

Переменные типа RR Лиры V 146 и V 222  
 в шаровом скоплении M 3

П.Н. Холопов

Приводятся оценки и новые элементы изменения блеска переменных V 146 ( $\text{Max hel} = 2442190.368 + 0^{\text{d}}502193 \cdot \text{E}$ ) и V 222 = vZ 1198 ( $\text{Max hel} = 2441767.366 + 0^{\text{d}}5967455 \cdot \text{E}$ ) в скоплении M 3. Переменность блеска V 127 = vZ 1194 не подтверждается. Показано, что переменная V 146, открытая Мюллером (1933), была обнаружена еще в 1914 г. Шепли (Shapley Var 23), а переменная V 222 – в 1935 г. Гринстейном. Опубликованные Гринстейном (1935) наблюдения V 146 являются в действительности наблюдениями переменной V 222.

RR Lyrae Type Variables V 146 and V 222  
 in the Globular Cluster M 3

by P. N. Kholopov

New estimates and light variation elements of M 3 cluster variables V 146 ( $\text{Max hel} = 2442190.368 + 0^{\text{d}}502193 \cdot \text{E}$ ) and V 222 = vZ 1198 ( $\text{Max hel} = 2441767.366 + 0^{\text{d}}5967455 \cdot \text{E}$ ) are obtained. The variability of V 127 = vZ 1194 is not confirmed. The variable V 146 discovered by Müller (1933) was discovered firstly by Shapley in 1914 (Shapley Var 23), and the variable V 222 – by Greenstein in 1935. The observations of V 146 published by Greenstein (1935) are really the V222 observations.

1. История исследования нескольких переменных звезд шарового скопления M 3, расположенных в районе считающейся теперь постоянной звезды V 127, в такой степени отражает трудности изучения переменных звезд в центральных областях шаровых скоплений, что мы считаем целесообразным подробно изложить ее в настоящей статье. Многие из недоразумений, которые будут рассмотрены ниже, не могли бы возникнуть, если бы в свое время авторы соответствующих работ опубликовали фотографии или карты окрестностей открытых и исследованных ими переменных звезд.

Первая фотография скопления M 3, на которой отмечены переменные звезды, была опубликована в начале нашего века Бейли (1902). Вскоре она была перепечатана без изменений в другой работе Бейли (1913). Второй снимок скопления M 3 с отмеченными на нем переменными звездами был опубликован только через полстолетия (Холопов, 1963). За это время число обнаруженных в скоплении переменных звезд увеличилось в полтора раза.

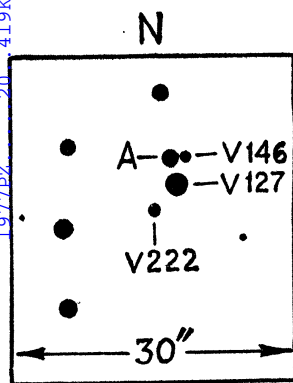


Рис. 1.

Интересующую нас группу переменных звезд, изображенную на рис. 1, исследовали Бейли (1913), Шепли (1914), Мюллер (1933), Гринстейн (1935), Мартин (1942) и Холопов (1963). Переменная V 127, открытая Бейли, отмечена на опубликованной им фотографии (Бейли 1902, 1913). Цейпель (1908), опубликовавший известный каталог звезд скопления М3, неверно отождествил эту переменную со звездой своего каталога vZ 1198 вместо vZ 1194. Может быть, в статье Цейпеля была допущена опечатка, однако эту ошибку повторил и Бейли (1913), который даже привел для V 127 в своей системе прямоугольных координат

координаты, соответствующие положению звезды vZ 1198. Тем не менее, детальное описание окрестностей переменной, данное самим Бейли (1913) в примечаниях к списку переменных в М3, противоречит отождествлению V 127 с vZ 1198: "Это трудный объект, у которого имеются два близких спутника, причем один из них ярче, а другой слабее, чем переменная; оба слишком близки к звезде, чтобы их можно было видеть отдельно на любой из пластинок. Позиционный угол более яркого спутника —  $0^\circ$ , расстояние —  $3''$ , величина —  $14^m.5$ . Позиционный угол более слабого спутника —  $130^\circ$ , расстояние —  $3''$ , величина —  $16^m.0$ ." Эти слова свидетельствуют о том, что V 127 Бейли является звездой, указанной на рис. 1; "более яркий" спутник ее — звезда А на том же рисунке, а более слабый — V 222. По оценкам Бейли (1913) блеск V 127, в основном, сохранялся в пределах  $14^m.2 - 14^m.7$ . Однажды она была  $15^m.5$ , и еще один раз наблюдалось ослабление до  $14^m.9$ . Сам Бейли сомневался в реальности этих изменений.

Рис. 1 составлен по снимку, полученному с 70-см рефлектором ГАИШ ( $f = 10.5$  м). Масштаб снимков Бейли — в 2.2 раза меньше. На снимках Бейли эти звезды соприкасаются друг с другом, о существовании же V 146 (слабого предшествующего компонента звезды А) Бейли, по-видимому, не подозревал. Может быть, сливаясь с изображением звезды А, этот компонент слегка увеличивал его диаметр, чем и объясняется замечание Бейли о большей яркости северного спутника V 127 по отношению к самой переменной.

На снимках Цейпеля (1908), работавшего с нормальным астрографом Парижской обсерватории ( $f = 3.4$  м), изображения звезд V 127 и А вообще сливались между собой. Их суммарное изображение было обозначено Цейпелем как одна звезда — vZ 1193, и лишь в примечаниях к своему каталогу он отметил в одном случае, что это, может быть, не одна звезда, а в другом, — что это, возможно, две звезды. В самом деле, обратимся к рис. 2, на котором представлена карта окрестностей V 127, составленная по данным каталога Цейпеля. Номера звезд на рис. 2 соответствуют номерам звезд в этом каталоге. Открытым кружком показано положение звезды А (см. рис. 1), отсутствующей в каталоге Цейпеля.

Сравнение рис. 1 и рис. 2 показывает, что переменной V 127 является звезда vZ 1194, измеренная Цейпелем отдельно от звезды А лишь на одном из трех его снимков, на котором отсутствовало изображение звезд

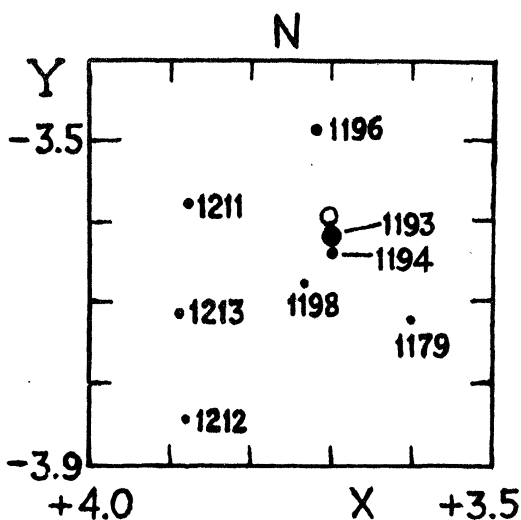


Рис. 2.

сты с замечаниями Цейпеля) является тесной двойной: "Переменная, которая является предшествующим компонентом, ярче своего спутника в максимуме блеска и слабее — в минимуме." У Шепли не было уверенности в том, что блеск спутника также не испытывает значительных изменений. Мы видим, что описание Шепли относится к паре звезд А—V 146 (рис. 1) и свидетельствует о том, что переменная V 146 была открыта не Мюллером (1933), который дал ей это обозначение, а Шепли.

Мюллер (1933), работая с инструментом, имеющим фокусное расстояние 8.4 м, вполне мог видеть отдельно все компоненты, окружающие V127. Говоря о V127, он отмечает: "У звезды имеется два столь близких спутника, что этот триплет часто нельзя разделить. Бейли, по-видимому, считает переменной главную звезду, тогда как я нашел переменным более слабый северный из обоих компонентов и обозначил его как №146. Главная звезда, по-видимому, постоянна". Это описание соответствует группе звезд А, V146, V127 на рис. 1. По своим оценкам блеска V146 Мюллер нашел, что она является переменной типа RR Лир с периодом  $0^d.379$ .

В 1935 г. эту переменную исследовал Гринштейн по снимкам, полученным с инструментом с фокусным расстоянием 7.6 м. Гринштейн не указывает положения V146, отмечая лишь, что она находится близко V127. Период, найденный для V146 Гринштейном ( $0^d.37308$ ), несколько отличается от периода, найденного Мюллером.

Совершенно иное значение периода V146 ( $0^d.596740$ ) получил Мартин (1942), который использовал инструмент с фокусным расстоянием 2.4 м, т.е. наиболее короткофокусный из всех инструментов, применявшихся для изучения рассматриваемой группы переменных. Наряду со своими оценками, Мартин привлек для определения периода V146 наблюдения Гринштейна.

В 1962 г. автор (Холопов, 1963) открыл 18 новых переменных звезд в центральной области МЗ, используя снимки, полученные с 70-см рефлектором Гос. астрономического института им. П.К.Штернберга в Моск-

ды А, ибо он был получен с меньшей экспозицией. Переменная V 222, несомненно, является звездой vZ 1198, а звезды vZ 1193, помещенной Цейпелем в точности между vZ 1194 и звездой А, в действительности не существует. Как отмечено выше, vZ 1193 — это суммарное изображение звезд А и V127.

В 1914 г. Шепли (1914) отождествил открытую им на снимках, полученных с 60-дюймовым рефлектором Гарвардской обсерватории ( $f = 24.4$  м), переменную № 23 со звездой vZ 1193. Шепли считал, что vZ 1193 (в соответ-

ве ( $f=10.5$  м). Одна из этих переменных (X34=СП31374=vZ 1198) получена в новом каталоге переменных звезд в шаровых скоплениях, изданном Сойер-Хогг (1973), обозначение V222. Она изображена на рис.1. Через десять лет удалось определить период изменения блеска этой звезды:  $0^d.596764$  (Холопов, 1972).

В то время автор считал, что переменной V146 является звезда А, изображенная на рис.1. В свете результатов, изложенных в настоящей статье, сведения о звезде X34 и переменной V146, опубликованные в упомянутой выше работе автора (Холопов, 1963), нуждаются в исправлении. Предпринятая автором в 1972 г. попытка уточнения периода переменной V146 по наблюдениям Гринштейна показала, что период Гринштейна ( $0^d.37308$ ) противоречит опубликованным им наблюдениям, которые гораздо лучше представляются множеством других возможных значений периода. Последнее обстоятельство объясняется тем, что наблюдения Гринштейна получены лишь для трех различных ночей в интервале  $37^d$ . Наши наблюдения подтвердили переменность блеска западного компонента звезды А (переменной V146), однако связать их периодами, найденными для этой переменной Мюллером, Гринштейном и Мартином, также оказалось невозможным. Только теперь, после накопления нового наблюдательного материала, удалось немного разобраться в запутанной ситуации, сложившейся в ходе исследования группы переменных в районе V 127.

2. Мы оценили блеск всех четырех звезд рассматриваемой группы (V127, V146, V222 и А) на 191 снимке 70-см рефлектора ГАИШ (J.D. 2437779—42910). Величины звезд сравнения в системах В и V взяты из нашей предыдущей работы (Холопов, 1977).

Оценки блеска звезд на снимках, полученных с длиннофокусными инструментами, довольно трудны, в связи с изменением характера изображений от пластинки к пластинке. Большое число звезд сравнения в нашем случае позволило использовать следующую методику оценок блеска, дающую неплохие результаты. На шкалу звездных величин символами, указанными в скобках, наносятся величины звезд, кажущихся на данной пластинке ярче переменной ( $v$ ), равных ей по блеску ( $\cdot$ ) и слабее ее ( $\wedge$ ). Средняя величина звезд второй группы принимается за величину переменной.

В процессе работы мы обратили внимание на невозможность оценок блеска переменных звезд, изображения которых на снимках соприкасаются. Так, например, во всех таких случаях поярчение переменной V146 вызывало кажущееся поярчение и звезды А. Осуществленное с помощью блинк-компаратора сравнение подобных пластинок с пластинками, на которых V146 находилась в минимуме блеска, показало, что звезда А при этом не обнаруживает переменности, а кажущееся ее поярчение обуславливается появлением вокруг нее ореола, от восприятия которого трудно отвлечься при рассматривании одной пластинки. По-видимому, подобным фотографическим эффектом объясняются появляющиеся иногда в печати сообщения о "синхронном" изменении блеска находящихся рядом переменных звезд.

На снимках, полученных при хорошем и отличном качестве изоб-

ражений, на которых звезды А, V146 и V127 видны совершенно раздельно, нам не удалось обнаружить переменности блеска ни звезды А (по 75 снимкам), ни V127 (по 186 снимкам). Отметим, кстати, что эти звезды не показали переменности и при бликовании 18 пар снимков скопления (Холопов, 1963, 1977). В интервале и в пределах точности наших наблюдений эти звезды можно считать постоянными. Для звезды А  $B = 15^m.70 \pm 0^m.15$ ,  $V = 14^m.70 \pm 0^m.10$ , для звезды V127  $B = 14.90 \pm 0.20$ ,  $V = 13^m.75 \pm 0^m.15$ . На диаграмме V, B-V обе звезды расположены в средней части ветви красных гигантов скопления.

Наши оценки блеска переменных V 146 и V 222 в системе В приведены в табл. 3, в системе V — в табл. 4.

Поиски периодов изменения блеска обеих переменных велись в интервале от 1<sup>d</sup>.2 до 0<sup>d</sup>.3 с помощью программы X-3a (Холопов, 1970). Вычисления производились на ЭВМ БЭСМ-4М операторами Вычислительной лаборатории ГАИШ. В результате были получены элементы изменения блеска переменной V 146:

$$\begin{aligned} \text{Max hel} &= 2442190.368 + 0^d 502193 \cdot E & (1) \\ (M-m) &= 0^p 10, 14^m 76-16^m 15 \text{ В} \end{aligned}$$

и переменной V 222:

$$\begin{aligned} \text{Max hel} &= 2441767.366 + 0^d 596745 \cdot E & (2) \\ (M-m) &= 0^p 12, 15^m 08-16^m 18 \text{ В} \end{aligned}$$

Средние кривые блеска обеих переменных приведены на рис. 3 и в табл. 1 (для V 146) и 2 (для V 222).

$\bar{\phi}$	$\bar{B}$	n	$\bar{\phi}$	$\bar{B}$	n	$\bar{\phi}$	$\bar{B}$	n
0 <sup>p</sup> 000	14 <sup>m</sup> 76	3	0 <sup>p</sup> 196	15 <sup>m</sup> 49	15	0 <sup>p</sup> 545	16 <sup>m</sup> 15	15
.031	14.88	15	.336	15.79	15	.694	16.14	15
.107	15.24	15	.430	16.06	15	.870	15.92	8

$\bar{\phi}$	$\bar{B}$	n	$\bar{\phi}$	$\bar{B}$	n	$\bar{\phi}$	$\bar{B}$	n
0 <sup>p</sup> 035	15 <sup>m</sup> 19	20	0 <sup>p</sup> 546	16 <sup>m</sup> 15	20	0 <sup>p</sup> 887	16 <sup>m</sup> 00	20
.174	15.57	20	.638	16.15	20	.966	15.23	13
.313	15.84	20	.710	16.12	20	.996	15.11	3
.424	16.08	11	.793	16.17	20			

3. Сравним полученные результаты с выводами других авторов.

Период, найденный нами для V 222, с точностью до единицы пятого знака совпадает с периодом, найденным Мартином для V 146. Это значит, что наблюдавшаяся Гринстейном и Мартином звезда, которую они называли переменной V 146, в действительности была переменной V 222. Мы считали, что V 222 открыта нами, когда присваивали ей предварительное обозначение X34 и СПЗ 1374. В действительности, оказывается, эта переменная была открыта еще Гринстейном, который даже не подозревал, что он открыл и на-

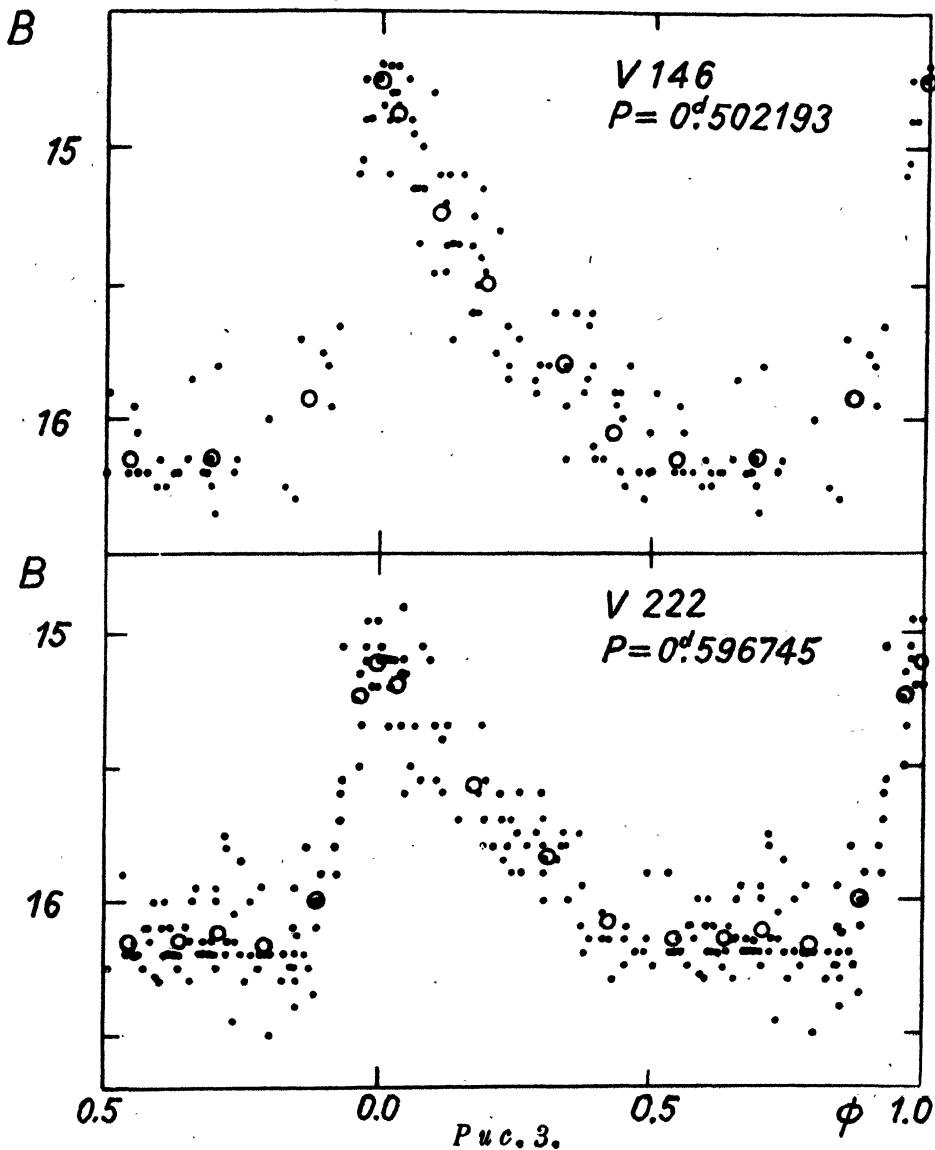


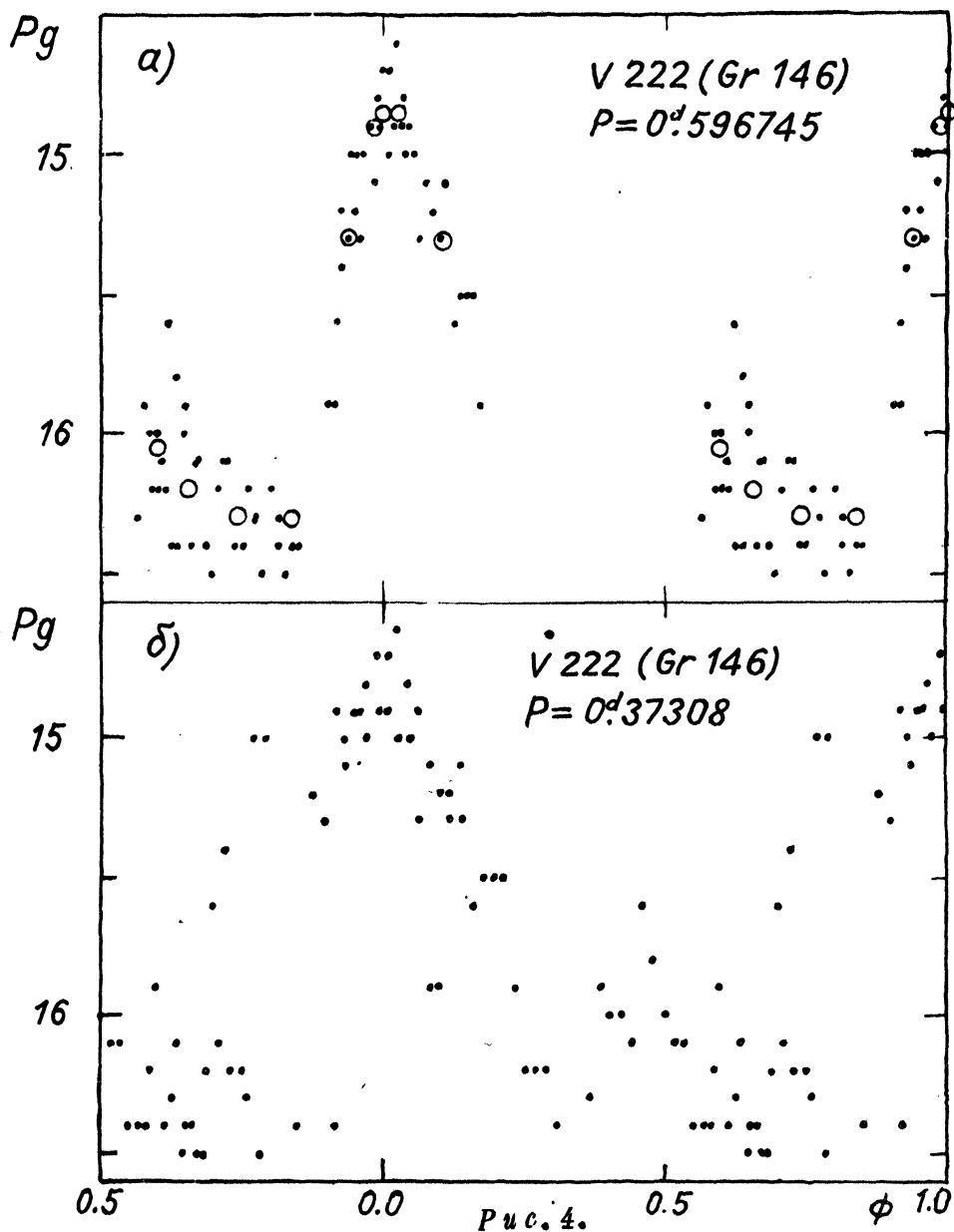
Рис. 3.

блюдал новую переменную. На рис. 4а представлена ее средняя кривая блеска, построенная по наблюдениям Гринштейна (1935) с помощью элементов

$$\text{Max} = 2424647.930 + 0^d.596745 \cdot E. \quad (3)$$

Отметим, что эпоха максимума, приведенная в этой формуле, хорошо представляется нашими элементами (2):  $O - C = -0^d.015 = -0^m.025$  для  $E = -28688$ . Уточненное с помощью этой эпохи значение периода V 222 равно  $0^d.5967455$ .

Следует подчеркнуть, что период  $0^d.37308$ , приведенный для этой звезды Гринштейном, считавшим, что он наблюдал переменную V 146, открытую вслед за Шепли Мюллером, близок к мюллеровскому периоду V 146 ( $0^d.379$ ), но совершенно непохож на период Мартина и наш. В то же время период Гринштейна совершенно не удовлетворяет его собственным наблюдениям, ибо приводит к средней кривой блеска, показанной на рис. 4б.



Напомним, что сам Гринстейн отметил лишь, что наблюдавшаяся им звезда находится около V 127, а Мартин со своим сравнительно короткофокусным инструментом ( $f = 2.4$  м) не мог отделить V 146 от звезд V 127 и А и, конечно, наблюдал вместо нее находящуюся вне этого триплета переменную V 222.

Таким образом, вопрос, к какой звезде относятся наблюдения Гринстейна и Мартина, представляется нам решенным.

Но по-прежнему полностью неясным остается вопрос о наблюдениях Мюллера, относящихся к переменной V 146. Машинный анализ этих наблюдений подтверждает найденный им период, однако те же наблюдения совершенно не представляются найденным нами периодом  $0^d.502193$  (или другим, близким к нему). Наблюдения Мюллера можно представить и сопряженным периодом  $0^d.596$ , который удивительно близок к периоду V 222.

Возможно, оценки Мюллера искажены влиянием звезды А при попытках оценить блеск V 146, несмотря на плохое качество изображений. Мы знаем по опыту, что в начале трудно бороться со стремлением использовать по возможности больше имеющихся пластинок, особенно при ограниченности их числа. Когда пластинок много, легко пренебречь плохими изображениями и работать только с безупречным материалом. В распоряжении Мюллера было 92 снимка, а оценить блеск V 146 он мог только на 45 из них. Непонятно также, почему период Мюллера для V 146 близок к сопряженному периоду для V 222. Разрешить эти загадки могут только те, кому доступны материалы Мюллера, если они сохранились.

Таблица 3.

В-величины.

J.D.hel.24... V 146			V 222			J.D.hel.24... V 146			V 222		
37779.390	-		15 <sup>m</sup> .4	41425.315	16 <sup>m</sup> .20	16.20					
787.371	-		16.2	.340	16.2	15.95					
.420	16 <sup>m</sup> .05		16.1	745.423	14.75	15.7					
.479	16.20		16.20	.450	14.75	15.8					
.508	16.2		16.2	767.366	16.15	14.95					
790.392	16.2		16.15	.392	16.15	15.35					
.501	16.25		16.05	.415	-	15.05					
794.377	16.15		15.85	835.356	-	15.55					
.421	-		16.00	.382	-	15.05					
.448	-		16.00	836.356	15.35	16.2					
823.388	-		16.10	.384	15.1	16.15					
38520.327	14.75		15.85	.412	-	15.95					
.457	-		15.15	.439	15.85	16.2					
848.362	15.5		16.15	837.341	14.85	15.6					
.454	15.6		16.2	.365	15.15	15.6					
.548	-		16.0	.387	15.35	15.8					
855.433	-		15.20	.410	15.60	16.2					
.499	15.6		16.15	838.360	15.15	15.35					
.547	-		15.9	.383	15.1	15.1					
856.457	-		15.2	.407	15.1	15.1					
.507	-		15.35	839.383	14.8	16.2					
859.416	-		14.95	.407	-	15.8					
.459	-		15.15	42131.400	-	15.1					
860.378	-		16.00	.427	16.2	15.55					
.420	15.15		16.00	.453	16.2	15.6					
.456	-		15.75	136.338	16.15	15.85					
861.401	-		15.70	.362	15.8	15.8					
.440	-		15.75	.386	15.9	16.15					
38863.353	14.9		16.10	137.282	15.8	16.1					
867.304	15.75		15.55	.307	15.80	15.7					
.342	14.9		15.90	.332	16.1	15.35					
.364	14.9		-	.360	16.0	15.35					
871.285	-		15.80	.385	16.2	15.5					
.322	-		15.70	.412	15.95	15.55					
.365	14.9		15.10	.436	16.15	15.7					
.402	14.9		15.35	.464	-	15.8					
.440	15.35		15.35	.491	-	15.8					
.476	-		15.35	138.339	16.15	16.15					
872.292	16.25		16.2	.366	16.25	16.25					
.331	15.80		16.10	.392	16.2	16.2					
.470	15.4		16.13	.420	16.2	16.2					
.513	-		15.9	.447	16.25	16.25					
898.420	15.70		15.75	.473	-	16.35					
39964.402	-		15.95	.499	-	15.7					
967.516	-		16.00	.528	-	15.1					
41061.447	14.7		15.60	.555	-	15.1					
091.324	-		15.8	139.336	15.85	15.85					
385.559	-		15.6	.363	15.95	15.95					
.583	-		15.6	.393	16.05	16.15					
395.413	14.7		16.2	.421	-	16.20					



Таблица 3 (окончание)

<i>J.D.hel.24...</i>	<i>V 146</i>	<i>V 222</i>	<i>J.D.hel.24..</i>	<i>V 146</i>	<i>V 222</i>
42139.474	15 <sup>m</sup> 85	16 <sup>m</sup> 20	42169.484	-	16 <sup>m</sup> 30
.506	-	16.2	173.376	15 <sup>m</sup> 35	16.1
.536	-	15.95	.400	15.75	16.05
141.310	15.8	16.2	.426	-	16.1
.341	15.90	16.2	.451	(15.3)	(15.3)
.369	15.90	16.15	190.368	14.7	16.2
.397	16.3	16.2	.420	-	15.05
.424	16.2	16.2	194.342	15.95	16.25
.451	16.25	16.25	.366	15.10	16.20
.479	16.15	15.8	.393	15.10	16.28
.505	16.35	15.5	.419	15.15	16.25
.532	-	15.1	.443	15.45	16.2
142.382	-	(15.3)	197.364	-	16.25
.443	-	16.2	.388	14.9	16.0
148.409	-	15.9	548.330	16.0	16.0
153.276	15.35	16.15	549.359	16.3	16.30
.302	15.45	16.45	552.368	-	15.5:
.333	15.70	15.95	823.460	-	16.3
.367	15.6	16.25	.485	-	16.20
.398	15.65	15.9	.512	-	16.25
154.328	15.80	16.25	.540	-	16.0
.353	15.90	16.15	.565	-	15.60
.381	15.95	16.20	.598	-	15.20
.407	16.15	16.15	828.405	-	15.15
.432	16.20	16.20	.436	-	15.1
.461	16.20	16.20	883.283	-	15.05
.490	-	16.15	885.406	14.85	16.20
.516	16.2	16.2	.432	14.95	16.10
158.381	-	15.9	.462	15.2	16.30
.408	-	15.75	.488	15.25	16.20
165.306	15.45	16.4	.512	15.3	16.05
166.328	15.70	16.20	886.391	15.05	15.80
.352	15.60	16.3	.418	14.8	15.75
.380	15.65	16.1	.445	15.0	15.8
.406	15.85	16.15	893.401	15.65	15.25
.433	16.15	16.15	.424	14.9	15.2
.458	15.8	16.25	.451	14.8	14.9
.484	15.90	16.30	901.297	-	15.70
.510	-	16.2	.325	15.80	15.70
169.455	-	16.5			

Таблица 4.

<i>V-величины.</i>					
<i>J.D.hel.24...</i>	<i>V 146</i>	<i>V 222</i>	<i>J.D.hel.24...</i>	<i>V 146</i>	<i>V 222</i>
38848.409	15 <sup>m</sup> 20	15 <sup>m</sup> 60	42549.386	16 <sup>m</sup> 25	15 <sup>m</sup> 65
.502	15.39	15.70	851.344	15.45	15.50
872.400	15.15	15.80	.366	-	15.4
42166.309	15.35	15.80	.389	15.45	15.55
194.325	16.2	15.80	885.385	14.7	(15.0)
538.331	-	15.05	910.342	16.0	15.50
548.357	15.85	15.85			

## Литература:

- Бейли, 1902 — Bailey S.I., HA38.  
 Бейли, 1913 — Bailey S.I., HA 78, Part 1, 1—98.  
 Гринштейн, 1935 — Greenstein J.L., AN 257, 301—330.  
 Мартин, 1942 — Martin W.Chr., ApJ 95, 314—318.  
 Мюллер, 1933 — Müller Th., VBB 11, part 1.  
 Сойер—Хогг, 1973 — Sawyer Hogg H., DDO Publ 3, No.6.  
 Холопов П.Н., 1963, ПЗ 14, 275.

Холопов П.Н., 1970, Труды ГАИШ 40, 72.

Холопов П.Н., 1972, АЦ № 721.

Холопов П.Н., 1977, ПЗ 20, № 4, 313.

Цейпель, 1908 – Zeipel H.von, Paris Obs. Ann. Mém. 25, F1–101.

Шепли, 1914 – Shapley H., ApJ 40, 443.

Гос. астрономический ин-т  
им. П.К.Штернберга

*Поступила в редакцию  
9 ноября 1976 г.*