

Э. С. ПАРСАМЯН

ХАРАКТЕР ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ КРИВЫХ НА ОСНОВЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Наблюдения вспыхающих звезд в звездных агрегатах ведутся фотографическим методом с широкоугольными камерами. Хотя фотографический метод наблюдений по точности уступает фотоэлектрическому, однако следующие два обстоятельства объясняют необходимость его применения:

1. Фотографирование агрегата с помощью широкоугольного телескопа позволяет следить за изменением блеска большинства его членов одновременно. Это повышает эффективность наблюдений, что является важным моментом при поисковых работах.

2. Фотографический метод позволяет регистрировать вспышки слабых звезд, каковыми являются, в основном, вспыхающие звезды в агрегатах. Современным фотоэлектрическим приемникам с телескопами средних размеров слабые звезды недоступны.

В отличие от фотоэлектрических наблюдений, где регистрация блеска вспышки проводится непрерывно, при фотографическом методе мы получаем последовательность дискретных значений блеска, являющихся усреднением в течение отдельных экспозиций. Эти значения определяются как длительностью экспозиций, так и начальным моментом наблюдений. Это приводит к уменьшению измеренной величины амплитуды вспышки по сравнению с истинной.

Кривые блеска фотоэлектрически пронаблюденных вспышек в настоящей статье были проанализированы с точки зрения фотографических наблюдений. Основные вопросы, которые при этом возникли, следующие: 1) Насколько фотографические наблюдения дают правильное представление о действительном количестве быстрых и медленных вспышек; 2) В какой степени искажается значение амплитуды вспышки из-за определенной длительности экспозиций, т. е. из-за малого временного разрешения фотографического метода наблюдений. 3) Влияет ли заметно на вычисляемое по фотографическим наблюдениям значение полной энергии вспышки расположение начала экспозиции по отношению к моменту начала вспышки, а также сама форма кривой блеска вспышки.

В качестве конкретного примера рассмотрим кривую блеска вспышки EV Lac от 29.12.1967 г., наблюдавшейся фотоэлектрическим методом [1] (рис. 1 верхний снимок). Допустим, что эту вспышку мы наблюдаем фотографическим методом с пятиминутными экспозициями по шесть изображений на каждой пластинке. Эта вспышка EV Lac, согласно фотоэлектрическим наблюдениям, началась в $19^{\text{h}} 16^{\text{m}}$, мы же начнем «фотографические наблюдения» в случайный момент, например, в $18^{\text{h}} 48^{\text{m}}$. Для этого на оси времени кривой блеска EV Lac, начиная с $t_0 = 18^{\text{h}} 48^{\text{m}}$, будем откладывать (или отмечать), интервалы равные пяти минутам шесть раз, как если бы наши наблюдения продолжались 30 мин. При принятом выше начале t_0 все экспозиции, кроме последней, предшествуют началу вспышки. Вспышка начинается лишь за

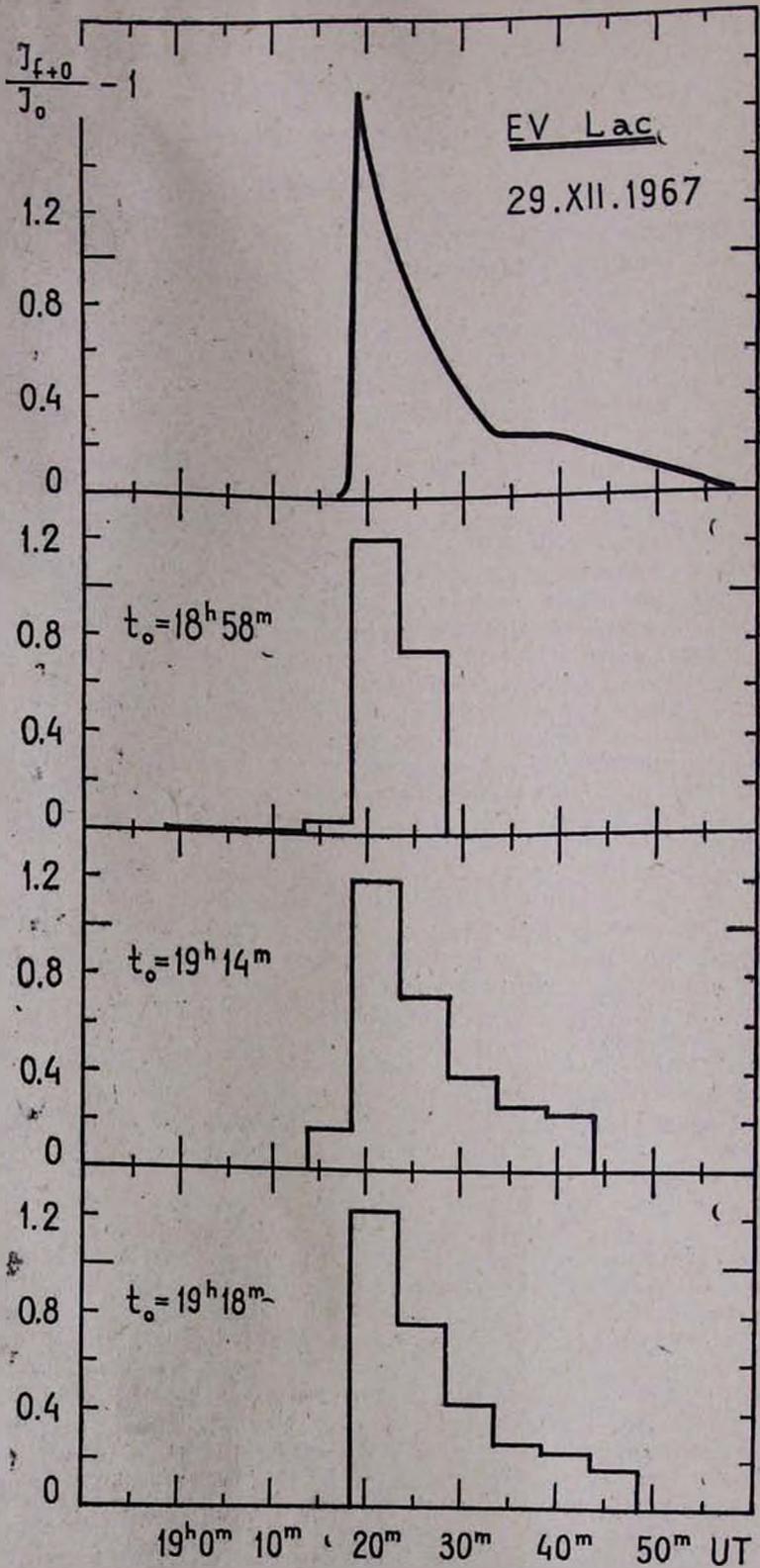


Рис. 1. Кривая блеска вспышки звезды EV Lac, пронаблюденная фотозлектрически, и рассчитанные на ее основе фотографические кривые при различных моментах начала «экспозиции»

две минуты до конца экспозиции. Теперь изменим значение t_0 на $\Delta t = 0.5$ мин и повторим процедуру откладывания с тем, чтобы посмотреть, как будет изменяться наша информация о вспышке, т. е. форма кривой блеска, в зависимости от начального момента наблюдений.

Эту процедуру будем повторять через каждые $\Delta t = 0.5$ мин, двигаясь по оси времени. С продвижением во времени все большие интервалов «экспозиций» будут регистрировать вспышку, изменяя вид фотографической кривой блеска.

Если вычислить относительные интегральные интенсивности дополнительного излучения в долях излучения спокойной звезды P в течение пятиминутных «экспозиций», согласно кривой блеска EV Lac (рис. 1), то можно получить представление о том, как изменяется вид кривой блеска в зависимости от начального момента при фотографических наблюдениях.

$$P_n = \int \frac{I_{0+t} - I_0}{I_0} dt, \quad n = 1 \dots 6,$$

где I_{0+t} — интенсивность звезды во время вспышки, I_0 — интенсивность звезды в спокойном состоянии.

В табл. 1 для примера приведены значения относительных интенсивностей P_n лишь при некоторых t_0 , отличающихся от произвольного начала «наблюдений» на пять минут, вычисленные за пятиминутные «наблюдения». В первом столбце приведены начальные моменты «наблюдений» t_0 , в остальных — величины P_n в порядке номера экспозиции. В последнем столбце дана интегральная относительная интенсивность за общее время наблюдений.

Таблица 1

t_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	$\sum_{n=1}^6 P_n$
18 ^h 48 ^m						0.02	0.02
53					0.02	5.85	5.87
58				0.02	5.85	4.00	9.87
19 03			0.02	5.85	4.00	2.14	12.01
08		0.02	5.85	4.00	2.14	1.30	13.31
13	0.02	5.85	4.00	2.14	1.30	1.17	14.48
18	5.85	4.00	2.14	1.30	1.17	0.82	15.28
23	4.00	2.14	1.30	1.17	0.82	0.49	9.92
28	2.14	1.30	1.17	0.82	0.49	0.18	6.10
33	1.30	1.17	0.82	0.49	0.18	—	3.96
38	1.17	0.82	0.49	0.18	—	—	2.66
43	0.82	0.49	0.18	—	—	—	1.49
48	0.49	0.18	—	—	—	—	0.67

Так как фотографический метод, использованный нами, для надежности ограничен амплитудой 0^m5, то и значения P_n должны быть ограничены снизу, в данном случае P_n должно быть ≥ 2.90 . Отсюда видно, что в приведенном выше примере (табл. 1) лишь для 5 моментов времени будет зарегистрирована вспышка. Из приведенных примеров (если бы было возможно регистрировать и более слабые) в случае половины дается относительно правильная информация об энергии вспышки.

На рис. 1 приведены примеры кривых блеска вспышки EV Lac, как они выглядели бы, если бы наблюдения проводились фотографическим методом с начальными моментами наблюдений: $t_0 = 18^h 58^m 5$, $19^h 14^m$, $19^h 18^m 5$.

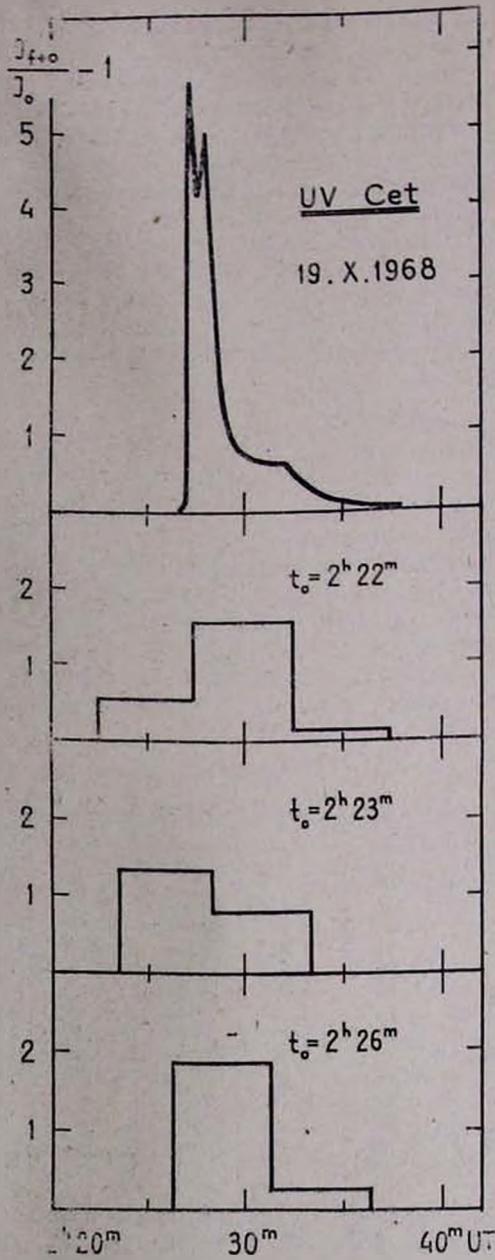


Рис. 2. Кривая блеска вспышки звезды UV Cet, пронаблюденная фотоэлектрически, и рассчитанные на ее основе фотографические кривые при различных моментах начала «экспозиции»

Рассмотрим теперь очень быструю вспышку UV Cet, 19.10.1968 г. [1] (рис. 2). Проведем ту же процедуру, что и в случае EV Lac. На рис. 2 приведено несколько примеров кривых блеска вспышки UV Cet, рассчитанных на основе фотоэлектрических наблюдений в зависимости от начального момента наблюдений ($t_0 = 2^h22^m$, 2^h23^m , 2^h26^m), если бы вспышку наблюдали фотографическим методом.

Из сравнения рис. 1 и 2 видно, что степень усреднения наблюдаемой амплитуды сильно зависит, кроме t_0 , также от скорости затухания вспышки, т. е. от формы кривой блеска вспышки. Фотографическая амплитуда может определяться из фотоэлектрических наблюдений по формуле:

$$\Delta m_{pg} = 2.5 \lg \frac{S}{\Delta t},$$

где S —площадь, описанная кривой блеска при фотоэлектрических наблюдениях, Δt —длительность экспозиции при фотографических наблюдениях, выраженная в минутах.

О быстроте нарастания блеска звезды до максимума при обычных фотографических наблюдениях можно судить по количеству домаксимальных изображений, на которых блеск звезды выше, чем нормальный. Представляет интерес провести статистику числа домаксимальных изображений с тем, чтобы определить процент быстрых и медленных вспышек. Это можно сделать с помощью результатов табл. 1 и аналогичных результатов для других вспышек (которые не приводятся) и сравнить непосредственно с данными, полученными из наблюдений звездных агрегатов фотографическим методом.

В табл. 2 на основе анализа кривых блеска вспышек звезд EV Lac, UV Cet, YZ CMi [1—3], приведены следующие значения: в первом столбце—название звезды, вспышка которой изучалась, во втором—процент случаев, когда нет повышенного домаксимального изображения во время экспозиции, в третьем—есть одно домаксимальное изображение, в четвертом—два домаксимальных изображения, в пятом амплитуда вспышки по фотоэлектрическим измерениям, в шестом—амплитуда вспышки по фотографическим измерениям (усредненная), в седьмом—время возгорания вспышки, в восьмом—время затухания, в девятом—дата вспышки. Вспышка EV Lac от 1.10.1970 г. была медленной.

Из табл. 2 видно, что два домаксимальных изображения наблюдаются лишь в случае медленной вспышки EV Lac от 1.10.1970 г.

Результаты табл. 2 можно сравнить с фотографическими наблюдениями вспыхивающих звезд в ассоциации Ориона и в скоплении Плеяды [4].

Из сравнения можно сделать следующие выводы:

1. Анализ фотоэлектрических кривых блеска нескольких вспышек показывает, что примерно в 30% случаев «наблюдалось» бы одно до-

Таблица 2

Звезда	0	1	2	$\Delta m_{фэ}$	Δm_{pg}	t_B	t_3	Дата
EV Lac	71	29	—	1 ^m 1	0 ^m 97	1 ^m 7	39 ^m	29.12.1967
"	67	33	—	1.2	1.0	2.8	10	19.11.1971
"	42	45	13	3.5	3.4	16.5	54	1.10.1970
YZ CM ₁	78	22	—	1.5	1.1	1.6	22	18.01.1969
UV Cet	67	33	—	2.0	1.2	1	11	19.10.1968

максимальное изображение, если бы наблюдения проводились фотографическим методом. Наблюдения вспыхивающих звезд фотографическим методом ($N=178$) в ассоциации Ориона и Плеяд демонстрируют в среднем 17% случаев одного домаксимального изображения.

2. Анализ фотоэлектрической кривой блеска относительно медленной вспышки EV Lac (1.10.1970) показал, что при случайном расположении начала экспозиции, в 13% случаев «наблюдались» бы два домаксимальных изображения во время возгорания вспышки, что касается звезд в ассоциации Ориона и скопления Плеяды то в 2 + 4% случаев имеется два домаксимальных изображения. Два и более домаксимальных изображения могут наблюдаться лишь у медленных вспышек.

Вероятность наблюдения двух домаксимальных изображений в случае медленной вспышки типа EV Lac от 1.10.1970 г. по данным табл. 2 равна $1/8$. Если бы мы считали, что все медленные вспышки в агрегатах имели кривые, подобные кривой блеска вспышки EV Lac, то пришлось бы допустить, что максимальный процент медленных вспышек составляет 16—32% от общего числа всех вспышек, поскольку из 8 таких вспышек лишь одна обнаруживает себя при таких наблюдениях двумя предмаксимальными изображениями. В действительности реальное число обнаруживаемых медленных вспышек меньше, так как мы взяли предельный случай, когда возгорание продолжается 16 минут а основное количество фотографических наблюдений проводится экспозициями 10—15 мин, при которых такие медленные будут наблюдаться как быстрые вспышки.

24 июня 1983 г.

Է. Ս. ՊԱՐՍԱՄՅԱՆ

ԼՈՒՍԱԶՍՓԱԿԱՆ ԿՈՐԵՐԻ ԲՆՈՒՅԹԸ ԸՍՏ ԼՈՒՍԱՆԿԱՐԶԱԿԱՆ ԴԻՏՈՒՄՆԵՐԻ

Ցույց է տրված, որ լուսանկարչական եղանակով դիտված բռնկումների պայծառության կորերի տեսքը կախված է դիտման սկզբնական պահից, իսկ բռնկման միջինացված ամպլիտուդները կախված են լուսակայման տևողությունից և բռնկման պայծառության կորի մարման ձևից: Ցույց է տրված, որ երկու և ավելի նախամաքսիմալ պատկերներ դիտվում են միայն դանդաղ բռնկումների ժամանակ:

E. S. PARSAMIAN

CHARACTER OF PHOTOMETRIC CURVES ON THE BASE OF PHOTOGRAPHIC OBSERVATIONS

It is shown that the form of the light curves of flares observed photographically depend from the beginning of observations and that the averaged amplitudes of flare depend from the exposure time and the form of decreasing light curve. It is shown that two or more premaximal images on the plate can only be in the case of slow flare.

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Cristaldi, M. Rodono, Astr. Astrophys. Suppl. 2, 223, 1970.
2. К. А. Григорян, М. А. Ерицян, Астрофизика, 7, 303, 1971.
3. М. А. Ерицян, Сообщ. Бюраканской об., 46, 23, 1975.
4. Э. С. Парсамян, Астрофизика, 7, 547, 1971.