

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 13

НОЯБРЬ, 1977

ВЫПУСК 4

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ДИАМЕТРОВ И ЗВЕЗДНЫХ ВЕЛИЧИН ГАЛАКТИК. ЗАПОДОЗРЕННЫХ В КОМПАКТНОСТИ

Н. Г. КОГОШВИЛИ

Поступила 21 декабря 1976

Пересмотрена 14 июня 1977

Сравнение диаметров галактик, подозреваемых в компактности по МКГ и CGCG свидетельствует, возможно, о завышении числа компактных галактик, найденных на основе анализа каталога МКГ, на 40%. Приводятся значения систематической разницы для различных систем звездных величин при их переходе к системе величин CGCG.

Введение. Как известно, поверхностная яркость галактики определяется двумя величинами — диаметром и интегральной звездной величиной, измеренной в пределах этого диаметра. С этой точки зрения, для вычисления поверхностной яркости галактик более всего подходит каталог Холмберга [1], в котором приводятся значения диаметров и звездных величин в пределах изофоты $26^m 5/\square$. Но таких измерений немного, выполнены они только для 300 ярких галактик из-за большой трудоемкости работы. Существующие обширные каталоги галактик, такие, как МКГ [2] и UGC [3], содержат диаметры для большого количества галактик по измерениям, выполненным на картах Паломарского атласа неба (в дальнейшем «ПА Неба»), а звездные величины в них заимствованы большей частью из других каталогов. Эти каталоги объединяют, таким образом, разные источники основных параметров, необходимых при вычислении поверхностной яркости. В то же время имеющиеся измерения диаметров неоднородны и различаются в зависимости от применяемого автором подхода к измерению, т. е. в настоящее время не существует четко выработанного критерия для установления границ галактик. Однако, если основной целью при изучении поверхностной яркости галактик является сравнение между собой различных групп галактик, то приходится пользоваться имеющимися в литературе

значениями величин, учитывая при этом, по возможности, систематическую разницу между различными определениями.

В работе [4], на основе изучения поверхностной яркости 30000 галактик, содержащихся в Каталоге ярких галактик на магнитной ленте ЭВМ «М-220» [5], включающем в себя Морфологический каталог галактик [2], а также информацию из других каталогов и списков галактик, в первом приближении были выявлены 983 галактики, заподозренные в компактности. При выделении компактных галактик был использован основной критерий компактности Цвикки [6], согласно которому галактику можно считать компактной, если ее поверхностная яркость в какой-либо области спектра выше, чем $20''^0$ с кв. секунды дуги. Тот факт, что расхождения при измерениях диаметров галактик в МКГ, выполняемых различными авторами, оказались, как отмечает Воронцов-Вельяминов [2], в среднем, порядка 20%, побудил нас произвести сравнение диаметров галактик МКГ и UGC для упомянутой выборки галактик, а звездные величины по Воронцову-Вельяминову и другим авторам, встречаемым в МКГ, сравнить с величинами CGCG [7].

Из рассматриваемого списка галактик, заподозренных в компактности, только 13% галактик оказались включенными в UGC по понятным причинам: последний охватывает, в основном, галактики ярче $14^m.5$ и все галактики с диаметром больше 1 мин. дуги. В группе же галактик, подозреваемых в компактности, среднее значение звездной величины равно $15^m.1$, а средне-квадратическое отклонение $\pm 0^m.72$. Поэтому в ней большую часть составляют слабые галактики. На рис. 1 приводится распределение этих галактик в зависимости от звездной величины.

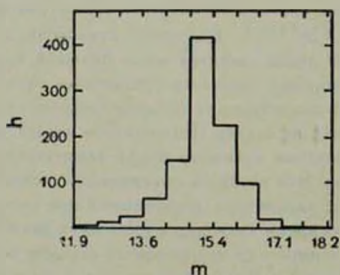


Рис. 1. Распределение компактных галактик в зависимости от звездной величины.

Исследование зависимости между системами диаметров галактик каталогов МКГ и UGC. Вопросами изучения зависимости между диаметрами галактик каталогов Холмберга и МКГ занимались Боттинелли и др. [8].

Патюрель [9] статистически исследовал зависимость между диаметрами галактик четырех каталогов: Хоулберга, RCBG [10], UGC и МКГ. Он определил предельную поверхностную яркость при измерении диаметров галактик каталогов МКГ и UGC и пришел к выводу, что каталог UGC по крайней мере, так же однороден, как и каталог Хоулберга, а МКГ содержит значительно большее количество случайных ошибок. Для изучения зависимости между диаметрами Патюрель использует галактики различных морфологических классов, но, по-видимому, ограничивается более яркими из-за привязки к каталогу Хоулберга.

Мы решили изучить зависимость между двумя системами диаметров на основе каталогов МКГ и UGC на несколько ином материале галактик, ограниченном узким морфологическим классом N и (N) по описаниям в МКГ, высокой поверхностной яркостью, а также более слабыми галактиками, чем в предыдущих исследованиях.

Для анализа было использовано 129 галактик, найденных в каталоге UGC, из 983, подозреваемых в компактности. Из них 21 галактика с поверхностной яркостью ярче $20^m0/\square''$, а остальные — с $20^m0/\square''$ — $21^m0/\square''$. Кроме того, была составлена выборка из 143 компактных галактик Цвикки [6], найденных в обоих каталогах, а также выборка из 187 галактик с поверхностной яркостью до $22^m0/\square''$ по каталогу UGC, содержащихся также и в МКГ. Во всех выборках исключались галактики с отношением осей больше, чем $a/b = 2$.

Так же, как и в предыдущих работах [7, 8], мы воспользовались зависимостью: $\lg D = \beta \lg D_1 + \alpha$ (здесь α и β — постоянные, а D и D_1 — диаметры, выраженные в десятых долях минуты дуги) и подробно исследовали ее для каждой выборки галактик с тем, чтобы найти наиболее удовлетворительные коэффициенты для перехода от одной системы к другой.

В табл. 1 и 2 приводятся результаты вычислений, соответственно, для больших и малых осей в следующем порядке: средние значения логарифмов диаметров вместе со своими отклонениями, угловой коэффициент регрессии β , свободный член регрессии α , число членов n , остаточное отклонение регрессии σ , выборочный коэффициент корреляции r , квантили распределения выборочного коэффициента корреляции $r_{1-\alpha/2}$ для уровня значимости $P = 0.05$.

Дискуссия. Так как обе системы диаметров базируются на «ПА Неба», то естественно ожидать близость коэффициента β к 1 и малое значение коэффициента α . Коэффициенты регрессии, полученные Патюрелем для двух морфологических групп галактик и нами для выборки компактных галактик Цвикки (табл. 1 и 2), свидетельствуют о неплохом согласии систем

диаметров каталогов МКГ и UCG для случая ярких галактик, хотя Патюрель [9] и указывает на существование большого числа случайных ошибок в МКГ. В то же время анализ результатов исследования слабых галактик указывает на плохое соответствие этих систем диаметров (строки 1, 2, 4 в табл. 1 и 2).

Таблица 1

	$\lg D_{\text{UCG}}$	$\lg D_{\text{МКГ}}$	β	γ	μ	τ	r	$r_{1-P,2}$ при $P=0.05$
Галактики, компактные по МКГ с m_H до $20^m 0/\square''$	0.91 ± 0.18	0.58 ± 0.16	-0.26 ± 0.25	1.06 ± 0.15	21	0.034	-0.23	0.42
Галактики, компактные по МКГ с m_H $20^m 0/\square'' - 21^m 0/\square''$	0.95 ± 0.14	0.74 ± 0.15	0.37 ± 0.10	0.68 ± 0.08	108	0.021	0.33	0.195
Компактные галактики Цвикки по МКГ	1.05 ± 0.20	1.17 ± 0.23	0.73 ± 0.05	0.40 ± 0.04	130	0.012	0.83	0.195
Компактные галактики Цвикки по МКГ с m_H до $21^m 0/\square''$	1.03 ± 0.17	0.85 ± 0.17	0.53 ± 0.08	0.58 ± 0.14	38	0.021	0.54	0.304
Галактики, компактные по UCG с m_H до $21^m 0/\square''$	0.85 ± 0.08	0.83 ± 0.08	0.62 ± 0.07	0.34 ± 0.09	80	0.004	0.65	0.217
Галактики, компактные по UCG с m_H до $22^m 0/\square''$	0.87 ± 0.13	0.79 ± 0.10	0.57 ± 0.02	0.42 ± 0.02	187	0.010	0.59	0.195
Выборка галактик по Патюрелю для морф. классов $T = -5 \div 10$			0.88 ± 0.06	0.12 ± 0.10	59	0.018	0.89	0.250
Выборка галактик по Патюрелю для морф. классов $T = -3 \div 10$			0.95 ± 0.02	0.02 ± 0.04	160	0.007	0.46	0.195

Несмотря на то, что оценки диаметров в UCG в среднем систематически больше, а в МКГ — меньше, это несоответствие может быть обусловлено либо существованием значительного числа случайных ошибок при оценке диаметров галактик, подозреваемых в компактности, в одном из сравниваемых каталогов, либо систематическими ошибками, вызванными различным подходом авторов МКГ и UCG к измерению галактик.

С целью выявления причины этих расхождений нами было предпринято измерение диаметров 168 галактик, подозреваемых в компактности, на

картах «ПА Неба» с помощью измерительной линзы с 10-кратным увеличением. Для 70 галактик с отношением $D_{UGC}/D_{МКГ} > 1.5$ результаты измерений приведены в табл. 3.

Таблица 2

	$\lg d_{UGC}$	$\lg d_{МКГ}$	γ	α	n	σ	r
Галактики, компактные по МКГ с m_H до $20^m 0/\square''$	0.75 ± 0.23	0.45 ± 0.14	0.18 ± 0.17	0.36 ± 0.36	21	0.053	0.15
Галактики, компактные по МКГ с m_H $20^m 0/\square'' - 21^m 0/\square''$	0.78 ± 0.17	0.59 ± 0.14	0.46 ± 0.07	0.51 ± 0.11	198	0.028	0.35
Компактные галактики Цвикки по МКГ	0.98 ± 0.25	0.87 ± 0.23	0.79 ± 0.04	0.30 ± 0.05	130	0.018	0.82
Компактные галактики Цвикки по МКГ с m_H до $21^m 0/\square''$	0.91 ± 0.21	0.72 ± 0.18	0.73 ± 0.12	0.38 ± 0.16	38	0.029	0.63
Галактики, компактные по UGC с m_H до $21^m 0/\square''$	0.73 ± 0.11	0.70 ± 0.09	0.78 ± 0.07	0.18 ± 0.10	81	0.006	0.67
Галактики, компактные по UGC с m_H до $22^m 0/\square''$	0.72 ± 0.14	0.66 ± 0.13	0.71 ± 0.04	0.26 ± 0.06	187	0.011	0.70
Выборка галактик по Патюрсю для морф. классов $T = -5 + 2$			0.90 ± 0.04	0.02 ± 0.06	59	0.015	0.94
Выборка галактик по Патюрсю для морф. классов $T = 3 - 10$			0.93 ± 0.01	0 ± 0.05	160	0.021	0.90

Изучение галактик с несогласующимися диаметрами показало, что расхождения в оценках диаметров галактик отмечались во всех случаях, когда у галактик наблюдались слабые оболочки вокруг резко очерченной яркой компактной части, причем Нильсон стремился приводить максимальные размеры галактик, в то время как Воронцов-Вельяминов с сотрудниками ограничивались размерами области с наибольшим градиентом фотографической плотности, что неоднократно ими отмечалось [2, 11]. Кроме того, нужно отметить, что так как отбирались только те объекты МКГ, которые удовлетворяли требованию $D_{UGC} > 1.0$, то отсутствие подобного условия для диаметров МКГ и приводит к тому, что в данной выборке D_{UGC}

оказываются систематически большими, вследствие неизбежных при всяких измерениях случайных ошибок.

Таблица 3

		m_H	D	m
Измерения по МКГ	окулярный микрометр	20.7 ± 0.70	0.51 ± 0.20	
Измерения по UGC	линза с 6-кратным увеличением	22.6 ± 0.75	1.23 ± 0.37	14.4 ± 0.63
Измерения Когошвили	линза с 10-кратным увеличением	21.8 ± 0.73	0.87 ± 0.34	

Морфология галактик с несогласующимися диаметрами чаще всего имела в МКГ обозначения N или (N) без указания на присутствие слабого гало, в UGC же большинство таких галактик не имели морфологической классификации и были отмечены как компактные.

Заметим, однако, что выборки галактик, составленные на основе измерения поверхностной яркости галактик каталога UGC, показывают удовлетворительное согласие между системами диаметров. Если принять, что систематическая разница в диаметрах для компактных галактик по МКГ и UGC составляет, в среднем, 0.1 мин. дуги, то процент расхождений в оценках диаметров с $D_{UGC}/D_{МКГ} \geq 1.5$ составит, приблизительно, 40%.

Итак, настоящее исследование свидетельствует, возможно, о завышении числа компактных галактик, полученных в результате анализа каталога галактик на магнитной ленте.

Сравнение основных характеристик компактных галактик, выявленных на основе анализа каталогов МКГ и UGC. В табл. 4 приводятся средние значения поверхностной яркости m_H , звездной величины m , диаметра вдоль большой оси D для упомянутых выборок галактик. Для всех величин приводятся их среднеквадратические отклонения.

В случае выборки галактик с поверхностной яркостью ярче $20^m 0/\square''$ разница между средними значениями в m_H достигает для двух каталогов $1^m 6/\square''$. Эта разница уменьшается до $1^m 0/\square''$ для галактик с с поверхностной яркостью $20^m 0/\square'' - 21^m 0/\square''$, а для выборки компактных галактик Цвикки, состоящей большей частью из пост-эруптивных галактик (вывод об этом сделан в работе [4] на основе анализа поверхностной яркости этих галактик), она составляет всего лишь $0^m 5/\square''$. В то же время в выборке, содержащей только компактные галактики

из списка Цвикки, разница в m_H опять увеличивается до $1^m0/\square''$. Для галактик, компактных одновременно по двум каталогам, получилось неплохое согласие результатов: разница в диаметрах составила около 12 %, а в поверхностной яркости $0^m4/\square''$.

Таблица 4

		m_H	m	D	n
Галактики, компактные по МКГ с m_H до $20^m0/\square''$	МКГ	19.8 ±0.18	14.0 ±0.78	0.4 ±0.15	21
	UGC	21.4 ±1.33		0.9 ±0.36	
Галактики, компактные по МКГ с m_H $20^m0/\square'' - 21^m0/\square''$	МКГ	20.6 ±0.26	14.0 ±0.61	0.6 ±0.20	108
	UGC	21.6 ±0.82		0.95 ±0.32	
Галактики, компактные по UGC с m_H до $22^m0/\square''$	МКГ	20.9 ±0.56	14.0 ±0.51	0.7 ±0.21	187
	UGC	21.3 ±0.53		0.8 ±0.25	
Компактные галактики Цвикки по [11]	МКГ	21.2 ±0.49	14.1 ±0.63	0.7 ±0.30	38
	UGC	22.1 ±0.94		1.2 ±0.44	
Компактные галактики Цвикки с m_H до $21^m0/\square''$	МКГ	22.3 ±1.04	14.4 ±0.85	1.3 ±0.85	154
	UGC	22.8 ±1.04		1.65 ±1.01	

Табл. 5 аналогична табл. 4, но составлена для выборок галактик, основанных на каталоге UGC. Обращают на себя внимание более высокие оценки поверхностной яркости по сравнению с табл. 4. Это обстоятельство вызвано тем, что в каталог UGC включен ряд чрезвычайно компактных, звездообразных ярких галактик Цвикки с поверхностной яркостью ярче $20^m0/\square''$, пропущенных в МКГ, но учтенных во всех выборках этой таблицы.

Итак, имеется свидетельство того, что, с одной стороны, определение компактности галактики на основе данных МКГ является менее жестким, чем аналогичное определение по данным UGC, а, с другой стороны, что часть звездообразных компактных галактик не включена в первый каталог, но содержится в последнем.

Сравнение различных систем звездных величин. В работе [4] при вычислении поверхностной яркости галактик нами были использованы звездные величины различных авторов [1, 6, 12—15] и в том числе оценки Во-

ронцова-Вельяминова [2]. Было решено привести эти величины к системе звездных величин CGCG [6].

Таблица 5

	m_H	m	D	n
Компактные галактики Цвикки	22.4 ± 1.44	14.3 ± 0.82	1.5 ± 0.80	236
Компактные галактики Цвикки с m_H до $21^m 0/\square''$	20.7 ± 0.99	13.9 ± 0.50	0.7 ± 0.39	46
Компактные галактики с m_H до $21^m 0/\square''$	20.5 ± 0.58	13.9 ± 0.51	0.6 ± 0.26	108
Компактные галактики с m_H до $22^m 0/\square''$	21.1 ± 0.68	14.0 ± 0.49	0.7 ± 0.26	266

Значения систематической разницы между различными системами звездных величин и системой CGCG вместе со средними отклонениями, а также расчетные и критические значения коэффициента χ^2 при надежности $P=0.90$ и $k=l-3$ приведены в табл. 6, где k — число степеней свободы, l — число всех интервалов, а n — число всех измерений звездных величин.

Таблица 6

	Holmberg [1]	Воронцов-Вельяминов [2]	Renz [12]	Humason Mayall Sandage [13]	Holmberg [14]	Shapley Ames [15]
$(m_{CGCG} - m_i)$	0.4 ± 0.54	0.3 ± 0.65	0.2 ± 0.53	0.1 ± 0.43	0.5 ± 0.52	0.1 ± 0.44
n	247	8745	102	288	658	269
Расчетное χ^2	40.73	975.0	7.61	25.87	10.06	28.37
Критическое χ^2 $P=0.9$ и $k=l-3$	9.24 $k=5$	17.3 $k=11$	9.24 $k=5$	7.78 $k=4$	12.02 $k=7$	10.64 $k=6$

Сравнение с различными системами звездных величин показывает, что для ярких галактик значения величин в системе CGCG, в среднем, несколько занижены. Что касается слабых галактик, то Бураковская и Рудницкий [16] указали на возможность существования систематической ошибки в звездных величинах Цвикки, достигающей $\pm 0^m 22$ при $13^m 5$, если считать величины $15^m 0$ и слабее правильными.

Таблица 7

Зв. вел. МКГ	9.0	10.0	11.0	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0
$\langle m_{\text{CGCG}} - m_{\text{МКГ}} \rangle$	1.1 ± 0.69	0.8 ± 0.83	1.0 ± 0.83	0.9 ± 0.93	0.4 ± 0.76	0.8 ± 0.76	0.6 ± 0.66	0.6 ± 0.61	0.4 ± 0.48	0.2 ± 0.40	0 ± 0.28	-0.5 ± 0.30	-0.9 ± 0.23	-1.5 ± 0.24
n	8	11	26	77	31	393	189	1414	1041	3469	539	1393	20	126
Расчетное χ^2				2.77		25.78	6.05	37.39	58.55	514.6	179.7			
Критическое χ^2 при $P=0.9$				4.61		10.64	10.64	13.35	13.36	7.78	7.78			
$\langle m_{\text{CGCG}} - m_{\text{МКГ}} \rangle$ I том n								0.5 ± 0.66 537		0.1 ± 0.45 1189		-0.6 ± 0.30 1046		
$\langle m_{\text{CGCG}} - m_{\text{МКГ}} \rangle$ II том n								0.4 ± 0.57 503	0.3 ± 0.49 731	0.2 ± 0.37 1522	-0.1 ± 0.30 331	-0.5 ± 0.28 275		
$\langle m_{\text{CGCG}} - m_{\text{МКГ}} \rangle$ III том n								0.9 ± 0.49 374	0.6 ± 0.42 319	0.3 ± 0.33 758	0 ± 0.23 208	-0.4 ± 0.34 72		

Выполнен также анализ оценок звездных величин по Воронцову-Вельяминову на всем материале МКГ. Как отмечает Воронцов-Вельяминов [2], авторами МКГ было произведено сравнение своих оценок с величинами каталога CGCG, и Воронцовым-Вельяминовым получено, в среднем,

$\langle m_{\text{ВВ}} - m_{\text{CGCG}} \rangle = 0 \pm 0^{\text{m}}6$ для $m = 13^{\text{m}}5 + 15^{\text{m}}5$, а Архиповой $\langle m_{\text{Ар}} - m_{\text{CGCG}} \rangle = -0^{\text{m}}15 \pm 0^{\text{m}}6$ для $m = 14^{\text{m}}0 + 15^{\text{m}}5$. Для более ярких галактик разность у Архиповой достигла $-0^{\text{m}}5$, а у Воронцова-Вельяминова $-0^{\text{m}}2$.

Сравнение звездных величин CGCG и МКГ по всему материалу в 8754 значений (табл. 6) показало, в среднем, небольшую систематическую разницу, однако согласие выборочного распределения с нормальным по критерию χ^2 оказалось крайне неудовлетворительным, что свидетельствует о существовании значительного количества систематических ошибок в МКГ. Кроме того, были подсчитаны средние значения разности $\langle m_{\text{МКГ}} - m_{\text{CGCG}} \rangle$ для каждой карты «ПА Неба», т. к. были замечены систематические разницы в оценках звездных величин от одной карты к другой. Они распределились в интервале $-1^{\text{m}}4 + 0^{\text{m}}7$ со средним значением $-0^{\text{m}}2 \pm 0^{\text{m}}36$ в хорошем согласии с нормальным законом.

Были исследованы также оценки звездных величин по Воронцову-Вельяминову через каждую 1^{m} , а в некоторых случаях и через $0^{\text{m}}5$. Результаты этого сравнения приведены в табл. 7, где каждому значению величины по Воронцову-Вельяминову соответствуют: среднее значение разности $\langle m_{\text{CGCG}} - m_{\text{МКГ}} \rangle$ вместе со средне-квадратическим отклонением, число галактик, а также значения коэффициента χ^2 . Согласие с нормальным распределением получилось удовлетворительным для всех величин, кроме $14^{\text{m}}5$, $15^{\text{m}}0$ и $15^{\text{m}}0$. Судить о точности оценок $16^{\text{m}}0 - 17^{\text{m}}0$ трудно, так как в каталоге сравнения CGCG приводятся значения только до $15^{\text{m}}7$.

Таблица 8

	$14^{\text{m}}0$	$14^{\text{m}}5$	$15^{\text{m}}0$	$15^{\text{m}}5$	$16^{\text{m}}0$
Переход от т. 1 к т. 2	0.1 ± 0.038		0.1 ± 0.016		0.1 ± 0.020
Переход от т. 2 к т. 3	0.5 ± 0.036	0.3 ± 0.030	0.1 ± 0.015	0.1 ± 0.023	0.1 ± 0.043

Из данных табл. 7 следует, что разность $\langle m_{\text{CGCG}} - m_{\text{МКГ}} \rangle$ существенно зависит от тома МКГ. Было прослежено изменение этой разности от 1 тома к последующему для разных значений m . В табл. 8 для разных m приводятся значения разности $\langle m_{\text{CGCG}} - m_{\text{МКГ}} \rangle$ с точностью до $0^{\text{m}}1$.

при переходе от одного тома к другому и указываются ошибки среднего арифметического. Изучение табл. 8 показывает, что в МКГ систематически несколько завышались звездные величины галактик при переходе от тома I к последующим, причем эта тенденция особенно выражена у более ярких галактик.

Автор признателен Б. И. Фесенко за полезные советы и обсуждения.

Абастуманская астрофизическая
обсерватория

SOME NOTES ON THE DIAMETERS AND MAGNITUDES OF PROBABLE COMPACT GALAXIES

N. G. KOGOSHVILI

The comparison of diameters of probable compact galaxies according to MCG and UGC testifies the possible excess by 40% of the number of compact galaxies, found on the basis of the MCG analysis. The values of systematic differences for various systems of stellar magnitudes when transforming them into the system of magnitudes of CGCG are presented.

ЛИТЕРАТУРА

1. E. Holmberg, Lund. Medd., 11, 136, 1958.
2. Б. А. Воронцов-Вельяминов, А. А. Красногорская, В. П. Архипова, Морфологический каталог галактик, т. 1—4, М., 1962—1968.
3. P. Nilson, Uppsala General Catalogue of Galaxies, Uppsala Astr. Obs. Ann., 1973.
4. Н. Г. Когошвили, Труды III ЕАК, Тбилиси, 1976.
5. Н. Г. Когошвили, Бюлл. Абастуманской обс., 46, 133, 1975.
6. F. Zwicky, Catalogue of Selected Compact Galaxies and of Post-Eruptive Galaxies, Zürich, Switzerland, 1971.
7. F. Zwicky, E. Herzog, P. Wild, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, vol. 1—6, 1961—1968.
8. L. Bottinelli, L. Gouguenheim, J. Heidmann, Astron. Astrophys., 22, 281, 1973.
9. G. Paturel, Astron. Astrophys., 40, 133, 1975.
10. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, Reference Catalogue of Bright Galaxies, Univ. of Texas Press, Austin, 1964.
11. Б. А. Воронцов-Вельяминов, Внегалактическая астрономия, М., 1972.

12. *A. Reiz*, *Annal. Obs. Lund.*, 9, 1941.
13. *M. Humason, N. Mayall, A. Sandage*, *Astron. J.*, 61, 97, 1956.
14. *E. Holmberg*, *Ann. Obs. Lund.*, 6, 1937.
15. *H. Shapley, A. Ames*, *Harvard Ann.*, 88, 43, 1932.
16. *M. Buracowska, K. Rudnicki*, *Acta Cosmologica*, 2, 1, 1974.