у критерия Тернера: чуть более слабые члены системы уже не используются критерием для обособления пары, а это должно существенно отражаться на многих параметрах выборки Тернера.

Распределение пар галактик по проекции линейного расстояния между компонентами, r_p , представлено на рис. 1. По сравнению с физическими парами (отмечены двойной штриховкой) члены систем (косая штриховка) и оптические пары (не заштрихованы) образуют длинный хвост распределения, простирающийся до ~ 250 кпс. Фактически, за пределами $r_p \geq 40$ кпс, располагаются «пары», не пригодные для корректной оценки их орбитальной массы.

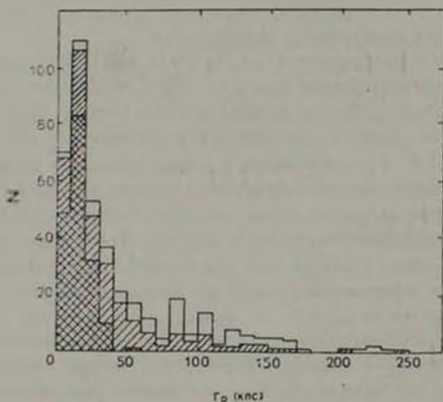


Рис. 1. Распределение моделированных пар галактик, удовлетворяющих критерию Тернера, по проекции линейного расстояния между компонентами, r_p (кпс). Физические пары отмечены двойной штриховкой, члены систем галактик — косой штриховкой, оптические пары не заштрихованы.

Важным вопросом является селективность критерия, искажающая функцию линейных расстояний между компонентами. На рис. 2 изображена функция $q_T(r_p)$ — вероятность того, что физическая пара галактик с проекцией расстояния между компонентами r_p будет обрезана критерием Тернера. Как и следовало ожидать, только малая часть широких пар проходит через критерий. Используя зависимость $q_T(r_p)$, можно реставрировать истинное, неискаженное распределение пар по величине r_p . Сплошной

линией на рис. 3 представлено видимое распределение 58 пар Тернера по взаимному расстоянию компонентов, $N_0(r_p)$. Пунктиром изображено распределение $N'(r_p) = N_0(r_p)[1 - q_T(r_p)]$ — исправленное за селекцию. Восстановление вида $N'(r_p)$ при $r_p > 100$ кпс становится очень неуверенным из-за большого отсева широких пар. В области уверенных значений,

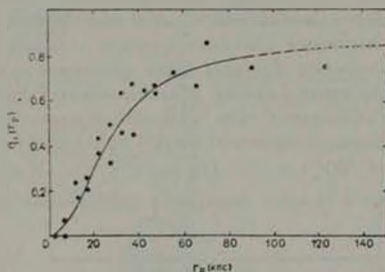


Рис. 2. Вероятность того, что физическая пара галактик с проекцией расстояния между компонентами r_p обрезается критерием Тернера. Точками отмечены оценки методом Монте-Карло, через которые проведена сглаженная кривая.

$r_p < 100$ кпс, число пар в зависимости от r_p уменьшается очень медленно, что заставляет подозревать наличие среди широких пар Тернера большого числа неизолированных и оптических пар. Заметим также, что уверенность Тернера в представлении распределения $N(r_p)$ законом $r^{-1/2}$ в свете этих данных выглядит необоснованной. К этому следует добавить, что задача восстановления свойств генеральной совокупности физических пар по каталожной выборке является весьма сложной задачей. По результатам моделирования при выбранной функции светимости и условии взаимной независимости абсолютных величин компонентов (такое предположение сделано Тернером) отношение числа пар, попавших в каталог обоими компонентами, к числу пар, представленных одним компонентом, составляет только 0,105. Если полагать, что все пары Тернера на рис. 3 являются физическими, то самим критерием Тернера дополнительно обрезается еще около 2/3 пар (с компонентами ярче 15^m). В итоге, восстанавливать исходную (объемную) выборку приходится по $\sim 1/30$ части ее, представленной в каталоге. Естественно, что наличие в действительности даже слабой корреляции $\{M_1, M_2, r_p\}$ (а такой эффект сегрегации для скоплений галактик хорошо известен) повлечет за собой грубые ошибки в определении закона $N(r_p)$.

Рассматривая причины расхождения своей оценки среднего отношения массы к светимости для пар с данными других авторов, Тернер выразил

мнение, что причиной этого может быть сильная селекция отбираемых критерием пар по углу ориентации относительно наблюдателя. По результатам моделирования мы получили среднее значение фактора проекции $\langle r_p/r \rangle = 0.788$, где r — пространственное расстояние между компонентами, известное априори для каждой пары в модели. Сравнивая его со средним $\langle r_p/r \rangle = \pi/4 \approx 0.785$ при изотропной ориентации пар, мы убеждаемся в том, что данный тип селекции пренебрежимо мал. Таким образом, наиболее вероятная причина полученного Тернером избытка массы в парах заключается в большом числе оптических и неизолированных псевдопар, особенно среди широких. Моделирование Тернером восьми различных гипотез, касающихся типа движения и характера распределения скрытой массы в парах, осуществлялось при одном и том же необоснованно широком законе $N(r_s) \sim r_s^{-1/2}$ [$10 \text{ кпс} < r_s < 1 \text{ Мпс}$], с неизбежностью приводившем к сильной переоценке орбитальных масс двойных галактик.

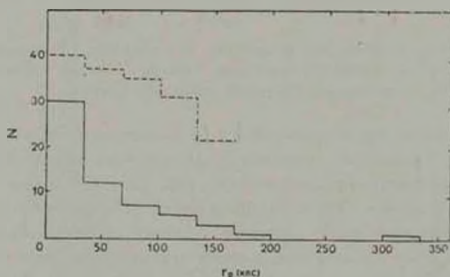


Рис. 3. Распределение 58 пар галактик из выборки Тернера по проекции расстояний между компонентами (сплошная линия). Пунктиром проведено исправленное распределение с учетом избирательности критерия Тернера.

В этой связи интересно распределение 404 моделированных пар по величине отношения орбитальной массы к светимости, f (рис. 4). Физические пары, члены систем и оптические пары отмечены той же штриховкой, что и на рис. 1°. Мы видим, что псевдопары, образованные «верхушками» систем, заполняют провал между максимумами, обусловленными физическими и оптическими парами. Это обстоятельство объективно затрудняет выделение изолированных физических пар.

* Разумеется, приводимые значения f носят формальный характер, поскольку мы не конкретизируем тип орбитального движения компонентов и другие динамические характеристики пар. Однако в первом приближении эти неопределенности играют роль масштабного множителя при f .

Примем, следуя Фесенко [1], формальное условие, что пары с $f > 100 f_{\odot}$ не являются истинно двойными системами. В усеченной выборке ($f < 100 f_{\odot}$) остается 167 физических пар, 101 „верхушка“ систем и ни одной оптической пары. Сравнивая средние значения $\langle f \rangle = 16.3 f_{\odot}$ для всех пар и $\langle f \rangle = 15.1 f_{\odot}$ для только физических, мы обнаруживаем устойчивость оценки среднего безотносительного к смеси псевдопар.

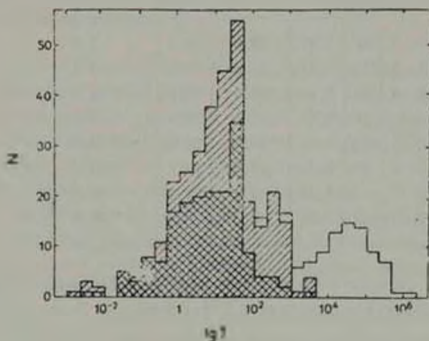


Рис. 4. Распределение 404 моделированных пар, удовлетворяющих критерию Тернера, по величине отношения орбитальной массы к светимости f . Обозначения разных типов пар те же, что на рис. 1.

3. Эмпирическое распределение узловых расстояний в физических парах. Ввиду возможной неточности параметров, использовавшихся при моделировании видимого распределения галактик в предыдущем разделе, представляет интерес независимое подтверждение вывода о неприемлемости закона

$$N(r_p) \sim r_p^{-1/2}, \quad [10 \text{ кпс} < r_p < 1 \text{ Мпс}].$$

Используем данные раздела 1. При $z = 0.866$ и $\gamma = 0.597 \times 1.28 = 0.764$ (гал./ $\square^\circ$), где множитель 1.28 приблизительно учитывает неравномерность видимого распределения объектов, вызванную различными искажениями данных, справедливо равенство:

$$p_{\text{opt}}(\vartheta) = c \exp[-0.924(\vartheta/8)^2], \quad 0 < \vartheta \leq 8'. \quad (6)$$

Здесь $p_{\text{opt}}(\vartheta)$ — плотность вероятности углового расстояния ϑ в оптических парах, составленных из одиночных галактик и удовлетворяющих условиям (1) и (2), c — постоянная. Угол ϑ выражен в минутах дуги.

Зная число всех таких оптических пар (19.6), по формуле (6) рассчитываем числа оптических пар в разных интервалах углов ϑ . Эти числа приведены в третьем столбце табл. 1; во втором столбце приводятся числа всех пар каталога [6], n_p . Разности между этими числами даны в четвертом столбце. Очевидно, здесь оптические пары еще не полностью исключены.

Таблица 1

ϑ	n_p	n_{opt}	$n_p - n_{opt}$	n_a	$(r_p \vartheta)_{12}/1000$
0—1'	31	0.47	30.5	30.6	3.2
1—2	24	1.37	22.6	23.3	5.1
2—3	27	2.15	24.8	27.1	12.2
3—4	22	2.77	19.2	22.9	9.1
4—5	23	3.17	19.8	26.6	24.3
5—6	17	3.36	13.6	21.2	21.2
6—7	5	3.33	1.7	3.1	16.9
7—8	5	2.98	2.0	4.8	21.0

Вероятность того, что физическая пара с расстоянием $\vartheta \leq 8'$ между компонентами удовлетворит условию (1), равна

$$p_0(\vartheta) = \exp[-0.924(\vartheta/8)^2].$$

Следовательно, число всех физических пар с $\vartheta_a - 0.5 < \vartheta < \vartheta_a + 0.5$ равно

$$n_0 = (n_p - n_{opt})/p_0(\vartheta_a).$$

Числа n_a приводятся в пятом столбце.

Обнаруживается весьма интересный факт: при $\vartheta \geq 6'$ происходит резкий спад значений n_a . Этот обрыв в распределении угловых расстояний станет еще заметнее после исключения «верхушек» систем с двумя наблюдаемыми галактиками, не связанными непосредственно.

В каталоге [6] лучевые скорости обоих компонентов приводятся для 82 пар, причем в 16 парах разность скоростей больше 400 км/с. Отбросив последние пары как вероятные оптические (возможны также грубые ошибки определения скоростей), получаем, что среди оставшихся систем второе и третье по величине значения r_p составляют 172 и 152 кпс. Наибольшее расстояние наблюдается в паре с номером 125. Оно равно 305 кпс. Однако эта пара не включена в каталог [4] и ее динамическая самостоятельность находится под сомнением. Воронцов-Вельяминов отмечает [10], что главный компонент системы является и главным членом небольшой рас-сеянной группы.

Поэтому в качестве верхнего предела для расстояний между компонентами динамически изолированных пар можно взять значение $r_p = 175$ кпс.

Как видно из шестого столбца табл. 1, величина $\langle v, \Pi \rangle 1000$, которая пропорциональна $\langle r_p \rangle$, при $\Pi > 4'$ уже не зависит от Π .

Таким образом, закон Тернера для распределения величины r_p в промежутке от 0.01 до 1 Мпс не подтверждается. Обрезание выборки пар галактик по величине Π уже не уменьшает сколько-нибудь существенно число динамически изолированных пар, если $\Pi \geq 6'$. Вывод раздела 2 этой работы полностью подтвердился.

4. Заключение. Исследование двойных галактик Тернером выгодно отличается от предшествующих работ Холмберга и Пейджа тем, что Тернер применил четкие и простые критерии отбора двойных галактик. Это позволило количественно изучить многие эффекты селекции, неизбежно присутствующие в любой каталожной выборке пар галактик.

Из данных Тернера следует, что отношение массы к светимости в парах почти на порядок превосходит оценку / по вращению отдельных галактик. Этот результат был интерпретирован Тернером как свидетельство существования в парах галактик скрытого вещества, окружающего компоненты в объеме ≤ 1 Мпс³.

Расхождение своей оценки / для пар галактик с данными других авторов Тернер предложил объяснять наличием избирательной ориентации пар относительно наблюдателя.

Выполненное нами исследование выборки двойных галактик Тернера показывает, что причина этого серьезного расхождения кроется в ином. Из анализа видимого распределения галактик (как в пуассоновском приближении, так и с учетом реального сгущивания галактик) следует, что около 30% тернеровских пар не являются истинными парами, а обусловлены эффектом проекции. Независимым способом, путем моделирования видимого распределения галактик на ЭВМ мы обнаружили, что критерию Тернера удовлетворяет около 20% случайных оптических пар и еще 36% выборки составляют неизоллированные псевдопары, образованные верхушками систем галактик. Последнее обстоятельство обусловлено малой глубиной критерия Тернера, в котором для обособления пары галактик не используются более слабые соседние в проекции галактики.

Принятый Тернером широкий закон распределения пар по взаимным расстояниям компонентов, $N(r_p) \sim r_p^{-1/2}$, [10 кпс $< r_p < 1$ Мпс] не соответствует действительному. Учет эффектов селекции и проекции показывает, что среди двойных галактик Тернера с $r_p \geq 40$ кпс практически отсутствуют пары, пригодные для корректной оценки их орбитальной массы.

Редукция данных Тернера за упомянутые эффекты позволяет получить для двойных галактик нормальное значение отношения массы к светимости без привлечения гипотезы о скрытых массах.

Специальная астрофизическая
обсерватория АН СССР
Псковский педагогический
институт

AN ANALYSIS OF TURNER'S SAMPLE OF BINARY GALAXIES

I. D. KARACHENTSEV, B. I. FESSENKO

A sample is considered of binary galaxies selected by Turner by way of applying quantitative criterion to apparent distribution of galaxies. The presence of accidental optical pairs as well as nonisolated "pairs" formed by visible tops of remote systems of galaxies is investigated in Turner's sample by two independent methods. The number of optical pairs is at any rate twice the estimated rate by Turner. It is found that only a small part of the physical pairs have got into Turner's catalogue with both components. Effects are considered of double galaxy selection according to separation between components and orientation of pairs with respect to an observer, which influence the estimate of the mean mass-to-luminosity ratio for galaxies.

A critical revision of Turner's data permits to obtain for binary galaxies a mass-to-luminosity ratio that agrees with estimates derived from galaxian rotation without involving the hypothesis adopting massive hidden halo existence.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. И. Фесенко, *Астрон. ж.*, 53, 112, 1976.
2. И. Д. Караченцев, *Труды III Европейской астрономической конференции*, Тбилиси, 1976, стр. 439.
3. I. D. Karachentsev, in *Symp. IAU No. 79. The Large Scale Structure of the Universe*, Tallin, 1978, p. 11.
4. И. Д. Караченцев, *Сообщ. CAO АН СССР*, 7, 3, 1972.
5. E. L. Turner, *Ap. J.*, 208, 304, 1976.
6. E. L. Turner, *Ap. J.*, 209, 20, 1976.
7. F. Zwicky *et al.*, *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, California Institute of Technology, 1—VI, 1962—1968.
8. Б. И. Фесенко, А. М. Фесенко, *Астрон. ж.*, 55, 262, 1978.
9. И. Д. Караченцев, А. А. Щербановский, *Сообщ. CAO АН СССР*, 24, 5, 1979.
10. Б. А. Воронцов-Вельяминов и др., *Морфологический каталог галактик*, М., 1962—68.