

УДК 524.7

К ВОПРОСУ О СВЯЗИ СЕЙФЕРТОВСКИХ ГАЛАКТИК С СОСЕДНИМИ ОБЪЕКТАМИ

А. Р. ПЕТРОСЯН

Поступила 8 января 1982

Принята к печати 27 июля 1982

Образована выборка сейфертовских галактик (СГ), включающая 161 объект. Для рассмотрения вопроса о связи СГ с соседними объектами применен метод подсчетов галактик в кругах диаметром 1.5 Мпс вокруг фиксированных СГ. Получено, что:

1. СГ участвуют в тенденции сгущивания галактик.
2. СГ второго типа показывают более сильную тенденцию участвовать в сгущивании галактик, чем объекты первого типа.
3. СГ первого типа чаще являются изолированными, чем СГ второго типа.
4. СГ второго типа чаще входят в изолированные пары галактик, чем объекты первого типа.

Рассмотрен также вопрос реальной и математически ожидаемой связи СГ со скоплениями Цвикки. Получено, что:

1. СГ показывают тенденцию появляться в скоплениях Цвикки.
2. СГ, вероятно, избегают компактных скоплений. Они с большей вероятностью совпадают со скоплениями средней компактности, чем с открытыми.
3. СГ второго типа чаще показывают совпадение со скоплениями, чем объекты первого типа.
4. СГ, которые, вероятно, являются членами скоплений Цвикки, проявляют тенденцию появляться ближе к центрам концентрации галактик в скоплениях.

1. *Введение.* Существует мнение, что галактики с эмиссионными линиями вообще [1—3] и сейфертовские галактики в частности [2—4] избегают богатых скоплений. Недавно появились противоречащие этому мнению предварительные результаты Шмидта [5] о том, что число сейфертовских галактик в скоплениях соответствует общему возрастанию числа галактик в скоплениях.

В настоящее время число известных сейфертовских галактик превысило сто пятьдесят. Это позволяет более подробно рассмотреть вопрос об участии сейфертовских объектов в тенденции сгущивания галактик, что и сделано в настоящей работе.

2. *Выборка сейфертовских галактик.* В использованную выборку галактик входят объекты, определение которых как сейфертовских совпа-

дает с обычно принятым (см., например, [6]). Отобраны только те сейфертовские галактики, изображения которых на картах Паломарского обзора неба (ПА), отличаясь от изображения звезд, имеют размеры ≥ 0.1 мм. В определенную таким образом выборку входит 161 сейфертовская галактика (май, 1980). Обозначим для краткости объекты данной выборки через СГ. Около 84% этих объектов входят в списки объектов Маркаряна. Данные о СГ взяты из оригинальных наблюдений и обзоров [6, 7].

3. *Метод анализа связи сейфертовских галактик с соседними объектами.* Для определения принадлежности СГ к полю или системам разной кратности использован метод подсчетов галактик вокруг фиксированных СГ и сравнение их числа с числом таких же объектов в соседних участках неба. Так как системами наивысшей кратности, членами которых могут быть сейфертовские галактики, являются скопления галактик, то подсчеты вокруг фиксированных СГ выполнены внутри кругов с угловым диаметром, соответствующим фиксированному линейному диаметру 1.5 Мпс, что является средним для скоплений [8]. Подсчеты выполнены для каждой из СГ на синих картах ПА. При вычислениях угловых диаметров кругов принималось, что $H = 75$ км/с Мпс.

В качестве критерия возможной связи между СГ и соседними галактиками в круге диаметром 1.5 Мпс в первом приближении взято соотношение

$$0.5 a_{\text{СГ}} \leq a_i \leq 2a_{\text{СГ}} \quad (1)$$

между их угловыми диаметрами, где индексы «сг» и «i» относятся к фиксированной СГ и соседним галактикам соответственно. Иными словами, галактика «i» считается «физически» связанной с СГ, если ее угловой диаметр находится в пределах, указанных в соотношении (1).

Для сравнения выполнены также подсчеты галактик в соседних с СГ участках неба, в кругах с тем же диаметром, что и для соответствующей СГ. Для уменьшения влияния случайных ошибок подсчеты в кругах сравнения выполнялись в четырех положениях: на севере, юге, востоке и западе от СГ, а центры кругов сравнения выбирались на расстоянии два-пять диаметров от соответствующей СГ.

4. *Результаты подсчетов.* Результаты подсчетов галактик внутри круга вокруг СГ приведены в табл. 1. Табл. 1 содержит последовательно: наименование СГ, число галактик вместе с СГ, удовлетворяющее критерию (1) в круге диаметром 1.5 Мпс вокруг СГ ($N_{\text{СГ}}$), реальное число соседей СГ, вычисленное как $N_{\text{СГ}} - N_{\text{з.с.}}$, со средним отклонением среднего арифметического (σ) числа галактик в четырех кругах сравнений.

По данным 3-го столбца табл. 1 подсчитано количество всех случаев вхождения в разные интервалы σ реального числа соседей; для всей вы-

Таблица 1

СТ		N_{CT}	$N_{CT}-N_{к.с.}$ $\pm \sigma$	1	2	3	
1		2	3	Марк.	352	18	0 $\pm$ 3
					358	7	5 $\pm$ 1
Марк.	1	25	5 $\pm$ 6		372	9	5 $\pm$ 1
	3	6	1 $\pm$ 1		374	5	4 $\pm$ 0
	6	20	16 $\pm$ 1		376	7	5 $\pm$ 1
	9	7	4 $\pm$ 1		382	2	-1 $\pm$ 1
	10	1	-1 $\pm$ 1		391	8	6 $\pm$ 1
	34	3	0 $\pm$ 1		403	14	9 $\pm$ 0
	40	48	-23 $\pm$ 16		423	16	12 $\pm$ 2
	42	6	-2 $\pm$ 2		463	1	0 $\pm$ 0
	50	19	-4 $\pm$ 6		464	18	-2 $\pm$ 3
	64	3	0 $\pm$ 0		471	3	1 $\pm$ 1
	69	10	4 $\pm$ 1		474	2	0 $\pm$ 1
	78	6	1 $\pm$ 2		477	6	2 $\pm$ 1
	79	3	0 $\pm$ 0		478	15	7 $\pm$ 2
	106	4	-1 $\pm$ 1		486	14	2 $\pm$ 2
	110	10	-6 $\pm$ 1		493	4	3 $\pm$ 1
	124	8	3 $\pm$ 1		504	11	5 $\pm$ 2
	141	13	11 $\pm$ 0		506	12	10 $\pm$ 1
	142	4	-1 $\pm$ 0		507	7	-1 $\pm$ 2
	176	10	-4 $\pm$ 2		509	8	4 $\pm$ 2
	198	13	6 $\pm$ 2		530	3	2 $\pm$ 0
	205	6	-2 $\pm$ 3		533	9	7 $\pm$ 1
	231	1	-3 $\pm$ 1		541	4	-1 $\pm$ 1
	236	2	-1 $\pm$ 1		543	16	10 $\pm$ 1
	266	2	1 $\pm$ 0		573	4	1 $\pm$ 1
	268	11	7 $\pm$ 1		584	3	-1 $\pm$ 0
	270	13	1 $\pm$ 0		590	3	1 $\pm$ 0
	273	8	7 $\pm$ 0		595	8	3 $\pm$ 1
	279	3	1 $\pm$ 1		609	5	3 $\pm$ 1
	290	12	1 $\pm$ 3		612	4	-7 $\pm$ 2
	291	28	15 $\pm$ 4		618	4	2 $\pm$ 1
	298	32	26 $\pm$ 2		622	19	12 $\pm$ 1
	304	4	-2 $\pm$ 1		634	4	2 $\pm$ 1
	309	2	1 $\pm$ 1		662	10	1 $\pm$ 1
	315	11	4 $\pm$ 1		668	7	-3 $\pm$ 1
	335	15	0 $\pm$ 1		673	3	1 $\pm$ 1
	348	10	4 $\pm$ 2		686	5	3 $\pm$ 1

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	1	2	3
Марк. 699	26	16 ± 3	Марк. 984	3	3 ± 0
700	11	10 ± 0	993	3	1 ± 1
704	10	7 ± 1	1014	2	1 ± 0
705	5	2 ± 1	1018	1	0 ± 0
715	3	0 ± 1	1040	1	1 ± 0
716	12	-1 ± 4	1044	6	-4 ± 3
720	5	3 ± 1	1048	3	1 ± 1
728	8	-3 ± 4	1058	14	2 ± 2
734	10	2 ± 1	1066	15	10 ± 2
738	6	-6 ± 1	1073	10	6 ± 1
739	22	12 ± 4	1095	4	2 ± 1
744	4	2 ± 1	1098	19	3 ± 4
745	67	20 ± 8	1126	5	4 ± 1
759	8	1 ± 1	1127	3	3 ± 0
766	17	6 ± 6	1133	19	6 ± 3
771	4	-2 ± 2	1146	1	0 ± 1
783	5	-3 ± 2	1149	8	6 ± 3
789	25	-3 ± 4	1152	7	3 ± 1
817	3	-2 ± 2	1157	8	3 ± 2
841	21	16 ± 2	1158	55	8 ± 11
845	1	0 ± 0	1179	15	9 ± 2
849	12	1 ± 1	1187	6	0 ± 1
854	4	1 ± 1	1330	5	3 ± 1
860	9	1 ± 2	1376	4	2 ± 0
871	7	2 ± 1	Арак. 79	4	2 ± 2
876	4	1 ± 1	347	29	21 ± 3
877	8	1 ± 0	564	7	5 ± 1
883	7	4 ± 1	NGC 1058	5	5 ± 0
885	1	0 ± 0	1275	12	10 ± 1
896	2	0 ± 1	3227	12	6 ± 1
915	5	4 ± 0	3516	8	2 ± 1
917	4	2 ± 1	3783	7	2 ± 1
926	3	1 ± 1	4051	21	17 ± 1
938	9	8 ± 0	4151	3	-1 ± 1
945	15	3 ± 3	4235	13	11 ± 1
955	7	4 ± 1	5548	8	5 ± 1
975	1	-1 ± 1	6764	3	2 ± 1

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	1	2	3
NGC 6814	1	0±0	I Zw 1	2	0±0
7469	4	-3±1	II Zw 1	3	-6±1
Топ 524a	7	-7±3	II Zw 136	4	0±1
3C 120	3	2±0	II Zw 55	8	-1±4
3C 382	6	2±2	Zw 0934+01	10	6±1
3C 390.3	10	4±2	Tol 0109-383	4	-1±2

борки СГ; для СГ первого типа; для второго и промежуточного типов. Полученные данные приведены в табл. 2. Там же приведены значения отношения числа СГ первого и второго типов к общему числу СГ, а на последней строке — суммарное количество СГ первого, второго, промежуточного типов, а также не классифицированных. Отметим, что классификация СГ основана на относительной ширине эмиссионных линий [9, 10].

Таблица 2

	$N_{\text{общ.}}$	$N_{\text{СГ1}}$	$N_{\text{СГ2}}$	$N_{\text{СГ1.5}}$	$N_{\text{н-к.}}$	$\frac{N_{\text{СГ1}}}{N_{\text{СГ}}}$	$\frac{N_{\text{СГ2}}}{N_{\text{СГ}}}$
$(N_{\text{СГ}} - \bar{N}_{\text{к.о.}}) \sim -3\sigma$	6	4	—	—	2	0.67	0
$-3\sigma < (N_{\text{СГ}} - \bar{N}_{\text{к.с.}}) < -\sigma$	19	17	2	—	—	0.89	0.11
$-\sigma < (N_{\text{СГ}} - \bar{N}_{\text{к.о.}}) < \sigma$	51	27	20	1	3	0.53	0.39
$\sigma < (N_{\text{СГ}} - \bar{N}_{\text{к.о.}}) < 3\sigma$	40	22	16	1	1	0.55	0.40
$3\sigma < (N_{\text{СГ}} - \bar{N}_{\text{к.с.}})$	45	22	22	1	—	0.49	0.49
Сумма	161	92	60	3	6		

Из выборки СГ производилось выделение изолированных СГ и СГ компонентов изолированных пар галактик. Оно производилось, во-первых, с помощью каталогов изолированных галактик [11] и изолированных пар галактик [12], во-вторых, самостоятельно выделялись те СГ, которые удовлетворяют критериям изолированности, введенным в [11], или критериям для вхождения в изолированную пару, введенным в [12], но которые не рассматривались в работах [11, 12] в основном из-за того, что или они сами, или их соседи не входят в каталог [13—16]. Отметим, что критерии изолированности и критерии для вхождения в изолированную пару, введенные в [11, 12], рассчитаны для объектов ярче 15^m . Использование тех же критериев для объектов, звездные величины которых не определены, но которые не слабее 17^m , приводит к возрастанию вероятности обнаружения ложных случаев изолированности и изолированных пар галактик.

Нижe приведены наименования выделенных изолированных СГ и СГ, входящих в изолированные пары галактик. Для объектов, входящих в [11, 12], в скобках приводятся также их соответствующие каталожные номера.

Изолированные СГ: Маркарян 309 (993); 382 (214); 493 (719); 885 (745); 34, 50; 142; 507; 975*; 1044; NGC 6814; 1 Zw 1.

СГ — члены изолированных пар галактик: Маркарян 266 (388); 506 (510b); 744 (295a); 984 (29a); 1376 (419a); NGC 3227 (234b); NGC 4151 (324b); NGC 7469 (575a); III Zw 55 (93a); Маркарян 40; 477; 504; 595; 612; 860; 1152; 3C120.

В тех случаях, когда избыток числа галактик в областях вокруг СГ больше 3σ , рассматривался вопрос распределения галактик в кругах. Оказалось, что почти с равной вероятностью СГ может быть членом и компактной, и широкой группы, причем группа классифицировалась компактной или широкой по Руду [17].

Некоторые яркие СГ отнесены к определенным группам галактик в работах [8, 18]. Членами групп Тёрнера и Готта [18] являются следующие СГ (в скобках указаны номера групп по [18]): Маркарян 744 (44); 759 (57); 766 (53); NGC 3227 (21); NGC 3516 (32); NGC 4151 (52); NGC 4235 (57); NGC 5548 (85). Интересно отметить, что две СГ — Маркарян 759 (NGC 4152) и NGC 4235 в [18] отнесены к одной группе (№ 57) галактик. Разница их лучевых скоростей равна 450 км/с, в то время как тангенциальное расстояние между ними большое: 8.83 угл. градусов или 4.3 Мпс при $H = 75$ км/с Мпс.

В [8] к близким группам галактик отнесены следующие СГ (в скобках отмечено наименование группы): NGC 1068 (Cet I); NGC 3227 (группа NGC 3190); NGC 4051 (CVn II); NGC 4151 (UMa Z); NGC 4235 (Virgo W).

Вопрос о вхождении сейфертовских галактик в скопления галактик будет рассмотрен ниже. Отметим только, что из всех тех СГ, для которых $(N_{\text{СГ}} - \bar{N}_{\text{к.с.}}) \leq 3\sigma$, только 28% показывают совпадение со скоплениями Цвикки, тогда как из всех тех СГ, для которых $(N_{\text{СГ}} - \bar{N}_{\text{к.с.}}) > 3\sigma$, совпадение показывают 63%.

Для выявления возможных эффектов селекции при подсчетах галактик вычислены выборочные коэффициенты корреляции между количеством: галактик в кругах вокруг СГ; в кругах сравнения; реальных соседей СГ и между величинами $\lg z_{\text{СГ}}$, $m_{\text{СГ}}^{\text{СГ}}$, $\lg d_{\text{СГ}}^{\text{СГ}}$. Отметим, что видимые фотографические величины СГ в основном взяты из [13—16]. В остальных случаях использованы оценки видимых величин по [1, 19—23]. Диаметры галактик определены по ПА с точностью до 0.05 угл. минут. Вычислен

* Эта галактика удовлетворяет критериям изолированности только на синей карте ПА.

также доверительный интервал по уровню достоверности $p = 0.05$ и для объема выборки $N = 161$, в предположении, что истинный коэффициент корреляции равен нулю (нулевая гипотеза). Значения с постоянным доверительным интервалом ± 0.162 получились следующими (табл. 3):

Таблица 3

	$\lg z_{\text{СГ}}$	$m_p^{\text{СГ}}$	$\lg d_{\text{СГ}}^*$
$N_{\text{СГ}}$	-0.180	0.052	-0.154
$\bar{N}_{\text{к.с.}}$	-0.087	0.170	-0.284
$N_{\text{СГ}} - \bar{N}_{\text{к.с.}}$	-0.196	-0.166	0.174

Как видно из табл. 3, число реальных соседей СГ слабо коррелирует с $\lg z_{\text{СГ}}$, и есть почти незаметная корреляция от $m_p^{\text{СГ}}$ и $\lg d_{\text{СГ}}^*$. Другими словами, увеличение красного смещения галактик, их визуальное ослабление и уменьшение видимых размеров приводят в разной мере к потере соседей СГ. Это и есть эффект селекции.

5. *Случаи совпадения сейфертовских галактик со скоплениями.* Для выяснения вопроса реальной связи СГ со скоплениями использованы данные о скоплениях Цвикки по каталогу [13—16], так как отмеченные в каталоге контурные линии скоплений упрощают вопрос отнесения той или иной СГ к скоплению. Так как для всех СГ выборки известны расстояния, то рассматривался не только вопрос геометрического совпадения положения СГ со скоплением, но и вопрос совпадения с классом расстояния скопления. Следует отметить, что вследствие ограничения по δ (в каталог [13—16] входят объекты с $\delta \geq -4^\circ$), только для 144 СГ из всей выборки рассмотрен вопрос совпадения со скоплениями Цвикки.

При рассмотрении совпадения по положению и красному смещению СГ со скоплением оказалось, что из всех 144 галактик только 54 могут быть членами скоплений Цвикки. Остальные 90 объектов или находятся вне контурных линий скоплений, или расстояние СГ не совпадает с классом расстояния скопления. Данные о 54 СГ, которые согласно вышесказанному могут быть членами скоплений Цвикки, приведены в табл. 4—7.

Недавно в [24, 25] опубликованы каталоги скоплений галактик с известными красными смещениями. На основе этих каталогов возможно более определенно рассмотреть вопрос членства в скоплении некоторых СГ.

Вследствие того, что скорости реальных членов скопления галактик могут отличаться от среднего для скопления даже на 5000 км/с (см., например, [26]), принято, что СГ реально является членом скопления, если разница лучевой скорости скопления и СГ меньше 2000 км/с. Такие случаи даны в табл. 4, где приведены: наименование СГ; ее красное смеще-

Таблица 4

СГ	$z_{\text{СГ}}$	Скопление		Населенность скопления по Цвикки	$z_{\text{скоп.}}$	ΔV_r (км/с)
		№ по Цвикки	№ по Эйблу			
Марк. 1	0.016	0107.5+3212	—	Ср. комп.	0.018	600
69*	0.076	1339.9+3030	1781	" "	0.0762	60
291	0.035	1600.4+1925	2151	" "	0.036	300
298	0.034	1600.4+1925	2151	" "	0.036	600
352	0.015	0107.5+3212	—	" "	0.018	900
423	0.032	1123.9+3541	1257	Откр.	0.0339	570
504	0.036	1701.4+2830	—	"	0.0337	690
673	0.036	1424.0+2613	—	Ср. комп.	0.034	600
699	0.034	1625.5+4006	2199	" "	0.0312	840
728	0.034	1058.6+1049	1142	" "	0.036	600
993	0.017	0107.5+3212	—	" "	0.018	300
1066	0.012	0303.0+4125	426	" "	0.0183	1890
1073	0.024	0303.0+4125	426	" "	0.0183	1710
1133	0.024	2335.5+2449	2634	" "	0.0307	2010
NGC 1275	0.018	0303.0+4125	426	" "	0.0183	90

Таблица 5

СГ	$z_{\text{СГ}}$	Скопление № по Цвикки	$z_{\text{скоп.}}$	ΔV_r (км/с)
Марк. 176	0.027	1138.7+5650	0.0342	2160
739	0.030	1142.1+2126	0.0214	2580
766	0.013	1217.5+2915	0.003	2700
789	0.032	1327.3+1145	0.0223	2910

Таблица 6

СГ	$z_{\text{СГ}}$	Скопление № по Цвикки	$z_{\text{скоп.}}$	ΔV_r (км/с)
Марк. 268	0.041	1339.9+3030	0.0762	10560
358	0.046	0107.5+3212	0.018	8400
533	0.029	2320.0+0845	0.0134	4680

* Значение красного смещения скопления Z_w 1339.9+3030 = A 1781 взято из работы [27].

Таблица 7

СГ		Скопление Цвикки	СГ		Скопление Цвикки
Марк.	6	Zw 0642.0+7334	Марк.	622	Zw 0801.3+3954
	9	0733.4+6102		662	1353.2+2508
	10	0733.4+6102		700	1704.9+3056
	42	1058.6+4611		704	0909.7+1814
	79	0739.8+4949		715	1003.6+1443
	205	1230.3+7450		716	1006.3+2320
	236	1302.2+6243		883	1628.0+2438
	374	0628.9+5232		1040	0226.0+2600
	382	0745.5+4020		1127	2256.8+2445
	391	0836.3+4147		1179	0226.0+2600
	403	0941.7+2430		1187	0248.0+1307
	463	1354.0+1834	Арак.	347	1202.2+2028
	493	1552.5+3435	NGC	3227	1020.1+2046
	506	1722.8+3120		3516	1112.7+7259
	530	2316.5+0046		6764	1916.8+4855
	595	0240.6+0740		7469	2259.6+0746

ние; номер скопления по Цвикки; номер скопления Эйбла, отождествленного с данным скоплением Цвикки; населенность скопления по Цвикки; красное смещение скопления; разница лучевых скоростей скопления и галактики.

Если разность лучевых скоростей скопления и СГ лежит в пределах $2000 \text{ км/с} < \Delta V < 4000 \text{ км/с}$, то членство СГ в скоплении поставлено под вопросом. Такие случаи собраны в табл. 5.

Если разница лучевой скорости скопления и СГ больше 4000 км/с , то вероятно, что СГ совпадает со скоплением вследствие проектировки. Среди рассмотренных нами случаев таких три. Эти случаи приведены в табл. 6

В табл. 7 собраны те случаи совпадения, при которых точные значения красных смещений скоплений неизвестны.

Отметим также, что в [27] сейфертовская галактика Маркарян 106 рассматривается как вероятный член скопления A784 (Zw 0917.9+5508), хотя она отстоит на 25 угл. минут от центра скопления и не захватывается контурной линией, соответствующей A784 скопления Цвикки, и поэтому не включена в число 54 отмеченных галактик.

6. Ожидаемые случаи совпадения СГ со скоплениями. Для определения ожидаемого числа случаев совпадения СГ со скоплениями следует фиксировать занимаемый ими объем пространства. Во-первых, ограничим

пространство по z , рассматривая только объекты с $z \leq 0.050$ (класс расстояния, «близкий» по Цвикки). Во-вторых, рассмотрим область неба, определяемую условиями, аналогичными условиям работы [28]:

$$\begin{aligned} \alpha &= 3^h 0 - 5^h 5, & -4^\circ \leq \delta \leq 10^\circ, \\ \alpha &= 6^h 0 - 18^h 0, & \delta \geq -4^\circ, \\ \alpha &= 20^h 5 - 3^h 0, & \delta \geq -4^\circ \end{aligned}$$

и $|b''| \geq 20^\circ$. Площадь такой области равна ~ 13000 кв. градусов.

Из выборки СГ в это пространство входят 109 объектов. По каталогу [13—16] в рассматриваемое пространство входят 236 «открытых» скоплений Цвикки с суммарной площадью 1370 кв. град., 185 «средней компактности» скоплений с суммарной площадью 937 кв. град. и 24 «компактных» скопления с суммарной площадью 69 кв. град.

Если считать, что вероятность независимого появления некоторого числа СГ на суммарной площади скоплений определяется законом Пуассона, то наиболее вероятно, что случайное число совпадений должно равняться наблюдаемому среднему числу совпадений. Исходя из этого, составлена табл. 8, в которой приведены числа ожидаемых случайных совпадений и наблюдаемых совпадений СГ с «близкими» скоплениями Цвикки разной населенности, со всеми скоплениями и с полем, независимо от точных значений лучевых скоростей тех и других.

Таблица 8

Тип скопления по Цвикки	N	
	ожидаемые случайно	наблюдаемые
Открытые	11.5 ± 3.4	20
Ср. компактности	7.9 ± 2.8	24
Компактные	0.6 ± 0.8	0
Все скопления Цвикки	20.0 ± 4.5	44
Поле	89.2 ± 9.4	65

7. *Обсуждение.* Из результатов подсчета галактик в кругах диаметром 1.5 Мпс вокруг СГ и в кругах сравнения можно сделать следующие выводы:

1. Сейфертовские галактики участвуют в тенденции сгущивания галактик. Это, во-первых, видно из табл. 2, где для более 50% СГ количество реальных соседей превышает 2. Во-вторых, при аппроксимации функции $\bar{N}_{\text{к.с.}} = f(N_{\text{СГ}})$ линейной зависимостью для угла наклона аппроксимированной линии получается значение 36° (выборочный коэффициент корреляции между $\bar{N}_{\text{к.с.}}$ и $N_{\text{СГ}}$ равен $r = 0.799 \pm 0.162$).

2. 12 СГ (7% выборки) являются изолированными по критериям работы [11].

3. 17 СГ (11% выборки) являются компонентами изолированных пар галактик по критериям работы [12].

4. 10 ярких СГ отнесены к близким группам галактик [8, 18], но следует предположить, что не только эти, но и большинство других СГ, реальное количество соседей которых больше σ , вероятно входят в группы галактик.

Сопоставляя же число реальных и ожидаемых случайно совпадений СГ со скоплениями Цвикки разной населенности, со скоплениями вообще и с полем (см. табл. 8), можно сделать следующие выводы:

1. СГ показывают тенденцию появляться в скоплениях Цвикки, что, как известно, характерно и для остальных галактик.

2. В работах [2, 3] сделан вывод, что сейфертовские галактики избегают компактных скоплений. По нашим данным, это не столь очевидно. Необходимо более детальное рассмотрение этого вопроса, учитывающее общее число галактик в компактных скоплениях Цвикки.

3. СГ с большей вероятностью совпадают со скоплениями средней компактности, чем с открытыми.

Интересно выявить местонахождение СГ относительно контурных линий скоплений Цвикки. Оказалось, что из 54 СГ 27 располагаются на краях скоплений (дальше $2/3$ радиуса круга, центр которого — ближайшее к СГ сгущение галактик, а радиус — расстояние от этого сгущения до соответствующего участка контурной линии скопления), 12 СГ находятся вблизи центров скоплений (ближе к центрам концентраций галактик в скоплении, чем $1/3$ радиуса), а 15 занимают промежуточное положение.

Если в первом приближении допустить, что СГ с равной вероятностью может появляться в любом месте внутри контурной линии скопления, то в отмеченных выше областях ожидаемое количество СГ должно быть 30:6:18. Наблюдения же дают следующие числа: 27:12:15. Таким образом, СГ в 2 раза чаще совпадают с центрами концентрации галактик в скоплениях, чем можно было бы ожидать при их равновероятном появлении в любом месте внутри скоплений. Так как известно, что остальные галактики в скоплениях показывают аналогичную тенденцию, то можно, по всей вероятности, утверждать, что распределение СГ по расстояниям от центров скоплений не отличается от соответствующего распределения других галактик (см. работу [29]). Это можно рассматривать как дополнительное доказательство связи СГ со скоплениями.

Из 161 галактики, входящей в выборку СГ, 92 являются объектами первого типа, 60 — объектами второго типа и 3 объекта — промежуточного 1.5 типа. Следовательно, при равновероятном появлении СГ первого и второго типов в системах галактик разной кратности отношение числа СГ первого и второго типов к общему числу СГ в выборке должно равняться 0.57 и 0.37 соответственно.

Значения отношений $N_{\text{СГ1}}/N_{\text{СГ}}$ и $N_{\text{СГ2}}/N_{\text{СГ}}$, приведенных в последних двух столбцах табл. 2, показывают, как меняется число СГ первого и второго типов относительно общего числа СГ в зависимости от интервала σ . Видим, что СГ второго типа показывают более сильную тенденцию участвовать в сгущивании галактик, чем объекты первого типа.

В выборке СГ среднее значение красного смещения для объектов первого типа равно 0.045 ± 0.003 , а для объектов второго типа 0.028 ± 0.002 . Таким образом, в выборке СГ первого типа в среднем отстоят дальше СГ второго типа, что, очевидно, связано с более высокой светимостью первых. Как отмечалось выше, существует слабая селекция при подсчетах галактик в кругах по z . Тогда отмеченная выше тенденция СГ второго типа к более сильному сгущиванию, по сравнению с СГ первого типа, в какой-то мере отягощена эффектом селекции по z .

Среди тех СГ, которые являются членами изолированных пар галактик, 9 объектов второго типа, 6 первого типа ($N_{\text{СГ1}}/N_{\text{СГ}} = 0.4$, $N_{\text{СГ2}}/N_{\text{СГ}} = 0.6$). Следовательно, СГ второго типа почти в два раза чаще входят в изолированные пары галактик, чем можно было ожидать при равновероятном появлении с объектами первого типа.

Из 12 изолированных СГ 8 являются объектами первого типа, 3 — второго, а один объект — промежуточного 1.5 типа ($N_{\text{СГ1}}/N_{\text{СГ}} = 0.67$, $N_{\text{СГ2}}/N_{\text{СГ}} = 0.25$). Это означает, что действительное число СГ первого типа, которые являются изолированными, в 1.8 раза выше, чем имели бы при равновероятном с СГ второго типа появлении, как изолированных.

Из 54 совпадающих со скоплениями СГ 27 — объекты первого типа, 26 — второго*. Следовательно, для СГ, которые, вероятно, являются членами скоплений, имеют место отношения — $N_{\text{СГ1}}/N_{\text{СГ}} = 0.50$ и $N_{\text{СГ2}}/N_{\text{СГ}} = 0.48$, т. е. СГ второго типа в 1.5 раза чаще показывают совпадение со скоплениями, чем объекты первого типа, если вероятность совпадения со скоплениями объектов обоих типов одинакова. Только для СГ, реально являющихся членами скоплений (табл. 4), СГ второго типа уже примерно в 2.3 раза чаще показывают совпадение со скоплениями, чем объекты пер-

* Учитывались все объекты, совпадающие со скоплениями, так как, во-первых, значения красных смещений скоплений нуждаются в подтверждении, во-вторых, среди остальных СГ, для которых вопрос точного отнесения к определенному скоплению не рассматривался, также вероятны случаи оптической проекции на скопление.

вого типа. Этот вывод подтверждает предварительный аналогичный результат Шмидта [5].

7. *Заключение.* Таким образом, получено, что:

1. Сейфертовские галактики участвуют в тенденции сгущивания галактик.

2. Сейфертовские галактики, проявляя тенденцию появляться в скоплениях Цвикки, вероятно избегают компактных скоплений. Они показывают тенденцию появляться ближе к центрам концентрации галактик в скоплениях.

3. Сейфертовские галактики первого типа чаще являются изолированными, чем объекты второго типа.

4. Сейфертовские галактики второго типа чаще входят в изолированные пары галактик, чем объекты первого типа.

5. Сейфертовские галактики второго типа чаще показывают совпадение со скоплениями, чем объекты первого типа.

Последние три вывода подтверждают полученный выше результат о том, что сейфертовские галактики второго типа вообще показывают более сильную тенденцию участвовать в сгущивании галактик, чем объекты первого типа.

Автор признателен рецензенту за полезные замечания*.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

ON THE QUESTION OF THE RELATION OF SEYFERT GALAXIES WITH NEIGHBOURING OBJECTS

A. R. PETROSSIAN

A sample of 161 Seyfert galaxies (SG) is formed. For the examination of the question on the relation of SG of the sample with their neighbouring objects, the method of calculation of objects in the circles with diameter 1.5 Mpc around the fixed SG is applied.

It is obtained that:

1. SG participate in the tendency of clustening of galaxies.

* После сдачи статьи в печать мы узнали о заметке Аракеляна и Тербижа [30]. Таблица, приведенная в указанной заметке, содержит аналогичные данные для части сейфертовских галактик, включенных в табл. 4 настоящей работы.

2. Sy 2 show stronger tendency to participate in clustering of galaxies than Sy 1.

3. Sy 1 are more often isolated than Sy 2.

4. Sy 2 belong more often to isolated pair of galaxies than Sy1.

The question of real and mathematically expected correlation of SG of the sample with Zwicky's clusters is considered.

It is obtained that:

1. SG show the tendency to appear in Zwicky's clusters.

2. SG probably avoid compact Zwicky's clusters. They coincide with greater probability with medium compact clusters than open ones.

3. Sy 2 more often show coincidence with clusters, than Sy 1.

4. SG are probably members of the clusters which show the tendency to appear near the centers of concentrations in clusters.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 3, 55, 1967.
2. Б. В. Комберг, *Препринт ИКИ*, № 274, 1976.
3. G. R. Gislér, M. N., 183, 633, 1978.
4. S. van den Bergh, *Ap. J.*, 198, L1, 1975.
5. К.-Х. Шмидт, в кн. «Крупномасштабная структура Вселенной», Мир, М., 1981, стр. 120.
6. D. W. Weedman, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, 15, 69, 1977.
7. D. W. Weedman, M. N., 184, 11P, 1978.
8. G. de Vaucouleurs, in: "Stars and Stellar Systems", eds. A. Sandage, M. Sandage, J. Kristian, Chicago Univ. of Chicago Press, 9, 1975, p. 557.
9. D. W. Weedman, *Ap. J.*, 159, 405, 1976.
10. Е. Ye. Khachikyan, D. Weedman, *Astrophizika*, 7, 389, 1971.
11. В. Е. Караченцева, *Сообщ. CAO АН СССР*, вып. 8, 3, 1973.
12. Н. Д. Караченцев, *Сообщ. CAO АН СССР*, вып. 7, 3, 1972.
13. F. Zwicky, E. Herzog, P. Wild, *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, 1, 1961.
14. F. Zwicky, E. Herzog, *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, 2, 1963; 3, 1966; 4, 1968.
15. F. Zwicky, M. Karpowicz, C. T. Kowal, *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, 5, 1965.
16. F. Zwicky, C. T. Kowal, *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, 6, 1968.
17. H. J. Rood, *Ap. J.*, 188, 451, 1974.
18. E. L. Turner, J. R. Gott III, *Ap. J. Suppl. ser.*, 32, 409, 1976.
19. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 5, 443, 581, 1969.
20. Б. Е. Маркарян, В. А. Липоведский, *Астрофизика*, 7, 571, 1971; 8, 155, 1972; 9, 487, 1973; 10, 307, 1974; 12, 389, 657, 1976.

21. Б. Е. Маркрян, В. А. Липовецкий, Дж. А. Степанян, *Астрофизика*, 13, 225, 397, 1977; 15, 201, 1979.
22. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, M. Corwin, *Second Reference Catalogue of Bright Galaxies*, Austin, 1976.
23. S. W. Prata, P. A. S. P., 78, 61, 1966.
24. T. W. Noonan, *Ap. J. Suppl. ser.*, 45, 613, 1981.
25. Т. С. Фетисова, *Астрон. ж.*, 58, 1137, 1981.
26. S. A. Gregory, *Ap. J.*, 199, 1, 1975.
27. H. G. Corwin Jr., A. J., 79, 1356, 1974.
28. В. Ю. Тербиж, *Астрофизика*, 16, 45, 1980.
29. М. А. Аракелян, В. Ю. Тербиж, *Письма АЖ*, 8, 139, 1982.
30. М. А. Аракелян, В. Ю. Тербиж, *Астрон. циркул.* № 1188, 1, 1981.