Л. К. ЕРАСТОВА

О ПОЛНОМ КОЛИЧЕСТВЕ НЕПРАВИЛЬНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД В АССОЦИАЦИИ Т1 ЕДИНОРОГА

Естественно считать, что одной из важнейших характеристик молодого звездного агрегата в целом является полное количество переменных звезд низкой светимости, показывающих неправильные колебания блеска типа RW Возничего.

После изучения кривой блеска каждой переменной можно попытаться классифицировать их по типам переменности, например, в смысле Паренаго [1]. Такое распределение переменных по классам в массовом масштабе тоже является важнейшей характеристикой звездного агрегата в целом. Однако это очень трудоемкая работа, требующая усилий многих наблюдателей в течение ряда лет. Мы поставили задачу получить из небольшого количества относительно качественных наблюдений представление о приблизительном количестве неправильных переменных звезд в ассоциации Т1 Единорога, пользуясь тем, что, пожалуй, это одна из немногих областей северного неба, когда сравнение только двух фотопластинок, полученных на крупных телескопах, приводит к выделению значительного количества переменных.

Мы воспользовались наблюдательным материалом, полученным Г. С. Бадаляном на 40—52" телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории в период 1963—1968 гг. Он состоит из ряда фотоснимков, снятых через разные промежутки времени на десенсибилизированных фотоэмульсиях Agfa или ORWO ZU 2 без фильтра, т. е. в фотографических лучах. Из этой коллекции было выбрано 10 пластинок наилучшего качества с предельной звездной величиной $m_{pg} \sim 18^m5 - 19^m$ и из них образованы пары для блинкования. При блинковании рассматривалась область только самой ассоциации около S Единорога протяженностью по α от 06^h34^m0 до 06^h36^m5 и по δ от $+09^\circ24'$ до $+10^\circ15'$ для равноденствия 1900.0 года. Всего было проблинковано 10 пар пластинок, т. е. одна и та же пластинка могла входить в состав различных пар. Из них только две пары были образованы 4 совершенно разными пластинками.

На каждой паре пластинок ряд звезд показал изменения блеска. Они были отмечены как переменные. Из них некоторую, обычно большую, часть составляли уже известные переменные (N_1), другая часть состояла из звезд, о переменности блеска которых до сих пор не было ничего известно (N_2).

В таблице приводятся следующие данные: порядковый номер пары, далее номера сравниваемых пластинок, составляющих пару, разница эпох между временами получения каждой пластинки в паре в днях, количество уже известных переменных звезд и новых, обнаруженных в процессе блинкования.

При просмотре наблюдательного материала было выявлено некоторое количество переменных, безразличных к разнице наблюдатель-

ных эпох. Они одинаково хорошо выделяются как при разнице эпох в несколько дней, так и при разнице эпох в несколько месяцев или даже лет. Это такие переменные, как КХ, КУ, LX, NT, OQ Единорога. При увеличении промежутка времени между снимками, во-первых, растет количество выделяемых переменных при бликовании одной пары пластинок и обнаруживается переменность у ранее неизвестных как переменные звезд. Однако этот рост не безграничен и при разнице эпох в несколько месяцев и более выделяемое на одной паре пластинок среднее количество показавших изменения блеска переменных уже не зависит от разницы эпох. На основе описанного наблюдательного материала было найдено 43 звезды, показавших переменность блеска с амплитудой $\geq 1^m$.

Допустим, что в звездном агрегате до какой-то предельной звездной величины существует некоторое количество N неправильных переменных звезд, показывающих относительно высокий уровень активности. Положим далее, что за некоторый промежуток времени мы случайным образом сняли несколько снимков области, образовали некоторое количество пар для бликования и нашли некоторое количество переменных, допустим, n_1 . Понятно, что вероятность выделения каждой отдельной переменной будет зависеть не только от степени активности самой звезды, но и от разницы эпох получения сравниваемых снимков. Далее через произвольный промежуток времени, но значительно больший, чем промежутки времени между эпохами получения снимков, составляющих пары для бликования, мы опять снимаем некоторое количество снимков также случайно, как и в первую эпоху, и на них тоже выделим все возможные случаи переменной, положим, n_2 . Вообще говоря, эти величины не должны сильно отличаться друг от друга, если соблюдены те же самые условия съемки и обработки полученного материала. Из них некоторое количество переменных, положим, n_{12} , будет общим для обеих эпох. При сделанных выше допущениях эта величина будет указателем полного количества активных звезд в агрегате. Если их очень мало, то полное количество активных переменных при достаточно больших n_1 и n_2 указывает на большое количество активных звезд данного звездного агрегата. Если их очень много, то мы практически при каждом черпке выгребаем большую их часть.

Рассмотрим задачу более подробным образом. Пусть вероятность обнаружения какой-либо переменной в первую эпоху будет p_1 и для всех звезд одинакова. Во втором сезоне, поскольку пары для бликования составлялись уже другим способом, она будет другой и тоже одинаковой для всех звезд, положим, p_2 . Тогда количество выделенных переменных в первом случае будет

$$n_1 = p_1 N, \quad (1)$$

а во втором случае—

$$n_2 = p_2 N. \quad (2)$$

Если эти события независимы, то

$$n_{12} = p_1 p_2 N. \quad (3)$$

Отсюда из формул (1—3) и определяется полное количество переменных в звездном агрегате:

$$N = \frac{n_1 n_2}{n_{12}}. \quad (4)$$

Вообще говоря, данная задача является часто встречающейся в астрофизике задачей определения числа объектов, способных произвести какое-либо событие по статистике этих событий и их повторения.

В применении к нашему случаю это означает, что для уверенной оценки необходимо соблюдение следующих условий:

1. В звездном агрегате имеется достаточно много переменных.
2. Они показывают достаточно высокий уровень активности. При этом, чем лучше наблюдательный материал, тем больше можно обнаружить более слабых и менее активных звезд. Поэтому оцениваемое количество переменных ограничено как звездной величиной, так и амплитудой изменений блеска переменных.

3. Количество переменных и характер изменений их блеска не изменились за промежуток времени между эпохами получения каждого серии снимков.

Покажем, что используя вышеприведенную формулу, мы в действительности получаем нижнюю границу количества всех переменных, имеющихся в звездном агрегате.

Понятно, что в реальном случае для каждой отдельно взятой звезды мы имеем свою вероятность обнаружения, в первую эпоху p_1 , во вторую — p_2 . При сделанных выше допущениях и для простоты рассуждений примем, что $p_1 \sim p_2$ и тогда

$$n_1 = \sum_k p_k N_k, \quad (5)$$

$$n_2 = \sum_k p_k N_k, \quad (6)$$

а

$$n_{12} = \sum_k p_k^2 N_k. \quad (7)$$

Пусть

$$p_k \sqrt{N_k} = f_k, \quad \sqrt{N_k} = g_k. \quad (8)$$

Известно, что имеет место неравенство:

$$\left(\sum_k f_k g_k \right)^2 \leq \sum_k f_k^2 \sum_k g_k^2. \quad (9)$$

Отсюда

$$\left(\sum_k p_k N_k \right)^2 \leq \sum_k p_k^2 N_k \sum_k N_k, \quad \sum_k N_k = N \quad (10)$$

или

$$n_1 n_2 \leq n_{12} N, \quad N \geq \frac{n_1 n_2}{n_{12}}. \quad (11)$$

Для оценки полного количества звезд в данном случае в качестве другой эпохи нами были использованы данные Уокера [2], который наблюдал эту область с декабря 1953 г. по декабрь 1955 г. Понятно, что 10 лет и более вполне достаточный срок, чтобы считать, что изменения блеска переменных в данные два сезона не коррелируют друг с другом. Он проблинковал 5 пар пластинок, на которых в ограниченной нами области им было выделено 65 переменных. К сожалению, мы не в состоянии сравнить наши пластинки с пластинками, использованными Уокером, однако количество выделенных им переменных заставляет думать, что или предельная звездная величина его пластинок больше нашей, или качество его пластинок несколько лучше и он смог выделять переменные с меньшими изменениями блеска, или действуют оба фактора. При этом 23 переменных были выделены в обе эпохи наблю-

дений. Отсюда общее количество переменных в данном звездном агрегате вплоть до $18^m 5-19^m pg$ с амплитудами изменений блеска около или $> 1^m$ при сделанных нами допущениях о характере переменности блеска более $N > 120$. Заметим, что к настоящему времени в каталоге переменных звезд [3] и его дополнениях [4] общее количество переменных типа RW Возничего в данной области сравнимо с этой величиной. Это говорит о том, что количество достаточно активных переменных даже в таком молодом звездном агрегате, каковым является П1 Единорог, не так уж и велико. Однако следует еще раз подчеркнуть, что сделанная нами оценка является нижней границей полного количества таких переменных.

Таблица

№	№ пластинок	Разница эпох	N_1	N_2
1	11-13	0 ^d 8	5	0
2	11-17	2.9	4	0
3	11-35	1097.9	15	6
4	12-14	0.8	7	0
5	12-19	24.8	10	1
6	12-47	1583.7	8	2
7	13-17	2.1	8	0
8	13-35	1097.1	11	6
9	13-42	1427.2	8	2
10	13-46	1582.9	6	3

Заметим, что типичные вспыхивающие звезды, обнаруживаемые фотографическим способом, не будут засорять наши данные, поскольку общая продолжительность всех экспозиций для таких оценок небольшая, в общей сложности не превышает 1—2 часов.

Недавно аналогичным способом в том же звездном агрегате была получена оценка полного количества звезд, имеющих эмиссионную линию H_{α} [5]. Их оказалось несколько меньше, ~ 100 .

Благодарю акад. В. А. Амбарцумяна за стимулирующие консультации в процессе выполнения данной работы.

22 июля 1980 г.

Լ. Կ. ԵՐԱՍՏՈՎԱ

Դ 1 ՄԻՆԵՐՉՅՈՒՐԻ ԱՍՏՂԱՍՓՅՈՒՌՈՒՄ ԱՆԿԱՆՈՆ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ԱՍՏՂԵՐԻ ԼՐԻՎ ՔԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Առաջարկվում է անկանոն փոփոխական աստղերի լրիվ քանակության գնահատման մեթոդ աստղային ագրեգատում: Այն օգտագործվում է Մի-նդջուր աստղային ագրեգատում այդպիսի փոփոխականների լրիվ քանակության գնահատման համար: Այդ տիրույթում լուսանկարչական ճառագայթներում $18^m 5-19^m$ -ից ավելի պայծառ $և \geq 1^m$ ամպլիտուդի պայծառության փոփոխություններով փոփոխականների լրիվ քանակությունը 120-ից ավել է:

L. K. ERASTOVA

ON THE TOTAL NUMBER OF IRREGULAR VARIABLES
IN THE TI MON ASSOCIATION

Summary

A method of estimation of the total number of the irregular variable stars in stellar aggregate is presented. It is used for determination of the total number of these variables in the Monoceros stellar aggregate. The total number of this type variables brighter than $m_{pg} = 18^m.5 - 19^m$ with an amplitude $\geq 1^m$ in photographic light exceed 120

ЛИТЕРАТУРА

1. П. П. Паренаго, Труды ГАИШ, 25, 1954.
2. M. F. Walker, Ap. J. Suppl. Ser., 2, № 23, 365, 1956.
3. Б. В. Кукаркин и др., ОКПЗ II, М., Наука, 1970.
4. Б. В. Кукаркин и др., ОКПЗ, первое, второе и третье дополнения, 1971, 1974, 1976.
5. G. W. Marcy, A. J., 85, 230, 1980.