

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Том 13

№6 (108)

1961 г.

Исследование переменных звезд в шаровом звездном скоплении NGC 6171

Б.В.Кукаркин

Настоящее исследование представляет собою первую работу в намеченной программе изучения морфологических особенностей шаровых звездных скоплений. На основе 67 фотографий, полученных в 1959–1960 г.г., были произведены оценки блеска 19 переменных звезд. Все эти звезды оказались переменными типа RR Lyr, причем для всех были выведены элементы изменения блеска и построены средние кривые. Из 18 переменных 11 относятся к типу α и 7 к типу γ . Средний период переменных типа α составляет $0^d.535$, а переменных типа γ $0^d.287$. Это несколько необычно для скоплений, богатых переменными типа γ . Быть может, это находится в связи с особым характером диаграммы "величина – цвет" (отсутствие голубой части горизонтальной ветви при наличии большого числа переменных звезд типа RR Lyr).

A Study of Variable Stars in the Globular Cluster NGC 6171

B.V. Kukarkin

The present investigation is the first in a proposed program for the study of morphological peculiarities of globular clusters. Brightness estimates of 19 variables were made from 67 photographs taken during 1959–1960. All the investigated stars were found to be RR Lyr variables. Eleven of them belong to type " α ", 7—to type " γ ". The mean period of the type " α " variables is $0^d.535$, of type " γ " $0^d.287$. This is somewhat exceptional for a cluster rich with type " γ " variables. Possibly this is connected with the character of the magnitude–color diagram of the cluster (the absence of the blue branch of the horizontal sequence in the presence of a large number of RR Lyr variables).

1. Введение

Проблема разнообразия звездных населений привлекает все возрастающее внимание. Точка зрения советских астрономов, считающих, что в природе имеется значительное разнообразие, а не два типа звездных населений, получает все большее и большее распространение (смотри, например, [1]).

Трудность проблемы звездных населений в основном обусловлена тем, что нет простых способов определения возрастов звезд и в большинстве случаев предполагается, что данная изолированная звездная система состоит из звезд одного возраста. Но если это до известной степени справедливо в отношении звезд в звездных скоплениях и ассоциациях, то, во всяком случае, совершенно неприменимо к "составляющим" сложных звездных систем типа нашей Галактики, Магеллановых Облаков, М 31 и т.д. Предполагать, что все звезды спиральных ветвей или галактического "гало" во всем их разнообразии имеют один и тот же возраст, по меньшей мере наивно. Если и можно утверждать, что звезды "гало" в среднем значительно старше звезд спиральных ветвей, то нет никаких оснований отрицать, что и в спиральных ветвях и в "гало" могут быть звезды любого возраста, так как нет оснований отрицать наличие процесса звездообразования в каждой из этих составляющих. Если бы мы научились отличать особенности звезд, связанные с начальными условиями, от особенностей, приобретенных в процессе эволюции, наша задача была бы значительно упрощена. К сожалению, простых способов разделения "врожденного" от "благоприобретенного" пока в нашем распоряжении не имеется.

Сказанное в известной мере справедливо и в отношении шаровых звездных скоплений. Вряд ли можно с уверенностью говорить о единстве возраста всех звезд в шаровых звездных скоплениях. В течение последних лет мы получаем все более и более убедительные свидетельства чрезвычайного разнообразия особенностей отдельных шаровых звездных скоплений [2, 3, 4, 5]. Но, кроме того, хотелось бы отметить, что и население данного шарового звездного скопления не обязательно должно обладать единым возрастом, поскольку процесс звездообразования в данном шаровом звездном скоплении может иметь длительность, сравнимую по порядку величины с возрастом самого скопления. Недавняя работа М.С. Робертса [12] содержит дополнительные соображения в пользу этого.

При исследовании таких сложных вопросов как поиски возрастных индикаторов или поиски способов разделения "врожденного" от "благоприобретенного", весьма существенной является простота исследования морфологических особенностей звезд. В этом отношении переменные звезды являются особенно благодарными объектами. Неоднократно отмечалось разнообразие морфологических особенностей звезд в связи с их положением в пространстве, принадлежности к той

или иной звездной системе и т.д. (см., напр., [6]). Даже в изолированных звездных системах переменные звезды показывают разнообразие морфологических признаков. Для нас особенно интересно, что внутри шарового скопления встречаются переменные звезды с самыми разнообразными свойствами. Так, например, в шаровом скоплении NGC 5139 (ω Cen) имеются две цефеиды с одинаковыми периодами (1^d345 и 1^d349), но с совершенно несходными кривыми изменения блеска и различными видимыми (а, следовательно, с большой степенью вероятности и абсолютными) звездными величинами. Это разнообразие, по-видимому, является следствием различий в начальных условиях и в возрасте этих звезд. Таких примеров разнообразия морфологических признаков переменных звезд в шаровых звездных скоплениях можно было бы привести достаточно много.

В связи с вышеизложенным было задумано изучение морфологических особенностей переменных звезд в возможно большем количестве шаровых звездных скоплений. При этом было обращено внимание на то, чтобы шаровые звездные скопления по возможности отличались бы друг от друга как по своему внешнему виду, так и по особенностям их спектральных характеристик. Уже сейчас намечаются определенные закономерности в характеристиках переменных звезд в шаровых звездных скоплениях (см., напр., [7, 8]). Представлялось не лишним интереса подробнее исследовать как особенности переменных звезд в различных скоплениях в целом, так и особенности переменных звезд внутри каждого отдельного скопления. Предлагаемая работа является одним из задуманных исследований, преследующих цель предварительной разведки особенностей переменных звезд в шаровых скоплениях.

2. Переменные звезды в шаровом скоплении NGC 6171

Шаровое звездное скопление NGC 6171 относится к классу X по классификации Шепли, т.е. не особенно богато звездами и не обладает сильной конденсацией. Оно расположено в направлении на центр Галактики, но находится значительно ближе (см. [9]). В 1938 г. П.Ф.Оостерхофф [10], на основе сравнения 15 фотографических пластинок, полученных с помощью 60-дюймового рефлектора обсерватории Маунт Вилсон, обнаружил в этом шаровом скоплении 24 переменные звезды. С тех пор никто не занимался исследованием переменных звезд в этом скоплении. При составлении программы по изучению переменных звезд в шаровых скоплениях скопление NGC 6171 было намечено как одно из наиболее интересных и первоочередных.

Когда работа по изучению переменных звезд в скоплении подходила к концу, была получена статья Дж. Маннино [11], в которой были опубликованы многочисленные наблюдения 15 переменных звезд и выведены элементы для 10 из них. Во многих случаях элементы Маннино отличались от моих. В связи с этим я предпринял заново работу всех его наблюдений и, сопоставив их со своими наблюдениями и немногочисленными наблюдениями П.Ф.Оостерхофа [10], получил окончательные выводы.

3. Наблюдения.

Фотографирование шарового звездного скопления NGC 6171 производилось на Южной станции Астрономического института им. Штернберга в 1959 и 1960 гг. с помощью широкоугольного астрографа (отверстие 400 мм., светосила 1:4). Всего было получено 67 пластинок (24 в 1959 и 43 в 1960 гг.). Употреблялись пластинки Agfa Astro (несенсибилизированные) и Kodak OaO. Систематических различий между оценками на обоих сортах пластинок не обнаружено. Экспозиции применялись от 10 минут до 60 минут (большинство 30 минут). Несколько снимков были сделаны таким образом, чтобы скопление выходило на пластинке симметрично по отношению к SA 132. Предполагалось осуществить определение величин звезд сравнения. Первые же определения показали полное согласие с определениями П.Оостерхоффа [10]. Было принято решение не определять еще раз звездные величины в старой системе фотометрических стандартов обсерватории Маунт Вилсон, так как в дальнейшем предполагается для всех изучаемых в Москве скоплений произвести определения звездных величин в системе U, B, V.

Производились обычные глазомерные оценки блеска переменных звезд либо по отношению к звездам, величины которых были получены П.Оостерхоффом, либо по отношению к специально выбранным звездам сравнения. Величины этих звезд (идентификационные карты приведены на рис.1) определены привязкой к величинам звезд, измеренным П.Оостерхоффом. Привязка производилась на пяти или десяти различных пластинках. Принятые значения звездных величин приведены в следующей далее таблице 1.

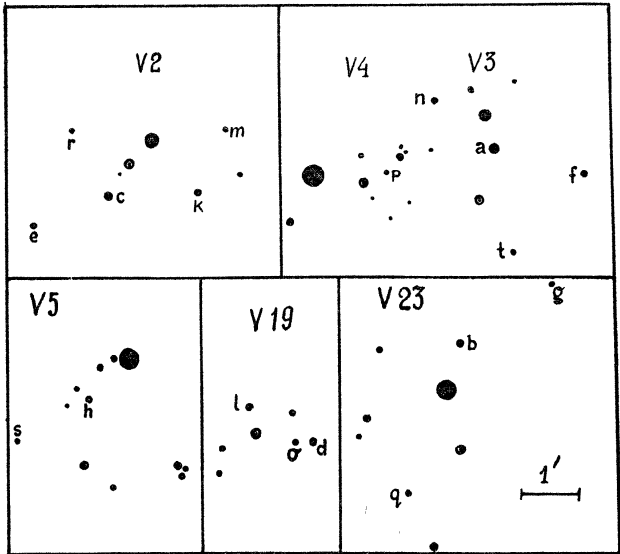


Таблица 1

a	14. ^m 98
b	15.06
c	15.20
d	15.38
e	15.53
f	15.60
g	15.71
h	15.72
k	15.94
l	16.10
m	16.18
n	16.26
o	16.30
p	16.35
q	16.40
r	16.41
s	16.54
t	16.59

Рис.1

Каждая переменная звезда оценивалась на каждой из 67 пластинок не менее двух раз. При этом всегда менялась ориентировка пластинки (верх — низ), чтобы по возможности исключить ошибку позиционного

угла, весьма для меня характерную.

Переменные 6, 7, 9 и 14 имеют довольно близкие оптические компоненты, что затрудняло оценки и вносило систематические ошибки. Переменные 11, 20 и 24 имеют столь тесных и достаточно ярких спутников, что оценки их блеска вообще оказались невозможными. Переменная 22, расположенная на значительном расстоянии от скопления, значительно слабее всех других переменных звезд и безусловно не принадлежит к скоплению. Эта переменная не оценивалась. Наконец, переменная 1 оказалась идентичной с V720 Oph. Это типичная звезда фона. Она относится к типу Миры Кита с периодом около 200 дней.

Оценки всех измеренных звезд приведены в следующей далее таблице 2. В первом столбце приведены даты пластинок, выраженные в днях Юлианского Периода. Время гелиоцентрическое. В последующих столбцах приведены звездные величины переменных звезд. Звезды расположены в порядке их номеров в работе П.Оостерхоффа. Неуверенные оценки отмечены двоеточием, а наиболее неуверенные — знаком вопроса.

Таблица 2

J.D.hel.	V 2	V 3	V 4	V 5	V 6	V 7	V 8	V 9	V 10	V 12
2436...										
702.496	15.64	16.08	15.40	16.22	15.40	16.12	15.95	16.00	16.59	15.43
703.497	16.24	16.08	16.23	15.78	15.63	16.12	15.45	16.00	16.48	16.01
720.444	16.30	15.90	16.10	15.61	15.62	16.21	16.15	15.99	16.49	15.33
.489	16.28	15.85	15.72	15.85	16.04	16.16	16.23	16.00	16.19	15.60
721.432	16.15	15.60	15.49	16.16	15.41	16.20	15.48	16.08	15.43	15.32
.479	16.13	15.60	15.72	16.16	15.56	16.10	15.61	15.94	15.44	15.68
722.383	15.81	16.27	16.09	16.19	15.94	15.93	16.49	16.03	15.96	15.55
.429	15.62	16.20	16.20	15.61	15.30	15.97	16.31	16.05	16.55	15.71
.475	15.62	15.62	15.66	15.88	15.25	16.20	15.60	15.68	16.49	15.89
724.419	16.00	16.01	16.02	16.09	15.93	16.10	16.16	15.66	15.74	16.40
728.382	16.10	15.97	15.89	16.10	16.15	16.21	16.24	15.95	16.5	16.51
.429	16.20	16.06	15.38	16.18	15.32	16.04	16.28	15.98	16.5	16.15
.475	16.24	16.14	15.40	16.06	15.45	15.94	16.20	16.08	15.9	15.31
729.442	16.00	15.88	15.94	16.10	15.79	16.11	16.09	15.99	15.96	15.26
.483	16.26	15.88	16.13	15.77	15.35	16.12	16.28	15.89	16.29	15.37
733.440	15.81	15.86	15.90	16.25	15.40	16.12	16.3	15.54	16.26	16.23
734.433	15.47	15.32	15.66	15.77	15.28	16.40	16.02	15.74	16.24	16.41
.479	15.70	15.54	16.26?	15.82	15.28	16.3	16.23	15.78	16.32	16.48
747.335	16.34	16.20	15.44	16.22	16.11	15.88	15.89	16.00	16.21	16.03
.380	16.30	15.84	15.49	16.24	15.76	16.04	15.98	15.94	16.46	15.37
.419	16.38	15.55	15.61	16.38	15.58	16.16	16.13	16.12	16.63	15.26
749.442	15.91	15.98	16.14	16.16	16.20	15.95	15.42	15.52	—	16.00
750.422	15.67	15.91	15.46	16.09	15.78	16.15	16.34	15.53	16.43	16.19
751.424	16.37	15.34	15.99	15.80	15.70	16.00	16.35	15.66	15.50	16.23
2437...										
050.463	16.20	15.44	15.76	16.02	15.68	15.43	16.30	15.60	16.50	16.37
.485	16.22	15.52	16.04	15.72	15.80	15.35	16.38	15.64	16.60	16.32
.506	16.22	15.54	16.04	15.70	15.86	15.53	16.38	15.71	16.54	16.22
.527	16.17	15.78	16.07	15.79	16.12	15.46	16.33	15.73	15.76	15.62
.549	16.3	15.90	15.98	15.76	15.85	—	16.3	15.8	15.4	15.24
051.450	15.95	16.17	15.65	16.00	15.62	15.38	16.30	15.63	16.07	16.03
.472	15.99	16.23	15.56	16.00	15.60	15.4	16.26	15.69	16.37	15.58
.493	16.00	16.07	15.48	16.05	15.64	15.45	16.27	15.75	16.26	15.35
.514	16.00	15.59	15.45	16.08	15.67	15.46	16.45	15.84	16.43	15.24
.536	16.12	15.53	15.55	16.10	15.80	15.67	16.36	16.00	16.42	15.59
052.443	15.81	16.02	15.92	16.09	15.48	15.39	16.01	15.61	16.50	15.28
.464	15.68	16.15	16.04	16.21	15.31	15.36	16.03	15.76	16.38	15.35
.486	15.43	16.16	16.15	16.17	15.38	15.46	16.25	15.74	16.38	15.42
.507	15.62	16.17	16.16	16.21	15.56	15.62	16.16	15.81	16.44	15.60

Таблица 2 (продолжение)

J.D.hel	V 2	V 3	V 4	V 5	V 6	V 7	V 8	V 9	V 10	V 12
2437...										
052.528	15 ^m .78	16 ^m .27	16 ^m .00	16 ^m .12	15 ^m .59	15 ^m .84	16 ^m .24	16 ^m .05	16 ^m .53	15 ^m .80
053.491	16.31	16.18	15.55	16.09	15.46	15.40	15.66	15.88	15.50	16.03
.522	16.18	16.25	15.56	16.17	15.49	15.40	15.66	16.05	15.74	16.28
072.397	16.16	15.98	15.45	15.88	16.10	16.02	16.01	15.87	16.32	15.60
.444	15.68	16.16	15.59	15.90	16.01	15.20	15.39	16.03	16.35	16.16
074.393	16.08	15.88	15.46	15.66	15.56	16.18	16.31	16.03	16.34	16.44
.439	16.17	15.98	15.92	15.89	15.83	15.30	16.28	16.15	16.28	16.47
.485	16.17	16.08	16.15	15.90	16.00	15.36	16.25	15.53	16.50	16.48
077.379	16.22	16.07	16.06	15.94	15.80	16.27	16.46	15.53	16.36	16.44
.424	16.24	16.12	15.52	16.04	15.57	15.62	16.44	15.60	16.45	16.35
.468	16.46	16.24	15.52	16.10	15.30	15.50	15.36	15.72	16.42	15.91
.513	16.47	16.32	15.62	16.13	15.59	15.58	15.42	15.95	16.3:	15.44
078.371	16.08	15.92	15.66	16.20	16.14	15.94	16.39	15.70	15.56	16.46
.415	16.12	16.12	16.04	16.38	16.04	15.80	16.39	15.70	15.55	16.30
.459	16.10	16.16	16.08	16.39	15.63	15.40	16.43	15.80	15.82	15.42
.504	16.26	16.19	15.96	16.20	15.41	15.50	16.40	16.10	16.19	15.37
079.345	15.68	15.54	16.12	15.61	15.79	16.40	16.12	15.70	16.35	16.50
.393	15.88	15.66	15.52	15.72	15.93	16.08	16.24	15.72	16.33	15.38
.441	16.02	15.83	15.46	15.94	15.95	15.40	16.45	15.85	16.52	15.34
.488	16.13	16.03	15.71	16.07	15.94	15.50	16.31	15.95	16.44	15.77
080.348	16.20	16.18	15.75	16.25	15.74	16.15	15.60	15.85	16.43	15.32
.402	15.93	15.68	16.00	16.35	15.83	15.92	15.82	15.90	16.40	15.50
.450	15.50	15.50	16.02	16.33	16.05	15.44	16.02	16.00	15.50	15.68
087.434	16.05	16.02	15.89	16.10	15.70	15.42	16.28	16.03	16.35	15.60
088.486	15.38	15.53	15.48	15.79	15.76	15.50	16.20	16.14	16.00	15.60
116.365	15.98	16.05	15.50	16.36	16.02	15.94	16.22	16.02	16.50	15.70
135.306	15.44	16.03	15.45	16.41	15.56	16.08	16.10	16.14	15.36	15.81
136.301	16.23	16.19	16.20	15.86	15.36	16.08	15.36	16.18	16.47	15.96
137.304	16.16	16.17	15.61	16.12	15.45	16.1:	16.40	15.73	16.5:	16.16

J.D.hel	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 21	V 23
2436...									
702.496	16 ^m .31	15 ^m .0:	16 ^m .00	16 ^m .3:	15 ^m .95	16 ^m .26	16 ^m .42	16 ^m .5:	16 ^m .20
703.497	16.28	15.16	15.57	16.42	15.19	15.70	15.62	16.57	15.71
720.444	16.48	15.74	16.17	15.62	15.61	15.66	15.69	16.62	15.60
.489	16.40	15.85	15.77	15.60	15.76	15.66	15.43	16.52	15.56
721.432	16.50	15.98	15.47	16.34	15.42	16.01	15.98	16.13	15.50
.479	16.17	16.02	15.84	15.63	15.47	15.44	16.20	16.47	15.80
722.383	16.60	15.84	15.99	16.50	16.17	16.39	15.63	16.67	15.34
.429	15.73	16.19	16.00	16.56	16.42	16.38	15.50	16.03	15.82
.475	15.27	16.45	16.22	16.31	16.65	16.49	15.62	16.38	16.00
724.419	16.02	16.26	16.03	16.56	16.02	15.76	15.69	16.48	16.11
728.382	16.45	16.50	15.44	15.79	16.00	15.74	16.15	16.38	16.18
.429	16.50	16.08	15.63	16.05	16.50	15.91	16.14	16.46	15.86
.475	16.23	15.19	16.19	16.08	16.48	16.38	16.04	-	15.18
729.442	15.70	15.18	15.82	15.66	15.78	15.65	15.75	16.50	15.44
.483	15.28	15.0:	15.40	15.89	16.18	15.56	16.01	16.42	15.26
733.440	16.5:	15.69	16.12	16.40	16.13	15.63	16.25:	-	15.85:
734.433	16.48	15.74	15.64	16.41	15.44	15.64	15.42	16.7:	15.82
.479	16.55	16.23	15.94	16.40	15.68	15.37	15.62	16.7:	16.04
747.335	16.29	15.19	15.70	16.15	15.47	16.31	15.96	16.44	15.98
.380	16.36	15.40	15.59	16.21	15.65	16.40	16.08	16.6:	16.08
.419	16.46	15.68	15.56	16.49	15.83	15.67	16.15	16.5:	16.11
749.442	16.38	15.96	15.67	16.29	16.40	16.34	15.7:	16.5:	15.5:
750.422	16.44	16.42	16.03	16.18	16.18	16.02	16.30	16.67	15.88
751.424	15.30	16.13	15.49	15.78	16.06	15.47	15.64	16.50	15.38
2437...									
050.463	16.66	16.25	15.64	15.67	15.98	16.00	15.74	16.34	15.66
.485	16.67	16.32	15.63	15.72	15.82	15.50	15.60	16.40	15.59
.506	16.59	16.33	15.91	15.91	15.89	15.38	15.62	16.41	15.46
.527	16.42	16.35	15.83	16.06	16.24	15.27	15.62	16.39	15.31
.549	16.5:	16.42	15.9:	16.0:	16.2:	15.3:	15.7:	16.4:	15.40
051.450	16.55	16.26	16.10	15.28	15.33	16.29	16.06	16.58	15.80
.472	16.66	16.34	16.03	15.46	15.57	16.29	16.06	16.56	15.57
.493	16.59	16.41	16.01	15.64	15.57	16.21	16.08	16.42	15.44

Таблица 2 (окончание)

J.D. hel	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 21	V 23
2437...	^m	^m	^m	^m	^m	^m	^m	^m	^m
051.514	16.43	16.38	15.64	15.50	15.69	16.22	16.15	16.21	15.34
.536	15.71	16.34	15.59	15.74	15.84	16.31	16.12	16.36	15.58
052.443	16.63	16.16	15.60	16.30	16.34	16.08	15.68	16.64	15.50
.464	15.79	16.28	15.46	15.64	16.40	16.03	15.60	16.54	15.28
.486	15.35	16.39	15.57	15.36	16.22	16.23	15.52	16.69	15.30
.507	15.37	16.43	15.76	15.37	15.58	16.33	15.74	16.54	15.53
.528	15.58	16.46	15.79	15.50	15.25	16.23	15.77	16.68	15.60
053.491	15.83	16.50	16.10	16.00	16.26	16.00	16.04	16.60	15.55
.522	16.11	16.38	16.03	15.33	-	16.13	15.96	16.70	15.64
072.397	16.52	15.14	15.56	15.61	16.25	16.26	16.20	16.54	16.12
.444	16.46	15.45	16.00	15.62	16.08	16.23	15.98	16.35::	15.75
074.393	16.31	15.74	15.60	16.31	15.76	16.16	16.00	16.55	15.70
.439	15.39	16.03	15.68	15.66	15.28	16.18	15.84	16.61	15.56
.485	15.79	16.26	16.12	15.47	15.55	16.37	15.66	16.53	15.35
077.379	16.43	16.24	16.15	16.34	15.88	16.42	16.14	16.34	15.40
.424	16.44	16.14	15.98	16.49	16.20	16.44	16.23	16.59	15.69
.468	16.48	16.26	15.88	16.35	16.29	16.30	16.30	16.56	16.00
.513	16.60	16.36	15.61	16.44	16.30	16.22	15.71	16.54::	16.06
078.371	16.49	16.30	15.58	16.38	15.39	16.15	15.57	16.44	15.42
.415	16.46	16.20	15.58	16.44	15.54	16.25	15.61	16.14	15.92
.459	16.45	16.40	15.61	16.51	15.53	16.23	15.79	16.41	15.80
.504	16.34	16.34	15.86	16.30	16.01	16.18	16.02	16.54	16.23
079.345	16.55	16.31	15.67	16.26	16.23	15.54	16.18	16.70	15.48
.393	16.53	16.31	15.92	16.35	16.31	15.70	16.22	16.52	15.94
.441	16.58	16.34	16.01	16.41	15.65	16.00	16.01	16.40	15.97
.488	16.64	16.20	16.07	16.47	15.21	15.97	15.69	16.42	16.11
080.348	16.50	16.33	16.10	16.07	16.29	16.27	15.53	16.54	15.44
.402	16.50	16.40	15.60	16.19	16.15	15.60	15.69	16.63	16.07
.450	16.52	16.44	15.58	16.23	16.47	15.36	16.01	16.36	16.00
087.434	16.53	15.76	15.74	16.47	15.71	16.00	16.10	16.43	15.71
088.486	15.45	16.16	15.58	16.45	15.41	15.97	15.60	16.40	15.81
116.365	16.50	16.09	16.17	15.86	16.36	16.24	15.82	16.3:	16.04
135.306	16.53	16.32	15.67	16.04	16.12	16.06	15.79	16.50	15.65
136.301	16.5:	16.29	16.03	16.03	15.71	15.46	16.24	16.50	15.64
137.304	16.53	16.42	15.61	16.04	15.47	16.36	16.30	16.22	15.77

4. Исследование переменных звезд

Задача исследования переменных звезд в скоплении значительно облегчалась тем, что в течение некоторых ночей производилось до пяти снимков и иногда такие серии снимков охватывали несколько ночей кряду. Для большинства переменных звезд периоды были определены без труда. Лишь для нескольких звезд с небольшой амплитудой и с периодами, близкими к трети или четверти суток, определение периода потребовало больших усилий.

После установления приближенного периода ряды наблюдений 1959 и 1960 гг. рассматривались отдельно. Для каждого из этих двух рядов наблюдений строились предварительные средние кривые блеска и производилось уточнение периода. При этом особое внимание уделялось устранению возможности просчетов в числе периодов, разделяющих оба ряда наблюдений. Сравнительно большая продолжительность ряда наблюдений в 1960 г. (четверть года) весьма упрощала задачу. Затем, уже с уточненным значением периода, производилась обработка наблюдений П.Оостерхоффа, хотя и малочисленных, но охватывающих промежутки времени в половину года. Наконец, делалась попытка

связать наблюдения П.Оостерхоффа с новыми рядами наблюдений. Для звезд с периодами около полусуток и более надежность связи между этими двумя рядами наблюдений не вызывает особых сомнений. У переменных же звезд с периодами в треть суток и менее вполне возможны просчеты в числе периодов, протекших в интервале времени между 1935 и 1959 г.г.

Затем были обработаны наблюдения Дж.Маннини [11], но лишь в двух случаях из десяти его элементы представили все три ряда наблюдений лучше моих элементов.

После принятия окончательного значения периода (см. третий столбец табл.4), для всех наших наблюдений были вычислены фазы по следующей формуле:

$$E + \text{Phase} = 1/P (J.D.\text{hel.} - 2400000.000)$$

Принятые нами значения обратных величин периодов приведены в четвертом столбце таблицы 4.

В следующей далее таблице 3 приведены средние кривые блеска всех девятнадцати исследованных переменных звезд. В первом столбце дано значение фазы, вычисленной по только что приведенной формуле. Во втором столбце дано соответствующее значение блеска в звездных величинах. В последнем столбце дано количество наблюдений, вошедших в данное среднее значение.

Таблица 3

Phase	Mg	n	Phase	Mg	n	Phase	Mg	n	Phase	Mg	n
Var. No. 2											
0.004	16.29	5	0.235	15.72	4	0.505	16.05	5	0.763	16.24	5
0.079	15.94	5	0.279	15.75	4	0.582	16.15	5	0.841	16.29	3
0.156	15.62	4	0.393	16.00	4	0.679	16.20	5	0.949	16.34	4
0.202	15.51	4	0.454	16.02	5	0.721	16.22	5			
Var. No. 3											
0.006	16.15	5	0.287	16.03	4	0.544	15.57	5	0.812	16.11	5
0.079	16.17	4	0.328	15.63	3	0.617	15.78	5	0.851	16.16	5
0.183	16.16	4	0.384	15.53	3	0.704	15.91	5	0.928	16.08	4
0.240	16.23	5	0.463	15.49	5	0.754	15.96	5			
Var. No 4											
0.052	15.60	5	0.344	16.09	5	0.616	15.92	4	0.866	15.45	4
0.119	15.67	5	0.418	16.10	5	0.723	15.57	5	0.929	15.49	5
0.210	15.95	5	0.484	16.05	5	0.786	15.47	4	0.982	15.51	5
0.279	16.05	5	0.553	16.06	5						
Var. No. 5											
0.033	16.23	5	0.295	15.74	5	0.589	16.03	5	0.796	16.24	5
0.094	16.21	5	0.353	15.77	5	0.670	16.13	5	0.843	16.15	4
0.174	16.02	4	0.420	15.84	5	0.730	16.15	5	0.930	16.30	4
0.246	15.80	5	0.498	15.98	5						
Var. No. 6											
0.052	16.00	4	0.391	15.37	5	0.653	15.58	5	0.826	15.85	5
0.138	15.94	5	0.466	15.37	5	0.695	15.62	5	0.895	15.90	5
0.228	15.84	4	0.520	15.51	5	0.750	15.72	4	0.966	16.10	5
0.315	15.45	5	0.586	15.49	5						
Var. No. 7											
0.090	16.06	3	0.368	16.20	5	0.658	15.34	5	0.804	15.47	5
0.217	16.09	5	0.408	16.09	5	0.707	15.41	5	0.860	15.53	5
0.249	16.18	5	0.485	16.11	5	0.767	15.46	5	0.926	15.65	3
0.302	16.06	5	0.579	15.75	5						

Таблица 3 (продолжение)

Phase	Mg.	n	Phase	Mg.	n	Phase	Mg.	n	Phase	Mg.	n
Var. No. 8											
0.070	16.02	5	0.285	16.28	5	0.563	16.38	5	0.744	15.59	4
0.124	16.09	5	0.345	16.28	5	0.624	16.37	5	0.860	15.46	5
0.190	16.19	5	0.401	16.31	5	0.673	16.35	3	0.958	15.63	5
0.229	16.18	5	0.465	16.35	5						
Var. No. 9											
0.043	16.00	5	0.301	16.00	4	0.652	15.65	5	0.825	15.88	5
0.103	16.02	5	0.420	15.65	3	0.717	15.74	5	0.882	15.86	5
0.160	16.06	5	0.506	15.58	5	0.758	15.79	5	0.956	15.98	5
0.234	16.07	5	0.586	15.64	5						
Var. No. 10											
0.065	15.60	5	0.314	16.33	5	0.632	16.43	5	0.803	16.32	3
0.140	16.00	4	0.383	16.43	5	0.685	16.40	5	0.869	15.85	5
0.210	16.13	5	0.482	16.47	5	0.746	16.50	5	0.928	15.44	4
0.265	16.35	5	0.557	16.44	5						
Var. No. 12											
0.035	16.22	5	0.197	15.29	5	0.357	15.83	5	0.635	16.37	3
0.076	15.91	5	0.237	15.43	5	0.414	15.96	5	0.764	16.40	4
0.136	15.39	5	0.276	15.50	5	0.534	16.14	5	0.947	16.43	5
0.154	15.35	5	0.319	15.65	5						
Var. No. 13											
0.078	16.23	5	0.484	16.53	5	0.657	16.53	5	0.780	15.73	4
0.205	16.36	5	0.532	16.50	5	0.699	16.45	5	0.855	15.33	5
0.311	16.50	5	0.582	16.52	5	0.742	16.42	4	0.933	15.59	5
0.397	16.48	5	0.620	16.50	5						
Var. No. 14											
0.025	16.25	5	0.196	16.37	5	0.578	15.30	4	0.839	16.16	5
0.064	16.28	5	0.246	16.41	5	0.700	15.74	5	0.910	16.23	5
0.121	16.37	5	0.321	16.02	4	0.760	15.87	5	0.957	16.28	5
0.150	16.36	5	0.451	15.04	4						
Var. No. 15											
0.031	16.11	5	0.342	15.52	4	0.601	15.70	5	0.786	16.00	4
0.107	15.95	5	0.431	15.54	5	0.662	15.83	5	0.850	16.06	5
0.180	15.66	5	0.482	15.60	5	0.709	16.01	4	0.949	16.06	5
0.256	15.59	5	0.534	15.64	5						
Var. No. 16											
0.047	16.42	5	0.358	16.06	4	0.596	15.70	5	0.773	16.15	5
0.142	16.44	5	0.410	15.56	4	0.636	15.83	5	0.868	16.23	5
0.241	16.44	5	0.471	15.41	5	0.703	16.01	5	0.969	16.38	5
0.294	16.38	4	0.526	15.57	5						
Var. No. 17											
0.026	16.38	4	0.341	15.39	5	0.558	15.84	5	0.722	16.26	5
0.116	16.38	4	0.398	15.51	5	0.596	15.99	5	0.793	16.24	4
0.204	16.05	5	0.460	15.59	5	0.660	16.06	5	0.918	16.20	4
0.278	15.38	5	0.501	15.75	5						
Var. No. 18											
0.005	15.42	5	0.290	16.13	5	0.629	16.33	5	0.853	16.08	4
0.100	15.65	5	0.362	16.18	5	0.710	16.30	5	0.903	15.70	3
0.171	15.77	5	0.444	16.24	5	0.770	16.29	5	0.944	15.44	5
0.230	15.98	5	0.532	16.31	5						
Var. No. 19											
0.051	15.69	5	0.322	16.21	5	0.629	15.92	5	0.851	15.59	5
0.118	15.90	4	0.373	16.16	4	0.706	15.71	5	0.904	15.54	5
0.202	16.13	5	0.460	16.13	4	0.787	15.61	5	0.978	15.70	5
0.259	16.11	5	0.514	16.10	5						
Var. No. 21											
0.063	16.58	5	0.332	16.57	5	0.536	16.28	5	0.752	16.50	5
0.134	16.63	5	0.399	16.41	5	0.586	16.33	5	0.834	16.54	5
0.209	16.61	5	0.481	16.37	5	0.676	16.39	5	0.951	16.56	5
0.266	16.59	5									

1961PZ...13...384K

Таблица 3 (окончание)

Phase	Mg	n	Phase	Mg	n	Phase	Mg	n	Phase	Mg	n
Var. No. 23											
0.023	15.89	5	0.389	15.80	5	0.664	15.35	5	0.825	15.65	5
0.086	16.10	5	0.477	15.72	5	0.732	15.43	5	0.900	15.72	5
0.184	16.06	4	0.552	15.51	5	0.769	15.54	5	0.965	15.88	5
0.254	16.12	3	0.605	15.34	5						

Все эти средние кривые блеска изображены графически на рис.2-4. На основе этих средних кривых изменения блеска были определены характеристики переменности: звездная величина в максимуме и минимуме блеска, фаза максимума блеска и продолжительность подъема блеска.

В следующей далее таблице 4 приведены основные характеристики переменных звезд, выведенные из наших наблюдений. В первом столбце таблицы приведено обозначение звезды. Во втором дана эпоха максимума блеска, соответствующая фазе максимума средней кривой, но вычисленная таким образом, чтобы она (эпоха) приходилась на реально наблюдаемый максимум. В третьем столбце приведено значение периода, а в четвертом принятое при вычислении фаз значение обратной величины периода. В пятом и шестом столбцах приведены значения зв. величины в максимуме и минимуме блеска. Поскольку у звезд 6, 7, 9 и 14 измерялась суммарная зв. величина переменной и оптического спутника, для этих звезд значения взяты в скобки. В седьмом столбце дано значение амплитуды изменения блеска, а в восьмом — величина продолжительности подъема блеска, выраженная в долях периода.

Таблица 4

V	Max. J.D.hel.	P	1/P	Max	Min	Ampl	M-m	Med.
2	2437... 052.487	0.5710205	1.7512506	15.50	16.34	0.84	0.24	15.92
3	050.437	0.5663436	1.7657125	15.48	16.22	0.74	0.20	15.85
4	051.492	0.2821405	3.5443334	15.44	16.10	0.66	0.40	15.77
5	050.526	0.7024289	1.4236316	15.74	16.28	0.54	0.32	16.01
6	052.462	0.2602558	3.8423735	(15.35)	(16.05)	(0.70)	0.38	—
7	050.451	0.3332065	3.0011419	(15.35)	(16.15)	(0.80)	0.25	—
8	072.450	0.5599240	1.7859567	15.38	16.38	1.00	0.20	15.88
9	050.457	0.3205903	3.1192460	(15.59)	(16.07)	(0.48)	0.27	—
10	053.466	0.4155469	2.4064672	15.38	16.40	1.02	0.20	15.89
12	051.508	0.4729567	2.1143585	15.28	15.43	1.15	0.21	15.86
13	052.491	0.4667981	2.1422537	15.33	16.53	1.20	0.16	15.93
14	072.358	0.4815878	2.0764646	(15.04)	(16.40)	(1.36)	0.20	—
15	052.453	0.2885988	3.4650179	15.51	16.11	0.60	0.31	15.81
16	052.489	0.5228791	1.9124880	15.36	16.44	1.08	0.20	15.90
17	052.539	0.5611530	1.7820452	15.34	16.40	1.06	0.22	15.77
18	050.524	0.5643819	1.7718499	15.38	16.34	0.96	0.22	15.86
19	050.516	0.2787454	3.5875031	15.54	16.18	0.64	0.45	15.86
21	050.504	0.2583203	3.8711630	16.30	16.62	0.32	0.36	—
23	050.530	0.3233436	3.0926853	15.32	16.10	0.78	0.38	15.71

В последнем (девятом) столбце таблицы 4 приведено значение медианной величины. Это значение выведено лишь для звезд, величины которых не искажены спутниками. Переменная звезда 21, имеющая заметно отличающуюся медианную величину, тоже исключена.

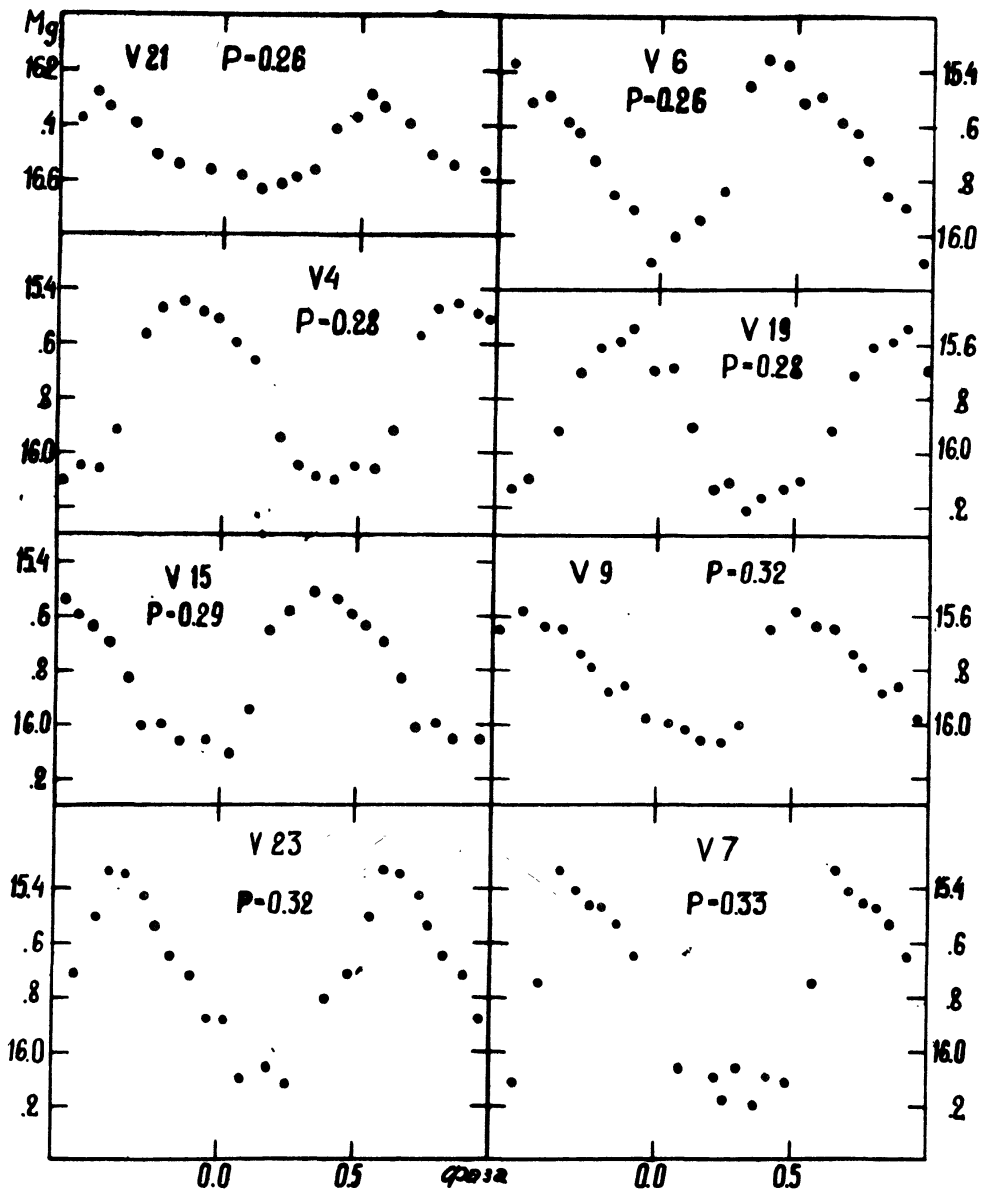


Рис.2

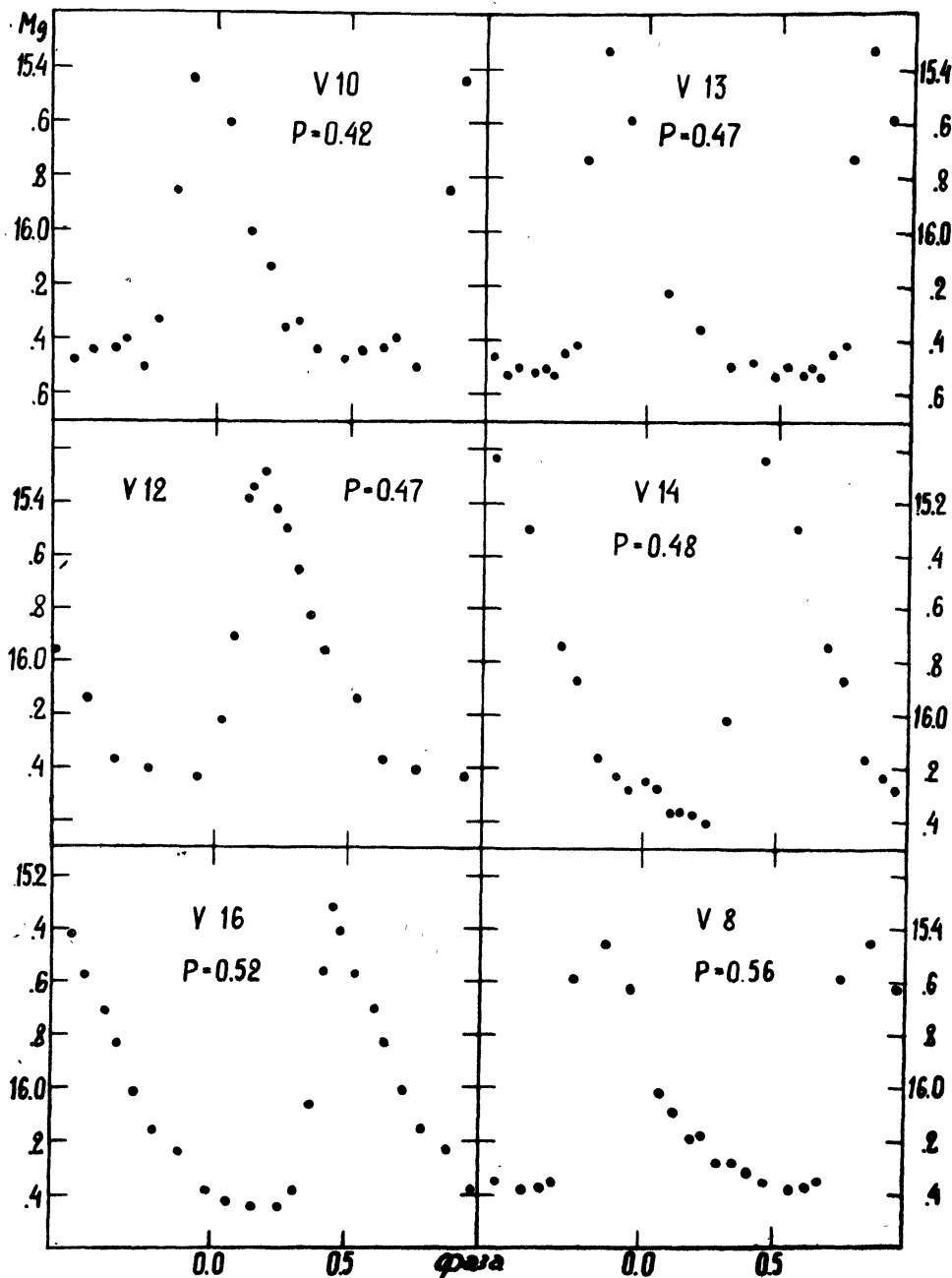


Рис.3

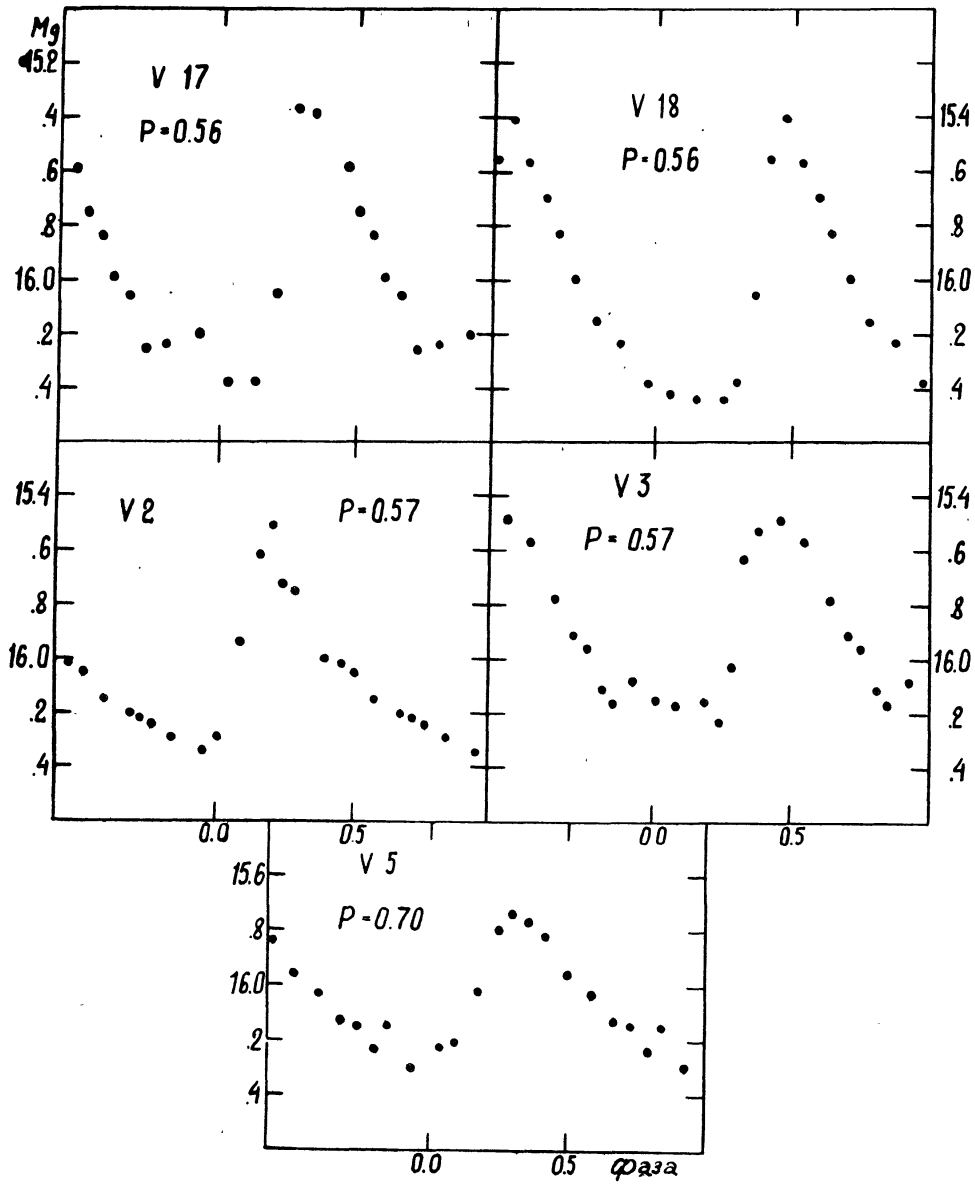


Рис.4

5. Общие характеристики переменных звезд в скоплении NGC 6171.

Все наблюдения П.Оостерхоффа и Дж.Маннинно были заново переобработаны. Фазы были вычислены с приведенными в таблице 4 элементами. Для всех звезд были построены кривые блеска и с графиков были сняты характеристики. Из этих характеристик были образованы взвешенные средние, причем результатам Дж.Маннинно был дан вес 3, результатам автора вес 2, а результатам П.Оостерхоффа вес 1. В следующей далее таблице 5 приведены окончательные характеристики 19 переменных звезд в шаровом скоплении NGC 6171.

Таблица 5

V	Max	P	M-m	Max	Min	A	med	Вес
	2437...							
2	052.49	0.5710	0.27 α	15.60	16.38	0.78	15.99	6
3	050.45	0.5663	0.21 α	15.54	16.23	0.69	15.88	6
4	051.50	0.2821	0.40 α	15.47	16.15	0.68	15.81	6
5	050.53	0.7024	0.28 α	15.77	16.28	0.51	16.02	6
6	052.46	0.2603	— α	15.68	16.18	0.50	15.93	1
7	050.45	0.3332	— α	15.72	16.68	0.96	16.20	1
8	072.45	0.5599	0.19 α	15.33	16.41	1.08	15.87	5
9	050.46	0.3206	— α	15.92	16.34	0.42	16.13	1
10	053.46	0.4155	0.14 α	15.46	16.51	1.05	15.98	6
12	051.51	0.4730	0.21 α	15.25	16.41	1.16	15.83	6
13	052.49	0.4668	0.15 α	15.36	16.54	1.18	15.95	6
14	072.36	0.4816	0.20 α	15.04	16.40	1.36	15.72	2
15	052.44	0.2886	0.34 α	15.57	16.13	0.56	15.85	6
16	052.49	0.5229	0.17 α	15.43	16.44	1.01	15.94	6
17	052.54	0.5612	0.19 α	15.27	16.35	1.08	15.81	6
18	050.52	0.5644	0.21 α	15.45	16.37	0.92	15.91	5
19	050.51	0.2787	0.39 α	15.63	16.22	0.59	15.92	6
21	050.51	0.2583	0.34 α	16.30	16.64	0.34	—	6
23	050.52	0.3233	0.35 α	15.53	16.20	0.67	15.86	6

Переменные звезды V2 и V3 характеризуются некоторыми неправильностями. Не исключена возможность, что обе звезды меняют форму кривой блеска (эффект Блажко). У переменной звезды V7 возможен период 0^d.4996.

На рис.5 приведена зависимость между длиной периода и амплитудой изменений блеска. Как видно, зависимость характерна для шаровых скоплений. Данные о звездах V7 и V21 ненадежны, и соответствующие точки на рисунке взяты в скобки. Угловой коэффициент зависимости для звезд с периодами более 0^d.41 довольно велик, что характерно для скоплений с преобладанием переменных типа α над типом α .

На рис.6 изображена зависимость между асимметрией кривой блеска и длиной периода, а на рис.7 между асимметрией и амплитудой.

Из 18 надежно исследованных звезд (период звезды V7 может оказаться кажущимся) 11 принадлежат к типу α и 7 к типу α . Средний период звезд типа α составляет 0^d.535, а звезд типа α 0^d.287, что не очень хорошо согласуется с отношением количества звезд типа α к общему количеству звезд ($\alpha + \alpha$) = 0.39), характерному для скоплений с более длинными периодами.

Цветовая диаграмма, которую в произвольной шкале построил С. ван Агт [13], весьма необычна. При наличии значительного числа звезд типа RR Lyr в скоплении нет ни одной звезды в голубой части горизонтальной ветви.

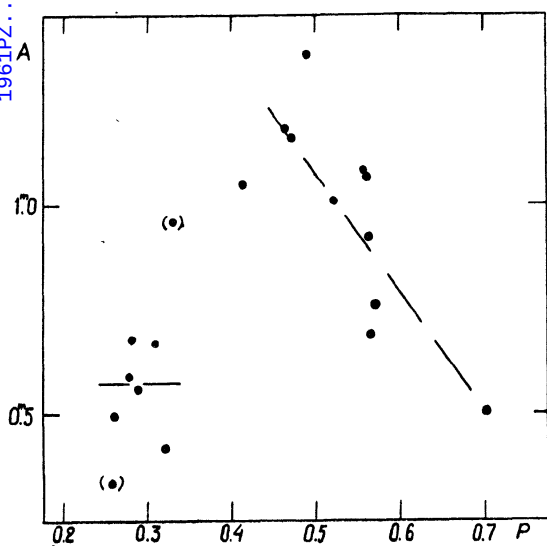


Рис.5

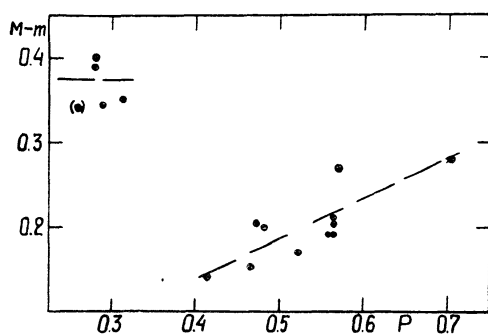


Рис.6

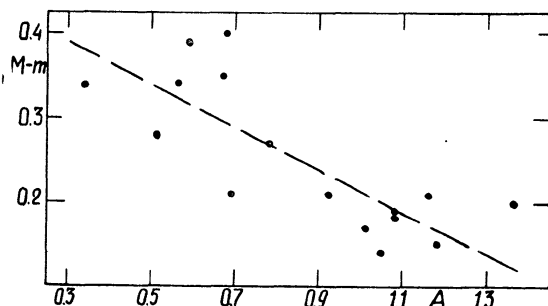


Рис.7

Средняя медианная величина звезд типа RR Лиры в скоплении составляет $15^m 90$. Для поглощения света в межзвездной среде можно принять значение $2^m 9$, что приводит к расстоянию 4000 пс.

Обнаружение в шаровом скоплении NGC 6171 темных включений, интерпретируемое как возможное свидетельство продолжающегося процесса звездообразования, делает весьма желательным дальнейшие исследования.

Литература

1. IAU Symposium No.7, 1959.
2. H.C.Arps, AJ **60**, 317, 1955.
3. W.W.Morgan, AJ **64**, 432, 1959.
4. T.D.Kinman, MN **119**, 157, 1959.
5. T.D.Kinman, MN **119**, 538, 559, 1959.
6. Б.В.Кукаркин, Строение и развитие звездных систем..., Москва, 1949.
7. Л.Летре, Труды четвертого совещания по вопросам космогонии, стр.389, Москва 1955.
8. S.L.Th.J. van Agt, P.Th.Oosterhoff, Leid Ann. **21**, part 4, 1959.
9. П.П.Паренаго, Б.В.Кукаркин, Н.Ф.Флоря, Труды ГАИШ, **16**, 1, 1949.
10. P.Th.Oosterhoff, BAN **8**, 273, 1938.

11. G.Mannino, Bologna Publ. 7, No.18, 1961.
12. M.S.Roberts, AJ 65, 457, 1961.
13. S.L.Th.J. van A gt, BAN 13, 327, 1961.

**Гос. астрономический институт им. Штернберга,
Москва, май 1961 г.**