

РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕКТРАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ
СН ЛЕБЕДЯ ЗА 1967—1969 ГОДЫ

Г. Н. ДЖИМШЕЛЕЙШВИЛИ

Поступила 29 июля 1970

Пересмотрена 23 декабря 1970

Рассмотрены результаты спектральных наблюдений полуправильной переменной СН Лебедя за 1967—1969 гг., проведенных на менисковой призмной камере Абастуманской обсерватории. Изучены изменения в непрерывном спектре, которые затем сопоставлены с изменениями относительного монохроматического блеска звезды. Отмечается зависимость между непрерывным излучением в фиолетовых лучах и изменением эмиссии в водородных линиях. Изменения непрерывного излучения в красных, зеленых и синих лучах частично приписываются спектру красного компонента СН Лебедя.

После вспышек 1963 и 1967 гг. [1, 2] звезда СН Лебедя, известная по каталогу переменных звезд [3] как SRa (период 97 дней, спектр М6), считается новоподобной переменной, обладающей комбинированным спектром. Спектральные и фотометрические данные говорят в пользу того, что СН Лебедя — граничный тип симбиотической звезды, когда более уверенно можно говорить о двойственности звезды. В данном случае звезда считается тесной двойной [4—6].

Два спектра СН Лебедя, полученные нами в 1966 г., были использованы в работе [7], когда звезда служила нам в качестве стандартной при спектрофотометрии углеродных звезд. Спектр соответствовал тогда классу М6 III. Так как в июне 1967 г. произошла вспышка звезды, сопровождаемая значительными изменениями в спектре, мы продолжили ее наблюдения.

Предварительные результаты, касающиеся наблюдений спектра за 1967 и 1968 гг., опубликованы в [8—11]. Здесь мы приведем данные наблюдений за 1969 г. и результаты сопоставления всего наблюдательного материала за время вспышки 1967—1969 гг.

Наблюдательный материал. Спектры СН Лебеда нами были получены на менисковой призмной камере Абастуманской обсерватории с 8^{-ой} призмой. Данные наблюдений за весь период приведены в табл. 1. В каждую ночь наблюдений мы старались иметь спектры как для красного участка спектра, так и для синего, но, как это видно из табл. 1, не для всех дат удалось это сделать. К сожалению, наш наблюдательный материал не является достаточно полным в том смысле, что не все спектральные изменения во времени были охвачены наблюдениями. Например, на спаде блеска, между 15 августа и 12 сентября 1969 г., в спектре произошли значительные изменения. Исчезла эмиссия в линиях. Именно в этом промежутке времени у нас не было наблюдений и, таким образом, характер изменения эмиссионного спектра при его исчезновении (то же касается его появления) нам не удалось уловить.

Общая характеристика спектра. Для спектра СН Лебеда характерны полосы поглощения окиси титана. За время наблюдений спектр поглощения в основном не изменялся. Мы оцениваем спектр поглощения как М6 III. Это определение касается визуального, фотографического и близкого ультрафиолетового участков спектра. Спектр в близких ультрафиолетовых лучах определен согласно данным работы [12]. Нарушения в структуре полос поглощения в спектре мы опишем ниже. Микрофотограммы, характеризующие основные этапы изменения спектра, приводим на рис. 1 и 2. Буквами а, в, с, d и т. д. обозначены бленды полос поглощения. Длины волн соответствующих бленд и полос поглощения приведены в [12]. Для сравнения на рис. 2 приводим также нормальный спектр звезды-гиганта класса М5 HD 132813 в близких ультрафиолетовых лучах. Рассмотрение микрофотограмм показывает, что если до вспышки была видна в эмиссии только бленда линий Fe II 4173, 4179, то на спектрах, полученных при вспышке, в эмиссии видны в основном бальмеровские линии водорода H_2-H_{11} . На некоторых спектрах видны также эмиссионные линии He I 5015 и He I 3883 (бленда 3888 и 3889 H_6). Но в отличие от долгопериодических переменных Me в спектре СН Лебеда, как и в спектрах симбиотических звезд, например Z Андромеды, значение бальмеровского декремента почти нормально [10, 13]. Сильные изменения претерпела линия поглощения Ca II, K. Сложное строение K-линии хорошо видно даже на наших мзлодисперсных спектрах. Рассмотрение микрофотограмм также показывает, что кроме изменений в линиях и полосах значительные изменения произошли в непрерывном спектре в различных лучах. Например, рассмотрение рис. 1 и 2 показывает увеличе-

Таблица 1

№ п/п	№ пла- стинок	Дата	Юлианские дни	Эмульсия	Экспозиция в мин
			2439000+		
1	5590	23.VI.1966	300.467	Kodak OaF	15
2	5627	10.VII.	317.413	ORWO ZU-I	70
3	6398	4.VIII.1967	707.359	Kodak OaO	36
4	6399	7.VIII.	710.281	" OaO	40
5	6401	8.VIII.	711.256	" OaF	27
6	6489a	14.IX.	748.262	" OaF	30
7	6497	29.IX.	763.244	" OaO	50
8	6512	2.X.	766.224	" OaF	40
9	6517	4.X.	768.242	" OaO	30
10	6534	5.X	769.216	" OaF	40
11	6604	27.X.	791.231	" OaF	40
12	6620	30.X.	794.246	" OaO	40
13	6626	31.X.	795.250	" OaO	30
14	6642	5.XI.	806.220	" OaF	40
			2440000-		
15	7099	4.VIII.1968	073.343	" OaF	40
16	7100	5.VIII.	074.372	ORWO ZP-3	30
17	7106	13.VIII.	082.283	Kodak OaO	25
18	7107	13.VIII.	082.302	ORWO ZP-3	20
19	7108	13.VIII.	082.323	Kodak OaF	15
20	7138	25.VIII.	094.322	" OaO	30
21	7143	26.VIII.	095.333	" "	20
22	7153	29.VIII.	098.356	" "	20
23	7164	15.IX.	115.282	" "	20
24	7241	20.IX.	120.276	" "	40
25	7293	25.IX.	125.222	" "	20
26	7784	10.VI.1969	383.449	" "	60
27	7878	12.VIII.	446.294	" OaO	40
28	7879	12.VIII.	446.325	" OaF	40
29	7884	15.VIII.	449.290	" OaF	40
30	7885	15.VIII.	449.322	" OaO	40
31	7994	12.IX.	477.137	" OaO	60
32	7995	12.IX.	477.267	" OaF	60
33	8169	14.X.	509.276	" OaF	60
34	8170	14.X.	509.309	" OaO	60
35	8178	15.X.	510.259	" OaF	60
36	8180	15.X.	510.331	Kodak OaO	60

ние непрерывного излучения в красных лучах (рис. 1, спектры № 7108 и 6642) и ультрафиолетового излучения (рис. 2, спектры № 7106 и 7143). Рассмотрение рис. 2 показывает также, что при вспышке все полосы поглощения, расположенные в близком ультрафиолетовом участке спектра, залиты непрерывной эмиссией (рис. 2, спектры № 7106 и 7143).

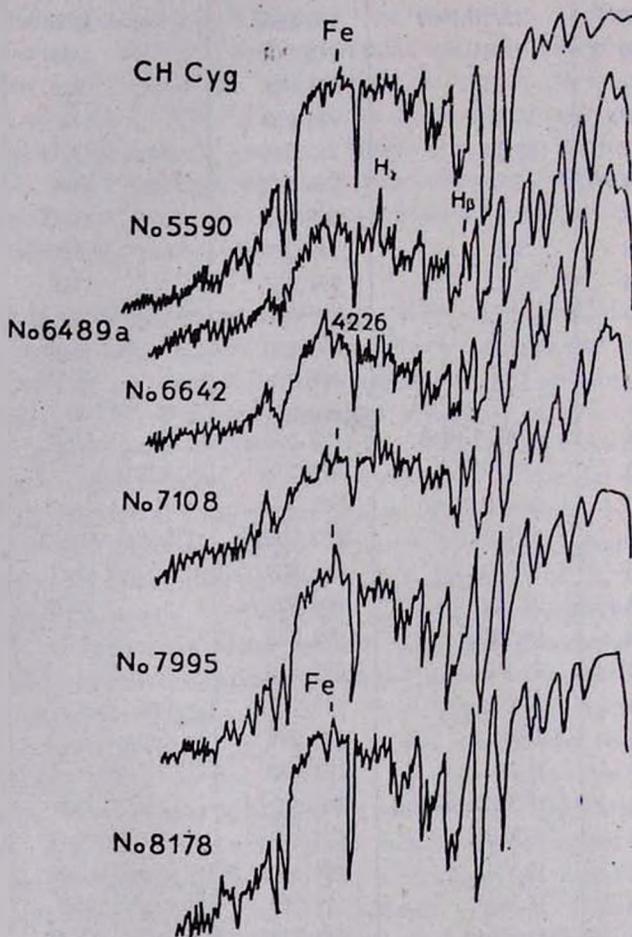


Рис. 1. Регистрограммы спектров СН Лебедя (λ . 6800—3500)

Определенные при вспышке спектральные данные, касающиеся водородной эмиссии (линейной и непрерывной), характерны для звезд с комбинированным спектром. Наличие переменных во времени избытков излучения в красных, зеленых, синих и фиолетовых лучах и

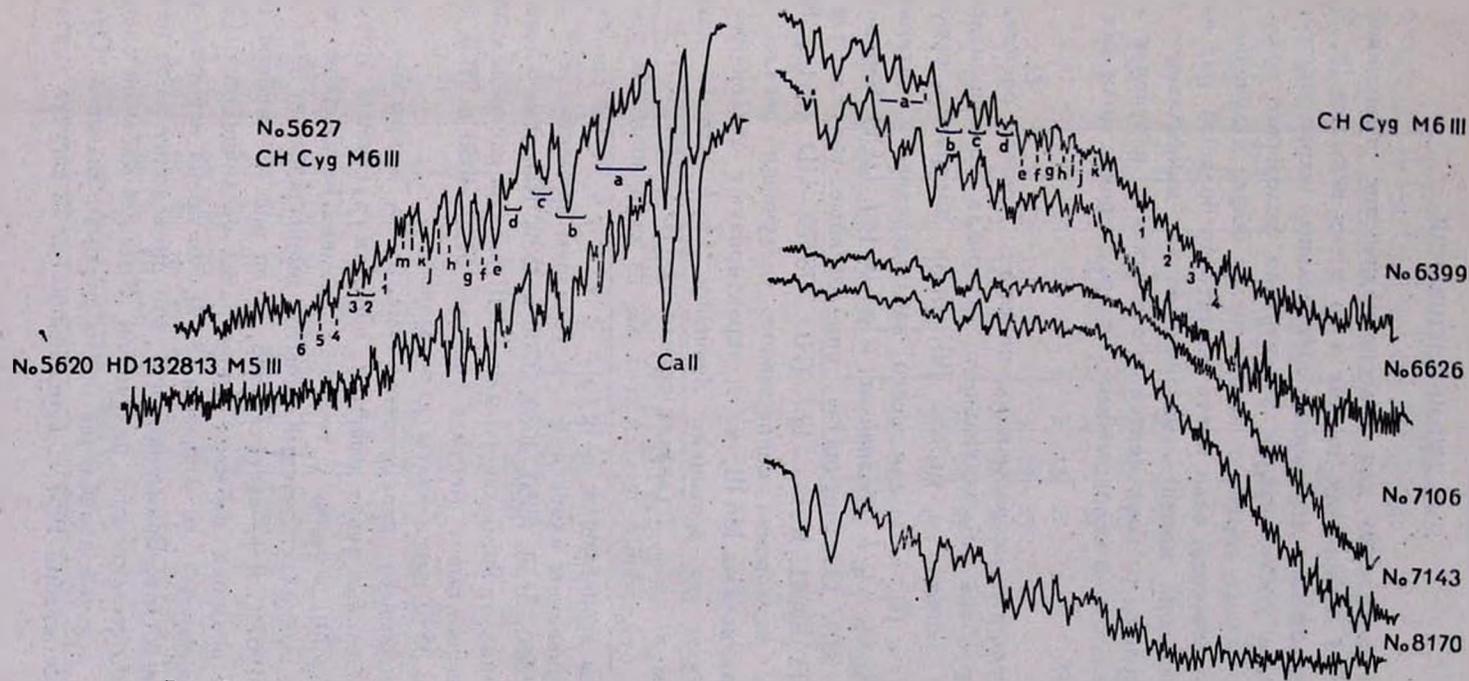


Рис. 2. Регистрограммы СН Лебеда и HD 132813 (M5 III) в фиолетовом участке спектра ($\lambda\lambda$ 3900—3500).

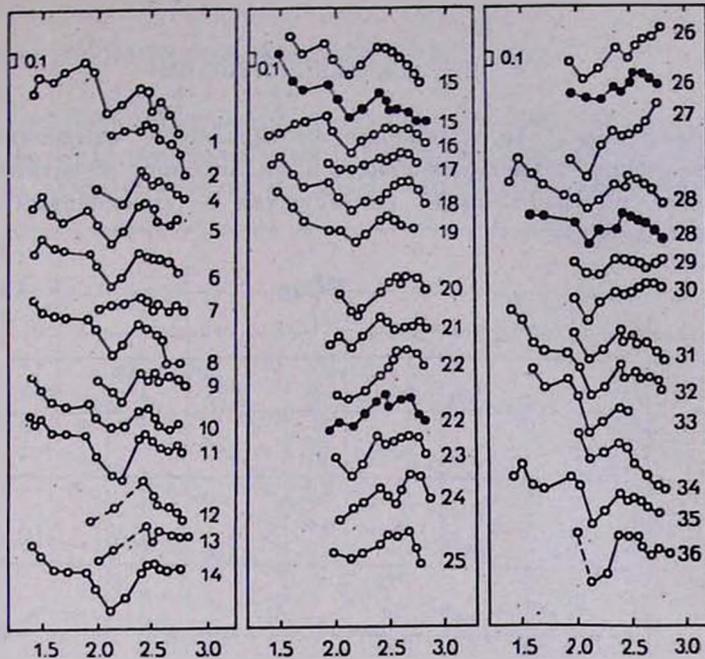
эмиссии Fe II характерно для долгопериодических переменных и отмечено для СH Лебеда как до, так и во время вспышки [8, 9].

Взаимоналожение переменных спектральных характеристик позднего и раннего составляющих значительно усложняет выделение в чистом виде вклада горячего компонента в общее излучение звезды. Но, с другой стороны, если иметь достаточно большой ряд наблюдений, охватывающий моменты максимального и минимального влияния горячего и холодного компонентов, и сопоставить изменения в линейчатом (полосчатом) и непрерывных спектрах, оценка доли каждого из них возможна.

Фотометрия непрерывного спектра. Кривые распределения энергии. Обработка наблюдательного материала производилась нами так, как это описано в работе [9]. Были построены зависимости ($\Delta \lg I_\lambda, \lambda^{-1}$) и ($\delta_\lambda, \lambda^{-1}$) для всего наблюдательного материала (36 спектров). Здесь $\Delta \lg I_\lambda$ обозначает $\Delta \lg I_\lambda = \lg I_\lambda$ (СН Лебеда) — $\lg I_\lambda$ (HD 184241, K0). Отклонения δ_λ , определенные как $\delta_\lambda = \Delta \lg I_\lambda$ (СН Лебеда — HD 184241, K0) — $\Delta \lg I_\lambda$ (HD 178770 — HD 176410, K0), характеризуют отклонения непрерывного излучения звезды от нормального для звезды М6 III, т. е. характеризуют отклонения от излучения звезды вне вспышки. Значения $\Delta \lg I_\lambda$ для 15 длин волны приводим в табл. 2 (звезда сравнения HD 184241, K0). В табл. 3 приводятся отклонения δ_λ для тех же 15 длин волн. На рис. 3 и 4 представлены зависимости ($\Delta \lg I_\lambda, \lambda^{-1}$) и ($\delta_\lambda, \lambda^{-1}$). На рис. 5 для наглядности приведены изменения δ_λ с течением времени для 6 значений длин волн, 6560, 5550, 5080, 4080, 3700 и 3590. Как отмечалось раньше [9], отклонение от нормального для М6 III звезды распределения энергии вне вспышки имеет место в участках 5100, 4080 и 3700. Участки 6560, 5550 и 3590 здесь взяты для сравнения.

Как показывает рассмотрение рис. 3—5, в красных, зеленых, синих и фиолетовых лучах имеются избытки излучения (около 6560, 5080, 4080, 3700), которые с течением времени неодинаково меняются в различных пределах. Зеленый избыток уменьшался до нуля два раза (5 октября 1967 г. и 13 августа 1968 г.; на рис. 4 — номера 10 и 18), затем после вспышки избыток снова начал увеличиваться. Синий избыток, характерный до вспышки [8, 9], во время вспышки тоже несколько возрастает. Возможно, что это происходит из-за повышения непрерывного фиолетового излучения. Красный избыток сначала увеличивается, а затем колеблется около среднего значения. Отклонения произошли 5 октября 1967 г. (уменьшение) и 12 августа (увеличение).

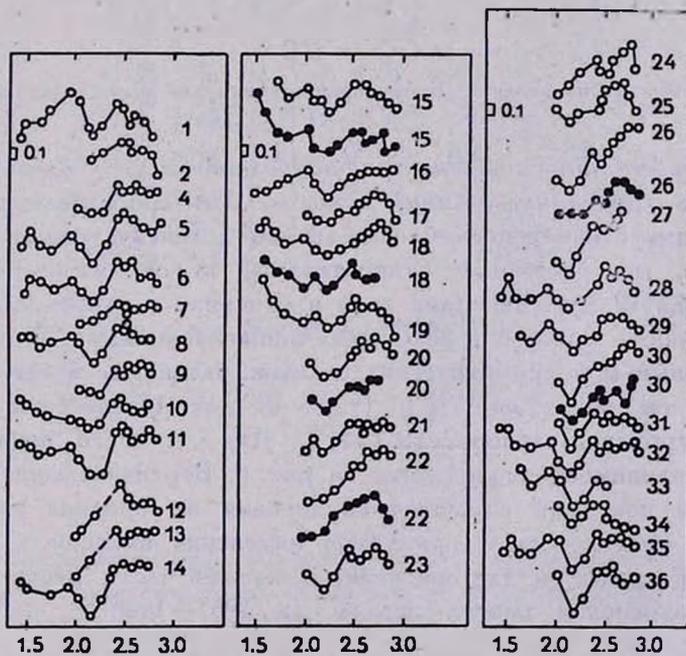
$\Delta \lg I$



λ

Рис. 3. Зависимости ($\Delta \lg I$, λ^{-1}), звезда сравнения HD 184241, K0.

σ



λ

Рис. 4. Зависимости (σ , λ^{-1}).

Как увидим ниже, эти изменения не связаны с изменением водородного излучения. Изменения синего и фиолетового избытков подобны и, как будет показано ниже, согласуются с изменениями водородной эмиссии в линиях.

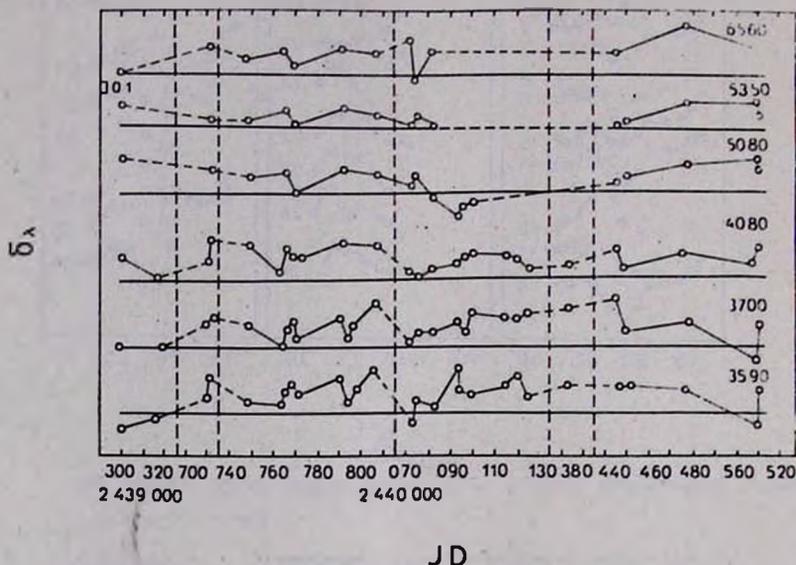


Рис. 5. Кривые изменения δ_λ с течением времени для шести участков спектра.

Кривые относительного монохроматического блеска. Интенсивность эмиссионных линий и полос. Для сопоставления полученных данных с изменением блеска звезды и линейчатого (полосчатого) спектров, мы построили относительные монохроматические кривые блеска для 12 значений длин волн и измерили в относительной шкале интенсивность эмиссий в некоторых линиях и полосах. В качестве относительных монохроматических величин блеска мы брали пропорциональные им величины $\Delta \lg I_\lambda$ (табл. 2) для 15 значений длин волн. Затем строились зависимости ($\Delta \lg I_\lambda, JD$) для всего периода наблюдений. Зависимости приведены на рис. 6. Вертикальными черточками на рис. 6 показаны величины отклонения от средних значений. На этом же рисунке внизу приведены изменения эмиссии в H_β в относительной шкале и для сравнения в верхней части рисунка приведен график изменения блеска звезды за 1967—1968 гг. по данным работы [6].

Мы оценили интенсивность эмиссии в линиях и полосах в относительной шкале, а также отметили нарушения в строении полос по-

интересовала не сама величина эмиссии, а ее изменение с течением времени. Шкалу интенсивности приводим ниже:

- 0 — эмиссии нет,
- 1 — эмиссия меньше 0.5 полосы поглощения, в которой она находится,
- 2 — эмиссия составляет 0.5 полосы поглощения,
- 3 — эмиссия больше 0.5 полосы поглощения,
- 4 — эмиссия ниже уровня непрерывного спектра,
- 5 — эмиссия доходит до уровня непрерывного спектра,
- 6 — эмиссия поднимается выше уровня непрерывного спектра,
- 7 — эмиссия явно выше уровня непрерывного спектра,
- 8 — эмиссия примерно той же величины, что и G-полоса в поглощении. Оценки эмиссии в линиях Бальмера приводим в табл. 4.

Что касается линий и полос поглощения, то для того, чтобы обнаружить появление новых линий и металлов по нашим малодисперсным спектрам, мы поступили следующим образом. В каждой полосе или линии оценено нормальное соотношение интенсивности входящих линий или компонент по спектру, полученному вне вспышки. Для остальных спектров отмечались отклонения нормального соотношения интенсивности. В табл. 4 мы приводим данные только для полосы поглощения TiO 4548 и полосы поглощения Ca II, K.

Рассмотрение и сравнение между собой кривых на рис. 6 показывает, что в различных лучах относительные монохроматические кривые блеска менялись неодинаково. После июльской вспышки 1968 г. блеск звезды в участке 4900—3525 по нашим данным возрастал и достиг наибольшего значения 20 сентября 1968 г. К сожалению, наблюдений в красных лучах для этой даты у нас нет, поэтому мы не можем сказать, продолжалось ли в красных лучах увеличение блеска после 13 августа 1968 г. Максимуму блеска в красных лучах соответствовало уменьшение эмиссии в H_{β} (рис. 6). Увеличению избытка в красных лучах 12 августа 1969 г. также соответствует уменьшение эмиссии в H_{β} (рис. 5 и 6). Поэтому эти изменения в красных лучах мы приписываем влиянию красного компонента.

Всплески для различных длин волн по нашим данным представлены в табл. 5.

По данным работы [6] всплески для V цвета имели место в дни, не очень отдаленные от приведенных в табл. 5, а именно: 2439705; 712; 714; 757; 769; 770; 811; 2440068; 069; 085; 089; 094.

Наблюдаемые быстрые колебания относительного монохроматического изменения блеска в различных лучах мы считаем реальным потому, что они согласуются с быстрыми изменениями в H_{β} , а также

Таблица 4

№ п/п	№ пла- стинки	H ₃	H ₇	H ₈	H ₈ + 3889 HeI	H ₈	H ₉	H ₁₀	H ₁₁	TiO 4548	K Ca II
1	5590	0	4:	4:	0	0	0	0	0	—	—
2	5627	0	4:	4:	0	0	0	0	0	+	+
3	6398	3	6	6	4:	6	0	0	0	+	+
4	6399	5	5(1)	5:	4:	7	5	0	0	+	+
5	6401	3	7	7	4:	5	5	0(2)	0(2)	—	—
6	6489 _a	3	7	5	4:	4	неодержка		+	—	
7	6497	5	5	5(1)	4:	7	4	0	0	+	—
8	6512	3	7	5	4:	8	0	0	0	+	+
9	6517	3	5	5	4:	6	5	0	0	+	+
10	6534	5	7	6	4:	7	4	0	0	+	+
11	6604	3	7	6	4:	7	3	2:	2:	+	+
12	6620	6	7	6	5	7	5	3	3	+	+
13	6626	5	5	5(1)	5	7	4	3	3	+	+
14	6642	5	7	8	0	7	0	0	0	+	+
15	7099	3	8(3)	7	0	7(3)	7	0	0	+	+
16	7100	5	7	6	4	7	6	3	3	+	+
17	7106	7	8	7	6	7	7	4	4	+	+
18	7107	7	8	7	6	8	7	0	0	+	+
19	7108	6	8	7	6(3)	7	6	5	3:	+	+
20	7138	3	8	7	6(3)	7	5	3	3	+	+
21	7143	5	8	7	5(3)	8	6	3:	3:	+	+
22	7153	4	7	6(1)	5(1)	7	5	5	3	+	+
23	7164	4	6	6	4(3)	7	6	3	4	+	+
24	7241	6	6	6(1)	6(3)	7	6	4	4	+	+
25	7293	6	6	6	6(3)	8	7	4	6	+	+
26	7784	6	6	6	5(3)	8	3	3	3	+	+
27	7878	7	7	6	4	8	3	3	3	+	+
28	7879	7	8	7	5	7	0	0	0	+	+
29	7884	5	7	6	5	8	0	0	0	+	+
30	7885	6	6	5(1)	4	7	2:	0	0	+	—
31	7994	0	4:	5:	4:	0	0	0	0	+	+
32	7995	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
33	8169	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
34	8170	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
35	8178	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
36	8180	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—

Примечание: (1) — передержка; (2) — неодержка; (3) — контур типа Р Лебедя. Наличие нарушений обозначено знаком „+“.

с фотометрическими данными. Как отмечают некоторые авторы [6, 15], быстрые изменения с периодом меньше 10 мин вообще характерны для СН Лебеда и наблюдаются в течение одной ночи. Как отмечалось в работе [15], это явление сближает звезду СН Лебеда по характеру изменения блеска со вспыхвающими звездами-карликами.

Таблица 5

JD	Участок спектра
2439711	4900—3590
763	4400—3850
768	3905—3590
794	4030—3525
2440072	6850—4030
082	6850—3525
120	4900—3525
446	6060—3590

Выводы. Наши наблюдения позволяют сделать некоторые заключения об изменениях, происшедших в спектре СН Лебеда за наблюдательный период. Оказалось, что в согласии с результатами работы [14], относительный монохроматический блеск и непрерывное излучение в фиолетовых лучах в общем изменяются в зависимости от изменения эмиссии в H_2 (рис. 6 и 5, график изменения эмиссии в H_2 мы приводим только на рис. 6). Но непрерывное излучение в фиолетовых лучах уменьшается медленно с колебаниями и не исчезает с окончанием вспышки. Относительные монохроматические кривые блеска в различных лучах изменяются неодинаково (рис. 6).

Что касается избытков непрерывного излучения в красных, зеленых и синих лучах (рис. 3—5), то их наличие в спектре мы приписываем частично влиянию красного компонента СН Лебеда. Это следует уже из того факта, что эти избытки наблюдались до вспышки, а во время вспышки зеленый и синий избытки в общем уменьшились. Кроме того, избыток в красных лучах не повторяет точно изменения водородной эмиссии. Это также отмечается в работе [16], где показано, что изменение в величине V больше, чем в r , тогда как вклад бальмеровской и пашеновской водородной эмиссии в величину V меньше, чем в r . Поэтому часть красного и фиолетового избытков следует приписать влиянию красного компонента.

THE RESULTS OF SPECTRAL OBSERVATIONS OF
CH CYGNI FOR 1967—1969

G. N. JIMSHELEISHVILI

The results of spectral observations of the semi-regular variable CH Cyg carried out in 1967—1969 with the help of Abastumani Observatory meniscus prismatic camera are discussed.

The variations in continuous spectrum have been studied, thereupon, compared with those of relative monochromatic brightness of the star. The relation between the continuous radiation in ultraviolet and the variation of emission in hydrogen lines have been noticed.

The variations of continuous radiation in red, green and blue light are attributed partly to the spectrum of the red component of CH Cyg.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. A. J. Deutsch, IAU Cirk., No. 2020, 1967.
2. M. T. Martel-Chossat, IAU Circ., No. 2027, 1967.
3. Б. В. Кукаркин, П. П. Парного и др., Общий каталог переменных звезд. I, 1958.
4. R. Faraggiana, M. Hack, Mém. Liège, 17, 317, 1969.
5. R. Faraggiana, M. Hack, Astrophys. Space Science, 3, No. 1, 205, 1969.
6. V. Cester, Astrophys. Space Science, 3, No. 1, 198, 1969.
7. Г. Г. Джимшелейшвили, Бюлл. Абастуманской obs., 37, 89, 1969.
8. М. В. Долидзе, Г. Н. Джимшелейшвили, Астрон. цирк., № 449, 5, 1967.
9. М. В. Долидзе, Г. Н. Джимшелейшвили, Бюлл. Абастуманской obs., 37, 35, 1969.
10. Г. Н. Джимшелейшвили, Астрон. цирк., № 505, 8, 1969.
11. Г. Н. Джимшелейшвили, Астрон. цирк., № 557, 1970.
12. М. В. Долидзе, Г. Н. Джимшелейшвили, Бюлл. Абастуманской obs., 37, 68, 1969.
13. R. Faraggiana, Mem. Soc. Astr. Ital. 39, fasc. 2, 291, 1968.
14. G. A. H. Walker, S. C. Morris, P. F. Younger, Ap. J., 156, 117, 1969.
15. H. M. Johnson, J. C. Golson, Ap. J., 155, L91, 1969.
16. G. Wallerstejn, Observatory, 88, 111, 1968.

