

Новые переменные звезды в далеких окрестностях скопления М3

Н.Е. Курочкин

Публикуется исследование двенадцати новых переменных звезд, открытых в поле $10^\circ \times 10^\circ$ с центром в скоплении М3 ($13^h 38^m + 29^\circ$). Из них 8 звезд относятся к типу RR Lyr. Рассмотрено пространственное распределение 14-ти переменных звезд типа RR Lyr вокруг скопления М3. Обнаружено, что в области с $r < 2500$ пс вокруг скопления звездная плотность переменных звезд примерно в два раза выше, чем в более далекой области с $2500 < r < 6000$ пс. Если принять среднюю скорость движения звезд от скопления равной 50 км/сек, то расстояние в 2500 пс звезда проходит за 50 млн лет. Тогда поток звезд, вылетающих из скопления, составляет, с учетом наблюдаемого в окрестностях скопления избытка числа звезд, $0.33 \cdot 10^{-8}$ звезд/пс²·млн лет. Это дает за 10^9 лет около 32000 переменных звезд от 125 скоплений (число скоплений, которые могут поставлять переменные звезды в Галактику). Таким образом, около одной пятой всех переменных звезд типа RR Lyr в Галактике может происходить из шаровых скоплений. Поиски переменных звезд типа RR Lyr в далеких окрестностях скоплений имеют большое значение для решения ряда космогонических проблем.

New Variable Stars in the Remote Neighborhood of M3.

N.E. Kurochkin

The results are given of the study of 12 new variable stars discovered in a $10^\circ \times 10^\circ$ field with the center at M3 ($13^h 38^m, +29^\circ$). Eight of these are RR Lyr type stars. The space distribution of 14 RR Lyr type stars around the cluster M3 is studied. It is found that the stellar density of variable stars within the region $r < 2500$ ps around the cluster is about two times higher than in the region $2500 < r < 6000$ ps. If 50 km/sec is adopted as the mean velocity of motion of a star from the cluster, then the star should take 50 million years to cover the distance 2500 ps. Then the flow of stars escaping from the cluster (taking into account the observed excess of the number of stars) is $\sim 0.33 \cdot 10^{-8}$ star/ps² per million years. This gives about 32000 variable stars from 125 clusters (the number of clusters from which variables can escape) during 10^9 years. Thus about one-fifth of all the RR Lyr type stars in the Galaxy can have originated in globular clusters. The search for RR Lyr type stars in the remote neighborhood of clusters is of great importance for the solution of several cosmogonical problems.

Поиски переменных звезд в далеких окрестностях скопления МЗ производились на площади $10^\circ \times 10^\circ$ с центром в МЗ ($13^h 37^m.8 + 28^\circ 52'$; 1900). Было просмотрено позитивно-негативным способом 10 пар фотографий, на которых обнаружено более 13 переменных звезд, из которых 9 принадлежат с несомненностью к слабым звездам типа RR Lyr. В настоящей работе приводятся результаты исследования 12 из открытых звезд со звездной величиной слабее 12^m в максимуме. Одна из звезд (N8) с координатами $\alpha = 13^h 37^m 44^s$, $\delta = +28^\circ 24'.1$; 1900, относящаяся также к типу RR Lyr, исследуется в настоящее время Н.П.Кукаркиной. Результаты ее исследования будут опубликованы отдельно.

Оценки блеска звезд производились по фотографиям, полученным при помощи 40-см астрографа ГАИИ с апреля 1949 г. по май 1959 г. Помимо этого использовались фотографии, полученные проф. Б.В.Кукаркиным на Бюраканской обсерватории в апреле-июне 1956 г. Определение звездных величин звезд сравнения велось сравнением со стандартами в МЗ и SA 58, причем в первом случае взяты звезды, для которых Н.П.Кукаркина вывела новые звездные величины по фотоэлектрическим и собственным фотометрическим определениям [1].

Таблица 1

СПЗ	Координаты 1900			n	Звездная величина	Эпоха J.D.24.	Период	Тип
1259	$13^h 25^m 10^s$	$+26^\circ 10'$	0	65	$12^m.4 - 13^m.0$			RR ?
1260	13 27 32	+26 56.8		107	13.7-15.5		$0^d.510^{* \pm}$	RRa
1261	13 29 56	+29 49.0		160	13.9-15.3	35614.37	0.523403*	RRa
1262	13 30 05	+26 57.8		103	14.2-15.9	35602.446	0.5735457	RRa
1263	13 31 51	+28 04.5		141	14.2-16.0	35601.50	0.5221015*	RRa
1264	13 36 51	+29 03.8		132	15.4-16.2	35600.38	0.636931*	RRa
1265	13 43 28	+29 41.7		166	13.5-14.5	35596.296	0.357279	RRc
1266	13 43 31	+25 25.3		97	13.5-14.5	36661.36	0.416718	EW
1267	13 43 39	+25 17.0		87	14.5-16.0	36687.32	0.4924987*	RRa
1268	13 45 09	+29 35.6		148	13.1-13.7	35614.350	0.3280825	RRc ?
1269	13 50 00	+28 01.1		98	13.8-14.9	36692.34	0.548583*	RRa
1270	13 55 55	+25 34.7		98	13.5-14.3	36664.18	0.640082	EW?

Таблица 2

СПЗ	a	b	c	d	e	f
1259	$12^m.38$	$13^m.04$	—	—	—	—
1260	13.26	13.76	$14^m.31$	$14^m.65$	$15^m.14$	$15^m.78$
1261	13.77	14.15	14.49	14.99	15.92	—
1262	13.98	14.28	14.71	15.87	16.40:	—
1263	14.00	14.71	14.95	15.41	15.88	—
1264	15.04	15.45	15.90	16.28	—	—
1265	13.54	14.02	14.51	14.69	—	—
1266	13.59	14.58	15.32	—	—	—
1267	14.62	14.66	14.98	15.76	16.11	—
1268	12.83	13.36	13.63	14.23	—	—
1269	13.44	14.04	14.57	15.15	—	—
1270	13.26	13.56	14.24	—	—	—

В таблице 1 даются сведения об открытых переменных звездах (предварительные обозначения; координаты 1900 г; число оценок блеска; пределы колебания блеска; эпоха максимума или минимума; период и тип переменности). На рис. 1 даны карты окрестностей, а в табл. 2 звездные величины звезд сравнения. На картах север вверху. У некоторых звезд на графиках кривых блеска (рис. 2—12) обнаруживается сильное рассеяние точек, возможно, связанное с эффектом Блаж-

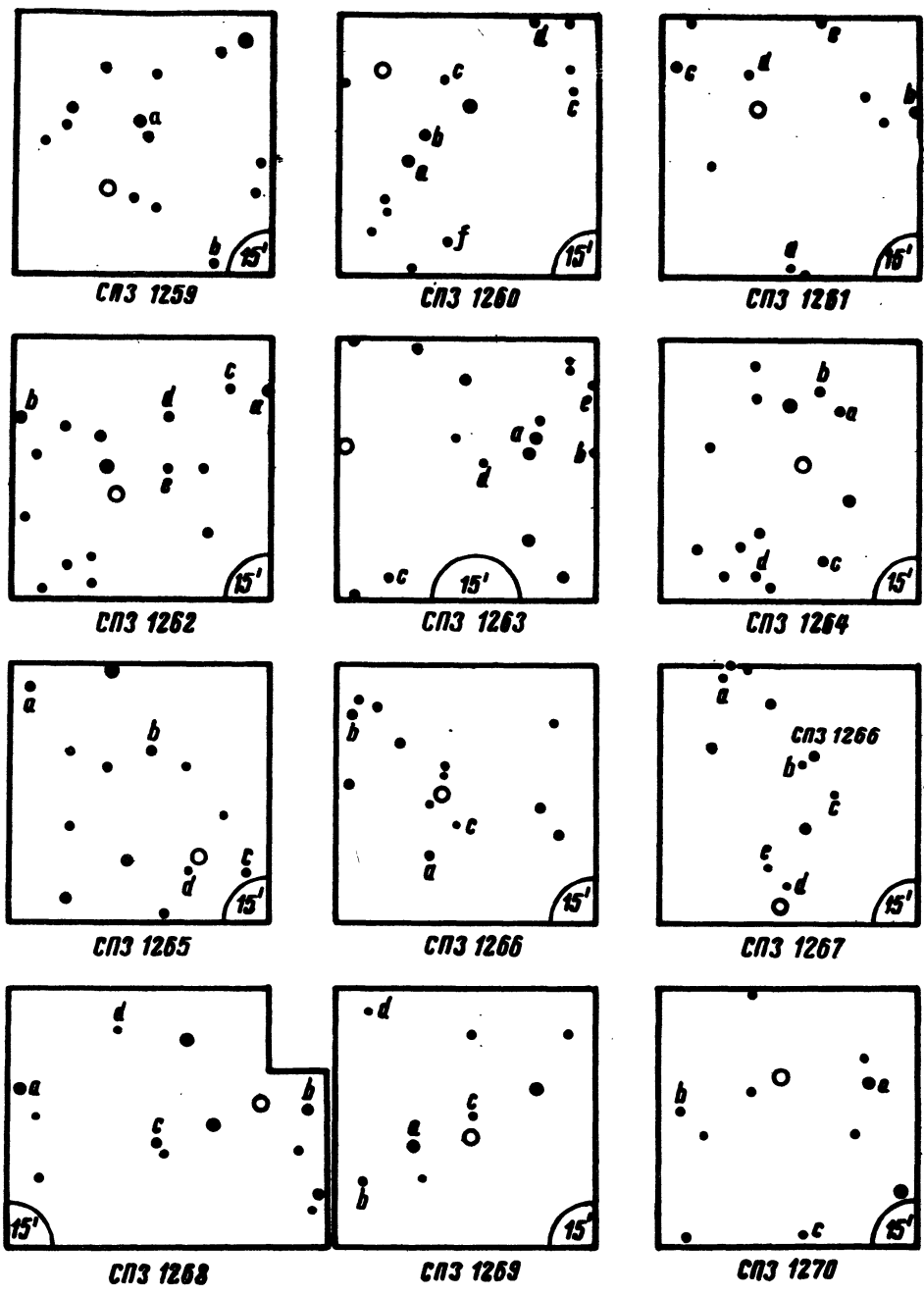


Рис.1

ко. У таких звезд в табл. 1 рядом с периодом стоит звездочка. Звезда СПЗ 1260 имеет столь меняющиеся кривые блеска и период, что представление наблюдений одним графиком невозможно. Для нее удалось свести наблюдения только за последний период наблюдений в 1959 г. (рис. 2).

Наблюдения приведены в табл. 4.

Анализ результатов. В последнее время появилось значительное количество работ, в которых публикуются сообщения об открытии слабых белых звезд в высоких галактических широтах (работы Цвикки, Хьюмаса, Лейтена и др.). Многие из них, по-видимому, относятся к карликам, однако несомненно существуют звезды высокой светимости, принадлежащие, как можно думать, к "короне" Галактики. Выявление переменных звезд, в первую очередь звезд типа RR Lyr, имеет поэтому особое значение, так как позволяет точно определять для слабых звезд класс светимости и расположение в пространстве. Звезды типа RR Lyr, например, могут наблюдаться до расстояний 20000 пс в направлениях вблизи полюсов, если предел обнаружения их на фотографиях составляет $16^m.5$.

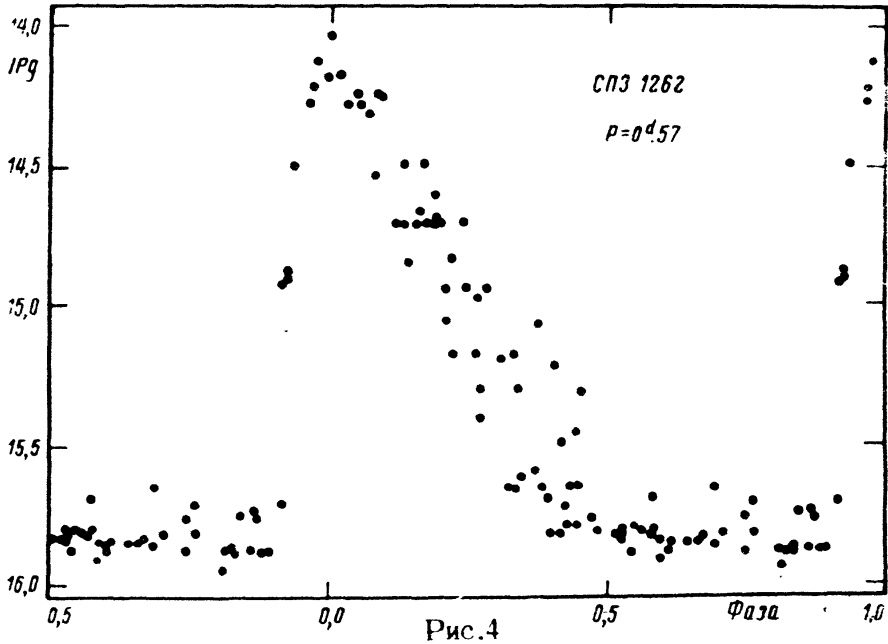
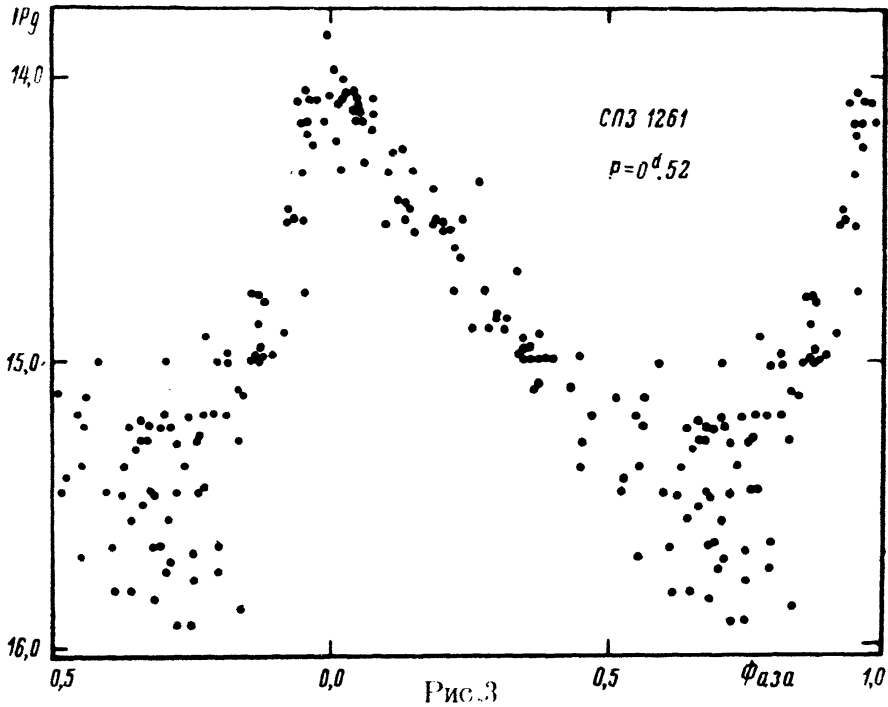
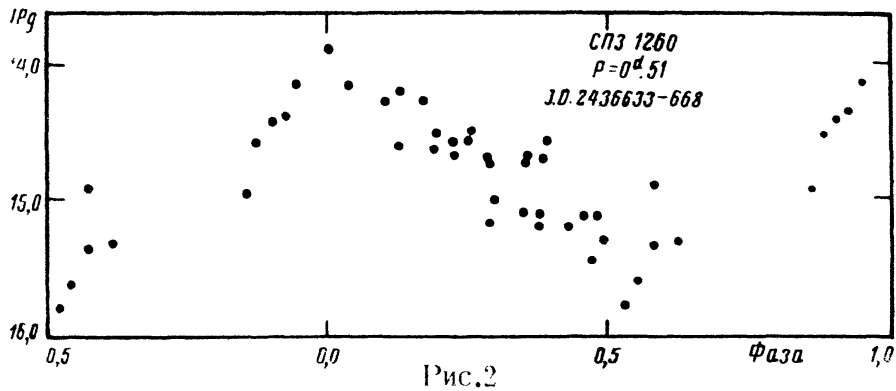
В предыдущей работе автора [2] были исследованы 10 новых переменных звезд в области $10^\circ \times 10^\circ$ с центром SA 57, находящейся вблизи северного галактического полюса. Из этих звезд 5 были с полной определенностью отнесены к типу RR Lyr. В области вокруг SA 57 и области вокруг M3, которая примыкает к SA 57, и где найдено 9 таких звезд, мы имеем всего 14 слабых звезд типа RR Lyr (из общего числа 23, считая звезду №8, которая исследуется И.П. Кукаркиной). Достигнутый нами предел обнаружения переменных звезд составляет примерно $15^m.8$ (по медианной звездной величине) — на $0^m.2$ слабее звезд типа RR Lyr в скоплении M3. Последнее не значит, что мы не могли открывать более слабые звезды вблизи максимума, но такие звезды обнаруживались с меньшей вероятностью.

Отметим, что на расстоянии скопления M3, принимаемом в 10960 пс при $CE = 0^m.08$ и полном поглощении $A_{pg} = 0^m.40$ (модуль расстояния, освобожденный от поглощения, равен $15^m.2$) один градус на фотографии соответствует 192 пс. Таким образом, наиболее далекие области в SA 57 расположены на расстоянии 2500 пс при том же модуле, т.е. сравнительно недалеко от M3. Звезда, которая движется со скоростью около 50 км/сек, может пройти это расстояние за $50 \cdot 10^6$ лет. Мы можем, таким образом, попытаться установить, имеются ли в изученных областях звезды типа RR Lyr, вылетевшие из скопления.

В таблице 3 мы приводим модули ($\bar{m}_{pg}$) с учетом одинакового для всех звезд поглощения $A_{pg} = 0^m.4$, расстояние звезды до скопления по α, δ и по большому кругу (ϕ') в минутах дуги, расстояние до звезды в парсеках (r) и, наконец, расстояние звезды от центра скопления в пс (x), вычисленное по формуле:

$$x^2 = (r - r_0)^2 + 4rr_0 \sin^2 \frac{\phi}{2},$$

где r — расстояние звезды до наблюдателя, r_0 — расстояние до M3 (10960 пс), ϕ — угловое расстояние звезды от центра скопления. На рис. 13 показано распределение этих переменных на плоскости (α, δ),



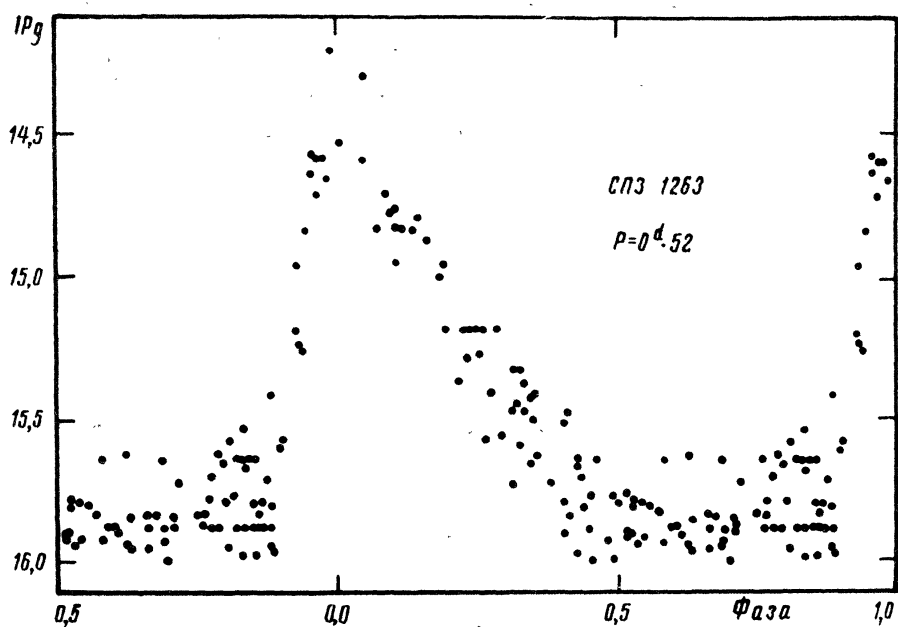


Рис.5

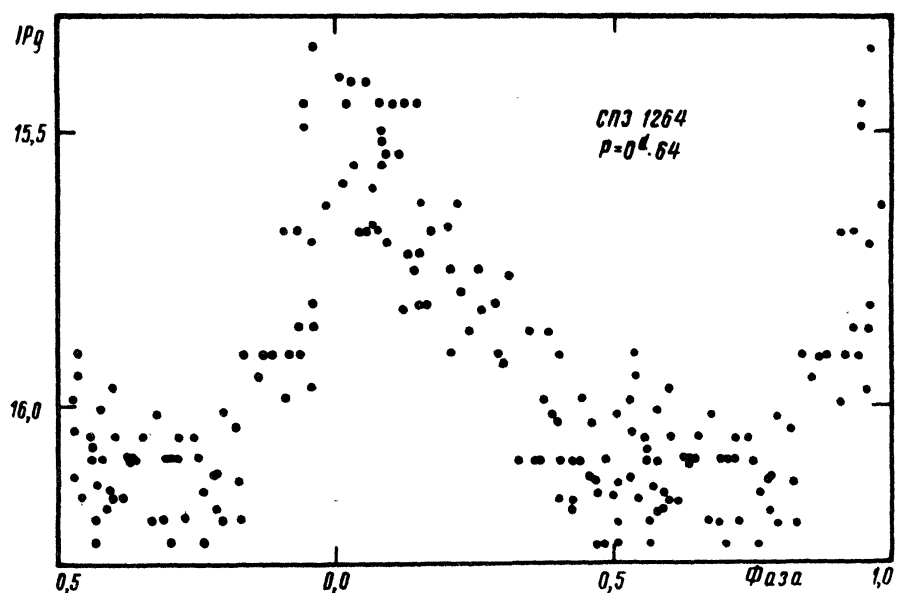


Рис.6

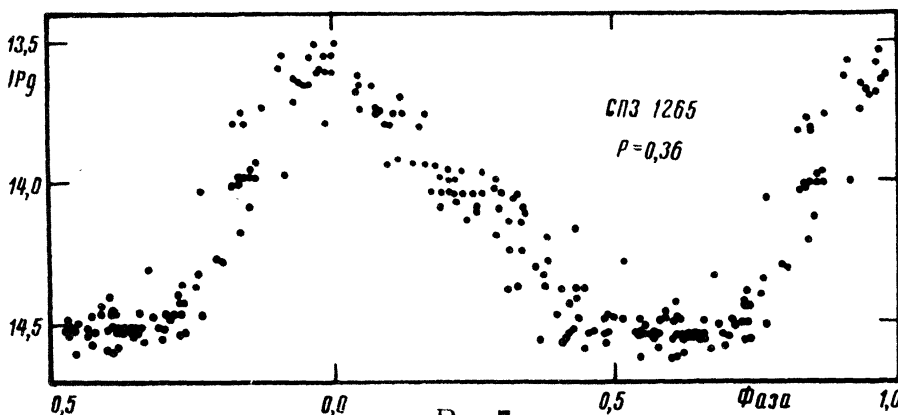


Рис.7

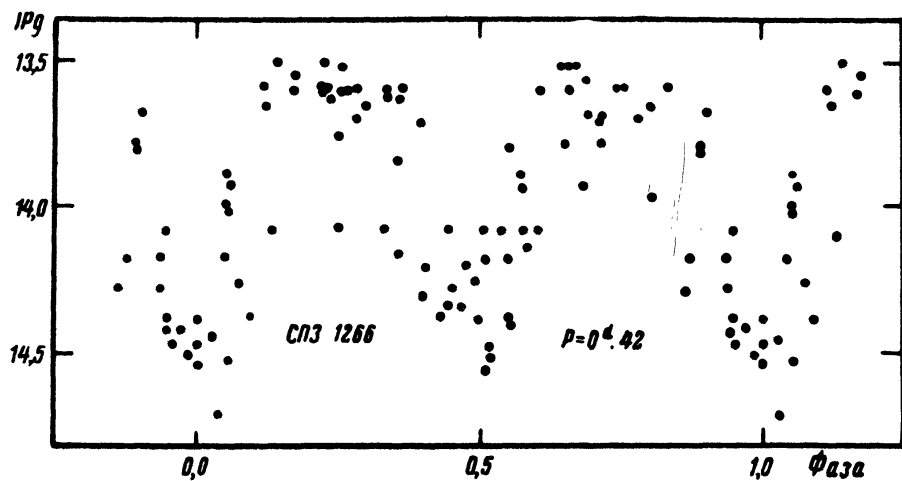


Рис.8

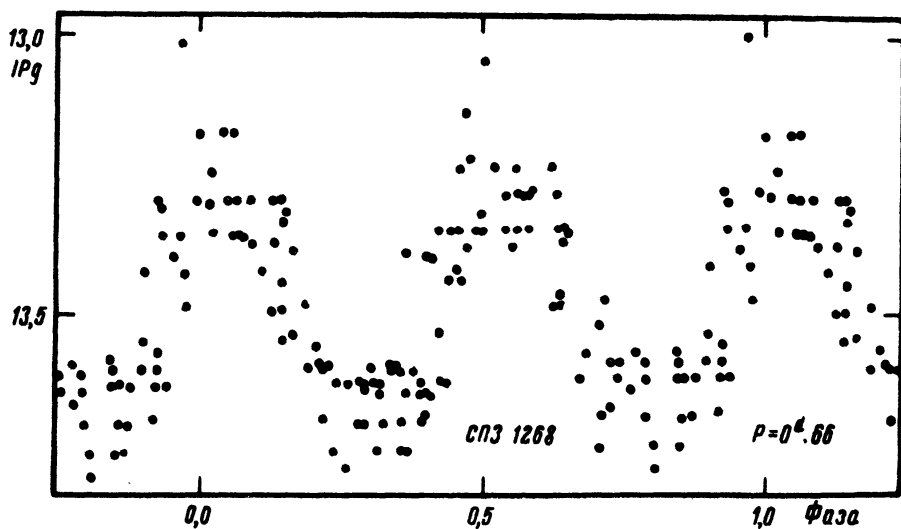


Рис.9

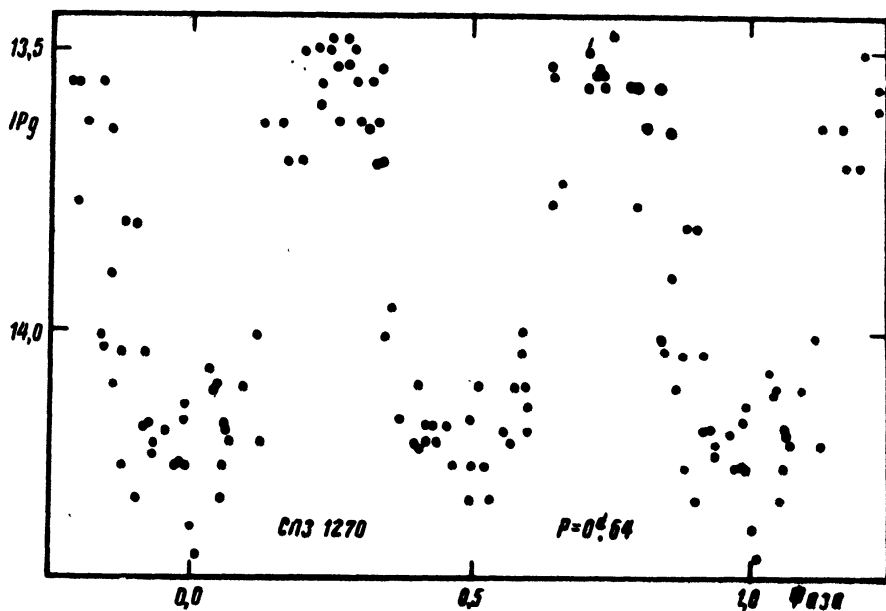


Рис.10

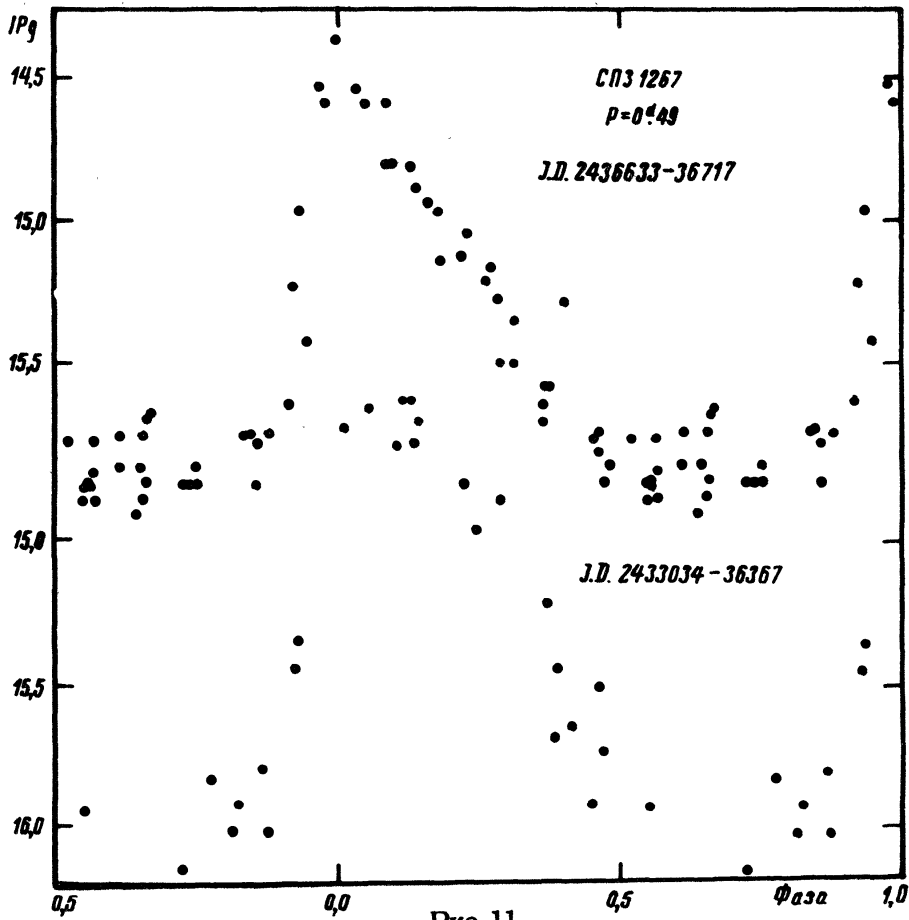


Рис.11

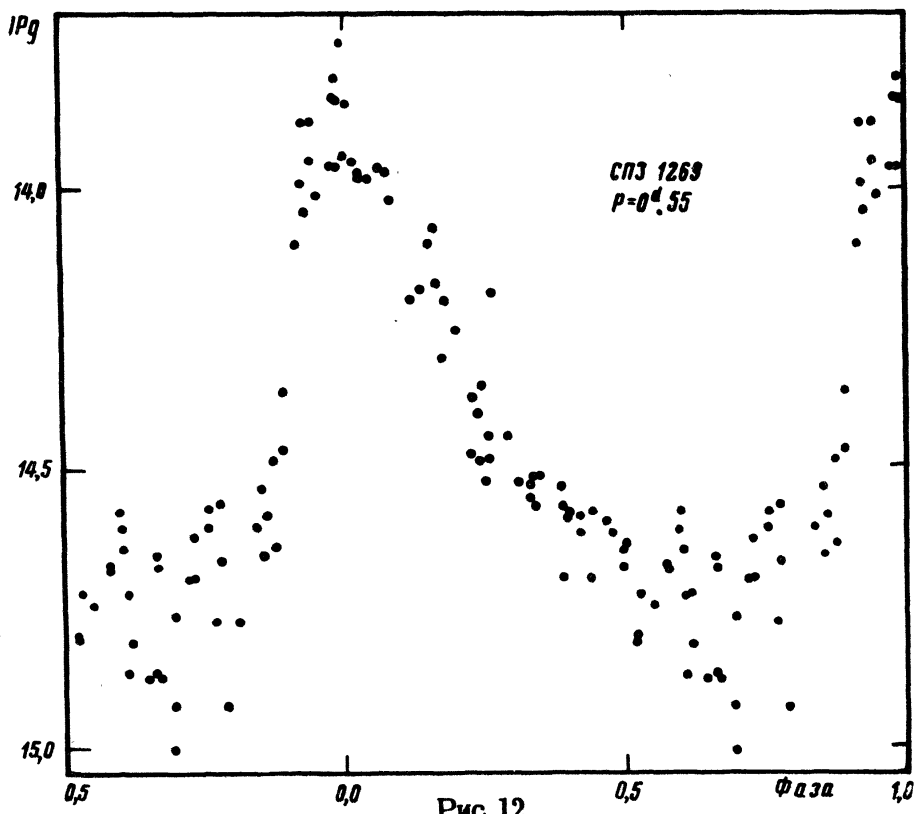


Рис.12

причем нанесены только переменные с расстояниями меньше 2500 пс от МЗ.

Таблица 3

Звезда МЗ	$\bar{m}_{pg}$	$\Delta\alpha'\cos\delta$	$\Delta\delta'$	ϕ'	r пс	x пс
СПЗ 1260	14. ^m 2	- 137	- 115	179	6920	4060
СПЗ 1261	14.2	- 104	+ 57	119	6920	4050
СПЗ 1262	14.65	- 102	- 114	153	8500	2490
СПЗ 1263	14.7	- 89	- 48	101	8710	2280
СПЗ 1264	15.4	- 13	+ 12	18	12020	1050
СПЗ 1265	13.6	+ 75	+ 50	90	5250	5700
СПЗ 1267	14.85	+ 79	- 215	229	9330	1790
СПЗ 1269	13.95	+ 161	- 51	169	6170	4820
№ 8 = СПЗ 1276	15.0	0	- 28	28	10000	985
SA 57						
СПЗ 1249	12.85	- 675	+ 235	715	3710	7360
СПЗ 1252	15.2	- 566	+ 120	579	10960	1850
СПЗ 1253	13.75	- 540	+ 226	585	5620	5500
СПЗ 1255	15.0	- 414	+ 15	415	10000	1580
СПЗ 1258	15.4	- 322	+ 33	324	12020	1520

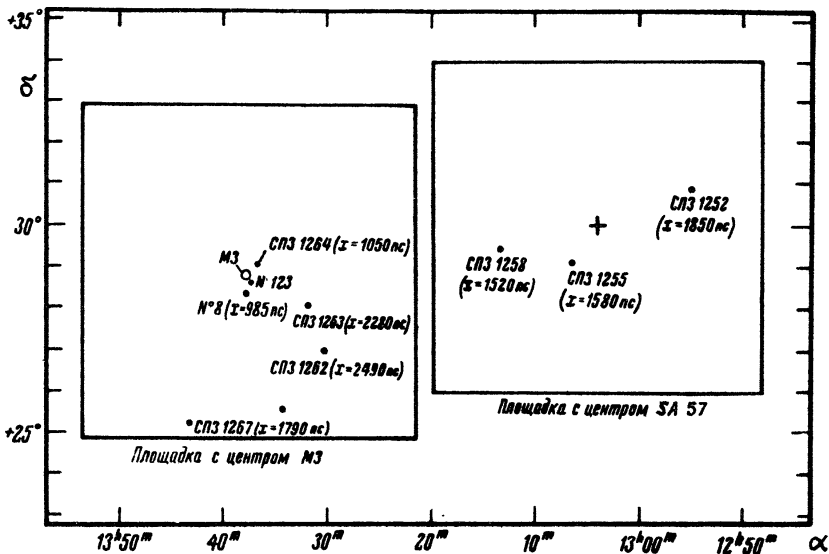


Рис.13

Следует учитывать, что расстояния, вычисленные по модулям, имеют значительную ошибку. Если проделать такие вычисления для звезд, непосредственно входящих в скопление, получается, что скопление растянуто на ~2000 пс по лучу зрения. Это объясняется существованием заметной дисперсии абсолютных величин звезд типа RR Lyr, а также возможной зависимости абсолютной величины от периода. По данным Робертса и Сэндиджа [3] звезды типа RR Lyr в МЗ разделяются по абсолютным величинам на две последовательности, и имеется явная зависимость абсолютной величины от периода. На рис. 14 мы приводим график связи ($\bar{m}$, $\bar{P}$) по данным работы [3]. Указанные этими авторами тенденции здесь заметны. Нанесение на эту диаграмму звезд, открытых в SA 57 и МЗ, показывает с полной определенностью, какие звезды можно считать по модулям близкими к звездам МЗ. Восемь звезд концентрируются на этой диаграмме около звезд само-

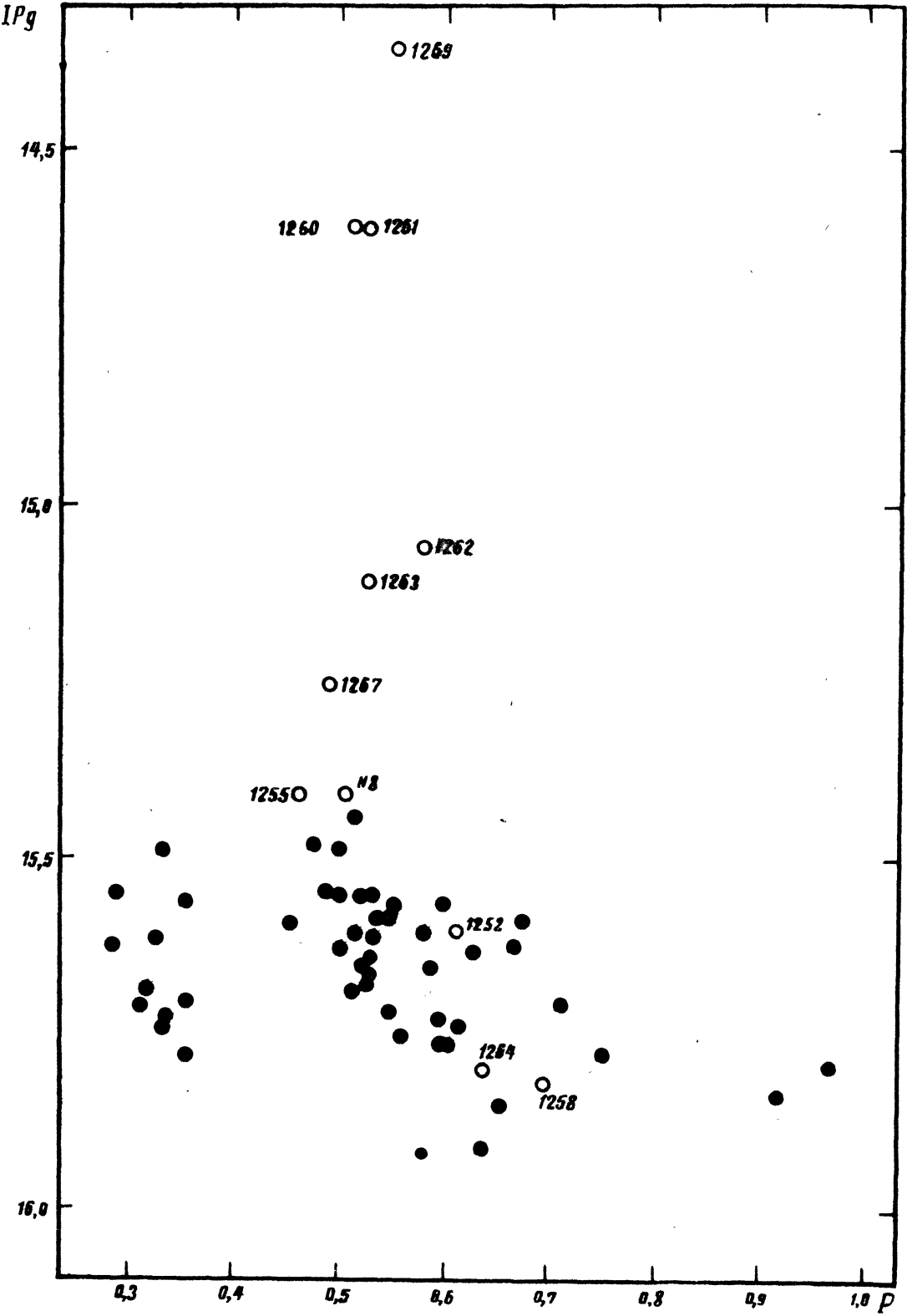


Рис.14

го МЗ. Это почти половина всех открытых нами звезд типа RR Lyr в этих областях. Произведем теперь более точный подсчет.

Разделим область проникновения с крайним значением модуля $15^m.4$ (расстояние около 12000 пс) на две части, которые будут соответствовать расстояниям звезд от скопления МЗ в 2500 пс и $2500 < x < 6000$ пс. Мы будем вести приближенный подсчет соответствующих объемов, определяя их сечениями конуса с раствором $\alpha = 5^\circ$ (область, занимаемая фотопластинкой на небесной сфере) плоскостями с расстояниями 5000 пс, 8500 пс и 12000 пс от наблюдателя. Объем области, включающей МЗ, составляет $17.2 \cdot 10^9$ пс³. К этой области относятся, согласно таблице 3, 6 звезд с расстояниями меньше 2500 пс от скопления, кроме двух звезд (СПЗ 1264 и №8), которые располагаются на границе скопления. Соответствующая этой области звездная плотность для звезд типа RR Lyr составляет 0.35 звезд/ 10^9 пс³. Точность определения объема по этой приближенной схеме составляет, как показывают более точные вычисления, несколько процентов, что для наших целей является достаточным. Для области, ограниченной таким же образом радиусами $5000 < R < 8500$ пс (расстояния звезд от скопления в пределах $2500 < x < 6000$ пс), имеем объем $7.4 \cdot 10^9$ пс³, количество звезд 6 и соответственно плотность 0.81 звезд/ 10^9 пс³. Эти данные являются суммарными для обеих исследованных площадей, а плотность средней. Мы должны теперь учесть градиент плотности по z -координате. Для первого объема средняя z -координата составляет $z_1 = 10100$ пс, для второго объема $z_2 = 6700$ пс. Среднее β для звезд сферических подсистем, какой является подсистема звезд типа RR Lyr, составляет, согласно Б.В.Кукаркину [4], 2000 пс. Тогда падение плотности от одного объема к другому, полагая закон экспоненциальный $\rho = \rho_0 e^{-\beta z}$ [4], должно составить $e^{1.7}$ или в 5.5 раза. Полагая, что плотность более далекого от МЗ объема соответствует нормальной плотности галактического поля, имеем для области вблизи МЗ ($r < 2500$ пс) плотность фона $0.81/5.5 = 0.15$ звезд/ 10^9 пс³, что в два раза меньше наблюдаемой плотности (0.35 звезд/ 10^9 пс³). Итак, мы приходим к выводу, что вблизи скопления МЗ имеется определенный избыток звезд типа RR Lyr, притом этот избыток относится к звездам, которые располагаются значительно дальше границ скопления, на расстояниях несколько сот парсек и более. Мы находим таким образом звезды, затерянные в галактическом поле, в короне Галактики, но имеющие несомненную генетическую связь со скоплением. Как мы думаем, это прежде всего звезды, концентрирующиеся на диаграмме 14 вокруг звезд МЗ, т.е. СПЗ 1252, 1255, 1258, 1262, 1263, 1267, не говоря уже о звездах СПЗ 1264 и №8. Разумеется, звезд недостаточно для точного определения плотностей, поэтому выводы имеют скорее качественный характер. Необходимо изучить всю зону в $10^\circ - 15^\circ$ вокруг скопления МЗ до звезд $16^m.5 - 17^m$, где могут быть звезды с расстояниями, не превышающими 2500 пс от скопления.

Мы можем теперь попытаться оценить общее число звезд типа RR Lyr, находящихся в галактическом поле, которые могут происходить из скоплений. Это будет грубый подсчет, не более точный, чем подсчет общего числа звезд того или иного типа в Галактике, однако он даст возможность показать, что в галактическом поле может на-

ходиться значительное число звезд, вылетевших из скоплений. Для этого необходимо подсчитать плотность потока звезд типа RR Lyr на основе вышеприведенных данных. Мы предполагаем, что поток стационарен во времени, т.е. источники, поставляющие звезды, выбрасывают их с неизменной скоростью, и процент звезд типа RR Lyr в потоке остается неизменным в течение достаточного времени (последнее означает неизменность функции светимости в скоплениях в течение некоторого времени). Если положить, что звезды, покидающие скопление, движутся от него со средними скоростями 50 км/сек, то расстояние в 2500 пс будет пройдено ими за ~ 50 млн лет, и за это время все звезды с $r < 2500$ пс покинут этот объем. Полный объем сферы с $r < 2500$ пс равен $65.5 \cdot 10^9$ пс³. Мы наблюдали из этого объема в наших площадках только $17.2 \cdot 10^9$ пс³, или 0.26 всего объема. Полагая, что избыток плотности составляет 0.20 звезд/ 10^9 пс³, как это получилось выше, мы находим полное число звезд в объеме равным 13. Тогда поток звезд через всю поверхность сферы 2500 пс составит 0.26 звезд/млн лет или $0.33 \cdot 10^{-8}$ звезд/пс² млн лет. Примерно половина известных сейчас шаровых скоплений содержит звезды типа RR Lyr. Если полагать, что общее число скоплений в Галактике около 250 [7], то около 125 из них могут поставлять звезды типа RR Lyr. Это дает от всех скоплений 32 звезды за 1 млн лет или 32000 звезд за 10^9 лет. Такие звезды могут наблюдаться на расстояниях до 50000 пс от своих скоплений, однако они должны описывать орбиты вокруг центра Галактики, притом эти орбиты должны показывать некоторую скученность к орбите производящего скопления. Практически мы будем наблюдать такие звезды почти всюду в Галактике с дисперсией скоростей, близкой к дисперсии скоростей шаровых скоплений, т.е. вылетевшие звезды должны иметь кинематические характеристики, близкие к таковым у шаровых скоплений.

Всего в Галактике, по оценкам Б.В.Кукаркина [4], можно ожидать около 170000 звезд типа RR Lyr. Таким образом значительная часть звезд этого типа может быть генетически связана с шаровыми скоплениями. Указанные выше условия стационарности должны соблюдаться в течение 10^9 лет, чтобы расчет был верен. Однако, так как мы имеем, по-видимому, набор скоплений на разных стадиях развития, условия стационарности потока должны соблюдаться для всех скоплений в целом и в среднем, тогда как отдельные скопления могут эволюционировать в течение указанного срока. На расчеты не влияет время жизни звезд в стадии RR Lyr, так как мы предполагаем, что скопление с равной вероятностью выбрасывает весь спектр звезд, описываемый функцией светимости. Звезды, которые перестают быть переменными, заменяются звездами, которые вступают в эту стадию, так что эволюция звезды происходит вне скопления так же, как и в нем. Эти предположения естественны для предварительного расчета. Величины, которые здесь приведены, могут быть ошибочны в два-три раза, и тогда время, в течение которого мы должны предполагать поток стационарным, может приблизиться к времени жизни самих скоплений. Однако, оно не может существенно отличаться от 10^9 лет, так как иначе количество звезд вне скоплений, связанных с ними генетически, окажется намного больше количества звезд в самих скоплениях (пола-

гая для одного скопления число звезд порядка 10^5 , получим для 250 скоплений $25 \cdot 10^6$ звезд). Предполагая в соответствии с наблюдениями содержание звезд типа RR Lyr в скоплении около 0.001, что должно, по нашим предположениям, сохраняться и для звезд, вылетевших из скоплений, получим из наших данных для настоящего времени около $32 \cdot 10^6$ звезд разных типов, связанных происхождением со скоплениями. Величина имеет тот же порядок, как и число звезд в скоплениях. Мы можем предположить с полным основанием, что 10^9 лет — это время полураспада скоплений. Необходимо также считать, что несколько миллиардов лет назад картина распада скоплений была существенно иной, если только не предполагать непрерывного рождения звезд в скоплениях вплоть до настоящего времени. Все эти рассуждения, неизбежно следующие из приведенных наблюдений и расчетов, требуют детального исследования и более полного наблюдательного материала. Мы привели их, чтобы показать важность исследований переменных звезд других типов, вылетевших из скоплений.

Совершенно определенно мы получаем возможность объяснить происхождение неоднородности переменных звезд типа RR Lyr, на которую впервые было указано Е.Д.Павловской [6]. Существует, по-видимому, два типа звезд типа RR Lyr: звезды галактического поля, произошедшие в Галактике, и звезды, связанные со скоплениями. Это объяснение неоднородности звезд типа RR Lyr было найдено независимо Нотни [7] и автором [8], и теперь мы получили новые подтверждения высказанным в этих работах взглядам. Мы нашли звезды в различных стадиях диссипации из скопления М3. Следующая сводка фактов поможет создать более полное представление по этому вопросу.

1. Кинематически звезды типа RR Lyr разделяются на две группы по вращательным компонентам V_θ — скоростей. Одна группа более медленно движущихся относительно Солнца звезд обладает признаками движения звезд промежуточной составляющей Галактики (сравнительно небольшая дисперсия скоростей, малые z -координаты). Другая группа по кинематике и распределению в пространстве близка к системе шаровых скоплений (см. [8]).

2. Распределение периодов звезд типа RR Lyr сферической составляющей напоминает распределение периодов в шаровых скоплениях (в частности, характерно отсутствие звезд с периодами около 0.4) [8].

3. Диаграмма период—амплитуда для звезд типа RR Lyr в высоких галактических широтах напоминает диаграмму период—амплитуда для звезд в шаровых скоплениях, находящихся на тех же широтах. Диаграмма период—амплитуда для звезд, расположенных в направлениях антицентра, резко отличается от диаграммы высокоширотных звезд, в частности за счет присутствия группы звезд с периодами около 0.4. Диаграмма для быстролетающих относительно Солнца звезд (сферическая составляющая) обладает признаками диаграммы для высокоширотных звезд, тогда как диаграмма звезд промежуточной составляющей близка к диаграмме звезд антицентра [9].

4. Наконец, в настоящей работе непосредственно обнаруживаются звезды, вылетевшие из скоплений или находящиеся на границе скопления М3. Имеется повышенная плотность звезд типа RR Lyr вблизи скопления.

Все эти наблюдения и факты взаимно дополняют друг друга и объясняются с единой точки зрения: на основе представлений о диссипации звезд из шаровых скоплений.

Мы должны теперь представить подсистему звезд типа RR Lyr довольно сложной. Она состоит из звезд самого различного происхождения: из звезд типа RR Lyr, возникших в галактическом поле, из звезд, генетически связанных с ядром Галактики, из звезд, вылетевших из различных шаровых скоплений. Последнюю группу нельзя считать более однородной, чем подсистему шаровых скоплений. Кинематически и физически сами шаровые скопления не составляют единой группы, тем более это относится к переменным звездам, которые показывают различное распределение периодов, различную связь период-амплитуда от скопления к скоплению [9]. Несомненно, звезды других типов, в частности, не переменные звезды, которые очень часто объединяются по физическим и кинематическим свойствам, могут представлять собой такие же сложные группы. Выделение среди звезд, имеющих большие пекулярные скорости, звезд различного происхождения, возможно, могло бы значительно изменить наши представления о структуре подсистем в Галактике.

В заключение считаю своим долгом выразить благодарность проф. Б.В.Кукаркину за обсуждение результатов и Г.А.Стариковой за дискуссию.

Таблица 4

J.D.24...	СПЗ 1259	СПЗ 1260	СПЗ 1261	СПЗ 1262	СПЗ 1263	СПЗ 1264	СПЗ 1265	СПЗ 1266	СПЗ 1267	СПЗ 1268	СПЗ 1269	СПЗ 1270
33034.511	-	-	-	-	-	16.00::14.51	13.50	14.69	13.60	14.47	14.16	
33358.540	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.46	14.13
34076.549	-	-	-	-	-	-	14.02	14.08	15.47	13.61	14.69	14.01
126.399	-	-	-	-	-	-	14.08	14.18	14.60	13.60	14.64	13.50
127.378	-	-	-	-	-	-	14.43	13.50	14.52	13.58	14.53	13.47
128.359	-	-	-	-	-	-	14.08	13.89	14.52	13.60	14.20	13.56
131.321	12.78	14.31	15.45	14.28	14.83	16.04	14.51	13.92	14.69	13.60	14.67	14.04
133.336	12.82	14.20	14.99	15.79	14.71	16.09	13.95	14.50	14.82	13.63	14.52	14.18
144.392	12.46	15.62	14.92	15.87	14.79	15.68	13.97	13.99	-	13.58	14.57	13.53
146.430	12.45	15.14	14.99	15.64	14.59	15.75	13.96	14.42	-	13.63	14.20	14.24
146.455	12.71	-	-	-	-	-	13.78	14.38	-	13.69	-	14.18
421.478	12.93	15.46	14.99::14.50	15.88	15.70:	-	-	-	-	13.18	14.67	13.56:
421.545	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
453.310	12.93	15.30	14.99	15.64	15.88	15.67	13.97	13.59	15.37	13.25	14.80	14.18
454.362	12.98	15.14	15.22	14.90	15.67	16.09	14.26	13.80	14.55	13.39	14.69	14.18
.516	12.84	14.38	14.22	15.87	14.83	15.85	14.02	13.52	15.24	13.65	14.69	13.56
454.554	-	-	-	-	-	-	14.12	14.16	15.96	13.43	14.92	13.81
455.422	13.00	15.04	15.36	14.71	15.88	15.86	14.31	-	-	-	-	-
455.460	13.00	14.75	14.96	14.71	14.83	15.98	13.73	-	-	-	-	-
456.424	13.00	15.25	15.30	15.87	15.88	15.96	14.51	13.59	14.98	13.63	14.25	13.54
826.396	12.93	14.77	15.11	14.90	15.47	16.03	13.78	13.50	15.54	13.32	14.86	13.54
834.449	12.76	15.46	14.97	14.22	15.98	16.13	14.51	14.50	16.04	13.54	14.44	14.21
834.477	12.76	15.33	14.74	14.18	15.95	16.13	14.46	14.01	16.04	13.25	14.51	14.17
35219.385	13.04	15.35	14.99	14.57	14.83	16.13	13.73	13.68	15.68	13.36	13.84	13.77
226.458	12.97	15.14	14.74	15.53	15.88	15.68	13.97	13.68	15.85	13.75	14.63	14.03
591.323	-	15.27	14.23	15.87	15.79	-	13.72	13.60	-	13.43	13.80	14.04
592.361	-	15.14	14.32	-	-	-	13.60	13.59	16.07:	13.23	14.48	14.16
593.314	-	15.20:	15.27	14.54	15.72	-	14.51	14.70	-	13.31	14.72	14.16
598.339	-	15.00:	15.08	15.74	15.25	-	14.47	14.38	15.82:	13.29	14.77	14.01
600.384	-	15.10:	14.74	15.21	15.98	15.40	14.46	14.46	14.62	13.69	14.64	14.07
907.530	-	-	-	-	-	-	13.68	13.92	-	13.79	14.69	13.81
36367.389	12.38	14.90	15.22	15.81	15.18	15.79	14.02	14.13	15.47	13.50	14.87	13.56
368.370	12.51	14.65	15.11	15.80	15.95	16.15	13.59	14.18	15.72	13.50	14.57	13.64
.412	12.76	14.81	15.80:	15.79	15.97	16.20	13.92	14.18	15.76	13.60	14.80	14.17
.453	12.71	15.46::15.92	-	14.59	-	-	14.02	13.50	15.96	13.78	14.57:	14.24

Таблица 4 (продолжение)

J.D.24...	СПВ 1259	СПВ 1260	СПВ 1261	СПВ 1262	СПЗ 1263	СПВ 1264	СПВ 1265	СПВ 1266	СПВ 1267	СПВ 1268	СПВ 1269	СПВ 1270
36368.490	12.71	—	15.73::	—	—	—	14.22	13.59	—	13.63	14.86:	14.10
633.614	12.38	14.60	14.66	15.87	15.88	15.75	14.17	14.33	15.44	13.75	14.01	13.48
633.633	12.84	14.48	14.90::	15.70::	—	—	14.39	14.25	—	13.65	13.96	13.48
639.490	12.55	15.20	15.22	14.71	14.77	16.18	14.00	14.18	15.76	13.65	14.65	14.17
.542	12.71	15.18	15.50:	14.83	15.18	16.24	13.60	13.50	14.60	13.65	14.57	14.10
639.594	12.71	14.90	15.27	15.18	15.55	16.15	13.90	13.97	14.60	13.39	14.55	13.90
646.514	12.84	14.65	14.15	15.06	15.92	16.12	14.51	14.20	14.90	13.31	14.58	14.10
.559	12.84	14.60	14.18	15.30	15.85	16.12	14.46	14.18	15.06	13.30	14.74	14.24
646.599	12.78	15.20	14.32	15.82	15.85	16.18	14.46	13.60	15.52	13.34	14.81	14.30
647.573	12.97	14.60	13.96	15.17	15.88	15.82	14.57	14.08	15.52	13.30	14.58	14.24
657.304	13.08	14.60	15.45	14.60	15.36	16.16	14.47	13.64	14.60	13.45	14.18	13.53
.359	13.12	14.70	15.18	14.94	15.32	16.24	13.78	14.38	14.95	13.30	14.40	13.70
657.410	13.15	15.14	15.64	15.58	15.83	16.20	13.54	14.38	15.22	13.25	14.52	14.20
658.283	12.97	14.31	15.18	15.77	14.71	15.90	14.50	13.78	14.55	13.40	13.99	13.56
.329	13.00	14.56	15.36	14.13	15.00	15.68	14.48	13.59	14.82	13.36	13.85	14.10
.373	13.04	15.10	15.55	14.28	15.57	15.50	14.30	14.28	15.14	13.38	14.02	14.22
.419	13.04	15.20	15.28	14.50	15.41	15.81	14.27	14.41	15.37	13.54	14.16	14.35
658.463	13.04	15.78	14.99	14.94	15.70:	—	13.70	14.25	15.30	13.75	14.34	14.20
660.491	12.97	15.27	15.83	15.75	15.44	16.09	14.40	14.38	15.80	13.70	13.95	13.50
660.536	13.04	15.35	15.18	15.87	15.90	16.24	14.46	13.89	15.76	13.70	13.97	13.64
661.359	13.04	14.65	14.94	15.17	14.65	16.24	13.66	14.44	15.29	13.36	14.72	14.04
661.404	13.08	14.73	15.08	15.29	14.83	15.90	13.74	14.08	15.60	13.49	14.72	13.73
.451	13.06	15.16	15.45	15.48	14.87	15.68	14.07	13.75	15.94	13.60	14.76	14.56
661.497	13.00	15.46	15.64	15.77	15.18	15.63	14.41	13.84	15.78	13.70	14.66	14.63
661.542	13.08	15.60	15.64	15.79	15.37	15.41	14.60	14.33	15.99	13.60	14.58	14.24
661.578	13.04	15.35	15.45	15.84	15.50	15.54	14.51	13.79	15.94	13.49	14.04	14.20
664.505	13.08	14.75	14.94	15.87	14.53	16.24	13.98	13.92	15.68	13.45:	14.18	14.40
666.327	13.00	14.42	15.10	14.91	16.00	16.09	13.64	14.48	15.60	13.69	14.67	13.96
.372	12.97	13.97	14.45	14.04	15.93	16.09	13.64	14.52	15.83	13.63	14.67	14.17
.422	12.90	14.31	14.00	14.25	15.84	16.09	13.97	13.54	15.90	13.65	14.60	14.30
.468	13.04	14.55	14.26	14.71	15.83	16.18	14.22	13.69	15.76	13.63	14.60	14.10
.514	12.97	14.77	14.53	14.94	15.79	15.94	14.51	14.30	15.94	13.36	13.88	13.77
666.565	12.71::	14.75:	14.84	15.64	14.63	15.45	14.60	14.48	15.94	13.30	13.95	13.53
668.342	12.90::	14.98	15.64	15.77	15.62	16.20	14.56	13.69	15.76	13.70	14.48	14.24
.386	12.90::	14.20	15.45	15.82	15.80	16.20	14.55	13.79	15.94	13.70	14.51	14.20
.433::	13.00::	14.20	14.99	15.84	15.80	15.90	13.97	14.53	15.88	13.63	14.61	13.54
.477	12.80::	14.25	14.15	15.82	15.90	15.49	13.54	13.59	15.94	13.36	14.63	13.50
.529	12.80::	14.70	14.07	15.80	15.88	15.41	13.74	13.59	15.76	13.30	14.60	13.56
668.570	12.90::	15.02:	14.42	15.87	15.62	15.54	14.05	14.08	15.24	13.36	14.87	13.90
669.336	13.10::	15.20	14.99	14.50	15.18	15.90	14.28	13.60	15.88	13.75	13.96	14.30
.380	13.04::	14.90	15.27	14.71	15.65	16.09	14.55	13.60	16.00	13.70	14.10	14.20
.425	12.75::	14.23	15.76	15.64	15.76	16.09	14.46	13.71	15.93	13.63	14.37	13.70
.469	12.70::	14.20	15.87	15.80	15.76	16.15	14.35	14.38	15.88	13.18	14.52	13.63
.514	13.10:	14.25	14.49	15.75	15.88	16.24	13.98	14.08	15.76	13.36	14.56	13.63
669.560	—	—	14.32	15.80	15.64	16.09	13.54	13.70	14.98	13.45	14.62	14.20
685.349	—	—	14.50	14.25	14.95	16.16	13.92	—	—	13.56	14.44	—
687.279	—	15.20	14.97	15.64	15.62	16.02	14.46	13.60	15.66	13.55	14.56	14.10
.324	—	15.20	14.04	15.80	15.88	15.98	14.53	13.60	14.38	13.60	14.65	13.63
.369	—	14.62	14.05	15.84	15.65	16.16	13.74	14.08	14.82	13.70	13.88	13.60
687.415	—	14.20	14.24	15.85	15.80	16.20	13.50	14.40	15.15	13.75	13.98	13.63
692.291	—	15.04	14.97	14.70	15.18	16.09	14.60	13.60	14.82	13.70	14.10	14.17
.336	—	15.20	15.40	15.30	15.46	16.02	14.41	13.62	14.98	13.63	13.74	14.24
692.382	—	15.33	15.80	15.60	15.50	16.15	13.92	14.20	15.18	13.57	13.97	14.17
692.427	—	15.60	15.73	15.70	15.93	16.16	13.60	14.08	15.66	13.30	14.07	13.63
.473	—	15.52	15.18	15.85	15.83	16.16	13.74	13.55	15.78	13.18	14.48	13.50
692.520	—	14.48	14.77	15.90	15.83	16.20	14.07	13.64	15.93	13.38	14.55	13.53
695.315	—	—	14.74::	—	—	15.45::	13.74	14.55	—	13.69	14.58	13.53
699.322	—	14.42	14.94	15.77	15.93	16.09	14.17	13.64	15.72	13.33	14.62	14.30
.367	—	14.28	14.07	15.82	—	16.09	14.52	13.62	—	13.30	14.77	14.24
.412	—	15.09	14.11	15.85	15.83	16.20	14.46	13.62	16.00	13.48	14.36	14.10
.458	—	15.17	14.45	15.64	14.57	16.09	14.56	14.28	16.05	13.63	13.96	14.01
699.493	—	—	—	—	—	—	14.46	14.08	—	13.65	13.98	13.70
700.401	—	14.60	14.07	15.17	15.64	15.60	14.36	13.79	15.94	13.30	15.00	14.10
702.398	—	14.25	15.69	15.93	15.64	15.67	13.59	14.08	15.88	13.49	14.56	13.56
703.408	—	14.20	15.46::	15.81	15.90	16.12	14.39	14.28	15.70	13.60	14.30	13.50
715.380	—	15.46	15.68::	15.44	—	16.18	14.12::	13.60	14.54	13.43	13.94	14.13
716.310	—	15.46	14.96	14.32	15.28	15.68	14.17	13.68	15.80	13.63	14.92	14.20

Наблюдения 1956 г. по фотографиям, полученным Б.В.Кукаркиным
в Бюракане.

	СПЗ	СПЗ	СПЗ	СПЗ	СПЗ	СПЗ	СПЗ
J.D. 24...	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1268
35577.540	14.75	15.46	15.68	14.76	15.75	14.46	13.60
578.280	14.70	14.15	15.73	15.92	15.92	14.51	13.25
.337	14.65	14.53	14.28	15.94	16.01	14.41	13.43
.448	15.09	15.08	14.67	15.64	16.07	13.61	13.63
578.496	14.95	15.27	14.85	15.23	16.09	14.02	13.61
579.290	—	14.07	—	15.76	15.90	14.45	—
.313	—	14.07	—	15.76	15.90	14.51	—
579.333	—	14.29	—	15.94	—	14.46	—
595.294	—	15.18	—	14.95	15.45	13.97	—
.337	—	15.36	—	14.95	15.52	14.12	—
.360	—	15.22:	—	15.18	15.45	14.31	13.30
.380	—	15.70:	—	15.41	15.72	14.14	13.36
.420	—	14.99	—	15.41	15.90:	14.52	13.50
596.233	—	14.91	—	15.57	16.09	13.78	—
596.265	—	14.99	—	14.59	15.90	13.54	—
597.286	—	14.99	—	—	15.45	14.02	—
598.293	14.65	14.87	15.70	15.88	16.05	14.46	13.25
598.308	—	14.87	—	14.71	16.05	14.51	—
601.373	—	—	—	15.83	16.05	13.94	13.60
.388	14.59	14.49	14.71	15.88	16.00	14.02	13.63
.403	—	14.59	—	15.57	16.05	13.97	13.63
.419	15.09	14.87	15.05	15.64	16.09	14.07	13.63
.434	—	—	—	15.79	16.05	14.35	13.75
.450	15.30	14.94	14.97	15.60	16.01	14.51	13.60
.498	—	14.99	—	14.22	16.09	14.51	13.41
601.526	15.78::	15.36:	15.68	14.30	16.01	14.51	13.36
602.235	—	15.18:	—	15.79	15.98	14.51	—
.250	13.66	15.10:	15.83	15.97	15.85	14.53	13.39
.266	—	14.74	—	15.64	15.81	14.52	13.36
.310	—	14.19	—	15.79	15.56	13.97	13.36
.341	14.24	14.07	15.87:	15.88	15.56	—	—
.356	—	14.11	—	15.96	15.45	13.64	—
.372	14.31	14.12	15.75	15.96	15.72	13.49	13.60
.387	—	14.32	—	15.88	15.63	13.64	—
.401	14.54	14.43	14.88	15.72	15.68	13.73	13.63
.430	—	14.49	—	15.88	15.63	13.92	—
.444	15.14	14.53	14.18	15.79	15.86	14.02	13.63
.458	—	14.49	—	15.64	15.82	—	—
.473	15.14	14.35	14.25	15.64	15.81	14.00	13.55
602.488	—	14.82	—	15.88	15.76	14.02	—
606.334	—	15.22	—	15.27	15.86	13.78	—
.352	—	15.27	—	15.18	15.98	13.92	—
.370	—	15.55	—	15.59	15.90	14.02	—
.437	—	15.27:	—	15.88	16.01	14.26	13.36
.456	—	14.99	—	—	15.94	14.35	13.36
.478	—	14.89	—	15.78	16.14	14.51	13.30
606.495	—	—	—	15.80:	15.96	14.51	—
614.308	—	14.99	—	15.90	—	14.54	13.30
.337	—	—	—	—	—	14.45	13.02
.367	—	13.84	—	—	—	14.51	—
.398	—	14.15	—	16.00	—	14.46	13.30
.440	—	14.49	—	15.70	15.68	14.26	13.36
.468	—	14.38	—	15.53	—	13.94	—
614.494	—	14.62	—	15.41	15.81	13.62	13.60
615.243	—	15.20	—	15.32	—	—	—
.253	15.04	15.45:	—	15.57:	—	—	13.40
.276	—	15.20::	—	15.72	—	—	13.41
.287	15.46	15.18	—	15.64::	—	13.78	13.36
.302	—	14.90	—	15.64	—	14.07	13.26
.315	—	15.10::	—	16.00	—	13.94	13.09
.328	—	(15.0	—	—	—	14.02	13.30
.340	—	15.05::	—	—	—	14.02	12.88
.352	—	14.86	—	—	—	—	13.23
.365	—	—	—	—	—	14.54	13.36
.379	—	14.49::	—	—	—	14.35	13.36
.393	—	14.15	—	—	—	14.35	13.30
.418	—	14.05	—	—	—	14.26	13.50
.432	—	14.05	—	—	—	14.51	13.38

	СПЗ	СПЗ	СПЗ	СПЗ	СПЗ	СПЗ	СПЗ
J.D.24...	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1268
35615.445	-	14.10	-	-	-	14.45	13.63
.457	-	14.07	-	-	-	14.58	13.58
.470	-	14.50	-	-	-	14.51	13.75
.483	-	14.40::	-	-	-	14.51	13.68
615.496	-	14.40::	-	-	-	14.53	13.63

Литература

1. Б.В.Кукаркин, Ц.П.Кукаркина, ПЗ 12, №4, 291, 1959.
2. Ц.Е.Курочкин, ПЗ 12, №6, 409, 1960.
3. M.Roberts, A.Sandage, AJ 60, №6, 185, 1955.
4. Б.В.Кукаркин, Исследование строения и развития звездных систем на основе изучения переменных звезд, ГИТТЛ, 1949.
5. Ц.П.Паренаго, Курс звездной астрономии, М.1954.
6. Е.Т.Павловская, ПЗ 9, №6, 349, 1954.
7. P.Notni, Mitt. der Univ. Sternwarte zu Jena №26, 1957.
8. Ц.Е.Курочкин, АЖ 35, №1, 160, 1958.
9. Ц.Е.Курочкин, АЖ 36, №5, 816, 1959.

Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга
Москва, август 1959 г.