

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 13

ФЕВРАЛЬ, 1977

ВЫПУСК 1

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК ZW Cl 1710.4+6401

Ф. БЕРНГЕН, А. Т. КАЛЛОГЛЯН

Поступила 25 октября 1976

Приводятся результаты BV фотографической фотометрии галактик скопления Zw Cl 1710.4+6401 внутри радиуса 12'.6. Измерены эквидисцитные диаметры и определены средние поверхностные яркости галактик.

Показатели цвета B-V уменьшаются с убыванием светимости галактик в соответствии с зависимостью (1). В функции светимости скопления в B и V нет явно выраженного локального максимума. Интегральные функции светимости в B и V выражаются уравнениями (2) и (3) соответственно. Различие между угловыми коэффициентами этих уравнений обусловлено наличием зависимости (1) между B-V и V.

В скоплении имеется много компактных галактик как согласно Цвикки, так и по методу, предложенному авторами в [8].

Скопление галактик Zw Cl 1710.4+6401 = Эйбелл 2255 содержит много компактных объектов. В каталоге [1] даются звездные величины 46 галактик, являющихся по критерию Цвикки компактными. Согласно Эйбеллу скопление принадлежит к классу богатства 2 [2]. Известны радиальные скорости пяти галактик, находящихся в области скопления. Средняя радиальная скорость по этим галактикам равна 23300 км/сек. Четыре из этих пяти галактик находятся на периферии скопления. У одной из двух ярчайших центральных галактик, обозначенной в каталоге Цвикки через A (в табл. 1 настоящей работы она стоит под номером 1), радиальная скорость равна 21818 км/сек. В дальнейшем мы будем использовать значение средней радиальной скорости по пяти галактикам, считая, что вероятность проектирования ярких галактик поля на круг с радиусом в 17', в пределах которого находятся упомянутые пять галактик, очень мала.

В настоящей работе определены B и V величины около 400 галактик в области скопления с радиусом около 13' или 1.6×10^6 пс при $H = 55$ км/сек на Mpc. На основании этих данных исследовано распределение галактик по-

цветам, по поверхностным яркостям, построена функция светимости скопления в обоих цветах.

1. *Наблюдательный материал и методика измерений.* Наблюдательный материал получен осенью 1975 г. в шмидтовском фокусе двухметрового универсального телескопа Таутенбургской обсерватории. В цвете В использованы пластинки ZU-2 со светофильтром GG-13, в цвете V—пластинки Kodak 103a-D со светофильтром GG-11. Стандартами послужили шаровые скопления и компактные галактики в области M31, В и V величины которых приведены в [3—5]. Измерения велись на ирисовом фотометре Таутенбургской обсерватории. Для построения характеристических кривых использовались 25—30 объектов в каждом из цветов, отобранных по возможности дальше от основного тела M31. В каждом цвете измерены по две пластинки. V-величины были определены для 470 объектов, однако после тщательного просмотра снимков и Паломарских карт в списке были оставлены 396 объектов, уверенно отождествленных с галактиками. Предельная V-величина равна $18^m.5$. В-величины были измерены для 381 галактики до $19^m.4$. Отклонение отдельных измерений от средних значений в среднем составляет $\pm 0^m.06$ для обоих цветов.

Сотрудник Таутенбургской обсерватории В. Хёгнер любезно получил эквиденситы объектов в области скопления в цвете V. При этом были получены два рода эквиденсит, соответствующие некоторой средней и некоторой низкой плотности, соответственно. Плотность в случае последних эквиденсит лишь немного превышает плотность фона пластинки. Угловые диаметры галактик, определенные по эквиденситам средних плотностей, соответствуют размерам, внутри которых определены звездные величины галактик. Ошибка измерения угловых диаметров около 0.5. Для очень слабых галактик диаметры по эквиденситам средних плотностей трудно измерить.

На рис. 1 приведен снимок скопления Zw Cl 1710.4+6401, полученный в цвете V. На снимке измеренные галактики пронумерованы по возрастающим V-величинам. С целью более удобного отождествления галактик, область скопления разбита на три концентрических кольца *a*, *b* и *c*. Снимок центрального круга с большим увеличением приведен на рис. 2.

В табл. 1 собраны данные об измеренных галактиках. В последующих столбцах таблицы приводятся номера галактик с индексами *a*, *b* и *c*, соответствующие номерам галактик и колец на рис. 1 и 2, интегральные V-величины, показатели цвета $B-V$, большие диаметры d_1 и d_2 , определенные по двум эквиденситам, и средние поверхностные яркости, вычисленные по значениям V и d_1 .

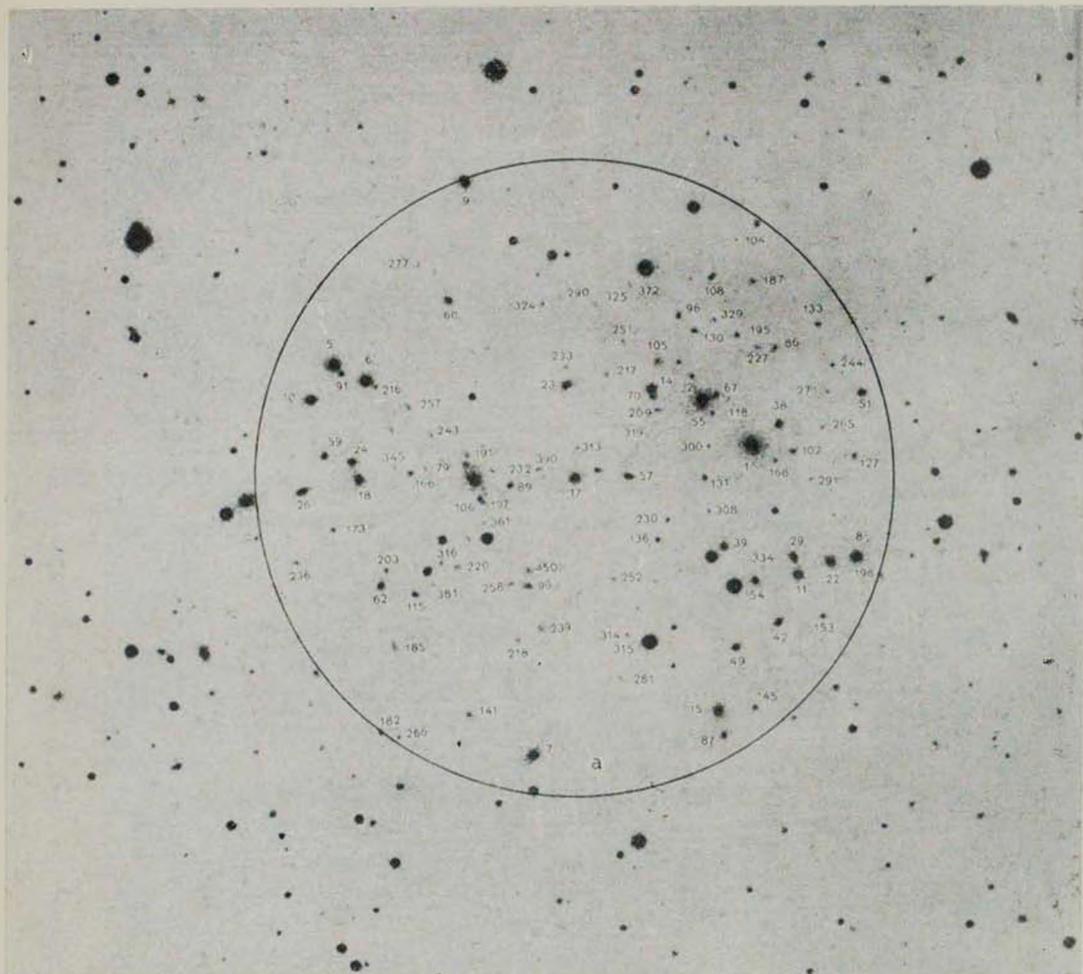


Рис. 2. Снимок центральной части скопления галактик Zw Cl 1710.4+6401 в цвете V. Масштаб: 2."5 на м.м.

К ст. Ф. Бёргена, А. Т. Калогяна

Таблица

ФОТО МЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ГАЛАКТИК В СКОПЛЕНИИ
Zw Cl 1710.4-6401

№	V	B-V	d_1	d_2	V/\square''	№	V	B-V	d_1	d_2	V/\square''
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1 a	14 ^m 42	2 ^m 41	13.4	27.2	19 ^m 81	36 ^c	16 ^m 85	1 ^m 48	6.9	10.8	20 ^m 79
2 a	14.89	2.22	12.8	23.6	20.18	37 c	16.86	1.39	6.2	10.8	20.55
3 b	14.93	2.11	13.4	23.1	20.32	38 a	16.87	1.41	6.3	10.8	20.81
4 a	14.95	2.13	12.3	29.3	20.14	39 ^a	16.88	1.32	6.7	11.3	20.77
5 ^a	15.26	1.99	10.3	17.5	20.05	40 ^b	16.88	1.39	6.2	12.1	20.57
6 ^a	15.45	1.75	10.8	17.5	20.34	41 c	16.88	1.33	8.2	14.9	21.17
7 a	15.58	1.83	10.3	18.0	20.37	42 a	16.89	1.33	7.7	13.4	21.08
8 ^a	15.70	1.78	9.8	15.4	20.39	43 c	16.89	1.35	6.7	10.8	20.78
9 ^a	15.73	1.62	10.3	13.9	20.52	44 c	16.90	1.36	6.2	11.3	20.59
10 a	15.85	1.57	10.3	15.9	20.64	45 c	16.90	1.10	6.7	11.3	20.79
11 ^a	15.90	1.71	8.2	14.4	20.19	46 b	16.93	1.27	7.7	13.9	21.12
12 b	15.91	1.91	10.0	19.5	20.65	47 c	16.93	0.96	6.2	12.1	20.62
13 ^b	16.06	1.58	8.7	15.4	20.50	48 c	16.94	1.15	7.2	13.9	20.98
14 ^a	16.11	1.62	8.2	14.4	20.40	49 a	16.95	1.44	6.7	12.3	20.84
15 a	16.14	1.70	8.7	15.4	20.58	50 ^b	16.95	1.43	5.7	10.5	20.49
16 ^c	16.14	1.61	8.5	14.9	20.53	51 ^a	16.96	1.17	6.7	10.8	20.85
17 a	16.18	1.61	8.2	13.4	20.47	52 b	16.97	0.77	6.7	12.1	20.86
18 ^a	16.18	1.70	8.2	14.4	20.47	53 ^b	16.97	1.30	6.2	9.8	20.66
19 b	16.21	1.43	11.3	20.6	21.20	54 ^a	16.99	1.28	6.2	11.3	20.68
20 c	16.28	1.45	8.7	14.4	20.72	55 a	17.01	1.64	—	—	—
21 c	16.39	1.13	8.2	13.6	20.68	56 c	17.01	1.31	6.2	12.1	20.70
22 a	16.47	1.62	8.2	15.4	20.76	57 a	17.02	1.27	6.7	12.3	20.91
23 a	16.51	1.33	7.7	14.4	20.70	58 c	17.03	1.35	6.5	9.8	20.82
24 ^a	16.54	1.48	7.7	12.6	20.73	59 ^a	17.04	1.29	6.4	9.8	20.83
25 ^c	16.55	1.47	7.7	12.9	20.74	60 a	17.06	1.34	5.1	10.8	20.35
26 a	16.60	1.35	9.8	17.0	21.29	61 c	17.08	1.24	6.2	10.8	20.77
27 b	16.60	1.10	7.2	15.4	20.64	62 ^a	17.14	1.10	6.2	10.0	20.83
28 ^b	16.66	1.44	7.2	14.4	20.70	63 c	17.14	1.20	6.9	10.3	21.98
29 a	16.67	1.41	8.7	12.9	21.11	64 c	17.15	0.85	6.2	11.3	20.84
30 b	16.68	1.41	6.7	12.3	20.57	65 c	17.15	1.24	5.1	9.8	20.44
31 c	16.71	1.28	7.2	12.9	20.75	66 ^b	17.16	1.42	5.7	11.3	20.70
32 b	16.78	1.32	6.2	12.9	20.47	67 a	17.17	1.52	4.6	10.3	20.21
33 c	16.79	1.31	7.2	11.3	20.83	68 b	17.17	1.23	6.2	10.8	20.86
34 b	16.80	1.11	6.2	12.3	20.49	69 b	17.18	1.08	6.7	12.9	21.07
35 b	16.85	1.33	6.7	13.4	20.74	70 a	17.19	1.49	4.6	10.3	20.23

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
71 b	17 ^m 19	1 ^m 23	5.7	10.0	20 ^m 73	109 b	17 ^m 58	1 ^m 03	—	—	—
72 b	17.21	0.41	5.1	9.8	20.50	110 b	17.58	1.18	4.1	9.0	20 ^m 37
73 ^a b	17.21	1.16	5.7	9.8	20.75	111 b	17.59	0.99	3.9	8.2	20.28
74 b	17.23	0.62	5.4	8.7	20.62	112 b	17.59	1.12	4.1	8.2	20.38
75 ^a b	17.23	1.23	6.2	12.3	20.92	113 b	17.60	1.14	4.6	8.2	20.64
76 b	17.23	1.35	5.6	9.3	20.72	114 c	17.60	1.07	4.6	9.3	20.64
77 c	17.24	1.21	6.2	10.8	20.93	115 a	17.62	1.20	4.6	8.2	20.66
78 ^a b	17.26	1.19	4.9	8.2	20.45	116 b	17.63	1.15	4.1	8.2	20.42
79 a	17.34	1.64	4.1	8.7	20.13	117 c	17.63	1.06	4.6	8.2	20.67
80 ^a b	17.34	1.09	5.1	11.2	20.63	118 b	17.64	1.16	3.1	6.7	19.83
81 c	17.37	1.11	5.1	8.7	20.66	119 ^a b	17.64	1.16	4.1	7.2	20.43
82 ^a c	17.37	1.28	4.1	10.3	20.16	120 ^a b	17.65	1.16	4.1	7.7	20.44
83 b	17.39	1.05	5.7	11.3	20.93	121 b	17.65	0.18	4.1	8.7	20.44
84 b	17.40	0.94	5.1	9.8	20.69	122 b	17.67	1.22	3.6	7.2	20.21
85 c	17.40	0.81	4.6	7.7	20.44	123 b	17.68	1.12	2.8	8.2	19.67
86 a	17.43	1.23	4.1	9.3	20.22	124 b	17.68	1.17	4.1	7.7	20.47
87 a	17.43	1.13	4.6	10.3	20.47	125 b	17.68	1.03	5.1	9.5	20.97
88 ^a b	17.45	1.19	5.1	8.7	20.74	126 c	17.69	0.84	—	—	—
89 a	17.46	0.93	5.1	10.3	20.75	127 a	17.70	1.07	3.3	8.2	20.04
90 c	17.47	0.96	4.6	8.5	20.51	128 b	17.70	1.18	4.6	8.7	20.74
91 a	17.48	1.26	4.6	8.0	20.52	129 b	17.70	0.93	3.1	9.3	19.89
92 ^a b	17.48	1.21	4.6	9.3	20.52	130 a	17.71	1.05	4.6	9.8	20.75
93 ^a b	17.50	1.33	4.1	7.7	20.29	131 a	17.71	1.13	3.3	7.2	20.05
94 c	17.50	1.26	4.1	9.3	20.29	132 b	17.71	0.95	3.6	10.8	20.25
95 c	17.51	1.17	4.6	9.8	20.55	133 a	17.72	0.78	4.6	7.7	20.76
96 a	17.53	1.16	4.1	8.2	20.32	134 c	17.72	1.18	3.6	7.7	20.26
97 b	17.53	0.71	4.6	8.2	20.57	135 b	17.73	1.14	3.6	8.2	20.27
98 c	17.53	0.81	3.6	8.7	20.07	136 a	17.74	1.28	3.6	7.7	20.28
99 a	17.54	1.19	4.9	10.3	20.73	137 b	17.77	1.19	3.9	7.7	20.46
100 b	17.54	1.11	5.1	10.8	20.83	138 c	17.77	0.63	4.1	7.7	20.56
101 c	17.54	1.18	4.9	8.0	20.73	139 c	17.77	0.97	2.1	10.8	19.11
102 a	17.55	1.15	3.9	9.8	20.24	140 c	17.79	0.73	—	—	—
103 c	17.55	1.03	4.1	8.7	20.34	141 a	17.80	1.05	2.6	8.2	19.62
104 a	17.56	0.43	4.6	8.2	20.60	142 b	17.80	0.93	3.9	9.3	20.49
105 a	17.56	1.08	3.6	10.3	20.10	143 c	17.80	1.13	—	—	—
106 a	17.56	1.16	4.1	7.7	20.35	144 c	17.80	1.08	3.6	7.2	20.34
107 c	17.56	1.01	3.9	9.8	20.25	145 a	17.81	1.10	3.6	7.2	20.35
108 a	17.57	0.36	4.6	8.7	20.61	146 c	17.81	0.89	—	—	—

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
147 b	17 ^m 82	0 ^m 94	—	—	—	185 a	17 ^m 95	1 ^m 08	—	—	—
148 c	17.82	0.70	3.9	8.5	20 ^m 51	186 c	17.95	1.12	1.8	6.2	18 ^m 99
149 c	17.82	1.04	3.1	9.3	20.01	187 a	17.96	1.04	2.1	7.7	19.30
150 a	17.83	0.94	—	—	—	188 c	17.96	1.10	3.6	6.2	20.50
151 b	17.83	1.02	3.1	7.2	20.02	189 c	17.96	0.90	—	—	—
152 c	17.83	1.18	2.6	7.7	19.65	190 c	17.97	0.86	—	—	—
153 a	17.84	1.04	3.1	8.0	20.03	191 a	17.98	0.77	—	—	—
154 b	17.85	1.24	3.6	7.2	20.39	192 b	17.98	1.07	3.1	6.7	20.17
155 b	17.85	1.05	2.6	7.7	19.67	193 b	17.98	0.93	2.8	7.7	19.97
156 b	17.85	1.07	3.1	7.7	20.04	194 c	17.98	0.74	2.6	7.5	19.80
157 b	17.85	1.33	2.6	6.4	19.67	195 a	17.99	0.91	3.1	7.7	20.18
158 b	17.86	1.06	—	—	—	196 a	18.00	1.00	—	—	—
159 b	17.86	0.85	3.1	8.2	20.05	197 a	18.00	1.00	—	—	—
160 b	17.86	1.20	2.6	7.7	19.68	198 b	18.00	0.84	2.6	6.7	19.82
161 c	17.86	0.82	3.1	7.7	20.05	199 b	18.00	1.04	—	6.1	—
162 b	17.87	0.98	2.6	8.2	19.69	200 c	18.00	0.87	1.8	6.2	19.04
163 b	17.88	1.15	4.1	8.2	20.67	201 c	18.00	0.47	3.1	6.7	20.19
164 b	17.88	0.50	3.6	7.7	20.42	202 c	18.00	0.93	3.6	6.7	20.54
165 c	17.88	0.94	3.1	7.7	20.07	203 a	18.01	1.00	1.8	6.2	19.05
166 a	17.89	1.02	3.1	6.2	20.08	204 b	18.02	1.15	—	5.1	—
167 c	17.89	0.96	2.3	7.7	19.43	205 b	18.02	1.01	—	7.7	—
168 a	17.90	0.90	—	—	—	206 b	18.02	0.87	—	5.1	—
169 b	17.90	0.68	3.6	7.2	20.44	207 c	18.02	0.94	—	5.1	—
170 b	17.90	1.14	3.6	7.2	20.44	208 c	18.02	0.55	—	5.6	—
171 b	17.90	0.83	3.3	6.2	20.24	209 a	18.03	0.85	—	6.1	—
172 b	17.90	1.03	2.1	5.7	19.24	210 b	18.03	1.04	2.3	6.7	19.57
173 a	17.91	1.15	3.1	6.7	20.10	211 b	18.03	0.98	—	6.1	—
174 b	17.91	1.06	1.5	7.2	18.55	212 b	18.03	1.09	—	5.6	—
175 b	17.91	1.03	2.1	7.2	19.25	213 c	18.03	0.75	—	6.1	—
176 c	17.91	0.62	3.3	7.7	20.25	214 c	18.03	0.67	3.1	6.7	20.22
177 b	17.92	1.08	3.9	7.5	20.61	215 c	18.04	0.61	—	5.1	—
178 b	17.93	1.07	3.3	7.2	20.27	216 a	18.05	1.06	—	5.1	—
179 c	17.93	0.74	2.6	6.7	19.75	217 a	18.05	0.84	—	6.1	—
180 c	17.93	0.82	3.6	7.7	20.47	218 a	18.05	1.14	—	5.1	—
181 c	17.93	0.95	2.1	6.2	19.27	219 c	18.05	0.36	3.1	7.2	20.24
182 a	17.94	1.05	4.1	7.2	20.73	220 a	18.06	0.66	—	5.6	—
183 b	17.94	1.03	3.6	6.2	20.48	221 b	18.06	1.00	2.8	6.7	20.05
184 c	17.94	0.81	3.1	7.2	20.13	222 b	18.06	0.99	—	5.6	—

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
223 б	18 ^м 07	0 ^м 77	2.6	7.7	19 ^м 89	261 с	18 ^м 16	0 ^м 80	2.6	6.2	19 ^м 98
224 с	18.07	1.06	—	5.1	—	262 с	18.16	0.81	—	5.1	—
225 с	18.07	1.11	—	5.6	—	263 б	18.17	0.69	—	5.6	—
226 с	18.07	1.14	—	5.1	—	264 с	18.17	0.91	—	5.1	—
227 а	18.08	0.86	—	5.1	—	265 а	18.18	1.00	—	5.1	—
228 б	18.08	1.00	2.6	6.2	19.90	266 а	18.18	0.80	—	7.1	—
229 с	18.08	0.88	—	5.6	—	267 б	18.18	0.75	—	5.1	—
230 а	18.09	1.04	2.6	6.2	19.91	268 б	18.18	0.89	—	5.1	—
231 с	18.09	0.94	—	5.1	—	269 с	18.18	0.86	—	6.1	—
232 а	18.10	0.92	—	7.1	—	270 с	18.18	1.05	—	5.6	—
233 а	18.10	0.91	—	5.6	—	271 а	18.19	—	—	6.1	—
234 б	18.10	0.61	—	7.1	—	272 б	18.19	0.65	1.5	5.7	18.83
235 б	18.10	1.00	2.6	6.9	19.92	273 б	18.19	0.72	—	6.1	—
236 а	18.11	0.84	—	7.7	—	274 с	18.19	—	—	5.6	—
237 с	18.11	0.93	—	6.1	—	275 с	18.19	1.01	—	6.6	—
238 с	18.11	0.61	—	5.6	—	276 с	18.19	0.78	—	5.1	—
239 а	18.12	0.88	—	6.1	—	277 а	18.20	0.90	—	5.6	—
240 б	18.12	1.02	2.8	6.7	20.11	278 б	18.20	0.80	—	5.6	—
241 с	18.12	0.91	—	5.1	—	279 с	18.20	0.85	2.3	5.1	19.74
242 с	18.12	1.11	—	5.6	—	280 с	18.20	0.71	—	4.6	—
243 а	18.13	0.90	—	6.1	—	281 а	18.21	0.94	—	5.6	—
244 а	18.13	0.89	—	5.6	—	282 б	18.21	0.86	—	5.1	—
245 б	18.13	0.58	—	5.6	—	283 с	18.21	0.81	—	3.6	—
246 с	18.13	0.93	2.6	6.4	19.95	284 б	18.22	0.78	—	5.6	—
247 с	18.13	0.72	—	6.1	—	285 б	18.22	0.80	—	5.1	—
248 с	18.13	0.89	1.5	5.7	18.77	286 с	18.22	0.66	—	5.6	—
249 с	18.13	0.81	—	5.1	—	287 с	18.22	0.68	2.6	5.7	20.04
250 с	18.13	0.77	—	7.7	—	288 с	18.22	0.86	—	5.1	—
251 а	18.14	1.02	—	5.1	—	289 с	18.22	0.73	—	5.1	—
252 а	18.14	0.93	—	5.1	—	290 а	18.23	0.93	—	4.6	—
253 б	18.14	0.80	2.3	6.2	19.68	291 а	18.23	0.99	—	5.1	—
254 б	18.15	0.89	—	5.6	—	292 б	18.23	0.90	1.8	5.7	19.27
255 с	18.15	0.73	2.3	5.7	19.69	293 б	18.23	0.67	—	5.1	—
256 с	18.15	0.85	—	6.1	—	294 б	18.23	1.08	—	5.1	—
257 а	18.16	0.89	—	6.6	—	295 б	18.23	0.84	1.8	5.7	19.27
258 а	18.16	0.98	—	6.1	—	296 с	18.23	0.66	—	5.1	—
259 б	18.16	0.99	—	6.1	—	297 с	18.23	0.95	1.5	5.7	18.87
260 б	18.16	0.99	—	5.6	—	298 с	18.23	0.74	—	5.6	—

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
299 e	18 ^m 23	0 ^m 99	—	2.6	—	337 b	18 ^m 31	0 ^m 91	—	4.6	—
300 a	18.24	0.87	—	5.1	—	338 b	18.31	0.84	—	4.1	—
301 b	18.24	0.68	—	5.6	—	339 e	18.31	—	—	5.1	—
302 b	18.24	0.82	—	5.6	—	340 e	18.31	—	—	3.6	—
303 e	18.24	0.80	—	5.1	—	341 e	18.31	0.91	—	4.1	—
304 e	18.24	0.73	—	5.6	—	342 e	18.31	0.84	—	5.6	—
305 e	18.24	0.90	—	5.1	—	343 e	18.31	0.71	—	5.1	—
306 e	18.24	0.82	—	5.1	—	344 e	18.31	0.73	—	5.1	—
307 e	18.24	0.57	1.5	7.2	18 ^m 88	345 a	18.32	0.82	—	4.6	—
308 a	18.25	0.80	—	5.1	—	346 b	18.32	0.75	—	5.1	—
309 b	18.25	0.75	—	5.6	—	347 b	18.32	0.81	—	5.1	—
310 e	18.25	0.80	—	5.1	—	348 e	18.32	0.80	—	4.6	—
311 e	18.25	0.76	—	5.6	—	349 b	18.33	0.76	—	5.1	—
312 e	18.25	0.74	—	5.6	—	350 b	18.33	—	—	5.1	—
313 a	18.26	0.94	—	5.1	—	351 b	18.33	0.84	—	5.1	—
314 a	18.26	0.82	—	5.6	—	352 e	18.33	0.64	—	5.6	—
315 a	18.26	0.89	—	4.1	—	353 e	18.33	0.69	—	4.6	—
316 a	18.26	0.84	—	5.1	—	354 b	18.34	0.82	—	5.1	—
317 b	18.26	0.75	—	5.1	—	355 e	18.34	0.75	—	4.1	—
318 e	18.26	0.47	—	5.1	—	356 e	18.34	0.68	—	3.1	—
319 a	18.27	0.91	—	5.1	—	357 e	18.34	0.53	—	4.6	—
320 b	18.27	0.63	—	5.1	—	358 e	18.34	—	—	5.1	—
321 e	18.27	0.55	—	5.1	—	359 b	18.35	0.68	—	5.6	—
322 e	18.27	—	—	5.1	—	360 e	18.35	0.93	—	5.1	—
323 e	18.27	0.79	—	4.6	—	361 a	18.36	0.70	—	3.6	—
324 a	18.28	0.82	—	5.6	—	362 e	18.36	0.80	—	5.1	—
325 a	18.28	0.87	—	5.6	—	363 e	18.36	—	—	5.1	—
326 b	18.28	0.98	2.1	5.7	19.62	364 e	18.36	—	—	3.1	—
327 e	18.28	0.82	—	5.1	—	365 e	18.36	—	—	3.1	—
328 e	18.28	0.69	2.1	6.2	19.62	366 b	18.37	0.60	—	4.6	—
329 a	18.29	0.64	—	5.6	—	367 b	18.37	0.62	—	4.1	—
330 b	18.29	1.04	—	4.6	—	368 b	18.38	0.82	—	5.1	—
331 e	18.29	0.72	—	5.1	—	369 b	18.38	0.79	—	5.1	—
332 e	18.29	0.76	—	2.6	—	370 b	18.38	0.89	—	4.6	—
333 e	18.29	0.61	—	3.1	—	371 e	18.38	0.70	—	4.1	—
334 a	18.30	0.89	—	3.6	—	372 a	18.39	0.83	—	3.9	—
335 b	18.30	0.83	—	3.1	—	373 b	18.39	0.67	—	5.1	—
336 e	18.30	0.80	—	3.9	—	374 e	18.39	0.63	—	4.6	—

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
375 с	18 ^m 39	0 ^m 71	—	4.1	—	386 б	18 ^m 42	—	—	5.1	—
376 с	18.39	—	—	4.6	—	387 с	18.42	0 ^m 44	—	7.7	—
377 б	18.40	—	—	3.6	—	388 б	18.43	0.51	—	4.1	—
378 б	18.40	0.68	—	3.6	—	389 б	18.43	—	—	4.1	—
379 с	18.40	0.87	—	4.6	—	390 а	18.44	0.75	—	2.6	—
380 с	18.40	0.69	—	2.6	—	391 б	18.44	0.60	—	2.6	—
381 а	18.41	0.79	—	4.6	—	392 с	18.44	—	—	2.6	—
382 б	18.41	0.49	—	5.1	—	393 с	18.44	0.52	—	3.6	—
383 б	18.41	0.86	—	4.6	—	394 с	18.44	0.64	—	4.1	—
384 б	18.41	0.79	—	3.1	—	395 с	18.46	0.77	—	4.1	—
385 с	18.41	0.72	—	5.1	—	396 с	18.53	0.58	—	2.6	—

2. *Распределение галактик в скоплении и сегрегация галактик по яркости.* Подсчеты и измерения галактик до $V = 18^m5$ произведены внутри радиуса $12'.6$. Вблизи центра скопления выделяются две яркие галактики (галактики № 1 и 2 в табл. 1), являющиеся согласно Цвикки нормальными эллиптическими галактиками. Однако они не находятся в геометрическом центре скопления. За центр скопления в настоящей работе мы условно приняли галактику № 17 (рис. 2). Из 44 компактных галактик Цвикки внутри радиуса $12'.6$ попадают лишь 32 галактики. Эти галактики в табл. 1 отмечены звездочкой.

Для изучения распределения галактик выбранная нами область скопления разбита на шесть концентрических колец с шириной около $2'$ каждое. Радиальное распределение галактик показано на рис. 3. По оси абсцисс отложено расстояние середины колец от центра скопления в минутах дуги, по оси ординат — нормированное число галактик в соответствующих кольцах на квадратный градус. На среднем расстоянии последнего кольца ($r \sim 11'$) плотность галактик по сравнению с центральным кругом падает более чем в пять раз. Плотность галактик в центральном круге с радиусом около $2'$ превышает среднюю плотность по всему скоплению (в радиусе $12'.6$) в три раза. Компактные галактики Цвикки показывают более сильную тенденцию к сгущению к центру скопления. Плотность компактных галактик в центральном круге с радиусом в $4'$ превышает плотность этих галактик вне этого радиуса в 7 раз. Это различие скорее всего указывает на наличие в скоплении сегрегации галактик по яркости.

Для исследования эффекта сегрегации область скопления была разбита на две части: на центральный круг с радиусом около $6'$ и на внешнюю часть. Отношения чисел галактик ярче и слабее $V = 16^m5$ друг к другу

для центрального круга и для внешней области соответственно равны 0.15 и 0.02. При выборе для граничной звездной величины значения $V = 17^m0$, эти отношения равняются 0.30 и 0.14, соответственно. Сопоставление приведенных цифр показывает, что к центру скопления сильнее концентрируются более яркие галактики. При этом из 19 галактик ярче $V = 16^m5$, попадающих в область центрального круга, половина является компактными галактиками.

3. *Угловые диаметры галактик и распределение по поверхностным яркостям.* Угловые диаметры галактик были измерены на эквиденситных пленках. При этом размеры эквиденсит для средних плотностей соответствуют размерам областей, внутри которых измерены яркости галактик. Размеры же галактик, определенные на эквиденситах для более низких плотностей существенно больше. В обоих случаях были измерены большие диаметры галактик. Распределение галактик по обоим эквиденситным диаметрам d_1 и d_2 приведено в табл. 2. В первой строке таблицы приведены интервалы диаметров, во второй и третьей — числа галактик n_1 и n_2 с угловыми диаметрами d_1 и d_2 соответственно.

Мы видим, что число галактик регулярно возрастает при уменьшении диаметров. Недостаток галактик в интервале $0-2''$ должен быть в основном связан с тем, что при малых размерах галактики трудно отличить от звезд и поэтому много галактик теряется.

Отметим, что в случае скоплений галактик A193 и Coma в распределении диаметров галактик по данным авторов [6] наблюдается минимум в интервале $7-11''$.

Средние поверхностные яркости галактик были вычислены по звездным величинам V и диаметрам d_1 (табл. 1). Из 396 галактик только для 209 были измерены диаметры d_1 . Для слабых галактик эти диаметры трудно измеримы, и в табл. 1 для них даются лишь диаметры d_2 .

Распределение галактик по интервалам поверхностной яркости приведено в табл. 3, где в первой строке даны интервалы поверхностных яркостей, во второй — число галактик в каждом интервале, в третьей — средние диаметры галактик, имеющих поверхностную яркость в данном интервале, и в четвертой — средняя ошибка средних арифметических диаметров. Из данных таблицы видно, что 60% галактик имеют поверхностную яркость, превышающую 20^m5 с кв. секунды дуги в V . Это означает, что в красном цвете они удовлетворяют критерию компактности, принятому В. А. Амбарцумяном и др. [7]. Применение предложенного нами метода обнаружения компактных галактик в [8] по отношению исследуемого в настоящей работе скопления показало, что 40% галактик являются очень компактными. Таким образом, применение по существу двух разных критериев

риов приводит к одному и тому же выводу, что скопление Zw Cl 1710.4†+6401 весьма богато компактными галактиками.

Второй вывод из данных табл. 3 заключается в том, что диаметры галактик в среднем уменьшаются при увеличении их поверхностной яркости. Как было показано в [6], то же самое имеет место и в скоплениях A193 и Coma. Из третьей строки таблицы видно, что дисперсия в диаметрах у галактик высокой поверхностной яркости существенно меньше, чем у галактик с более низкой поверхностной яркостью. Отсюда следует, что среди объектов с большими размерами, компактные галактики высокой поверхностной яркости встречаются редко.

4. *Распределение галактик по показателям цвета и зависимость $B-V$ от V .* Распределение галактик по показателям цвета приведено в табл. 4. В первой строке таблицы приведены интервалы показателя цвета, во второй — число галактик n в каждом интервале, в третьей — доля n от общего числа галактик N с измеренными $B-V$.

По данным табл. 4 максимум распределения попадает в интервал 0^m8-1^m0 . Бросается в глаза довольно широкий диапазон показателей цвета. Этим исследуемое скопление существенно отличается от скопления A193, также богатого компактными галактиками [6]. К тому же 75% галактик в исследуемом скоплении обладают показателями цвета от 0^m6 до 1^m2 , а в скоплении A193 — от 0^m9 до 1^m3 . Для компактных галактик Цвикки, отмеченных в табл. 1 звездочками, $B-V > 1^m0$ со средним значением 1^m4 , т. е. на 0^m4 больше, чем для остальных галактик.

В табл. 5 приводится зависимость $B-V$ от V . В первой строке таблицы приведены интервалы V , во второй — показатели цвета $B-V$, усредненные по галактикам в данном интервале V , в третьей — число галактик n . Как видно, показатели цвета постепенно уменьшаются при ослаблении галактик. Этот эффект в исследуемом скоплении выражен сильнее, чем в других скоплениях. Данные табл. 5 хорошо аппроксимируются линейной функцией, выраженной следующим уравнением:

$$B - V = -0.389 V + 7.885 \quad (1)$$

$$\pm 0.012 \quad \pm 0.205$$

Эффект посинения галактик с уменьшением светимости наблюдается также для компактных галактик Цвикки; от значения 1^m9 в интервале $V = 15^m0-15^m5$, показатель цвета $B-V$, постепенно убывая, доходит до значения 1^m2 в интервале $V = 17^m5-18^m0$.

Таблица 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЛАКТИК ПО УГЛОВЫМ ДИАМЕТРАМ d_1 И d_2

d''	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30
n_1	10	78	56	40	15	6	4								
n_2	0	22	138	101	53	33	22	16	4	1	1	2	0	1	1

Таблица 3

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЛАКТИК ПО ПОВЕРХНОСТНЫМ ЯРКОСТЯМ

V/\square''	18.5-19.0	19.0-19.5	19.5-20.0	20.0-20.5	20.5-21.0	21.0-21.5
n	6	10	25	82	77	8
d_1	1.6	2.0	2.6	4.7	6.1	8.4
σ	± 0.06	0.06	0.05	0.27	0.17	0.54

Таблица 4

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЛАКТИК ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЦВЕТА

$B-V$	0.0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	1.0-1.2	1.2-1.4	1.4-1.6	1.6-1.8	1.8-2.0	2.0-2.2	2.2-2.4
n	1	2	17	83	112	93	38	16	12	3	2	2
n/N	0	0.01	0.04	0.21	0.30	0.24	0.10	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01

Таблица 5

ЗАВИСИМОСТЬ $B-V$ ОТ V

V	14.5-15.5	15.5-16.0	16.0-16.5	16.5-17.0	17.0-17.5	17.5-18.0	18.0-18.5
$\overline{B-V}$	2.10	1.73	1.54	1.30	1.18	0.99	0.81
n	6	6	10	32	40	108	179

5. *Функция светимости галактик скопления.* Дифференциальная и интегральная функции светимости скопления в В и V, не исправленные за галактики поля, представлены на рис. 4 и 5. Как видно из рисунков, подсчеты галактик являются полными до $B = 19^m.2$ и $V = 18^m.4$.

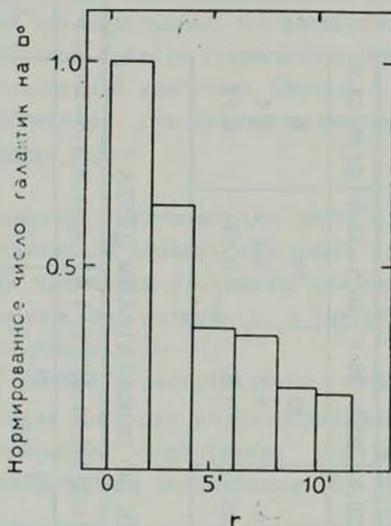


Рис. 3. Распределение галактик в скоплении Zw Cl 1710.4+6401.

В функции светимости скопления нет явно выраженного локального максимума, наблюдаемого в случае других скоплений галактик [6, 9, 10]. Интегральная логарифмическая функция светимости в обоих цветах хорошо представляется прямыми линиями, для которых способом наименьших квадратов получены следующие уравнения:

$$\lg N_B = 0.941 B - 15.496 \pm 0.021 \pm 0.381 \quad (2)$$

$$\lg N_V = 0.604 V - 8.558 \pm 0.008 \pm 0.145. \quad (3)$$

При этом первая точка, относящаяся к наиболее яркой галактике, в обоих уравнениях не учитывалась. В уравнении (3) угловой коэффициент меньше, чем в случае скоплений A193 [6] и Coma [9]. С другой стороны коэффициент при В существенно больше, чем при V. То же самое наблюдалось в случае скопления A 193, причем коэффициент при В для яркой части интегральной функции светимости этого скопления также равен 0.94*.

*) В статье [6] значение углового коэффициента в уравнении (1) вместо 0.98 должно быть 0.94.

В работе [6] нами было высказано предположение, что различие в угловых коэффициентах интегральных функций светимости в В и V может быть вызвано тем, что галактики становятся менее красными с уменьшением их светимости. Это предположение может быть легко проверено в случае исследуемого скопления, где имеется достаточно много галактик и зависимость (1) между В—V и V является достоверной. Для этого инте-

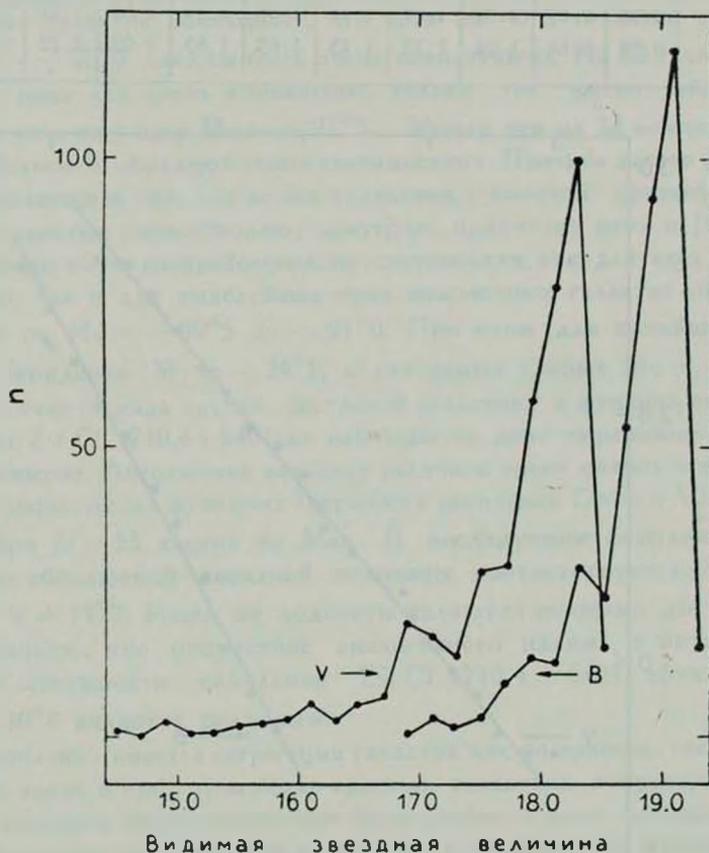


Рис. 4. Дифференциальная функция светимости скопления галактик Zw Cl 1710.4+6401 в В и V.

гральную функцию светимости в V возьмем в качестве исходной. Тогда, заменяя в (3) по зависимости (1) V через В и, следовательно, $\lg N_V$ через $\lg N_B^*$, для интегральной функции светимости в В получим следующее уравнение:

$$\lg N_B^* = 0.988 B - 16.353.$$

Мы видим, что коэффициенты при B в (4) и (2) мало отличаются друг от друга. В табл. 6 значения $\lg N_B^*$, вычисленные по (4), сопоставлены со значениями $\lg N_B$, вычисленными по (2).

Таблица 6

B	17.2	17.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.4	18.6	18.8	19.0	19.2
$\lg N_B$	0.71	0.89	1.08	1.27	1.46	1.65	1.84	2.02	2.21	2.40	2.59
$\lg N_B^*$	0.58	0.84	1.04	1.23	1.43	1.63	1.83	2.02	2.22	2.42	2.62

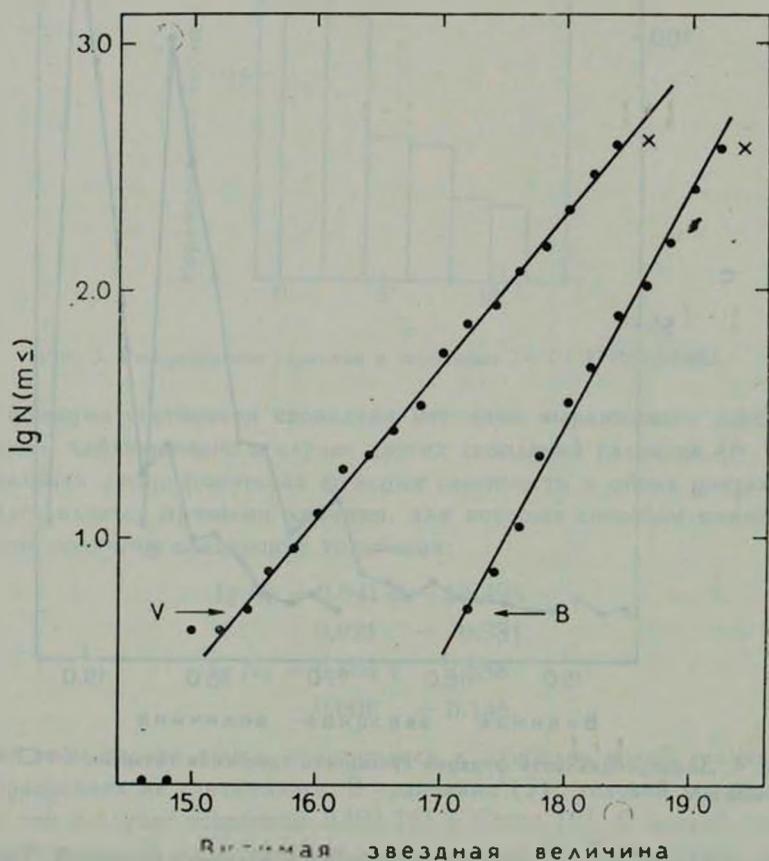


Рис. 5. Интегральная логарифмическая функция светимости скопления галактик Zw Cl 1710.4+6401 в B и V .

Из данных табл. 6. видно, что расхождения между вычисленной и наблюдаемой интегральными функциями светимости в B небольшие. Таким образом, различие между наклонами интегральных функций светимости в

B и V в основном обусловлено наличием наблюдаемой зависимости (1) между $B-V$ и V .

6. *Заключение.* Характерной особенностью скопления галактик Zw Cl 1710.4+6401 является наличие в нем большого количества компактных галактик. 30% всех галактик ярче $M_V = -21^m0$ являются компактными по Цвикки. Применение предложенного нами метода обнаружения компактных галактик показывает, что хотя бы 40% галактик скопления ярче $M_V = -20^m0$ должны быть очень компактными. Из 82 галактик, выделенных нами как очень компактные, только три имеют абсолютную звездную величину ярче $M_V = -21^m5$. Между тем из 32 компактных галактик Цвикки 10 обладают этими светимостями. Причина такого расхождения заключается в том, что не все галактики с высокой средней поверхностной яркостью удовлетворяют критерию, принятому нами в [8]. Отметим, что максимум распределения по светимостям как для всех галактик скопления, так и для выделенных нами компактных галактик попадает в интервал от $M_V = -20^m5$ до -21^m0 . При этом для ярчайшей галактики в скоплении $M_V = -24^m1$, а для самых слабых $M_V = -20^m0$.

В отличие от ряда других скоплений галактик, в функции светимости скопления Zw Cl 1710.4+6401 не наблюдается явно выраженного локального максимума. Абсолютная звездная величина точки излома в интегральных логарифмических функциях светимости скоплений Coma и Virgo равна -20^m8 при $H = 55$ км/сек на Мпс. В исследуемом скоплении этому значению абсолютной звездной величины соответствует видимая величина $V = 17^m7$. Наши же подсчеты являются полными до $V = 18^m4$. Это означает, что отсутствие аналогичного излома в интегральной функции светимости скопления Zw Cl 1710.4 + 6401 хотя бы при $M_V = -20^m8$ является реальным.

В скоплении имеется сегрегация галактик как по яркости, так и по цвету. Более яркие и при этом более красные галактики концентрируются к центру скопления более сильно, чем более слабые и менее красные галактики. Наблюдаемое различие между наклонами интегральной функции светимости и B и V в основном объясняется наличием линейной зависимости между цветом и светимостью галактик.

Один из авторов (А. Т. К.) выражает глубокую благодарность руководству ЦИА за предоставленные возможности при выполнении настоящей работы.

Центральный институт
астрофизики АН ГДР
Бюраканская астрофизическая
обсерватория

A STUDY OF THE CLUSTER OF GALAXIES ZW Cl 1710.4 + 6401

F. BÖRNGEN, A. T. KALLOGHLIAN

The results of BV photometry of galaxies in the ZwCl 1710.4 + 6401 within a radius 12.6 are presented. The equidensity diameters are measured and the mean surface brightnesses of galaxies are calculated.

The B—V colour indices decrease with the decrease of galaxy luminosity in accordance with relation (1). There exists no local maximum in the luminosity function in B or V. The integral luminosity functions in B and V are given by equations (2) and (3) respectively. The difference between the slopes of those lines is caused by relation (1).

There are many compact galaxies in the cluster according both to Zwicky and the method proposed by the authors in [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. *F. Zwicky*, Catalogue of Selected Compact Galaxies and of Post-Eruptive Galaxies, Zwitterland, 1971.
2. *G. O. Abell*, Ap. J. Suppl., 3, 211, 1958.
3. *S. van den Berg*, Ap. J. Suppl., 19, 145, 1969.
4. *M. Vetesnik*, Bull. Astr. Inst. Czechoslovakia, 13, 180, 1962.
5. *A. С. Шаров*, Астрон. ж., 50, 263; 1023, 1973.
6. *Ф. Бёрнген, А. Т. Каллоглян*, Астрофизика, 12, 397, 1976.
7. *V. A. Ambartzumian, H. C. Arp, A. A. Hoag, L. V. Mirzoyan*, Astrofizika, 11, 193, 1975.
8. *А. Т. Каллоглян, Ф. Бёрнген*, Астрофизика, 12, 697, 1976.
9. *G. O. Abell*, Problems of Extra-Galactic Research, ed. G. C. McVittie, N-Y., 1962, p. 213.
10. *A. Oemler*, Ap. J., 194, 1, 1974.