

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СH ЛЕБЕДИ В 1967 г.

Е. Б. Гусев

Spectral Observations of CH Cyg in 1967

E. B. Gusev

Переменная звезда CH Cyg относится к полуправильным переменным звездам типа S Ra. Она имеет два цикла изменения блеска со средней продолжительностью 97 и 4700 дней. Спектральный тип по ОКПЗ [1] — M6, по спектральным каталогам обсерваторий Ла-Плата [2] и Виктория [3] — M7. В сентябре 1963 г. А. Дойч первый раз заметил, что у звезды, кроме обычного спектра позднего типа, появился горячий голубой континуум, а также эмиссионные линии H I, He I, Ca II, Fe II, [Fe II], [S II]. В марте 1961 г. и сентябре 1966 г. горячего спектра видно не было. Фараггиана и Хак [5] по одной спектрограмме с дисперсией 12.4 Å/мм также нашли, что в августе 1965 г. звезда была нормальным гигантом спектрального класса M6. В июне 1967 г. Дойч [6] снова наблюдал голубой континуум и некоторые эмиссионные особенности. На спектрограмме с дисперсией 9.4 Å/мм, полученной Фараггиана [7] в июле 1967 г., были заметны контуры типа P Cyg у линий Ca II, сильные линии Ti II, бальмеровские линии, видимые в эмиссии до H₁₈, а в поглощении до H₂₄, широкие эмиссии He I, острые эмиссии Fe II, [Fe II], [S II]. После вспышки летом 1967 г. блеск CH Cyg уменьшался до конца года. Новая вспышка наступила в 1968 г. Фотоэлектрические наблюдения Валлерштайна [8], Честера [9] и наши, проведенные на 200-мм рефлекторе Шемахинской обсерватории, показали наличие у переменной в 1967 г. сильного ультрафиолетового и голубого избытков излучения. Для характеристики общего поведения звезды с августа до конца 1967 г. на рис. 1а приведены фотоэлектрические наблюдения в системе V, полученные в Триесте [9].

В течение 1967 и 1968 гг. на Одесской и Шемахинской обсерваториях проводились спектральные наблюдения CH Cyg в области спектра 3800–10800 Å. Настоящая работа посвящена некоторым результатам наблюдений исследуемой звезды в 1967 г.

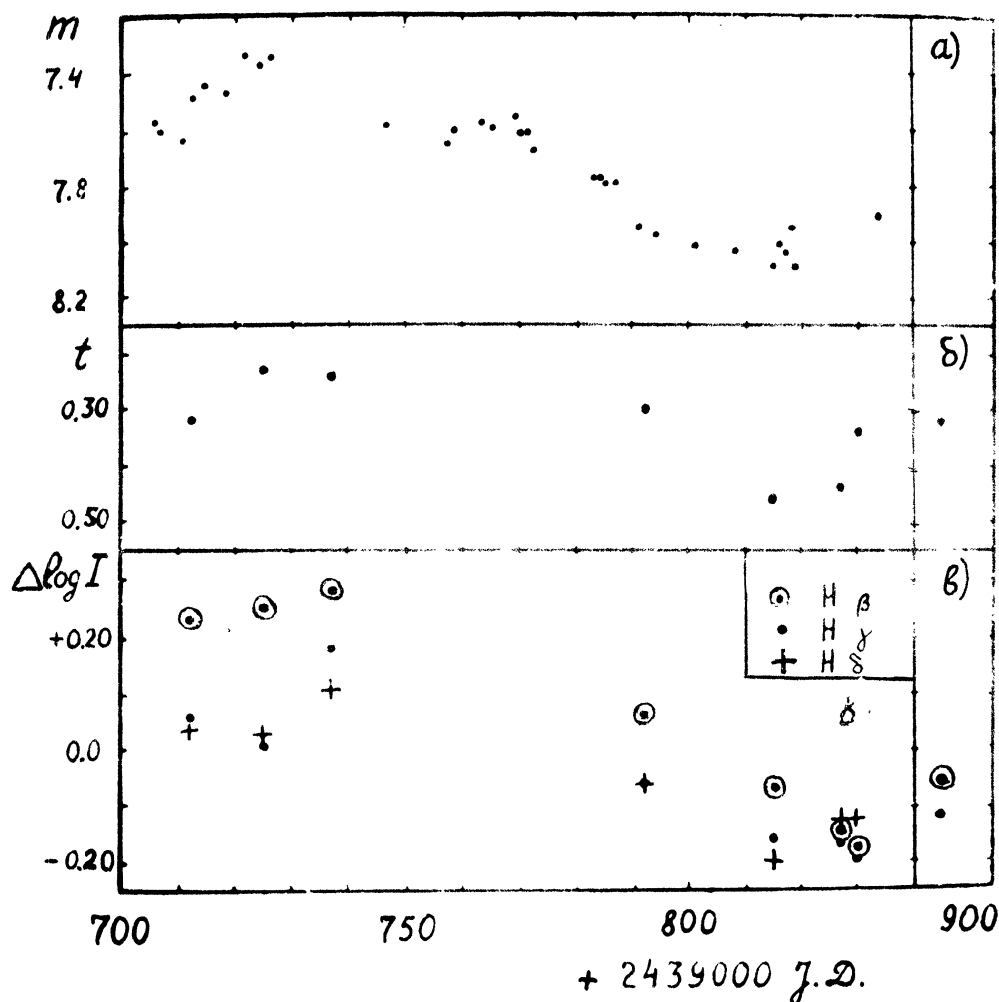


Рис. 1

Инструменты и методика

Для исследования звезды в видимой области спектра были получены спектрограммы на менисковом 350 мм рефлекторе Чемахинской астрофизической обсерватории. Телескоп снабжен объективной призмой, дающей дисперсию 116 Å/мм у Π . Спектры расширялись вручную при помощи клавиш в пределах от 0.2 мм до 0.6 мм. Использовались фотопластины ЗУ 2 и ПР 1. Эмульсия ЗУ 2 является несенсибилизированной и чувствительна примерно до 5200 Å. Эмульсия ПР 1 — панхроматическая и ее спектральная чувствительность простирается до 6850 Å. Калибровочные спектры фотографировались на лабораторном спектрографе ИСН-51 со ступенчатым ослабителем. Как правило, делалось несколько снимков с различной экспозицией, чтобы охватить всю характерис-

тическую кривую. Для каждой ночи строилась отдельная характеристическая кривая. Кривые для разных длин волн различались незначительно и были усреднены. Так же объединялись характеристические кривые соседних ночей, так как вследствие стандартных условий проявления они оказались мало отличающимися друг от друга. Калибровочные спектрограммы и пластинки со спектрами звезд проявлялись одновременно. Регистрограммы спектров звезд были получены на микрофотометре астрофизической лаборатории ОАО. Ширина щели МФ составляла 0.30 мм, увеличение при записи — 29 раз. Высота щели была всегда меньше ширины спектра.

Звездной сравнения выбрана HD 182691 — звезда спектрального класса B9 ($V = 6^m.54$), находящаяся на расстоянии менее 1° от SN Cyg , поэтому различие в атмосферном поглощении для звезд не учитывалось.

В таблице 1 приводятся общие сведения о полученных спектрограммах. По порядку даются: номер спектрограммы, юлианская дата, сорт пластинок, экспозиция в минутах и спектральный тип.

Записи инфракрасной области спектра SN Cyg в течение 5 ночей лета 1967 г. были любезно представлены автору Н. С. Комаровым и В. А. Позигуном. Эти наблюдения были проведены на 17^м телескопе системы проф. П. П. Аргунова на астрономической станции Маяки ОАО. Объективная призма этого телескопа дает дисперсию $325 \text{ \AA}/\text{мм}$ у H_α . Приемником излучения служил фотоумножитель типа RCA 7102, который охлаждался сухим льдом. Сканирование осуществляется при помощи реверсивного двигателя. Запись спектров производится на электронном автоматическом потенциометре ЭПП — 09. Спектры, полученные сканированием в обоих направлениях, при обработке усреднялись.

Таблица 1

№	J.D.	сорт пласт.	Δt	Sp
663	2439712 ^d	ZU 2	45 ^m	M6
672	726	ZU 2	55	M5
703	737	WP 1	45	M5
747	792	WP 1	30	M6
774	815	WP 1	25	M8
797	827	WP 1	25	M8
798	830	WP 1	20	M7
942	895	ZU 2	40	M6
943	895	WP 1	10	

Непрерывная экстинкция и влияние теллурических полос поглощения определялись по наблюдениям стандартной звезды $\alpha \text{ Lyr}$. Редукции за непрерывное поглощение в земной атмосфере оказались небольшими, так как SN Cyg и $\alpha \text{ Lyr}$ находятся на небесной сфере недалеко друг от друга.

Даты инфракрасных наблюдений приведены в первой колонке таблицы 2.

Таблица 2

J.D.	E	Ф	T	Δm_{TiO}	Δm_{H_2O}
2439670.41	$8.12 \cdot 10^{-3}$	6.95	2070	0 ^m 84	0 ^m 34
710.39	$7.97 \cdot 10^{-3}$	6.41	2240	0.80	0.53
713.40	$6.85 \cdot 10^{-3}$	7.26	1980	0.66	0.34
717.36	$6.67 \cdot 10^{-3}$	7.08	2030	0.70	0.62
728.41	$7.19 \cdot 10^{-3}$	7.31	1970	0.84	0.47

Спектр в области $3800 + 6500 \text{ \AA}$.

Наиболее характерные для видимой области являются полосы поглощения окиси титана. Хорошо заметны головы следующих полос: $\lambda\lambda 4422, 4585, 4762, 4954, 5168, 5448, 5816, 6159 \text{ \AA}$. По ним была установлена шкала длин волн. Из линий поглощения хорошо выделяются Ca I 4226 и Ca II H и K. Также обнаруживается много других линий и blends. Параметры, описывающие интенсивность полос окиси титана, вычислялись по формулам:

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2}, \quad \text{где}$$

$$t_1 = \lg \frac{I_{< 4585 \text{ \AA}}}{I_{> 4585 \text{ \AA}}} \quad \text{и} \quad t_2 = \lg \frac{I_{< 4762 \text{ \AA}}}{I_{> 4762 \text{ \AA}}}.$$

Значения t для всех дат наблюдений показаны на рисунке 16. Оценки спектрального типа звезды даны в последней колонке таблицы 1.

Из эмиссионных линий на имеющихся спектрограммах можно было изучать интенсивности трех линий: H_β , H_γ и H_δ . На рис. 1в приведены центральные интенсивности указанных линий относительно соответствующих участков непрерывного спектра звезды сравнения. Хорошо видно, что интенсивности линий меняются со временем. Вблизи максимума блеска линии наиболее яркие, в минимуме — слабее, то есть более позднему спектральному типу соответствует меньшая интенсивность водородных линий. Самой яркой на всех спектрограммах, за исключением MM 797 и 798, является H_β . У звезд типа Миры Кита, в спектрах которых линии бальмеровской серии водорода также находятся в эмиссии, преобладающими по яркости являются до максимума блеска линии H_δ , после максимума — H_γ , а линия H_β в течение всего периода остается слабее линий H_γ и H_δ . В спектрах горячих звезд

(Ве, Новые и др.) наибольшей интенсивностью обладает линия H_{α} , затем — H_{β} и т. д., но у них бальмеровский декремент значительно более крутой, чем в случае СН Cyg. Сопоставляя эти факты, можно сказать, что, во-первых, водородная эмиссия связана непосредственно с самой М-звездой; во-вторых, в фазе минимума блеска происходит увеличение оптической толщи оболочки. На происхождение бальмеровской эмиссии в атмосфере М-звезды указывается и в работе [5].

Фотометрия условного непрерывного спектра.

Метод изучения непрерывного спектра звезд поздних типов был впервые применен П. П. Добронравиным [10]. Непрерывный спектр реконструировался им путем проведения плавной кривой через наиболее высокие точки регистрограммы. В этой работе было выяснено, что даже наиболее высокие точки отягощены значительным молекулярным поглощением. Поэтому было введено понятие "условного" непрерывного спектра, далее именуемого "квази-континуум" — QC. Изучение QC различных звезд поздних спектральных классов проводилось позднее М. В. Долидзе [11], И. Смаком [12] и др. Несмотря на условность такой фотометрии, она все же позволяет сравнивать распределение энергии в звездах различных типов, оценивать отклонения в распределении энергии от планковского и изучать изменения в спектрах со временем. Нами QC проводился стандартным образом с учетом эмиссионных линий. На рис. 2 показаны изменения "квазиконтинуума" СН Cyg со временем; по оси ординат значения

$$\Delta \log I_{\lambda}^{QC} = \log I_{\lambda(\text{CH Cyg})}^{QC} - \log I_{\lambda(\text{HD 182691})}^{QC}.$$

Сравнивая представленные спектры, видим, что в QC происходят изменения, которые отражают изменения, происходящие в самом непрерывном спектре. Прежде всего отмечаем, что уровень QC около максимума блеска (ММ 663, 672, 703) выше, чем на остальных спектрограммах. Это понимается как общее изменение блеска с фазой. Далее отмечаем, что в спектрах выделяются два участка с повышенной интенсивностью. Первый избыток излучения виден в зеленой области около $5200 \text{ \AA}$ ($\frac{1}{\lambda} = 1.92$), второй участок с избытком излучения находится в интервале длин волн $4000 + 4500 \text{ \AA}$ ($\frac{1}{\lambda} = 2.22 + 2.50$). Максимум голубого избытка — в длине волны $4100 \text{ \AA}$, излучение в этой длине волны наиболее интенсивно на спектрограммах ММ 797 + 943. Можно предположить, что в августе — сентябре 1967 г. (первые три спектрограммы) область $4000 + 4500 \text{ \AA}$ была залита непрерывной эмиссией. В это же время наблюдался максимум излучения эмиссионных линий. Затем к октябрю непрерывная эмиссия значительно уменьшилась, и

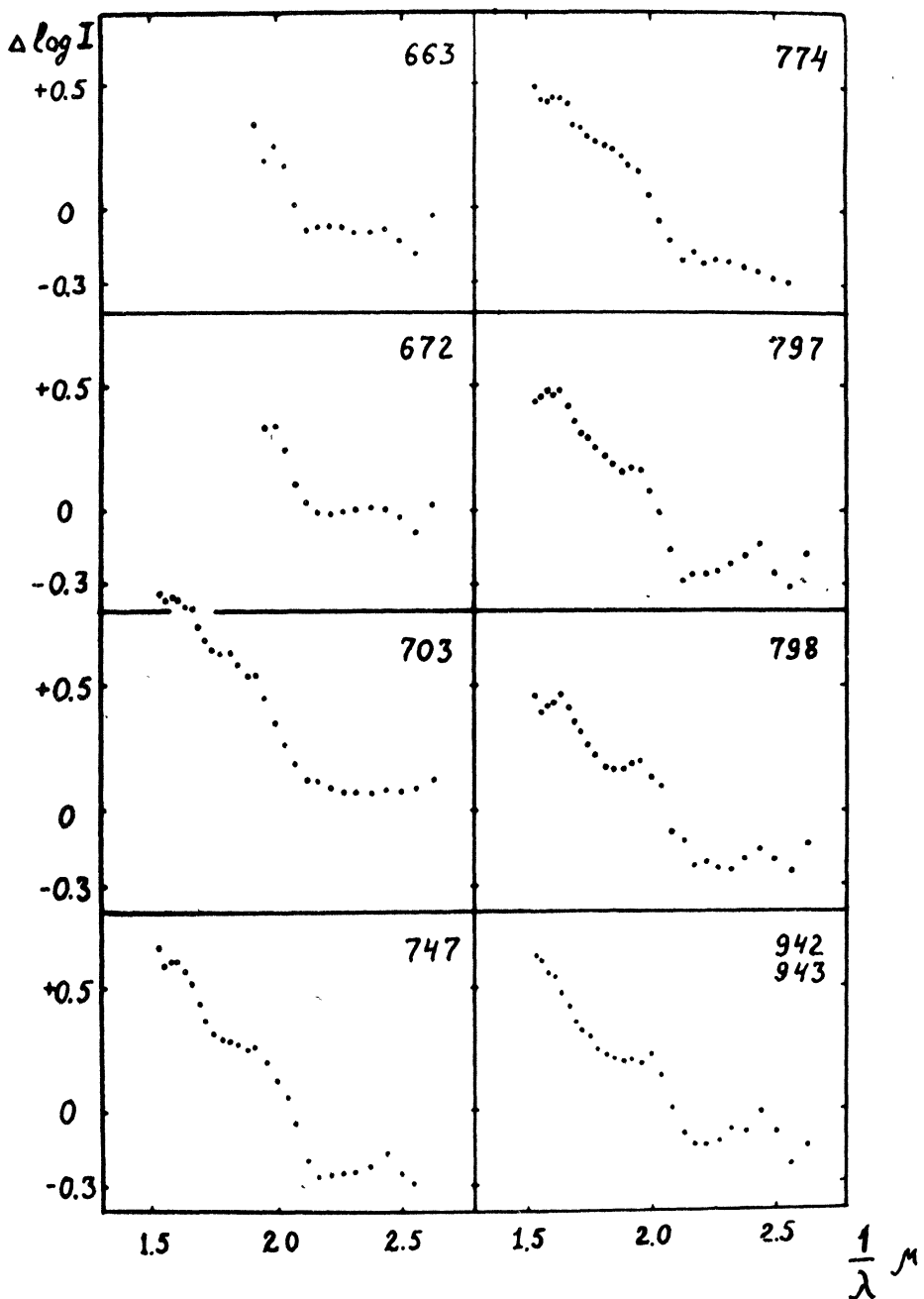


Рис. 2

стал виден максимум в области $4100 \text{ \AA}$, который связывается с местом в спектре, где поглощение окисью титана минимально. Однако вполне возможно, что и в этом районе еще оставалась непрерывная эмиссия.

Теперь рассмотрим вопрос о том, насколько полученные кривые соответствуют излучению черного тела. Как известно, кривые относительного блеска двух чернотельных источников разных температур в функции обратных длин волн являются прямыми линиями. Распределение энергии в спектрах реальных звезд отклоняется от функции Планка. Эти отклонения вызваны в основном линиями и полосами поглощения, что особенно характерно для звезд спектрального класса M. Как видно из рис. 3, кривые относительного блеска

$$\log I_{\lambda(\text{CH Cyg})}^{\text{QC}} - \log I_{\lambda(\text{HD 182691})}^{\text{Q}}$$

сильно отличаются от прямых, которые можно было бы провести через точку, где поглощение окисью титана отсутствует ($\lambda = 4100 \text{ \AA}$). Поэтому, хотя на довольно большом участке кривые $\Delta \log I_{\lambda}^{\text{QC}}$ приближаются к прямым линиям, по ним невозможно определить относительный спектрофотометрический градиент.

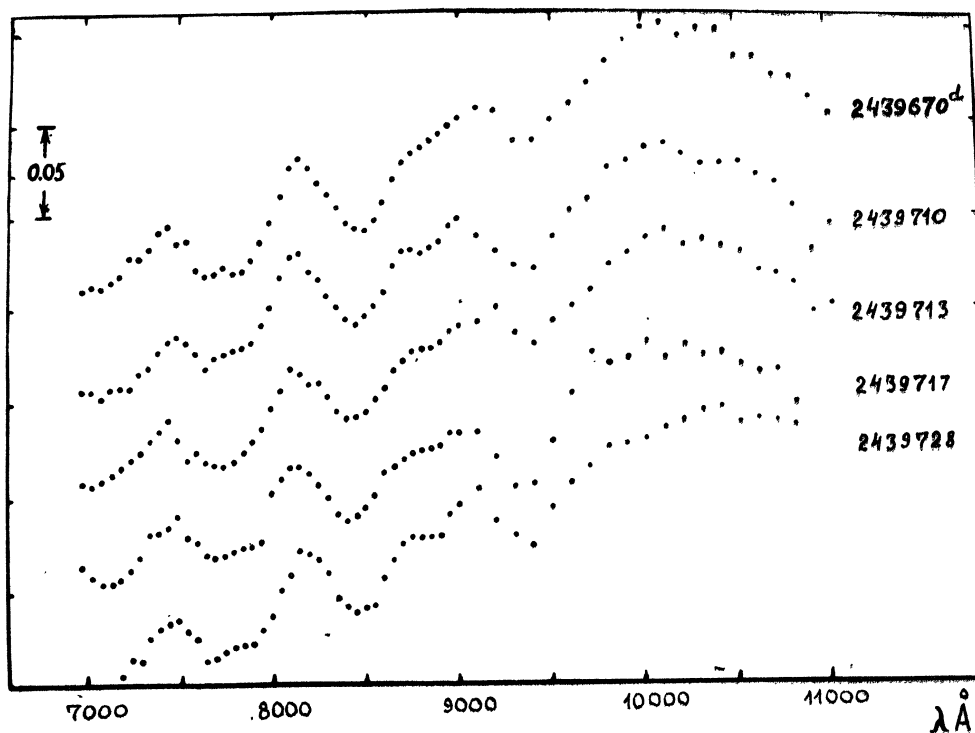


Рис. 3

Спектр в ближней ИК-области

Спектры М-звезд в области $0.7 \div 1.08 \mu$ характеризуется следующими важными особенностями. В этой области находится максимум излучения звезд, имеются сильные полосы поглощения водяного пара, окиси титана, окиси ванадия и здесь между полосами можно отыскать участки спектра, свободные от молекулярного поглощения. К сожалению, в этой же области находятся и теллурические полосы водяного пара и кислорода, которые необходимо учитывать. На рис. 3 приведено для СН Cyg распределение энергии в абсолютных энергетических единицах ($\text{эрг/сек} \cdot \text{см}^2$ на $\Delta\lambda = 1 \text{ см}$) в интервале длин волн $7600 \div 10800 \text{ \AA}$. Для нижней кривой нуль-пункт оси ординат правильный, для других дат он последовательно изменялся на 0.05. Во второй колонке таблицы 2 даны численные значения энергии на участке $8100 \div 8150 \text{ \AA}$.

На представленных графиках можно выявить полосы следующих молекул:

Окись титана. Влияние этой молекулы весьма заметно и в инфракрасной области. Начиная с коротковолновой стороны, участок $7500 \div 8000 \text{ \AA}$ занят сильной полосой $\text{TiO } 7589 \text{ \AA}$, а также поглощением от VO . Далее проявляется еще одна хорошо заметная полоса с головой у $\lambda 8432 \text{ \AA}$. Полоса $7589 \text{ \AA}$ усиливается, начиная с М2, а $8432 \text{ \AA}$ с М5 [11]. Согласно Вингу [13], полоса $8859 \text{ \AA}$ является удобной для спектральной классификации в ИК-области от М2 до М8. После М8 эта полоса мало выделяется, так как усиливается поглощение в соседних участках. Среди других полос окиси титана можно отметить полосы около $9800 \text{ \AA}$, $10100 \text{ \AA}$, но они слабые.

Окись ванадия. На имеющихся спектрах окись ванадия очевидна только в участке около $10500 \text{ \AA}$. Она может быть использована для классификации очень поздних звезд (М8 $\div$ М10), как предлагает Мак-Келлар [14]. Эта полоса слаба в М5, но доминирует в М10.

Водяные пары. Имеется сильное поглощение в области $9000 \div 9800 \text{ \AA}$. Эта область совпадает с расположением в спектре земной полосы $\rho \text{H}_2\text{O}$. Однако после учета теллурического поглощения в этом месте остается значительная депрессия, из чего можно предположить наличие в атмосфере звезды водяного пара.

Интенсивности полос $\text{TiO } 8500 \text{ \AA}$ и $\text{H}_2\text{O } 9300 \div 9400 \text{ \AA}$ даны в последних двух колонках таблицы 2.

Определение температуры звезды.

Обсуждая спектрофотометрию поздних звезд, необходимо рассмотреть вопрос о тех участках в спектре, которые могут считаться свободными от молекулярного поглощения. В рассматриваемой области сильное молекулярное поглощение, особенно в звездах позднее М5, оставляет свободными всего 2 $\div$ 3 участка. В видимой области таким участком может служить, как уже упоминалось выше, участ-

ток $4050 + 4100 \text{ \AA}$. По лабораторным данным полосы окиси титана практически отсутствуют в сторону коротких волн от $4200 \text{ \AA}$ [10]; например, у мирид в минимуме блеска наиболее яркой является область $4050 + 4100 \text{ \AA}$. Точка $4100 \text{ \AA}$ также использовалась в работе [11]. В сторону больших длин волн спектры в видимой области отягощены сильным молекулярным поглощением. Следующие участки непрерывного спектра могут встретиться уже только в инфракрасной области. Дюлидзе [11] для звезд позднее M2 предлагает в качестве второй точки континуума использовать участок $8100 + 8300 \text{ \AA}$, менее других искаженный молекулярным поглощением. В распределении энергии для CN Cyg участок $8150 + 8200 \text{ \AA}$ удовлетворяет этому условию.

Затем переходим к рассмотрению точек континуума в области 1μ . Обзор этого района сделан Вингом [15]. Молекулярным поглощением можно пренебречь в области $9900 + 10900 \text{ \AA}$ для спектральных типов более ранних, чем M5. В более поздних спектрах появляются полосы окиси ванадия в сторону длинных волн от $10450 \text{ \AA}$ и титановые полосы между 9900 и $10300 \text{ \AA}$. Только участок около $10400 \text{ \AA}$ свободен от серьезного поглощения. К дополнительным преимуществам точки 1.04μ следует отнести малое влияние теллурических полос водяного пара. Рассмотрение точек континуума в далекой ИК-области выходит за рамки этой статьи.

Определив точки континуума, можно найти температуру звезды. Попытка такого рода была сделана в работе [10]. Там использовались участки спектра с длинами волн 4100 и $7500 \text{ \AA}$. Поскольку CN Cyg имеет спектральный тип позднее M2, то для нее можно использовать участок $8150 + 8200 \text{ \AA}$. Но определение температуры по интервалу длин волн $4100 + 8150 \text{ \AA}$ таит в себе некоторую опасность:

- а) интервал длин волн очень большой $\sim 4000 \text{ \AA}$;
- б) CN Cyg имеет непрерывную эмиссию около $4100 \text{ \AA}$;
- в) для звезды неизвестно межзвездное поглощение.

Поэтому предпочтительнее использовать второй интервал: $8150 + 10400 \text{ \AA}$. Этот интервал короче первого примерно в два раза, и абсолютное значение поглощения межзвездной среды в ИК-области меньше, чем для видимой области.

Значения абсолютного спектрофотометрического градиента и спектрофотометрической температуры даются в третьей и четвертой колонках таблицы 2. Для сравнения напомним, что эффективная температура по шкале Кинана [16] для звезды спектрального класса M6 составляет 2500° K . Обращает на себя внимание спектр за J.D. 2439713^d.40, когда произошло ослабление излучения в $\lambda 8150 \text{ \AA}$ и понижение спектрофотометрической температуры, но одновременно уменьшилась интенсивность полос окиси титана $8500 \text{ \AA}$ и $\text{H}_2\text{O } 9300 \text{ \AA}$. Возможной причиной этого являются нестационарные процессы в оболочке переменной.

Влияние поглощения окисью титана на звездные величины, цвета в системе UBV.

Спектрограммы красных звезд дают хорошую возможность для определения влияния молекулярного поглощения на распределение энергии в спектре. Эта проблема, являющаяся одной из важнейших в спектрофотометрии красных звезд, рассматривалась рядом авторов. Так, П. П. Доброзравин [10] спектроскопическим способом определил поправки визуальных и фотографических звездных величин при изменении температуры звезды от 3000 до 2000 градусов. И. Смак [12] нашел поправки за поглощение окисью титана сравнением наблюдаемых цветов и величин с теоретическими, полученными при условии, что полосы TiO отсутствуют. В качестве теоретических могут рассматриваться цвета и величины абсолютно черного излучателя. Используя то, что поглощение окисью титана отсутствует в ультрафиолете, им были найдены значения $\delta_{\text{TiO}}^{\text{B}}$, $\delta_{\text{TiO}}^{\text{B-V}}$ и $\delta_{\text{TiO}}^{\text{U-B}}$ для гигантов спектральных типов от M0 до M8. Кубяк [17] непосредственным измерением поглощения TiO по спектрам с большой дисперсией определил влияние TiO на цвета и величины нескольких звезд спектральных типов M2-M5. Определим поглощение окисью титана в спектре SN Cyg в системе UBV.

Запишем очевидные формулы:

$$\delta_{\text{TiO}}^{\text{B}} = -2.5 \lg \frac{\int I_{\lambda}^{\text{Q}} \phi_{\lambda}^{\text{B}} d\lambda}{\int I_{\lambda}^{\text{Q}} \phi_{\lambda}^{\text{B}} p_{\lambda} d\lambda},$$

$$\delta_{\text{TiO}}^{\text{V}} = -2.5 \lg \frac{\int I_{\lambda}^{\text{Q}} \phi_{\lambda}^{\text{V}} d\lambda}{\int I_{\lambda}^{\text{Q}} \phi_{\lambda}^{\text{V}} p_{\lambda} d\lambda}, \quad \text{где}$$

I_{λ}^{Q} — внеатмосферное распределение энергии в континууме звезды;

$\phi_{\lambda}^{\text{B}}$ и $\phi_{\lambda}^{\text{V}}$ — кривые чувствительности B и V для равноэнергетического излучения;

p_{λ} — остаточная интенсивность в каждой длине волны.

В данном конкретном случае в качестве I_{λ}^{Q} для всех дат наблюдений было использовано распределение энергии в спектре абсолютно черного тела с $T = 2500^{\circ}$; такая эффективная температура соответствует спектральному классу M6. Так как I_{λ}^{Q} является монотонной функцией, то интегральные значения поглощения $\delta_{\text{TiO}}^{\text{B}}$ и $\delta_{\text{TiO}}^{\text{V}}$ будут очень мало зависеть от вида этой функции и от температуры. Влияние молекулярного поглощения на цвета B-V и U-B вычислено по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \delta_{\text{TiO}}^{\text{B-V}} &= \delta_{\text{TiO}}^{\text{B}} - \delta_{\text{TiO}}^{\text{V}} \\ \delta_{\text{TiO}}^{\text{U-B}} &= -\delta_{\text{TiO}}^{\text{B}} \end{aligned}$$

В последней формуле используется условие, что полосы окиси титана отсутствуют в ультрафиолете. Остаточная интенсивность

$$R_{\lambda} = \frac{I_{\lambda}}{I_{\lambda}^Q}$$
 будет получена из следующих соображений. Положение

континуума в спектрах красных звезд в видимой области не может быть найдено непосредственным образом, поэтому используем для его нахождения принцип метода, предложенного П.П.Доброуравиным. Строим графики, где по оси абсцисс отложены величины $\frac{1}{\lambda}$, а по оси ординат

$$\Delta \log I_{\lambda} = \log I_{\lambda(\text{CH Cyg})} - \log I_{\lambda(\text{HD 182691})}^Q.$$

Положение континуума будет задаваться прямой линией, проходящей через точки, соответствующие длинам волн 4100 и 8150 Å. Тогда поглощение окисью титана будет равно $a_{\lambda} = \lg \frac{I_{\lambda}}{I_{\lambda}^Q}$. Это же выражение можно записать в виде:

$$a_{\lambda} = \Delta \log I_{\lambda} - \Delta \log I_{\lambda}^Q, \quad \text{где}$$

$$\Delta \log I_{\lambda}^Q = \log I_{\lambda(\text{CH Cyg})}^Q - \log I_{\lambda(\text{HD 182691})}^Q.$$

Положение точки $\Delta \log I_{8150}^Q$ было найдено привлечением ИК-наблюдений СН Cyg. Это значение для J.D. 2439712 определено интерполяцией между данными ИК-наблюдений соседних дат. Для J.D. 2439726 взяты ИК-данные за J.D. 2439728. Для остальных дат $\Delta \log I_{8150}^Q$ найдено с использованием соотношения между амплитудами изменения блеска в двух длинах волн чернотельного источника:

$$\frac{\Delta m_{8150}}{\Delta m_{4100}} \approx \frac{1}{2}.$$

Рис. 4 иллюстрирует процесс нахождения поглощения окисью титана. Результаты даны в таблице 3.

Наиболее близкими к нашим значениям оказались данные Смака для звезды спектрального класса М5 (последняя строка таблицы 3). Следует отметить, что полученные значения поглощения для СН Cyg меньше, чем они должны бы быть, исходя из спектральных типов. Вероятной причиной этого является комбинированный спектр.

Таблица 3

Спектро- грамма	$\delta_{TiO} \text{ V}$	$\delta_{TiO} (B-V)$	$\delta_{TiO} (U-B)$
663	-	-	+0 ^m .96
672	-	-	+0.74
703	-1 ^m .25	+0 ^m .35	+0.90
747	-1.38	+0.41	+0.97
774	-1.32	+0.34	+0.98
797	-1.63	+0.41	+1.23
798	-1.49	+0.46	+1.03
942	-	-	-
943	-1.51	+0.42	+1.09
M5	-1.59	+0.44	+1.15

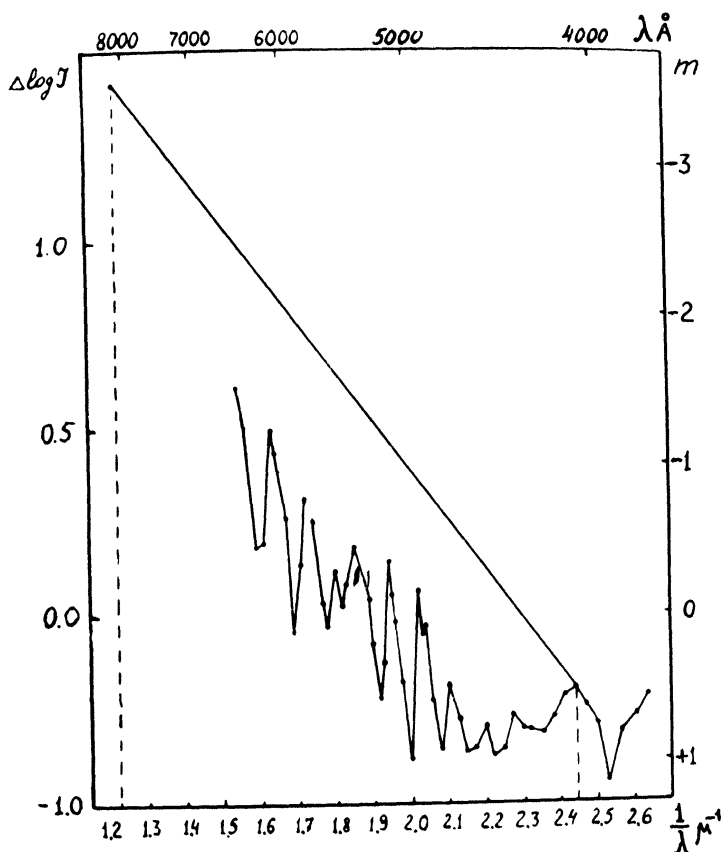


Рис.4

З а к л ю ч е н и е

Полуправильная переменная звезда в течение нескольких десятилетий считалась обычным красным гигантом. Однако в 1967 г. у нее был обнаружен избыток излучения в ультрафиолетовой, голубой и зеленой областях спектра и эмиссия в некоторых линиях. Это связывается со вспышкой звезды и истечением вещества. Приемлемой является гипотеза симбиотической звезды.

В данной работе рассмотрено поведение звезды в области спектра $3800 \div 10800 \text{ \AA}$ в 1967 г. Обнаружены многочисленные полосы TiO , а также полосы водяного пара и окиси ванадия. Определена спектрофотометрическая температура звезды. Найдено влияние полос окиси титана на цвета и величины системы UVV.

В 1968 и 1969 гг. наблюдения SN Cyg продолжались на названных в начале статьи инструментах. Вновь были видны эмиссионные линии бальмеровской серии водорода. Результаты наблюдений этих лет будут опубликованы отдельно.

В дальнейшем предполагается сравнить однотипные спектры SN Cyg и других полуправильных переменных.

Автор благодарит члена-корреспондента АН УССР профессора В. П. Цесевича за постоянное внимание к работе, старших научных сотрудников Н. С. Комарова и В. А. Позигуна за предоставление инфракрасных регистрограмм спектров СП Суг и полезные советы при их обработке.

Литература:

1. Б. В. Кукаркин, П. П. Паренаго, Ю. И. Ефремов, П. Н. Холопов, ОКПЗ, Москва, 1958.
2. C. Y aschek, H. Conde y A. C. de Sierra, Catalogue of Stellar Spectra in the Morgan - Johnson System, La Plata, 1964.
3. Y. Yamashita, Publ. of the Dominion Astrophysical Observ., Victoria, B. C., Vol. XIII, № 4, 1967.
4. A. J. Deutsch, Annual Report of Mount Wilson and Palomar Obs. 11, 1964.
5. R. Faraggiana and M. Hack, Astrophysics and Space Science 3, 205, 1968.
6. A. J. Deutsch, IAU Circular, № 2020, 1967.
7. R. Faraggiana, Mem. Soc. Astr. Ital. 39, 291, 1968.
8. G. Wallerstein, Observatory 88, № 964, 1968.
9. B. Cester, Astrophysics and Space Science 1, 198, 1968.
10. П. П. Добронравин, Изв. КрАО 5, 59, 1950.
11. М. В. Долидзе, Г. Н. Джимшелейшвили, Бюлл. Абастум. обсерв. 34, 27, 1966.
12. J. Smak, ApJ Suppl 9, 1, 1966.
13. R. F. Wing, Colloq. on Late-type Stars, Trieste, 231, 1967.
14. M. Kellar, IRAS Canada, 49, 73, 1955.
15. R. F. Wing, Colloq. on Late-type Stars, Trieste, 1967. 205
16. Ф. Кинан, "Звездные атмосферы" под редакцией Гринстейна, Москва, 1963, 521.
17. Kubiak, Acta astronomica (polsk) 16, № 4, 1966.

Одесская астрономическая
обсерватория