

УДК: 524.3:520.82.054

ФОТОМЕТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ LkH_α 215

Я.Н.ЧХИКВАДЗЕ

Поступила 12 июня 2003

Принята к печати 27 августа 2003

Представлены результаты фотозлектрических наблюдений в системе Стрёмгрена Ae/Be звезды Хербига LkH_α 215. Установлено, что исследуемая звезда претерпевает вспышки. Обнаружены два типа вспышек. Амплитуда вспышки первого типа растет с уменьшением длины волны. При вспышках второго типа амплитуда блеска имеет максимум в полосе *V*.

1. *Введение.* LkH_α 215 является классической Ae/Be звездой Хербига [1]. Оценки спектрального класса звезды у разных авторов заметно отличаются друг от друга: B1-B8 [1-8]. Звезда характеризуется заметной эмиссией в водородных линиях: $W(H_{\alpha}) = 18\text{\AA} + 23$ [3,5]. Единственное упоминание на переменность исследуемой звезды содержится в работе [9]: блеск меняется квазициклически в пределах $10^m.40-10^m.66$ ($P = 7^d?$).

2. *Наблюдения.* Наблюдения LkH_α 215 в системе Стрёмгрена *ibvuaβ* [10] были проведены на 125-см телескопе Абастуманской астрофизической обсерватории. Стандартом служила звезда 10-й величины, находящаяся к югу от HD259431 на 5 мин дуги. Контрольной звездой служила звезда, освещающая отражательную туманность VdB 79: $V = 10.04$, $U - B = 0.16$, $B - V = 0.24$, $V - R = 0.24$. ($\Delta m_{\lambda} = \Delta m_{\lambda}$ (контр.) - Δm_{λ} (станд.): $\Delta m_y = 0.002$, $\Delta m_b = 0.245$, $\Delta m_V = 0.555$, $\Delta m_u = 0.170$, $\Delta \beta_n = -0.128$, $\Delta \beta_W = 0.135$, $\Delta \alpha_n = -0.400$, $\Delta \alpha_W = -0.300$). Точность измерения по контрольной звезде в ультрафиолете порядка $0^m.015 + 0^m.020$, в остальных фильтрах - $0^m.010$.

В табл.1 представлены результаты наблюдений в относительных единицах: "переменная" минус "стандарт".

3. Обсуждение.

3.1. *Результаты *ibvu* наблюдений.* В период наших наблюдений амплитуда изменения блеска LkH_α 215 в полосе *u* была порядка $0^m.17$.

По данным табл.1 видно, что фотометрические параметры исследуемой звезды показывают определенный тренд. В частности, с падением блеска значения показателя цвета *u-b* и индекса *c₁* сначала уменьшаются, а затем растут. Вероятно, значения показателя цвета *b-u* и индекса β изменяются аналогичным образом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ Lkn_α 215.

$$\Delta m = m(\text{var}) - m(\text{stand}).$$

$\Delta\beta_n, \Delta\beta_W, \Delta\alpha_n$ И $\Delta\alpha_W$ - ОЦЕНКИ В УЗКОМ И ШИРОКОМ
H_β И H_α ФИЛЬТРАХ

JD2440000+	Δm_y	Δm_b	Δm_V	Δm_u	$\Delta\beta_n$	$\Delta\beta_W$	$\Delta\alpha_n$	$\Delta\alpha_W$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6750.521	0.414	0.434	0.194	0.446	0.424	0.471		
	0.428	0.436	0.196	0.377	0.403	0.435		
	0.420	0.418	0.184	0.387	0.384	0.418		
6840.315	0.426	0.463	0.202	0.377	0.463	0.482		
	0.484	0.459	0.189	0.564	0.475	0.489		
	0.507	0.499	0.235	0.644	0.546	0.528		
7090.335	0.520	0.527	0.322	0.511	0.474	0.539		
	0.533	0.569	0.349	0.512	0.458	0.606		
	0.493	0.523	0.272	0.465	0.545	0.515		
7453.200	0.423	0.414	0.173	0.412	0.412	0.443	-0.249	0.242
	0.430	0.437	0.199	0.421	0.412	0.435	-0.274	0.234
	0.432	0.456	0.204	0.391	0.404	0.468	-0.248	0.248
7561.425	0.477	0.457	0.300	0.521	0.456	0.515		
7564.300	0.416	0.435	0.207	0.403	0.417	0.442	-0.202	0.231
	0.405	0.464	0.229	0.463	0.454	0.469	-0.248	0.247
7879.442	0.573	0.610	0.389	0.651	0.608	0.634		
	0.548	0.602	0.396	0.631	0.622	0.599		
	0.575	0.609	0.389	0.655	0.571	0.601		
7917.343	0.426	0.444	0.232	0.496	0.466	0.475		
	0.426	0.425	0.157	0.369	0.388	0.431		
	0.433	0.462	0.180	0.274	0.337	0.377		
7918.359	0.416	0.476	0.255	0.405	0.470	0.468	-0.269	0.267
	0.450	0.475	0.211	0.396	0.483	0.431	-0.200	0.202
	0.511	0.473	0.238	0.396	0.496	0.449	-0.223	0.216
7928.322	0.477	0.480	0.264	0.427	0.450	0.487	-0.205	0.286
	0.460	0.462	0.207	0.423	0.408	0.396	-0.212	0.209
	0.441	0.471	0.247	0.385	0.474	0.434	-0.242	0.244
7949.276	0.442	0.449	0.218	0.406	0.410	0.460	-0.179	0.253
	0.397	0.449	0.192	0.449	0.476	0.451	-0.183	0.243
	0.426	0.452	0.219	0.445	0.459	0.442	-0.169	0.280
7960.288	0.448	0.448	0.214	0.386	0.490	0.477	-0.206	0.263
	0.454	0.455	0.234	0.454	0.429	0.458	-0.213	0.265
7961.241	0.434	0.457	0.202	0.401	0.477	0.470	-0.196	0.257
	0.441	0.477	0.252	0.368	0.444	0.478	-0.231	0.268
	0.431	0.446	0.212	0.397	0.435	0.456	-0.237	0.240
7971.247	0.434	0.476	0.233	0.388	0.474	0.465	-0.192	0.278
	0.453	0.483	0.281	0.491	0.478	0.489	-0.248	0.277
	0.428	0.471	0.202	0.390	0.431	0.464	-0.208	0.281

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7972.239	0.494	0.527	0.324	0.547	0.508	0.544	-0.116	0.322
	0.464	0.414	0.205	0.405	0.405	0.451	-0.199	0.230
	0.435	0.434	0.210	0.369	0.419	0.474	-0.187	0.258
7973.237	0.459	0.492	0.229	0.375	0.461	0.481	-0.276	0.253
	0.482	0.501	0.217	0.446	0.509	0.503	-0.141	0.261
	0.453	0.471	0.225	0.392	0.436	0.483	-0.233	0.274
7974.241	0.482	0.518	0.281	0.486	0.486	0.520	0.029	0.496
	0.461	0.495	0.264	0.370	0.463	0.463	-0.149	0.281
	0.418	0.446	0.187	0.377	0.416	0.439	-0.219	0.250

3.2. *Фотометрическая активность звезды.* Ниже будут представлены результаты анализа данных наблюдений в *UBVRI*, полученных В.С.Шевченко и др. по программе "Ротор" [11].

На рис.1 представлена гистограмма блеска LkN_α 215, построенная по данным [11]: общее число измерений - 219, шаг - 0^m.02. Блеск переменной менялся от 9^m.93 до 10^m.83, хотя эти крайние значения наблюдались только один раз.

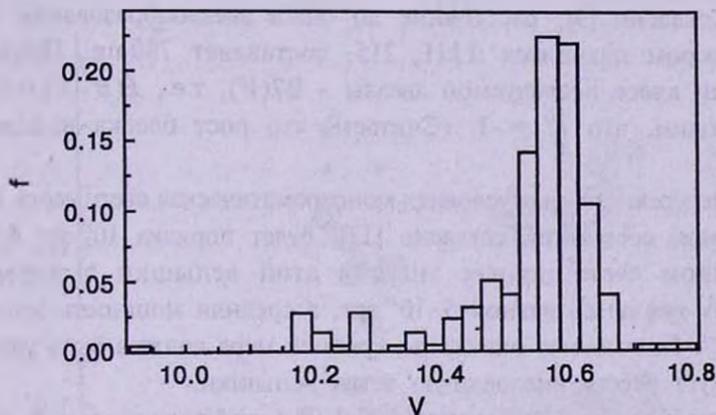


Рис.1. Гистограмма блеска LkN_α 215. f - частота, V - блеск.

Из рис.1 следует, что блеск LkN_α 215 в большинстве случаев (78%) варьировал в пределах 10^m.48-10^m.63. В дальнейшем этот интервал будем называть основным состоянием. С другой стороны, как видно из рис.1, можно отметить отчетливую асимметрию в сторону повышенной яркости.

Выше было отмечено, что исследуемая звезда претерпевает квазициклическое колебание блеска в интервале 10^m.40-10^m.66. Между тем для исследуемой звезды характерны состояния, когда блеск в течение нескольких дней практически не менялся. Например, в период времени JD2445689-95 7 дней подряд блеск был равен 10^m.60, а в интервале JD2447778-88 11 дней подряд блеск был равен 10^m.55±0.02.

Наиболее примечательными особенностями LkH_{α} 215 оказались быстрые подъемы блеска. В табл.2 представлены данные об этих эруптивных процессах. К сожалению, наблюдениями охвачены лишь два состояния и, поэтому, мы не в состоянии представить полную картину указанных процессов.

Таблица 2

БЫСТРЫЕ ВСПЫШКИ В LkH_{α} 215.

JD2440000+	Продолжительность вспышки в мин	ΔV	$\Delta(U-B)$	$\Delta(B-V)$	$\Delta(V-R)$
6338.431	8.64	-0.40	-0.23	-0.06	-0.05
7133.353	67.18	-0.24	-0.06	+0.08	-0.19
7885.422	102.24	-0.06	-0.04	-0.04	+0.01
8552.420	97.92	-0.14	-	+0.06	-0.07
8553.410	152.64	-0.18	-0.01	+0.05	-0.01

Наиболее впечатляющим представляется подъем блеска вблизи JD2446338.431, когда за 8 мин блеск из основного состояния возрос на $0^m.40$ в полосе V . Этот процесс, вероятно, можно считать вспышкой.

Для оценки энергетики этой вспышки воспользуемся следующими данными. Согласно [9], расстояние до очага звездообразования RSF3 Mon, в котором находится LkH_{α} 215, составляет 780 пк. Принимая спектральный класс исследуемой звезды - $B7(V)$, т.е., $E(B-V) = 0.67$ и $R = 3.1$, находим, что $M_V = -1$. (Считаем, что рост блеска в полосе I равен нулю).

При вышеперечисленных условиях монохроматическая светимость LkH_{α} 215 в основном состоянии, согласно [12], будет порядка 10^{32} эрг $\text{\AA}^{-1} \text{с}^{-1}$.

В конечном счете полная энергия этой вспышки в интервале $3600\text{\AA} - 9700\text{\AA}$ оказалась равной $5 \cdot 10^{37}$ эрг, а средняя мощность вспышки - $4 \cdot 10^{35}$ эрг с^{-1} . Полученная оценка по крайней мере должна быть удвоена, так как следует учесть нисходящую ветвь вспышки.

Изменения блеска с амплитудой $0^m.3 - 0^m.4$ наблюдаются и в другие даты. Особенно активной была звезда в интервале JD2446332-6399 (период А) и в период JD2447794-7827 (период В), когда блеск исследуемой звезды за сутки возрастал на $0^m.3 - 0^m.4$, а через день был на прежнем уровне. Например, в период времени JD2447812-7817 блеск звезды 3 раза поочередно находился на уровнях $10^m.17$ и $10^m.58$.

Изменение фотометрических параметров при возрастании блеска в период А происходило так же, как и в случае более быстрых вариаций (табл.2), т.е. при увеличении блеска звезда становилась голубее.

В период В изменение показателей цвета LkH_{α} 215 происходило иначе, чем в период А. Как видно из рис.2, при росте блеска показатели

цвета $U-V$ и $B-V$ увеличиваются. Показатель цвета $V-R$ хотя и уменьшается, тем не менее, его градиент изменения больше, чем в период А.

Различие вспышек периодов А и В можно легко проиллюстрировать следующим образом. Спектр вспышки в период А и вспышек из табл.2 таков: амплитуда изменения блеска растет с уменьшением длины волн. В период В амплитуда изменения блеска имеет четкий максимум в визуальных лучах.

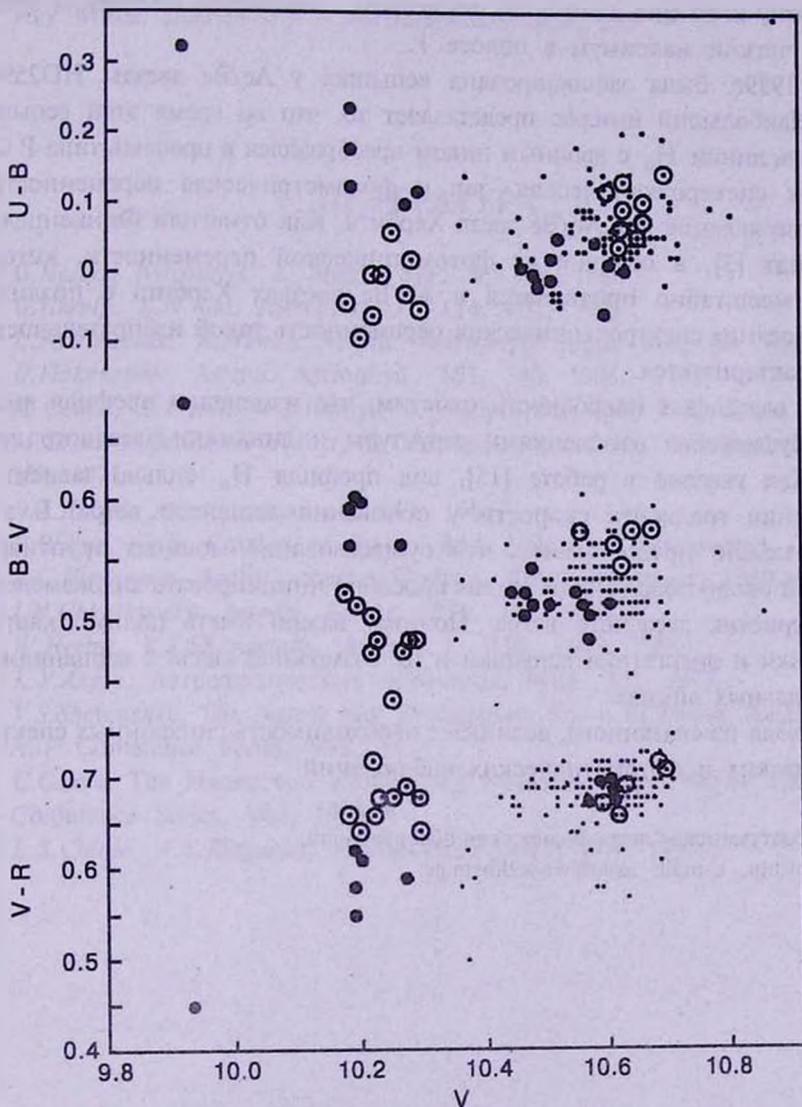


Рис.2. Зависимости показателей цвета $U-B$, $B-V$ и $V-R$ от блеска. Кружки с точкой - период JD2446332-6399, заполненные кружки - период JD2447794-7827, точки - остальные данные.

4. *Выводы и проблемы.* Вкратце перечислим основные результаты и выводы. В статье представлены результаты фотоэлектрических наблюдений $LkN_{\alpha} 215$ в системе Стрёмгрена.

Несмотря на небольшую амплитуду изменения блеска, установлено, что в процессе уменьшения блеска значения показателей цвета $u-b$, $b-y$ и индексов β и c , сначала уменьшаются, а затем увеличиваются.

Обнаружено, что $LkN_{\alpha} 215$ претерпевает вспышки. Наблюдаются два типа вспышек. В первом случае амплитуда изменения блеска растет в сторону коротких длин волн, во втором - амплитуда изменения блеска имеет четкий максимум в полосе V .

В 1989г. была зафиксирована вспышка у Ae/Be звезды HD259431 [13]. Наибольший интерес представляет то, что во время этой вспышки профиль линии H_{α} с двойным пиком преобразился в профиль типа P Cуг.

Как спектроскопическая, так и фотометрическая переменность - обычное явление для Ae/Be звезд Хербига. Как отметили Финкенцеллер и Мундт [3], в отличие от фотометрической переменности, которая более масштабно проявляется в Ae/Be звездах Хербига с поздними подклассами, спектроскопическая переменность такой избирательностью не характеризуется.

Не вдаваясь в подробности отметим, что изменения профиля линии H_{α} обусловлены изменениями структуры и динамики звездного ветра [14]. Как указано в работе [15], вид профиля H_{α} сильно зависит от изменения градиента скорости у основания звездного ветра. В этой связи можно предположить, что существование мощных эруптивных явлений около поверхности звезды способно инициировать видоизменение характеристик звездного ветра. Поэтому важно иметь полную картину динамики и энергетики вспышки и их возможной связи с вариациями в спектральных линиях.

Исходя из сказанного, возникает необходимость синхронных спектрометрических и фотометрических наблюдений.

Абастуманская астрофизическая обсерватория,
Грузия, e-mail: abao@www2kheta.ge

PHOTOMETRIC ACTIVITY OF LkH_α 215

I.N.CHKHIVADZE

The results of photometric observation of the Herbig Ae/Be star LkH_α 215 are presented. It is found that the investigated star undergoes flare events. There are two types of flares. The amplitude of type I flare increases with decreasing wavelength. The amplitude of type II flare reaches a maximum in V.

Key words: *stars:activity - stars:individual:LkH_α 215*

ЛИТЕРАТУРА

1. *G.Herbig*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **4**, 337, 1960.
2. *G.Herbig, K.N.Rao*, *Astrophys. J.*, **174**, 401, 1972.
3. *U.Finkenzeller, R.Mundt*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **55**, 109, 1984.
4. *U.Finkenzeller*, *Astron. Astrophys.*, **151**, 340, 1985.
5. *M.Cohen, L.V.Kuhi*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **41**, 743, 1985.
6. *M.Strom, K.M.Strom, J.Yost, L.Carrasco, G.Grasdalen*, *Astrophys. J.*, **173**, 350, 1972.
7. *Э.А.Дубай*, *Астрофизика*, **5**, 249, 1966.
8. *R.Wilson*, *Gen. Catalog of Stellar Rad. Velocities*, Washington, 1959.
9. *В.С.Шевченко*, *Ае/Ве звезды Хербига*, ФАН, Ташкент, 1989.
10. *I.N.Chkhivadze*, *Astron. Nachr.*, **315**, 253, 1994.
11. *W.Herbst, V.S.Shevchenko*, *Astron. J.*, **118**, 1043, 1999.
12. *К.У.Аллен*, *Астрофизические величины*, Мир, М., 1977.
13. *V.S.Shevchenko*, *The Nature and Evolutionary Status of Herbig Ae/Be Stars*, ASP Conference Series, V62, 1994.
14. *C.Catala*, *The Nature and Evolutionary Status of Herbig Ae/Be Stars*, ASP Conference Series, V62, 1994.
15. *L.S.Cidale, A.E.Ringuelet*, *Astrophys. J.*, **411**, 874, 1993.