

УДК: 524. 338. 6: 520.8

ОДНОВРЕМЕННЫЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
И СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗВЕЗДЫ EV LAC

Н.Д.МЕЛИКЯН, М.К.ЦВЕТКОВ, Р.А.САРКИСЯН

Поступила 4 декабря 1994

Принята к печати 25 декабря 1994

Обсуждаются результаты одновременных фотоэлектрических и спектральных наблюдений вспышковой звезды EV Lac. Наблюдения EV Lac проводились в Национальной обсерватории Болгарской АН в августе 1986г. Фотоэлектрические наблюдения проводились в U — цвете с временем интегрирования 1с на 60 см телескопе. Эффективное время фотоэлектрических наблюдений составляет 13 часов. Спектральные наблюдения были выполнены на двухметровом телескопе. В течение одной ночи были получены 35 спектрограм звезды EV Lac, каждая из которых в течение 2 минут. Измерены эквивалентные ширины эмиссионной линии H_{α} . Во время фотоэлектрических наблюдений зарегистрированы 6 вспышек. Одна из двух звезд сравнения, C_2 , показала изменение яркости.

1. *Введение.* Спектральные наблюдения звездных вспышек являются очень информативными. С этой точки зрения особенно важны одновременные спектральные и фотоэлектрические наблюдения. Несмотря на определенные трудности при проведении таких наблюдений, начиная с шестидесятых годов они проводились и позволили получить некоторые важные результаты.

Еще первые спектральные наблюдения вспышковых звезд окрестности Солнца показали, что спектры звезд типа UV Кита во время вспышек сильно отличаются от спектров звезд в их спокойном состоянии. Во время вспышек появляется непродолжительная, но сильная коротковолновая непрерывная эмиссия, и усиливаются интенсивности эмиссионных линий.

Одновременные спектральные и фотоэлектрические наблюдения вспышек звезд типа UV Кита, выполненные Моффеттом и Боппом [1,2], показали, что резкое повышение блеска звезды и отдельные кратковременные всплески яркости на кривой блеска вспышки обусловлено сильным усилением интенсивности непрерывного спектра. Доля энергии, излучаемой в эмиссионных линиях

вблизи максимума, составляет всего несколько процентов от общей энергии излучаемой звездой, тогда как она достигает приблизительно 30% в фазе затухания вспышки.

Шаховская [3] и Бопп [4] показали, что у звезды EV Lac эмиссионные линии водорода и CaII с течением времени показывают изменения интенсивностей. В частности, в работе Боппа [4] показано, что интенсивность линии H_{α} у звезды EV Lac изменяется и в короткой шкале времени.

В настоящей работе приводятся результаты одновременных фотоэлектрических и спектральных наблюдений одной из ярких вспыхивающих звезд окрестности Солнца, звезды EV Lac.

2. Наблюдения. Настоящие наблюдения проводились на двух телескопах обсерватории Рожов (Болгария) в августе 1986г. Спектральные наблюдения проводились на 2-м телескопе, а фотоэлектрические — на 60-см цейссовском телескопе системы Кассегрена. При непрерывном патрулировании звезды EV Lac фотоэлектрическим методом на одном телескопе, на другом были получены спектры этой звезды. Из-за плохой связи между телескопами и слабости вспышек не удалось проследить хотя бы одну вспышку с начала и до конца спектрально. Тем не менее в течение одной ночи, когда фотоэлектрически были зарегистрированы 4 вспышки, получены 35 спектров звезды EV Lac, что дало возможность проследить за ходом изменения спектра звезды в течение этого времени. Фотоэлектрические наблюдения проводились три дня. Отметим, что спектры звезды EV Lac получены только в течение одной ночи, когда фотоэлектрически были зарегистрированы вспышки №№3, 4а, b, 5 и 6.

3. Фотоэлектрические наблюдения. Фотоэлектрические наблюдения проводились на 60-см телескопе с помощью одноканального электрофотометра FF-1. Время интегрирования для получения одного отчета от звезды составляло 1 секунду. Наблюдения проводились в ультрафиолетовых лучах. Предварительные результаты этих фотоэлектрических наблюдений уже опубликованы [5].

Фотоэлектрические наблюдения продолжались с 11 по 13 августа 1986г. За 13 часов эффективного времени наблюдений фотоэлектрически были зарегистрированы 6 вспышек. На рис. 1 приводятся кривые блеска зарегистрированных вспышек, где по оси абсцисс отложено мировое время UT, а по оси ординат величина $I_f - I_0 / I_0$, где I_f — интенсивность вспышечного излучения, а I_0 — интенсивность излучения звезды в нормальном состоянии.

При одновременных фотоэлектрических и спектральных наблюдениях зарегистрированы следующие вспышки: №№ 3, 4а, b, 5 и 6. Как видно на рис.1 три

из зарегистрированных шести вспышек (№№1, 2 и 4) имеют сложную структуру. На кривой блеска вспышек №№1 и 4 четко выделяются два максимума.

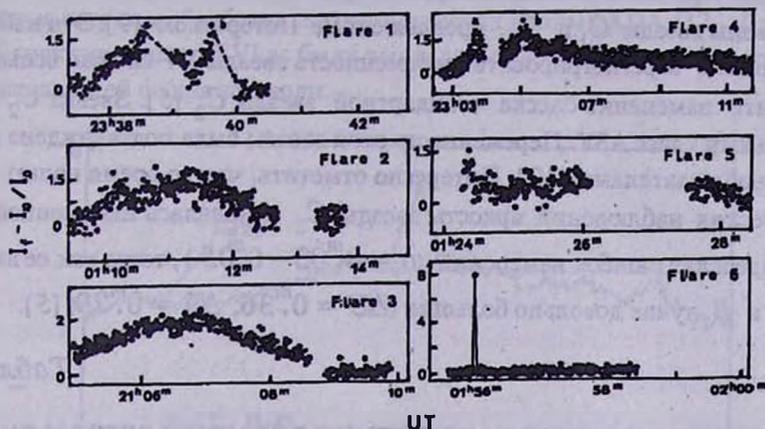


Рис.1. Кривые блеска 6 вспышек звезды EV Lac, зарегистрированные во время наших наблюдений.

Вспышка №6 представляет особый интерес. На наш взгляд ее трудно назвать нормальной вспышкой. Мы имеем дело с резким повышением блеска с продолжительностью порядка или меньше одной секунды, т.е. это повышение при наших наблюдениях охватывает всего одну точку. Такие "вспышки" были зарегистрированы и ранее [6,7]. Следует отметить, что такие кратковременные повышения блеска во время вспышек всегда были зарегистрированы только у вспыскивающей звезды.

У нас с самого начала были сомнения о звездном происхождении таких кратковременных повышений блеска. В дальнейшем анализ результатов синхронных наблюдений звезды UV Кита, выполненных на высокогорной Майдаанакской станции Ташкентского астрономического института одновременно на двух разных телескопах с идентичной аппаратурой и фильтрами, показал, что такое явление по всей вероятности обусловлено пуассоновским распределением наблюдательных ошибок [8].

В табл. 1 приводятся данные о зарегистрированных нами вспышках звезды EV Lac. В соответствующих столбцах табл. 1 приводятся: номера вспышек, дата наблюдений, время максимума вспышки по UT, время возгорания (t_1) и время затухания (t_2) вспышки в секундах, амплитуда вспышки (ΔU) и ошибки измерений (σ_u) в ультрафиолетовых лучах и звездных величинах.

В течение всего времени фотозлектрических наблюдений, периодически проводились U , B , V фотозлектрические измерения в спокойном состоянии звезды EV Lac. При этом в качестве фотометрических стандартных звезд были использованы звезды C_1 и C_2 , предложенные Петерсеном [9]. Эти наблюдения позволили зарегистрировать переменность звезды EV Lac вне вспышки и обнаружить изменение блеска стандартной звезды C_2 [5]. Звезда C_2 имеет спектральный класс A3V. Переменность этой звезды была подтверждена позже другими наблюдателями [10]. Интересно отметить, что во время наших фотозлектрических наблюдений яркость звезды C_2 оставалась неизменной в V лучах в пределах ошибок измерений ($\sigma_v = 0^m.03 - 0^m.05$), тогда как ее изменения в U и B лучах довольно большие ($\Delta U = 0^m.36$, $\Delta B = 0^m.29$) [5].

Таблица 1

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ВСПЫШЕК ЗВЕЗДЫ EV LAC

№	Дата (UT)	UT (max)	t_1	t_2	ΔU	σ_u
1a	11.08.1986	23 ^h 38 ^m 33 ^s	43 ^s	—	0 ^m .52	0 ^m .07
1b	11.08.1986	23 39 38	8	40 ^s	0.54	0.07
2	12.08.1986	01 11 10	15	145	0.52	0.07
3	12.08.1986	21 07 10	70	180	0.85	0.06
4a	12.08.1986	23 03 40	20	—	0.55	0.06
4b	12.08.1986	23 05 00	30	202	0.66	0.06
5	13.08.1986	01 24 23	8	240	0.46	0.07
6	13.08.1986	01 56 02		1	2.44	0.08

4. *Спектральные наблюдения.* Спектральные наблюдения звезды EV Lac проводились на 2-м РКК — телескопе со спектрографом УАГС и ЭОП-ом, со средней дисперсией около $\sim 70 \text{ \AA} / \text{мм}$. Спектральное разрешение было равно 4 \AA . В качестве стандартной звезды использовалась звезда BD +17°4708 с известными спектральными характеристиками [11]. Были получены 35 двухминутных спектров. Спектры получены в красной части спектра звезды ($\lambda \lambda 6450 - 6650 \text{ \AA}$), охватывающей спектральную линию H_α .

Спектры регистрировались на автоматическом микроденситометре PDS Бюраканской астрофизической обсерватории. Для каждого спектра с помощью микроденситометра сканировались 5 строк: спектр звезды EV Lac, фон неба вокруг

звезды и спектры сравнения. При сканировании использовалась щель размерами $100 \times 25 \mu\text{м}$, а шаг сканирования составлял $20 \mu\text{м}$.

Обработка уже зарегистрированных спектров проводилась на ЭВМ СМ-4 с помощью системы обработки астрономических данных ADA [12]. Для каждого из 35 спектров звезды EVLac были вычислены наблюдательные распределения интенсивностей по длинам волн.

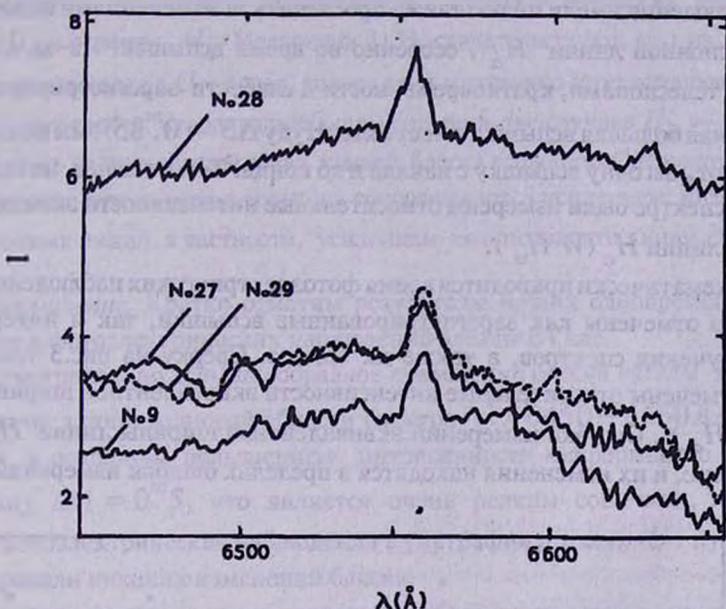


Рис.2. Регистрограммы 4 спектров звезды EVLac. Хорошо видно, что интенсивность непрерывного спектра звезды EVLac на спектре №28 повышена.

На рис.2 приводятся четыре спектра звезды EVLac с указанием их номеров. Отметим, что регистрограммы всех остальных спектров находятся в полосе между спектрами №9 и №27. На рис.2 видно, что во время получения спектра №28 в красной области звезды EVLac зафиксировано значительное повышение интенсивности. Это всплшкообразное повышение в наблюдаемой области спектра имеет амплитуду $\Delta m = 0.5$. За 5 минут до и через 7 минут после получения спектра №28 были получены спектры №27 и №29, которые не показывают никаких изменений. Такое повышение блеска звезды в красной области спектра, на наш взгляд, особенно интересно тем, что во время получения этого спектра фотоэлектрические наблюдения в U -лучах не зарегистрировали никаких изменений блеска, превышающие ошибки измерений.

Мы неоднократно обращались к изучению спектра №28. Многократно повторя измерения мы пришли к выводу, что по всей вероятности такое изменение блеска звезды EVLac не является результатом каких-либо ошибок. С таким явлением, когда амплитуда вспышки уменьшается в сторону коротких длин волн мы встретились при синхронных фотографических U, B, V наблюдениях звездных вспышек в области ассоциации Ориона [13,14].

Наши наблюдения имели целью также проследить за изменениями интенсивностей эмиссионной линии H_α , особенно во время вспышек. Из-за плохой связи между телескопами, кратковременности и слабости зарегистрированных вспышек (самая большая вспышка имеет амплитуду $\Delta U = 0^m.85$), мы не смогли проследить хотя бы одну вспышку с начала и до конца. Тем не менее, на каждом полученном спектре были измерены относительные интенсивности эквивалентной ширины линии H_α (WH_α).

На рис.3 схематически приводится время фотоэлектрических наблюдений. На нем отдельно отмечены как зарегистрированные вспышки, так и интервалы времени получения спектров, а также их номера. Сверху на рис.3 темными кружками отмечены относительные интенсивности эквивалентной ширины линии H_α (WH_α). Ошибки измерений эквивалентной ширины линии H_α довольно большие, и их изменения находятся в пределах ошибок измерений.

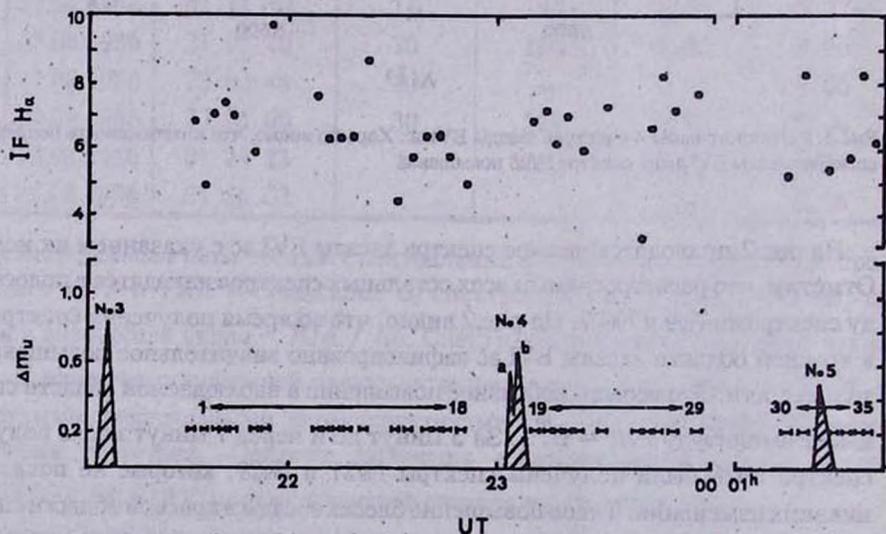


Рис.3. Схематически отмечены вспышки звезды EVLac, интервалы времен получения спектров и их номера. Сверху на рисунке темными кружками приведены относительные интенсивности эквивалентной ширины линии H_α (WH_α).

Таким образом, наши наблюдения не позволяют определенным образом говорить о наличии или же отсутствии изменения интенсивности линии H_{α} . Это может быть обусловлено большими ошибками измерения спектров, и слабостью зарегистрированных вспышек. Мы уже отметили, что доля энергии излучаемой в эмиссионных линиях вблизи максимума ничтожно мала, тогда как после максимума, на нисходящей ветви кривой блеска вспышки, она значительна [1,2]. С другой стороны, например, результаты одновременных фотоэлектрических наблюдений в полосе U и в линии H_{α} Мелконяна [15], свидетельствуют, что из 21 вспышки зарегистрированных в U -лучах, только одна достоверно зарегистрирована в линии H_{α} , несмотря на то, что в подавляющем большинстве случаев H_{α} — наблюдения проводились на нисходящей ветви кривой блеска вспышки. Следовательно, можно допустить, что не всегда вспышка сопровождается усилением интенсивностей эмиссионных линий, в частности, усилением интенсивности линии H_{α} .

5. Заключение. Кратко отметим результаты наших одновременных спектральных и фотоэлектрических наблюдений звезды EVLac.

Зарегистрировано вспышкообразное повышение блеска звезды EVLac в наблюдаемой длинноволновой области спектра ($\lambda \lambda 6450 - 6650 \text{ \AA}$) обусловленной, в основном, повышением интенсивности непрерывного спектра, на величину $\Delta m = 0^m.5$, что является очень редким событием, так как в это время фотоэлектрические наблюдения в ультрафиолетовых (U) лучах не зарегистрировали никаких изменений блеска.

Спектральные наблюдения показали, что изменения эквивалентной ширины эмиссионной линии H_{α} (WH_{α}) находятся в пределах ошибок наблюдений.

Зафиксирована переменность блеска звезды EVLac во время наших наблюдений [5]. Обнаружена переменность использованной стандартной звезды C_2 [5], которая в течение нескольких лет была использована в качестве фотометрического стандарта при фотоэлектрических наблюдениях вспыхивающей звезды EVLac [9].

Авторы считают своим приятным долгом поблагодарить профессора Л.В.Мирзояна за ценные советы, а сотрудникам обсерватории Рожен Болгарской Академии Наук за помощь во время наблюдений.

SIMULTANEOUS PHOTOELECTRIC AND SPECTRAL
OBSERVATIONS OF EV LAC

N.D.MELIKIAN, M.K.TSVETKOV, R.H.SARKISSIAN

The results of simultaneous spectral and photoelectric observations of flare star ET Lac are discussed. The observations of EV Lac were carried out at the National Astronomical Observatory of the Bulgarian Academy of Sciences in August 1986. Photoelectric observations have been carried out in U -colour with an integration time of 1 sec on the 60cm telescope. The effective time of photoelectric observations is about 13 hours. The spectral observations were obtained with 2m telescope. 35 spectrograms of EV Lac were obtained during a night, every of each — during 2 minutes. The equivalent widths of H_{α} emission line were measured.

During the photoelectric observations 6 flares were detected. One of the comparison stars, C_2 , showed light variations. The results of spectral observations are being discussed.

ЛИТЕРАТУРА

1. *B.W.Bopp, T.J.Moffett*, *ApJ.*, **185**, 239, 1973.
2. *T.J.Moffett, B.W.Bopp*, *ApJ.*, *Suppl. Ser.*, **31**, 61, 1976.
3. *Н.И.Шаховская*, *Изв. Крым. астрофизической обс.*, **51**, 92, 1974.
4. *B.W.Bopp*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **168**, 225, 1974.
5. *М.К.Тsvetkov, К.Р.Тsvetkova, N.D.Melikian*, *IBVS*, №2954, 1986.
6. *B.R.Pettersen, К.Р.Панов, W.H.Sandmann, М. S.Ivanova*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **66**, 235, 1986.
7. *V.P.Zalnljan, H.M.Tovmassian*, *IBVS*, №2992, 1986.
8. *N.D.Melikian, V.S.Shevchenko*, *Flare Stars in Star Clusters, Associations and the Solar Vicinity*; L.V.Mirzoyan et al. (eds.), *IAU Symposium №137*, Kluwer Academic Publ. Shers, Dordrecht. Bost London, p.31, 1990.
9. *B.R.Pettersen*, *Astron. Astrophys.*, **123**, 184, 1983.
10. *S.J.Kleinmann, W.H.Sandmann, C.W.Ambruster*, *IBVS*, №5031, 1980.
11. *J.B.Oke, J.E.Gunn*, *ApJ.*, **266**, 713, 1983.
12. *С.В.Зарацян, Т.Ю.Мазахян*, *Сообщ.БАО*, **55**, 80, 1984.
13. *Л.В.Мирзоян, О.С.Чавушян, Н.Д.Меликян, Р.Ш.Нацояншвили, В.В.Амбарян, Г.А.Брутян*, *Астрофизика*, **19**, 725, 1983.
14. *N.D.Melikian, R.Sh.Natvylshvili, H.S.Chavushian*, *IBVS*, №2622, 1984.
15. *А.С.Мелконян*, *Сообщ. БАО*, **54**, 15, 1983.