

УДК: 524.7

ДЕФИЦИТ НОРМАЛЬНЫХ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ГАЛАКТИК
СРЕДИ ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА

М. М. ИЫЭВЭЭР

Поступила 5 мая 1985

Принята к печати 15 октября 1985

Сравнение морфологических типов галактик Маркаряна и остальных галактик в Упсальском каталоге указывает на сильный дефицит нормальных эллиптических галактик среди галактик Маркаряна, где доля галактик типа $E \leq 1\%$ против 10% среди остальных галактик. Среди галактик Маркаряна наблюдается избыток галактик с перемычками: из галактик Маркаряна с типами $Sa-Scd$ примерно половина или больше имеют перемычки, среди остальных галактик тех же типов перемычки встречаются у $\sim 1/3$.

1. *Введение.* Спектральные особенности галактик с заметным или значительным избытком излучения в ультрафиолетовой части спектра, открытых в ходе первого Бюраканского спектрального обзора Маркаряном, Липовецким и Степаняном [1—3], исследовались во многих работах. Для большинства галактик Маркаряна получены щелевые спектры. Меньше внимания уделялось морфологическому исследованию этих интересных объектов: исследование морфологии затруднено их малыми угловыми размерами.

Систематическое морфологическое изучение галактик Маркаряна на основе снимков, полученных на двухметровых телескопах Шемахинской и Таутенбургской обсерваторий, было начато Каллогляном [4, 5]. Изучались, в основном, галактики со сравнительно большими угловыми размерами. У большинства исследованных галактик было установлено наличие структурных пекулярностей [5, 6].

Морфологические особенности галактик Маркаряна в парах галактик изучались Касини и Хейдманном [7].

Распределение галактик Маркаряна с $m_p \leq 15.5$ по приближенным морфологическим типам, найденным на основе Паломарского атласа неба, изучал Сулентик [8].

Все галактики Маркаряна из первых семи списков с $m_p \leq 14.0$ классифицировал Хакра. Согласно Хакра, распределение галактик Маркаряна

по морфологическим типам в общем похоже на такое же распределение для совокупности галактик поля, единственным существенным различием является трехкратный избыток галактик позднейших типов (Sm, Im) среди галактик Маркаряна [9].

Хотя в распоряжении Хакра для 75% из названных галактик Маркаряна имелись крупномасштабные ($15.''5 \text{ мм}^{-1}$) снимки, тем не менее следует указать на слабые места в его исследовании: а) галактики Маркаряна классифицировались одним наблюдателем (Дж. Хакра), а контрольная выборка [10] — другими; б) контрольная выборка видимо ярких ($m_p \leq 11.75$), в основном близких, галактик сравнивалась с выборкой галактик Маркаряна на значительно больших расстояниях (меньших угловых размеров).

Ниже морфология галактик Маркаряна сравнивается с морфологией совокупности остальных галактик тех же видимых звездных величин на основе Упсальского каталога галактик UGCG [11].

2. *Морфология галактик по UGCG.* Составленный Нильсоном каталог UGCG [11] содержит все галактики северного неба ($\delta > -2^{\circ}30'$) ярче 14.5. Для большинства включенных в каталог галактик даны морфологические типы в модифицированной классификационной последовательности Хаббла, которые часто сопровождаются типами согласно классификациям, развитым де Вокулером, ван ден Бергом и Холмбергом. Спирали поздних типов в хаббловской системе не классифицированы, им присвоены типы dm и m согласно схеме де Вокулера. Все галактики классифицированы одним наблюдателем (П. Нильсон) на основе отпечатков Паломарского атласа неба.

Рассматриваемые ниже выборки галактик с ультрафиолетовым континуумом составлены на основе всех 15 списков первого спектрального обзора северного неба, выполненного Маркаряном с сотрудниками [1—3]. В качестве основной выборки рассматриваются галактики с $13.0 \leq m_p \leq 14.0$. При исключении галактик с $m_p \geq 14.1$ не учитываются объекты вблизи предела полноты UGCG, где из-за малых угловых размеров классифицирование галактик Маркаряна на основе Паломарского атласа встречается с трудностями (для галактик Маркаряна с $13.0 \leq m_p \leq 14.0$ в UGCG хаббловские типы представлены у 69%, а с $14.1 \leq m_p \leq 14.5$ только у 45%). Такую выборку также легко сравнить с выборкой галактик Маркаряна, изученной Хакра. Принятие предела $m_p \geq 13.0$ отражает стремление получить более или менее однородную (в смысле условий видимости) выборку. Этим удастся также избежать неоднородности в смысле методики, поскольку не все галактики с ультрафиолетовым континуумом с $m_p \leq 13.0$ включены в основную серию списков, а часть из них, обнару-

женная с методикой, отличающейся от основной, рассматривалась Маркарьяном отдельно [12].

В табл. 1 представлены распределения морфологических типов для галактик Маркарьяна и для совокупности остальных галактик (называемых нормальными) тех же видимых величин на основе каталога UGCG. За основу классификации приняты хаббловские типы (переведенные в систему де Вокулера в соответствии с данными табл. 26 каталога [13]). При отсутствии хаббловского типа (в основном в случае галактик поздних типов) использовались типы по классификации в системе де Вокулера, если они имелись. Галактики типа Iгг II включались в подгруппу S0, S0-a галактик. Словами «пара, триплет» отмечены объекты в тесных системах, которые Нильсоном не классифицировались.

Таблица 1

МОРФОЛОГИЯ ГАЛАКТИК С $13.0 < m_p < 14.0$
В КАТАЛОГЕ UGCG

Морфологический класс	Галактики Маркарьяна		Нормальные галактики	
	число	%	число	%
E	0	0.0	132	10.4
E-S0	1	0.8	39	3.1
S0, S0-a	23	19.3	217	17.0
Sa, Sab	19	16.0	136	10.7
Sb, Sbc	13	10.9	205	16.1
Sc, Scd	8	6.7	191	15.0
Sd, Sdm	3	2.5	21	2.3
Sm, Im	3	2.5	39	3.1
S...	12	10.1	172	13.5
...	32	26.9	99	7.8
Пара, триплет	5	4.2	14	1.1

Одной из особенностей морфологии галактик Маркарьяна, судя по табл. 1, является почти четырехкратное преобладание галактик, классифицированных как «...», по сравнению с нормальными галактиками. Судя по классификациям, приведенным Хакра [9], это в основном галактики поздних типов (3/5 из них имеют типы Sc и позднее), которые, по-видимому, из-за малых размеров и передержек трудно классифицировать на отпечатках Паломарского атласа неба. В частности, согласно Хакра 1/3 неклассифицированных Нильсоном объектов является галактиками типа Sm, Im, к тем же типам принадлежит 1/2 объектов из класса «пара, триплет». Прибавляя эти трудноклассифицируемые Sm, Im галактики к галактикам, классифицированным Нильсоном как Sm, Im, получаем, что

среди галактик Маркаряна имеется $(14 \pm 4)\%$ галактик этих типов против $(6 \pm 1)\%$ среди остальных галактик. Итак, статистика типов галактик, определенных Нильсоном, не противоречит тезису Хакра о том, что среди галактик Маркаряна доля спиралей поздних типов заметно повышена по сравнению с остальными галактиками.

В то же время согласно табл. 1 существует относительный дефицит спиралей средних типов (Sb—Scd) среди галактик Маркаряна. Однако, если прибавить к ним вероятную долю этих спиралей среди неклассифицированных галактик, то дефицит этот заметно уменьшается, хотя может быть и не исчезает полностью (среди галактик Маркаряна доля спиралей Sb—Scd $(24 \pm 5)\%$ против $(33 \pm 2)\%$ среди остальных галактик).

3. Дефицит нормальных эллиптических галактик среди галактик Маркаряна. Согласно классификациям Нильсона, среди галактик Маркаряна почти нет эллиптических галактик. Это следует из данных, представленных в табл. 1, и подтверждается типами галактик в каталоге UGCG в других диапазонах m_p . Так, из 20 галактик Маркаряна с $m_p < 13.0$ ни одна не классифицирована Нильсоном как эллиптическая. Из 98 галактик с $14.1 \leq m_p \leq 14.5$ только одна (Мки 806) классифицирована Нильсоном как E-галактика, а одной (Мки 900) присвоен тип E?. Не исключено, что эти более слабые объекты с малыми угловыми размерами ($d \leq 1.0$) ошибочно классифицированы как галактики типа E.

Этому резко противоречат данные Хакра [9]. Чтобы выяснить причину значительного различия в доли галактик типа E среди галактик Маркаряна по Нильсону [11] и Хакра [9], галактики Маркаряна, классифицированные Хакра как эллиптические, просматривались нами на картах Паломарского атласа неба и были собраны типы исследуемых галактик, найденные другими авторами (табл. 2 и примечания к ней).

Из данных табл. 2 можно сделать вывод, что противоречие между результатами Хакра и Нильсона не вызвано присваиванием тем или другим автором ошибочных типов изучаемым галактикам. В первую очередь расхождения обусловлены различиями в примененных классификационных системах (хотя оба использовали классификационную последовательность Хаббла).

Во-первых, Нильсоном особо выделены компактные галактики. В целесообразности выделения класса компактных галактик после появления «Морфологического каталога галактик» Воронцова-Вельяминова и сотрудников [14] и работ Цвикки [15] вряд ли приходится сомневаться [16]. Отметим, что галактики, отмеченные в табл. 2 Нильсоном как компактные, кроме компактности еще чем-то должны отличаться от нормальных галактик E, поскольку им не присвоен встречающийся в каталоге UGCG тип "E compact".

Во-вторых, Нильсон не классифицировал галактики с пекулярностями (выбросы, возмущения форм и т. д.) как галактики Е, в его каталоге UGCC встречаются типы "S... Peculiar" и "... Peculiar", но нет типа "Е Peculiar". В частности, галактики Маркарян 85, 616 и 656, считавшиеся галактиками Е как у Хакра, так и в [7, 13, 17], имеют пекулярности, видимые на Паломарском атласе неба (см. примечания к табл. 2), что отметил и Хакра, присвоив им типы E_p .

Таблица 2

ГАЛАКТИКИ МАРКАРЯНА КЛАССИФИЦИРОВАННЫЕ КАК ГАЛАКТИКИ ТИПА Е ПО ХАКРА [9]

Мки №	m_p	axb [11]	Морфологический тип			
			Хакра [9]	Нильсон [11]	ВВ [14]	Другие
3	13.8	(1.8×1.6)	Е	S0:	Е	S0 [17]
85	13.8	1.4×1.2	EIp	...Pec.	(N); Hb	E_p [13]
131	13.8	1.2×1.1	E1	S0	Е	Е—S0 [13]
313	13.3	1.2×0.7	E_p	SB0	Fa?; H	S0 [13], ? [7]
336	13.8	1.1×0.7	E5	...	—	—
341	13.3	—	E3	—	F; Twa	$S0_p$ [13]
421	13.1	0.8×0.6	E1	Extr. comp.	—	—
452	14.0	1.0×0.7	E5	S0	F; H	Sa? [7]
501	13.7	(1.2×1.0)	E2/S0	Extr. comp.	E?	—
608	13.7	—	E3	—	N; 1 sat	—
616	13.3	1.5×0.8	$E2_p$	Comp.	N; H p	E_p [13]
626	13.8	0.7×0.7	E0	Comp.	(N)? H	—
656	13.7	1.0×0.8	$E_p?$	S0:	Е	Е [13]

• *Примечания.*

- 3 — Галактика типа Сейферта.
- 85 — Через все тело галактики простирается полоса поглощения.
- 313 — Это NGC 7465 в тройной Holm № 802. Плотный крупный балдж с возможным радиальным выбросом в восточной части до 18" от центра; на юге вереница конденсаций протяженностью 120" [7]. Эта внешняя узкая дуга видна и на Паломарском атласе.
- 341 — Пара взаимодействующих в контакте галактик [14].
- 616 — Это NGC 1588. Образует взаимодействующую пару с NGC 1587, туман вокруг NGC 1588 возмущен [14].
- 656 — Внешняя изопота внутренней яркой части галактики отклоняется от правильного эллипса, особенно в красных лучах.

В-третьих, в трактовке Хакра класс эллиптических галактик шире не только в том смысле, что содержит галактики с пекулярностями и компактные объекты, но включает и некоторые галактики, отнесенные к соседним классам Е—S0 и S0 Нильсоном и другими авторами.

Таким образом, в надежности типов галактик, представленных в UGCG, по-видимому, не следует сомневаться. Разногласие в вопросе о доли галактик E среди галактик Маркаряна вызвано просто тем, что в трактовке Нильсона класс E-галактик, хотя включает в себя примерно десятую долю всех галактик, значительно более узок, чем в трактовке Хакра. Результат, представленный в табл. 1, следует понимать как отсутствие среди галактик Маркаряна с $13.0 \leq m_p \leq 14.0$ нормальных эллиптических галактик. В то же время среди галактик Маркаряна много относительно нормальных спиральных галактик (только примерно 1/5 часть спиральных галактик Маркаряна отмечена Нильсоном как компактные и пекулярные).

4. Галактики с перемычками среди галактик Маркаряна. Согласно Каллогляну [5] среди галактик Маркаряна, имеющих хаббловские типы, преобладают галактики с перемычками. С другой стороны, по Хакра [9] средняя доля спиралей с перемычками примерно одинакова среди галактик Маркаряна и среди остальных галактик. В качестве объяснения противоречия между результатами его и Каллогляна [5] Хакра указал на возможность различий в трактовке галактик смешанных типов (типа АВ).

Таблица 3

ГАЛАКТИКИ С ПЕРЕМЫЧКАМИ СРЕДИ ГАЛАКТИК РАЗНЫХ
ТИПОВ ПО КАТАЛОГУ UGCG ($13.0 < m_p < 14.0$)

Тип галактики	Галактики Маркаряна		Остальные галактики	
	Число галактик с признаком В	%	Число галактик с признаком В	%
S0, S0-a	9	39	27	12.4
Sa, Sab	7.5	39	42.5	31.2
Sb, Sbc	8	62	83	40.5
Sc, Scd	6	75	35	18.3
Sa—Scd	21.5	53	160.5	30.2

В табл. 3 представлены данные о встречаемости галактик с перемычками среди спиральных галактик по классификациям Нильсона [11]. Галактики смешанных типов (AB, Sb/SBb и т. п.) включены в выборки галактик с перемычками (В) и без перемычек с весами 0.5. Видно, что во всех подклассах спиралей доля галактик с перемычками среди галактик Маркаряна выше по сравнению с остальными галактиками.

Неуверенность в данных в первую очередь связана с тем, что заметная доля галактик Маркаряна Нильсоном не классифицировалась (см. табл. 1), а также с малой численностью выборки. Дополнительную информацию можно получить, используя классификации, представленные Хакра [9]. Сравнение классификаций Нильсона и Хакра по признаку перемыч-

ки показывает очень хорошее согласие: 90% классификаций согласуется, доля галактик, имеющих перемычки, одинакова. Из неклассифицированных Нильсоном галактик Хакра классифицировал 15 как Sa—Scd галактики, из них 8 как галактики с перемычками. Таким образом, данные Хакра дополняют и подтверждают данные табл. 3. То же подтверждается и классификациями Нильсона для более слабых галактик. В частности, в интервале $14.1 \leq m_p \leq 14.5$ из 16 галактик Маркаряна, классифицированных Нильсоном Sa—Scd галактики, 10 имеют перемычки.

Итак, морфология галактик в каталоге UGCG [11] подтверждает заключение Каллогляна [5] об относительно высокой доле галактик с перемычками среди галактик Маркаряна. Из галактик Маркаряна с типами Sa—Scd примерно половина или больше имеют перемычки, среди остальных галактик тех же типов перемычки встречаются у $\sim 1/3$.

5. *Заключение.* На основе морфологических типов галактик с $m_p \leq 14.5$, определенных Нильсоном, можно сделать следующие выводы:

1. Подтверждается отмеченная ранее Каллогляном [5] относительно высокая доля галактик с перемычками среди спиральных галактик Маркаряна.

2. Среди галактик Маркаряна доля нормальных галактик типа E составляет лишь $\approx 1\%$ против 10% среди остальных галактик тех же видимых звездных величин.

Дефицитом (отсутствием?) эллиптических галактик совокупность галактик с ультрафиолетовым континуумом похожа на их подгруппу — на галактики типа Сейферта. На вероятный дефицит эллиптических галактик среди галактик Сейферта указывал Адамс [17].

Автор признателен В. Д. Малюто за полезное обсуждение, А. К. Йёзвэр за помощь при обработке каталогов.

Институт астрофизики и физики
атмосферы АН Эст.ССР

A DEFICIENCY OF NORMAL ELLIPTICAL GALAXIES AMONG MARKARIAN GALAXIES

M. M. JÖEVEER

A study of morphological types of galaxies in the UGCG catalogue reveals a strong deficiency of normal elliptical galaxies among the Markarian galaxies. In the Markarian sample only $\approx 1\%$ of the objects are normal elliptical galaxies against 10% among other galaxies. There is an excess of barred spirals in the Markarian sample, approximately

one-half of Markarian Sa-Scd spirals are barred, among non-Markarian spirals $\sim 1/3$ are barred.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 3, 55, 1967; 5, 433, 581, 1969.
2. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, *Астрофизика*, 7, 571, 1971; 8, 155, 1972; 9, 487, 1973; 10, 307, 1974; 12, 389, 657, 1976.
3. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, Дж. А. Степанян, *Астрофизика*, 13, 225, 397, 1977; 15, 201, 363, 549, 1979; 17, 619, 1981.
4. А. Т. Каллозлян, *Астрофизика*, 4, 475, 1968.
5. А. Т. Каллозлян, *Астрофизика*, 7, 521, 1971.
6. Ф. Бёрнген, А. Т. Каллозлян, *Астрофизика*, 11, 369, 1975.
7. С. Casini, J. Heidmann, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 24, 473, 1976; 34, 91, 1978.
8. J. W. Sulentic, *Astr. n. J.*, 81, 582, 1976.
9. J. P. Huchra, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 35, 171, 1977.
10. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, *Reference Catalogue of Bright Galaxies*, The University of Texas Press, Austin, 1964.
11. P. Nilson, *Uppsala General Catalogue of Galaxies*, Uppsala, 1973.
12. Б. Е. Маркарян, *Сообщ. Бюракан. обсерв.*, 34, 3, 1963.
13. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, *Second Reference Catalogue of Bright Galaxies*, University of Texas Press, Austin and London, 1976.
14. Б. А. Воронцов-Вельяминов, В. П. Архипова, А. А. Красногорская, *Морфологический каталог галактик, I—V*, МГУ, М., 1962—1974.
15. F. Zwicky, *Catalogue of Selected Compact Galaxies and of Postruptive Galaxies*, Zuerich, 1971.
16. Б. А. Воронцов-Вельяминов, *Астрон. ж.*, 54, 254, 1977.
17. T. F. Adams, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 33, 19, 1977.