

УДК 524.7.42

## СВЕРХАССОЦИИИ В СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИКАХ С УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ИЗБЫТКОМ. III

А. Р. ПЕТРОСЯН, К. А. СААКЯН, Э. Е. ХАЧИКЯН

Поступила 15 июня 1983

Принята к печати 10 апреля 1984

На основе данных о спиральных УФ-галактиках, содержащих сверхассоциации (СА) [1, 2], проведено их статистическое исследование. Получены следующие результаты: 1) Частота встречаемости спиральных галактик с СА среди УФ-галактик примерно два раза выше, чем среди нормальных спиралей. 2) СА встречаются как в карликовых, так и в гигантских и сверхгигантских галактиках, причем в большинстве случаев в галактиках с перемычкой. 3) Расстояние СА от ядра увеличивается: а) с уменьшением яркости галактики, б) с уменьшением яркости ее ядра и г) с появлением галактики. 4) В распределении СА замечается два максимума: первый на расстоянии 0.4 радиуса галактики, второй — более слабый максимум — на 0.8 радиуса. 5) С увеличением числа СА их абсолютная светимость и размеры уменьшаются, а цвет становится более голубым. 6) СА в галактиках с многоядерной структурой как по светимости, так и по размерам уступают СА в одноядерных галактиках. 7) Чем ярче ядро и выше радиосветимость галактики, тем голубее в ней СА. 8) У галактик с более сильным УФ-континуумом наблюдаются более яркие СА. Делается предположение, что СА и некоторые ядра галактик, возможно, имеют общую природу.

1. *Введение.* В первых двух работах авторов [1, 2] приведены списки галактик, содержащих сверхассоциации (СА) и некоторые их параметры: размеры, цвета, абсолютные величины галактик, ядер и СА, а также расстояния СА от ядра. В настоящей работе, на основе данных работ [1, 2], проведено статистическое исследование. Во втором разделе рассмотрены абсолютные величины галактик, их ядер и СА, содержащихся в них. В разделе 3 — размеры галактик, ядер и СА, в 4 — распределение и число СА в галактиках, в 5 — цвета СА, в 6 и 7 — морфология и «степень активности» галактик, содержащих СА, в 8 — рассмотрены некоторые корреляции между параметрами галактик, ядер и СА. В заключении собраны выводы относительно галактик и содержащихся в них СА.

2. *Абсолютные величины.* На рис. 1а, б, в приведены гистограммы распределения абсолютных величин галактик, ядер и СА соответственно.

На рис. 2а, б, приведены гистограммы распределения разностей абсолютных величин галактик и СА, ядер и СА соответственно. В табл. 1 собраны значения пределов изменений абсолютных величин, их средние значения, а также пределы изменения и средние значения разностей абсолютных величин галактик и их СА, ядер галактик и их СА. Так как в наш список входят как одноядерные (50 галактик), так и многоядерные галактики (6 галактик), то данные для них в таблице приведены отдельно.

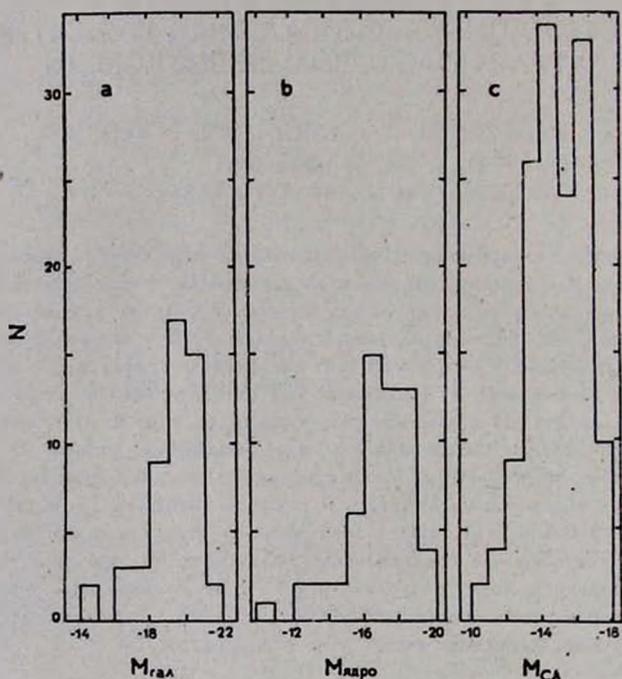


Рис. 1. Гистограммы распределения абсолютных звездных величин: а) содержащих сверхассоциации галактик; б) ядер; с) сверхассоциаций.

В работе [3] отмечалось, что СА встречаются в сверхгигантских спиральных галактиках, абсолютная величина которых  $-20^m.5$  и ярче. По нашим данным, как видно из табл. 1 и рис. 1а, СА встречаются также в карликовых и гигантских галактиках.

Наблюдается некоторый дефицит в распределении СА в интервале абсолютных величин  $-15^m + -16^m$  (рис. 1с).

Среднее значение разности абсолютных светимостей УФ-галактик и их СА ( $-4^m.3 \pm 1^m.3$ ) того же порядка, что и для нормальных спиральных галактик ( $\sim -5^m$ ). По нашему мнению, эта разность может считаться,

по-видимому, постоянной для спиральных галактик и ее можно использовать как дополнительный параметр (вместе с  $M_{\text{рз}} \text{СА}$ , нижний предел для которой выбирается условно [3]) для отбора СА в галактиках.

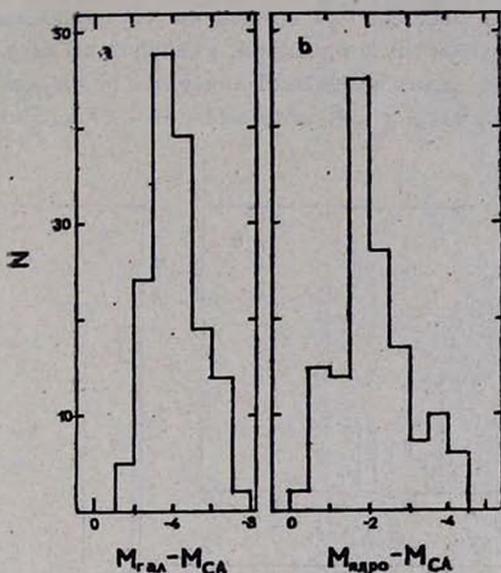


Рис. 2. Гистограммы распределения: а) разностей абсолютных звездных величин галактик и их сверхассоциаций; б) ядер галактик и их сверхассоциаций.

Согласно [5], абсолютные величины СА в нормальных спиралях меняются в пределах от  $-14^m$  до  $-17^m.2$ , имея в среднем светимость  $-15^m.2$ , (среднее подсчитано по 28 СА в 12 галактиках). Полученные нами значения для  $M_{\text{СА}}$  в УФ-галактиках ( $-14^m.9 \pm 1^m.5$ ) достаточно близки к этому значению (среднее подсчитано по 141 СА для 51 галактики).

Средняя разность абсолютных звездных величин ядер УФ-галактик и их СА ( $-2^m.0 \pm 0^m.9$ ) превосходит таковую для нормальных спиральных галактик ( $-0^m.5 \pm 1^m.3$ ) [4]. Это различие, по всей вероятности, обусловлено тем, что УФ-галактики имеют более яркие ядра (табл. 1), чем нормальные галактики тех же морфологических типов.

Из данных табл. 1 видно, что галактики с многоядерной структурой уступают одноядерным по интегральной светимости, по светимости ядер, а также по светимости СА. Различие между значениями  $M_{\text{гала}} - M_{\text{СА}}$  для одноядерных и многоядерных галактик, согласно распределению Стьюдента, не значимо. Различие же между значениями  $M_{\text{ядро}} - M_{\text{СА}}$  для одноядерных и многоядерных галактик значимо. Относительно небольшое зна-

чение этой разности ( $-1^m4 \pm 0^m7$ ) для многоядерных галактик дает основание предположить, что ядра и СА в галактиках с многоядерной структурой по светимости схожие образования.

3. *Размеры.* На рис. 3а, б, с приведены гистограммы распределения линейных размеров галактик в проекции, размеров их ядер и СА. В табл. 2 собраны значения пределов изменений линейных размеров, их средние значения для галактик, ядер и СА отдельно для одноядерных и многоядерных галактик.

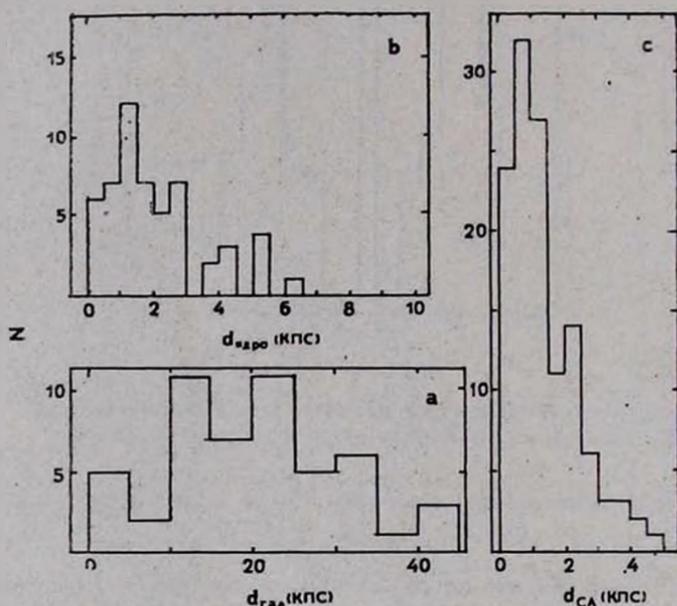


Рис. 3. Гистограммы распределения линейных размеров: а) содержащих сверхассоциация галактик; б) ядер; с) сверхассоциаций.

На крупномасштабных снимках УФ-галактик большинство СА по своему внешнему виду компактные и довольно звездообразны. Встречаются также СА в виде диффузных облаков, которые иногда похожи на сегменты спиральных рукавов, пересеченные пылевыми облаками. Возможно, все удлиненные диффузные образования такого типа состоят из нескольких компактных сгущений (например, продолговатое сгущение, наблюдаемое у Маркьян 319 на снимках 2.6-м телескопа, на снимке 6-м телескопа разрешается на несколько сферических образований).

Так как большинство СА и ядер галактик имеют звездообразный вид, то естественно, что ввиду различного рода факторов (оптика телескопа, атмосфера и т. д.) их диаметры, определенные из наблюдений, преувеличе-

Таблица 1

## ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕНЕНИЯ И СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ АБСОЛЮТНЫХ ЗВЕЗДНЫХ ВЕЛИЧИН ГАЛАКТИК, ИХ ЯДЕР И СА

	$M_{\text{гг}} (\text{гал.})$		$M_{\text{гг}} (\text{ядро})$		$M_{\text{гг}} (\text{СА})$		$M_{\text{гг}} - M_{\text{СА}}$		$M_{\text{ядро}} - M_{\text{СА}}$	
	пред.	средн.	пред.	средн.	пред.	средн.	пред.	средн.	пред.	средн.
Одноядерные галактики	$-14.^m 8 \div$ $-21.3(45)$	$-19.^m 5$ $\pm 1.4$	$-13.^m 4 \div$ $-19.8(45)$	$-17.^m 6$ $\pm 1.8$	$-11.^m 2 \div$ $-17.9(129)$	$-15.^m 1$ $\pm 1.5$	$-1.^m 4 \div$ $-7.2(129)$	$-4.^m 2$ $\pm 1.2$	$0.^m \div$ $-4.5(129)$	$-2.^m 2$ $\pm 1.0$
Многоядерные галактики	$-14.6 \div$ $-19.6(6)$	$-18.0$ $\pm 2.1$	$-10.6 \div$ $-17.0(13)$	$-14.8$ $\pm 2.0$	$-10.6 \div$ $-15.8(12)$	$-13.3$ $\pm 1.6$	$-2.2 \div$ $-5.6(12)$	$-4.8$ $\pm 0.9$	$+1.8 \div$ $-2.6(12)$	$-1.4$ $\pm 0.7$
Все галактики	$-14.6 \div$ $-21.3(51)$	$-19.2$ $\pm 1.4$	$-10.6 \div$ $-19.8(58)$	$-16.9$ $\pm 1.8$	$-10.6 \div$ $-17.9(141)$	$-14.9$ $\pm 1.5$	$-1.4 \div$ $-7.2(141)$	$-4.3$ $\pm 1.1$	$+1.8 \div$ $-4.5(141)$	$-2.0$ $\pm 0.9$

Таблица 2

## ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕНЕНИЯ И СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ НАБЛЮДЕННЫХ И РЕАЛЬНЫХ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ГАЛАКТИК, ИХ ЯДЕР И СА

	$d_{\text{гг}} (\text{кпс})$		$d_{\text{ядро}} (\text{кпс})$				$d_{\text{СА}} (\text{кпс})$			
	пред.	средн.	набл. пред.	набл. средн.	реальн. пред.	реальн. средн.	набл. пред.	набл. средн.	реальн. пред.	реальн. средн.
Одноядерные галактики	$3.3 \div$ $77.3(45)$	$22.9$ $\pm 13.1$	$0.2 \div$ $6.5(43)$	$2.6$ $\pm 1.5$	$0.2 \div$ $5.2$	$2.3$	$0.2 \div$ $4.6(111)$	$1.4$ $\pm 1.1$	$0.1 \div$ $3.5$	$1.0$
Многоядерные галактики	$1.5 \div$ $26.7(6)$	$14.1$ $\pm 10.5$	$0.1 \div$ $1.3(11)$	$0.8$ $\pm 0.5$	$0.9 \div$ $1.2$	$0.6$	$0.2 \div$ $1.0(12)$	$0.6$ $\pm 0.3$	$0.1 \div$ $0.7$	$0.4$
Все галактики	$1.5 \div$ $77.3(51)$	$21.7$ $\pm 13.0$	$0.1 \div$ $6.5(54)$	$2.1$ $\pm 1.5$	$0.1 \div$ $5.8$	$1.9$	$0.2 \div$ $4.6(123)$	$1.3$ $\pm 1.1$	$0.1 \div$ $3.5$	$1.0$

ны. Для выяснения этого вопроса подсчитаны выборочные коэффициенты корреляции между угловыми диаметрами: ядер галактик, наибольшей СА в галактиках и расстоянием этих галактик. Рассмотрены также корреляции между угловыми диаметрами ядер галактик и наибольшей и наименьшей СА в галактике.

Получены следующие значения выборочных коэффициентов корреляции с доверительными интервалами по уровню достоверности  $p = 0.05$ : между расстоянием галактик и угловым диаметром их ядер  $r = -0.074 \pm 0.277$ , между расстоянием галактик и угловым диаметром их наибольшей СА  $r = -0.036 \pm 0.277$ ; между угловыми диаметрами ядер галактик и их наибольшей СА  $r = 0.567 \pm 0.265$ ; между угловым диаметром ядер галактик и их наименьшей СА  $r = 0.710 \pm 0.265$ .

Как видно, угловые диаметры ядер и СА не зависят от удаленности галактик. В таком случае можно считать, что наблюдаемая положительная корреляция между угловыми диаметрами ядер и СА вероятнее всего обусловлена вышеотмеченными факторами.

В работе Серсика [6] описана методика вычисления реальных диаметров компактных Н II-областей при помощи угловых диаметров слабых звезд. Эта методика использована нами для приблизительной оценки реальных средних диаметров ядер и СА. Наши многолетние наблюдения на 2.6-м телескопе показывают, что на синих пластинках без фильтра средний угловой диаметр слабых звезд порядка  $2.''8$ . Средние угловые диаметры ядер и СА УФ-галактик равны  $6.''4$  и  $4.''4$  соответственно. То есть, согласно [6], наблюдаемые линейные диаметры ядер должны быть уменьшены на 10%, а диаметры СА — на 25%. Полученные средние значения реальных линейных размеров ядер и СА приведены в табл. 2.

В работе [7] на основе исследования 62 СА в нормальных спиральных галактиках для их среднего реального линейного диаметра получено значение 460 пс. Как видно из табл. 2, в УФ-галактиках это значение более чем в два раза больше, хотя в нормальных галактиках также встречаются гигантских размеров Н II области (см., например, [8]).

Из табл. 2 видно также, что интервалы размеров СА и галактик перекрывают друг друга. Это значит, что некоторые СА по своим размерам не уступают галактикам и что в отдельных случаях их можно считать не СА в галактиках, а их спутниками.

Галактики с многоядерной структурой уступают по своим размерам, по размерам ядер и СА одноядерным галактикам.

Отметим, что, согласно распределению Стьюдента, различие между размерами ядер и СА многоядерных галактик не значимо.

4. Распределение и число СА в галактиках. На рис. 4 приведена гистограмма распределения  $R_{СА}/R_{гала}$  (только для отношений, значения ко-

торых меньше единицы), где  $R_{CA}$  линейное (в проекции) расстояние СА от ядра галактики;  $R_{гала}$  — линейный радиус галактики.

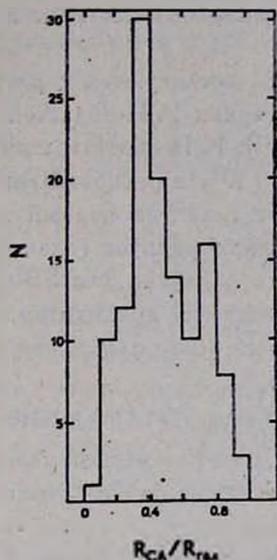


Рис. 4. Гистограмма распределения отношения  $R_{CA}/R_{гала}$ .

В табл. 3 собраны средние значения и пределы изменения  $R_{CA}$  и  $R_{CA}/R_{гала}$  для всех СА из списков, приведенных в [1, 2]. Данные о многоядерных и одноядерных галактиках приведены отдельно (в случае многоядерных галактик  $R_{CA}$  соответствует расстоянию СА от ближайшего ядра).

Таблица 3

ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕНЕНИЯ И СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ АБСОЛЮТНЫХ И ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКЦИОННЫХ РАССТОЯНИЙ СА ОТ ЯДЕР ГАЛАКТИК

	$R_{CA}$ (кпс)		$R_{CA}/R_{гала}$	
	пределы	среднее	пределы	среднее
Одноядерные галактики	0.2 ÷ 22.0 (109)	5.1 ± 3.5	0.10 ÷ 1.90 (118)	0.50 ± 0.28
Многоядерные галактики	0.4 ÷ 8.6 (12)	3.8 ± 2.6	0.30 ÷ 1.45 (12)	0.58 ± 0.31
Все галактики	0.2 ÷ 22.0 (121)	4.9 ± 3.5	0.10 ÷ 1.90 (130)	0.52 ± 0.29

Как видно из рис. 4, гистограмма не симметрична. Главный максимум приходится на интервал  $R_{CA}/R_{гала}$  0.3 — 0.4, то есть СА в УФ-галактиках имеют тенденцию располагаться на расстоянии 0.4 радиуса галактики.

На гистограмме выделяется второй, более слабый вероятный максимум, который приходится приблизительно на 0.8 радиуса галактики. Примечательно также то, что в исследованных УФ-галактиках не обнаружены СА, расположенные в непосредственной близости от ядра, ближе чем  $1/10$  радиуса галактики.

Эти результаты хорошо согласуются с результатами, полученными относительно распределения ярких Н II-областей в нормальных спиральных галактиках. По Ходжу [9], Н II-области избегают центральных областей галактик. По Израелью [10], в распределении Н II-областей существуют два максимума. Для Sc галактик первый максимум приходится на расстояние 0.4 де Вокулеровского радиуса галактики, второй — более слабый максимум — на 0.75 этого радиуса. Для SBb, Sb и Sbc галактик же, по данным Ходжа, первый максимум приходится на 0.50 де Вокулеровского радиуса, второй, выраженный более слабо, чем в случае Sc галактик, на 0.8—0.85 этого радиуса [10].

Подобная гистограмма была также построена отдельно для ярких (до  $-15^m$ ) и слабых СА. При этом вышеотмеченные два максимума сохраняются, и у ярких СА нет тенденции особенно часто встречаться в периферийных частях галактик.

Распределение СА в УФ-галактиках типов Sa — Sbc довольно хорошо совпадает с распределением Н II-областей в нормальных галактиках тех же морфологических типов [10]. Отметим также, что среднее линейное расстояние СА от ядер галактик в проекции ( $4.9 \pm 3.5$  кпс, см. табл. 3) того же порядка, что и приведенное в [10].

Как известно, Н II-области — звездные ассоциации, в основном расположены в спиральных рукавах. Вне рукавов число ассоциаций незначительно (см., например, [11]). Замечается также, что яркие ассоциации образуют группы, которые в основном расположены в тех же частях спиралей, в которых последние разветвляются. В спиральных галактиках с перемычкой Н II-области внутри перемычек не наблюдаются [9].

Что касается СА нашей выборки, то почти все они расположены в спиральных рукавах или в отростках, исходящих из ядер. Лишь в случае Маркарян 976 СА расположена между спиральными рукавами галактики. СА внутри перемычек SB галактик не наблюдается. Наблюдается довольно много случаев, когда СА находится на концах перемычек, откуда берут начало спиральные рукава.

Отметим, что, как в нормальных галактиках, в УФ-галактиках встречаемость СА ниже, чем встречаемость обычных ассоциаций, и тот факт, что у 56 спиральных галактик обнаружена 151 СА, показывает, что УФ-галактики по числу СА не уступают нормальным галактикам. В некоторых УФ-галактиках имеется всего одна СА. В табл. 4 приведено число иссле-

дованных нами УФ-галактик и соответственное число СА, содержащихся в них. В последней строке табл. 4 приведены числа, показывающие, какой процент среди 56 галактик, имеющих СА, составляют галактики с 1, 2, 3... СА. Общее число наблюдаемых нами спиральных УФ-галактик составляет 179, из них 123 не содержат СА.

Таблица 4

ЧИСЛО И ПРОЦЕНТ ГАЛАКТИК, СОДЕРЖАЩИХ РАЗНОЕ ЧИСЛО СА

Число СА	1	2	3	4	5	6	7	8	9	14
Число галактик	19	18	5	8	1	1	0	2	1	1
%	34	32	9	14	2	2	—	3	2	2

Из 18 галактик, содержащих две СА, у 7 СА расположены симметрично относительно ядра — по одной на разных рукавах. У остальных 11 галактик обе СА расположены на одной спиральной ветви.

В случае галактик с тремя СА, у трех галактик в одном рукаве расположены по одной СА, в другом — 2. У остальных двух галактик все три СА находятся на одном рукаве.

В случае галактик с 4 СА, у трех галактик имеются по две СА на двух рукавах, у трех других — 1 СА на одном рукаве и 3 на другом и у двух — все СА расположены на одном рукаве.

Две галактики содержат соответственно 5 СА и 6 СА. В первом случае 4 СА расположены на одном рукаве, одна — на другом. Во втором случае — 5 СА расположены на одном рукаве, 1 — на другом.

Две галактики содержат по 8 СА; у одной СА расположены в разных рукавах в отношении 6 и 2, у другой — 5 и 3.

Для двух галактик, содержащих соответственно 9 и 14 СА, они расположены в отношении 7 и 2, 8 и 6 соответственно.

Таким образом, из 37 галактик, содержащих более одной СА, у 21 они расположены в рукавах по количеству асимметрично (три галактики с 3 СА не учтены). В одноядерных и многоядерных УФ-галактиках распределение СА в среднем одинаковое.

5. Показатели цвета СА. Показатели цвета для 74 СА оценены глазомерным способом по картам Паломарского атласа. Как отмечалось в [1], оценки цвета произведены только для тех СА, которые расположены вне передержанной области галактики. На рис. 5 приведена гистограмма распределения цветов ( $C_I$ ) СА. Как видно из рисунка, показатели цвета меняются в пределах от  $-0^m 4$  до  $+1^m 0$ , со средним значением  $+0^m 2 \pm 0^m 3$ . Согласно [5] среднее значение  $B-V$  СА в нормальных спиральных галактиках равно  $-0^m 1$ , что близко к таковому для ассоциаций ( $0^m 0$  [11])

Если перейти от  $CI$  к  $B-V$  цвету, используя поправку, приведенную в [12], то средний цвет  $B-V$  СА в УФ-галактиках будет порядка  $+0^m4$ .

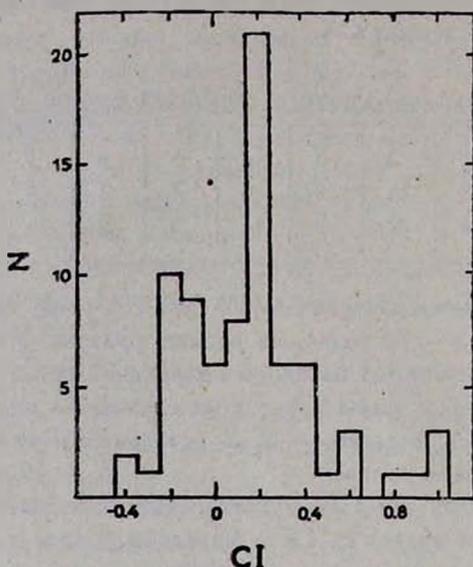


Рис. 5. Гистограмма распределения цветов ( $CI$ ) сверхассоциаций.

Цвета СА в многоядерных и одноядерных УФ-галактиках в среднем одинаковы:  $+0^m1 \pm 0.3$  и  $+0^m2 \pm 0.3$ .

6. *Морфология УФ-галактик, содержащих СА.* В наш обзор, как это отмечено в [1], включены только спиральные галактики. Из них для 31 морфологический тип был известен ранее [13]. Для большинства оставшихся галактик морфологический тип определен по снимкам 2.6-м телескопа. Для нескольких галактик морфологические типы взяты из списков УФ-галактик. Распределение содержащих СА УФ-галактик по типам де Вукулера следующее\*:

SAa — 1 (13), SAb — 3 (15), SAbc — 2 (2), SAc — 10 (45),  
 SAba — 1 (3), SABc — 1 (1),  
 SBa — 1 (4), SBb — 9 (40), SBbc — 2 (5), SBc — 26 (51).

Таким образом, 16 галактик, содержащих СА, являются нормальными спиральными (21% от общего числа 75 нормальных спиральных галактик), 2 — промежуточными и 38 — галактиками с перемычкой (38% от общего

\* В скобках приведено число наблюдаемых нами спиральных галактик с СА (из рассмотренных 179) указанного морфологического типа.

числа 100 галактик с перемычкой), т. е. СА чаще встречаются в галактиках с перемычкой.

В табл. 5 приведены некоторые средние параметры СА для различных морфологических типов УФ-галактик. Во втором столбце таблицы цифры в скобках указывают на количество галактик данного морфологического типа. В последующих столбцах цифры в скобках указывают на количество СА в галактиках данной морфологической группы.

Таблица 5

НЕКОТОРЫЕ СРЕДНИЕ ПАРАМЕТРЫ СА, НАХОДЯЩИХСЯ  
В РАЗЛИЧНЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ТИПАХ ГАЛАКТИК

Морфологические типы галактик	Среднее число СА	Среднее $R_{СА}/R_{гала}$	Среднее $M_{СА}$	Средний $d_{СА}$ (кпс)	Средний цвет СА
Sa + Sb + Sbc + Sc	1.4 (16)	0.47 (19)	-16. <sup>m</sup> 9 (14)	1.5 (12)	0.3 (9)
SABa + SABc	7.5 (2)	0.33 (6)	-13.7 (15)	0.7 (6)	0.1 (10)
SBa + SBb + SBc + SBc	2.9 (38)	0.54 (105)	-15.0 (112)	1.4 (105)	0.2 (55)
Sa + SBa + SABa	1.3 (3)	0.60 (4)	-14.0 (4)	1.1 (4)	0.5 (3)
Sb + SBb	2.2 (12)	0.63 (19)	-15.5 (26)	2.3 (19)	0.2 (21)
Sbc + SBc	2.0 (4)	0.66 (8)	-15.0 (7)	1.7 (7)	0.4 (5)
Sc + SABc + SBc	3.0 (37)	0.49 (99)	-14.8 (104)	1.2 (93)	0.1 (45)

Отметим, что различие между некоторыми средними параметрами СА в отдельных морфологических группах галактик по распределению Стьюдента значимо, так:

Различие между средними числами СА и их  $R_{СА}/R_{гала}$  в галактиках с перемычкой и без перемычки значимо с уровнем  $p = 0.05$ .

Различие между средними числами СА, их  $R_{СА}/R_{гала}$  и размерами в поздних и ранних спиралях значимо с уровнем  $p = 0.05$ .

Отмеченный в [14] факт уменьшения средней яркости СА у ранних спиралей нашими наблюдениями не подтверждается. Не подтверждается также известный для Н II-областей факт [15], что в SB галактиках размеры Н II-областей больше, чем в SA галактиках.

Интересно отметить, что наличие СА часто сопровождается некоторыми структурными особенностями: например, у Маркарян 181 и 312 СА расположена в третьем спиральном рукаве; у Маркарян 12, 38, 848, 307, 984 наблюдается прямолинейный выброс, несущий СА. Иногда (Маркарян 188, 759) СА расположена на месте разлома одного из спиральных рукавов, хотя второй рукав остается без изменений.

Отметим также следующее важное обстоятельство: частота встречаемости галактик с СА в нормальных спиралях (по данным выборок работ [3, 5]) примерно в два раза меньше, чем в УФ-галактиках.

В примечаниях к спискам Маркаряна из 56 отобранных нами галактик только у 12 отмечено наличие СА, сгущений или спутников. Этими галактиками являются Маркарян 12, 21, 122, 161, 170, 665, 691, 712, 718, 752, 827, 1118.

7. *Степень активности галактик, содержащих СА.* В настоящей работе рассмотрены спиральные галактики, ядра которых являются источниками сильного УФ-излучения. Часть исследованных галактик показывает также другие формы активности. 6 объектов (11%) выборки являются сейфертовскими галактиками: Маркарян 471, 533, 618, 744, 759, 984. 6 объектов (11%) являются галактиками с двойными или кратными ядрами [16, 17]. Это объекты Маркарян 181, 186, 281, 600, 712, 799.

Некоторые галактики наблюдались в радиодиапазоне. При пороговой чувствительности 10 мЯн радиоизлучение обнаружено у около 32% галактик выборки (18 объектов). На волне 6 см радиоисточниками являются Маркарян 181, 319, 321, 323, 533, 545 [18, 19]. На 11 см галактики Маркарян 161, 281, 307, 312, 319, 321, 323, 332, 446, 449, 533, 538, 545, 759, 1118 [18—22]. На волне 21 см: Маркарян 2, 319, 321, 323, 332, 471 [18, 20]. Отличие средней абсолютной яркости и линейного размера СА для сейфертовских и радиоизлучающих галактик от этих же параметров для СА остальных галактик выборки не значимо.

8. *Корреляции между основными параметрами галактик, их ядер и СА.* Полученные нами данные, приведенные в [1, 2], позволяют рассмотреть некоторые зависимости между физическими параметрами исследованных объектов.

В табл. 6 в первом столбце собраны пары параметров, между которыми установлены корреляции, во втором столбце приведены объемы выборок, в третьем — выборочные коэффициенты корреляции со значениями  $\sigma_r$ , вычисленные при предположении о нормальном законе распределения рассмотренных параметров в выборках (см. гистограммы рис. 1—4) по формуле  $\sigma_r \approx (1 - r^2)/\sqrt{N}$ .

9. *Заключение.* Вышеприведенные данные позволяют сделать следующие выводы:

— Частота встречаемости спиральных галактик с СА среди УФ-галактик примерно в два раза выше, чем среди нормальных спиралей.

Средние реальные линейные размеры СА равны 1 кпс и их светимости —  $15^m$ .

— СА встречаются как в карликовых, так и в гигантских и сверхгигантских спиральных галактиках, причем значительно чаще среди галактик с перемычкой.

Таблица 6

КОЭФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ ГАЛАКТИК  
И ИХ СА

	<i>N</i>	$r \pm \sigma_r$
Число СА — расстояние галактики	52	$-0.245 \pm 0.130$
Число СА — $M_{PK}$ галактики	52	$0.003 \pm 0.139$
Число СА — $\bar{M}_{CA}$	52	$0.271 \pm 0.128$
Число СА — $\bar{d}_{CA}$ (кпс)	45	$-0.210 \pm 0.142$
Число СА — $(\bar{C}I)_{CA}$	27	$-0.256 \pm 0.180$
$\bar{M}_{CA} - (U - B)_{ггА}$	29	$-0.241 \pm 0.175$
$\bar{M}_{CA}$ — сила УФ-излучения галактики по Маркарию	52	$0.280 \pm 0.128$
$(\bar{C}I)_{CA} - M_{ггА}$	24	$0.257 \pm 0.191$
$(\bar{C}I)_{CA} - M_{ядро}$	24	$0.208 \pm 0.195$
$(\bar{C}I)_{CA}$ — радиосвет. гал.* на (11 см)	5	$-0.592 \pm 0.290$
$\bar{R}_{CA}/R_{ггА} - M_{ггА}$	45	$0.233 \pm 0.140$
$\bar{R}_{CA}/R_{ггА} - M_{ядро}$	45	$0.233 \pm 0.140$
$\bar{R}_{CA}/R_{ггА} - (U - B)_{ггА}$	24	$-0.326 \pm 0.182$

\* В тех случаях, когда поток на 11 см не известен, он оценен по результатам радионаблюдений на 6 см и 21 см и предполагаемому спектральному индексу  $\alpha = 0.75$ .

— СА встречаются в основном в ветвях; чаще на одной ветви и на концах перемычки.

— Средняя разность между светимостями УФ-галактик и входящих в них СА порядка —  $4^m5$ , а между светимостью ядер и СА порядка —  $2^m$ .

— В распределении относительных расстояний СА до центров соответствующих галактик замечается два максимума: первый на расстоянии 0.4 радиуса галактики, второй вероятный максимум — более слабый — на расстоянии 0.8 радиуса.

— Среднее число СА в Sc галактиках больше и они расположены ближе к ядру, чем в Sa галактиках.

— 11% галактик нашей выборки, содержащих СА, являются сейфертовскими объектами, 11% — галактиками с многоядерной структурой. У более 30% галактик, наблюдавшихся с пороговым потоком 10 мЯн зарегистрировано радиоизлучение.

— СА в галактиках с многоядерной структурой как по светимости, так и по размерам уступают СА в одноядерных галактиках. СА в многоядерных галактиках по яркости мало уступают ядрам этих галактик.

— При увеличении числа СА в галактиках их средняя абсолютная светимость и размеры уменьшаются (эти зависимости в какой-то мере обусловлены эффектом селекции по  $z$ ), а цвет становится более голубым.

— Между светимостью галактики и числом СА корреляция не наблюдается.

— У галактик с более сильным УФ-континуумом наблюдаются более яркие СА, причем яркость СА коррелирует отрицательно с интегральным  $(U-B)$  цветом галактики (такая же корреляция наблюдается между яркостью обычных ассоциаций (H II-областей) и  $(U-B)$  цветом нормальных галактик [15]).

— Чем ярче ядро, тем голубее СА.

— Чем больше радиосветимость галактики, тем голубее в ней СА.

— Расстояние СА от ядер меньше у более ярких и красных галактик, а также у галактик с более яркими ядрами.

Между следующими парами параметров: число СА —  $M_{\text{гала}}$ ; число СА —  $(U-B)_{\text{гала}}$ ; число СА — радиосветимость галактики; число СА —  $M_{\text{ядро}}$ ;  $M_{\text{СА}} - R_{\text{СА}}/R_{\text{гала}}$ ;  $M_{\text{СА}} - (CI)_{\text{СА}}$ ;  $d_{\text{СА}} - R_{\text{СА}}/R_{\text{гала}}$ ;  $(CI)_{\text{СА}} - (U-B)_{\text{гала}}$  корреляции не обнаружены.

Бюраканская астрофизическая  
обсерватория  
Ереванский государственный  
университет

## SUPERASSOCIATIONS IN SPIRAL GALAXIES WITH $UV$ EXCESS. III

A. R. PETROSSIAN, K. A. SAHAKIAN, E. YE. KHACHIKIAN

On the basis of data on  $UV$  spiral galaxies containing superassociations (SA) [1, 2] their statistical investigation is carried out. The following results are obtained: (1) The frequency of occurrence of spiral galaxies with SA among  $UV$  galaxies is twice as high, than in normal spirals. (2) SA are found in dwarf and giant as well as in supergiant galaxies, but in most cases in barred galaxies; (3) The distance of SA from the nucleus of galaxy increases: with a) the decrease of brightness of galaxies, b) the decrease of brightness of its nucleus, c) the galaxy gets bluer; (4) Two maxima are noticeable in the distribution of SA in galaxies: the first one falls on 0.4 radius of galaxy, the second-fainter one on 0.8 radius. (5) With the increase of the SA number, their absolute luminosities and dimensions decrease, the colour gets bluer. (6) SA in galaxies with multinuclear structure both in luminosity and in dimensions yield to SA in a single nucleus galaxy. SA in multinucleus galaxies in brightness yield little to the nuclei of these galaxies. (7) The brighter the nucleus and the higher the radioluminosity — the bluer the SA. (8)

The stronger the *UV* continuum the brighter the SA. It is concluded, that SA and some nuclei of galaxies have similar nature.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А. Р. Петросян, К. А. Саакян, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 19, 619, 1983.
2. А. Р. Петросян, К. А. Саакян, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 20, 51, 1984.
3. В. А. Амбарцумян, С. Г. Искударян, Р. К. Шахбазян, К. А. Саакян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 33, 3, 1963.
4. Р. К. Шахбазян, Диссертация, Ереван, 1969.
5. Р. К. Шахбазян, *Астрофизика*, 6, 367, 1970.
6. J. L. Serais, *Z. Astrophys.*, 50, 168, 1960.
7. Р. К. Шахбазян, *Астрофизика*, 4, 273, 1968.
8. R. C. Kennicutt, P. W. Hodge, *Ap. J.*, 241, 573, 1980.
9. P. W. Hodge, *P. A. S. P.*, 86, 845, 1974.
10. F. P. Israel, *Astron. Astrophys.*, 90, 246, 1980.
11. Э. Е. Хачикян, К. А. Саакян, *Астрофизика*, 6, 177, 1970.
12. A. Sandage, *A. J.*, 58, 61, 1953.
13. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, *Second Reference Catalogue of Bright Galaxies*, Austin, 1976.
14. J. D. Gray, G. de Vaucouleurs, *A. J.*, 85, 1, 1980.
15. М. А. Смирнов, Б. В. Колберг, Препринт ИКИ, № 315, 1977.
16. А. Р. Петросян, К. А. Саакян, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 14, 69, 1978.
17. Ю. П. Коровяковский, А. Р. Петросян, Э. Е. Хачикян, К. А. Саакян, *Астрофизика*, 17, 231, 1981.
18. P. B. Biermann, J. N. Clarke, K. J. Fricke, I. I. Pauliny-Toth, J. Schmidt, A. Witzel, *Astron. Astrophys.*, 81, 235, 1980.
19. G. Kojolan, H. M. Toumassian, D. F. Dickinson, A. St. C. Dinger, *Ap. J.*, 85, 1462, 1980.
20. J. H. Bieging, P. Biermann, K. Fricke, I. I. Pauliny-Toth, A. Witzel, *Astron. Astrophys.*, 60, 353, 1977.
21. L. L. Dressel, J. J. Condon, *Ap. J. Suppl. ser.*, 36, 53, 1978.
22. J. Pflieger, C. Dutst, K.-H. Geblez, *M. N. RAS*, 192, 635, 1980.