

**Фотоэлектрические UBV-наблюдения V 1329 Лебеда в 1973 – 76 гг.
и некоторые замечания о природе ее переменности**

В.П.Архипова

Приводятся фотоэлектрические UBV – наблюдения V 1329 Cyg в 1973–76 гг., выполненные на Крымской станции ГАИШ с помощью 60 – см рефлектора. Звезда имеет сильные осцилляции блеска с амплитудой $\sim 1^m$ и периодом 960^d , наблюдавшимся до вспышки. Показатели цвета U–B, B–V показывают, что излучение звезды является сложным и состоит из нескольких компонентов. Показатель цвета U–B сильно меняется с фазой 960 -дневного периода и является максимальным ($-0^m.6$) около минимума блеска. Показатель цвета B–V не показывает сильных изменений. Форма кривой блеска в 1971–76 гг. существенно отличается от кривой типа Алголя, наблюдавшейся до вспышки, и указывает на сильные изменения в системе двойной звезды после вспышки. Сейчас, вероятно, в системе большую роль, помимо затмений, играет эффект отражения. Возможно, также, что вспыхнувшая звезда имеет обширную оболочку, дающую сильное излучение в бальмеровском континууме.

**The Photoelectric UBV-Observations of V1329 Cyg and Some
Remarks on its Variability**

by V. P. Arhipova

The photoelectric UBV-observations of V1329 Cyg carried out at Sternberg Institute Crimean Station with 60-cm reflector in 1973–76 are given. The star has strong brightness oscillations with amplitude of 1 magnitude and period of 960^d , observed long before the star outburst. The colour indices of B–V, U–B show the composite nature of star spectrum, consisting of several components. The U–B colour varies significantly with a phases of 960^d period and has a maximum near the minimum brightness. The B–V colour does not show noticeable variations. The shape of light curve in 1971–76 differs strongly from that of preoutburst (i.e. of Algol-type) and shows a great alteration of binary system. The reflection effect as well as eclipses may be now important in brightness variations of V1329 Cyg. The flash component of binary at present may also have an extending envelope which gives a Balmer continuous radiation.

Переменная V 1329 Cyg относится одними исследователями к типу звезд ВQ с компактными туманностями (Чиатти, д'Одорико, Маммано, 1974), другими – к симбиотическим звездам (Шартран, Стинон, 1970; Архипова, Мандель, 1975). Звезда испытала в 1964 г. новоподобную вспышку, амплитуда которой превышала 3^m . В настоящее время спектр звезды содержит многочисленные эмиссионные линии, а также имеет большой инфракрасный избыток, сходный с тем, который наблюдается у молодых компактных планетарных туманностей (Кнакке, 1972). Кроме того, объект относится к радиозвездам (Алтенхофф, Уендкер, 1973).

Систематические наблюдения блеска V1329 Cyg в системе UBV были начаты нами на Крымской станции ГАИШ осенью 1971 г. Первые результаты наблюдений, выполненных в 1971 – 72 гг., были опубликованы (Архипова, Мандель, 1973, 1975). Ниже будут представлены данные за период 1973 – 1976 гг.

Известно, что у объектов с сильными эмиссионными линиями наблюдения блеска в одной и той же широкополосной фотометрической системе, выполненные на разных обсерваториях, могут сильно различаться в зависимости от небольших вариаций кривых спектральной чувствительности используемой аппаратуры. Неизбежные различия кривых реакции системы UBV, связанные с применением разных экземпляров (и типов) ФЭУ, фильтров и пр., не позволяют привести данные различных наблюдателей к одной системе, если только не имеется одновременных наблюдений объекта. Поэтому требование строгой однородности фотометрического материала является совершенно обязательным при исследовании фотометрического поведения таких объектов, как V1329 Cyg после вспышки.

Наши наблюдения на Крымской станции ГАИШ проводятся при помощи UBV-фотометра со счетом фотонов, установленного в каскадно-новском фокусе 60-см рефлектора. Приемником излучения является неохлаждаемый ФЭУ типа ЕМІ 6256. Кривые спектральной чувствительности системы ФЭУ+фильтр, взятые из работы Лютого (1972), приводятся на рис.1.

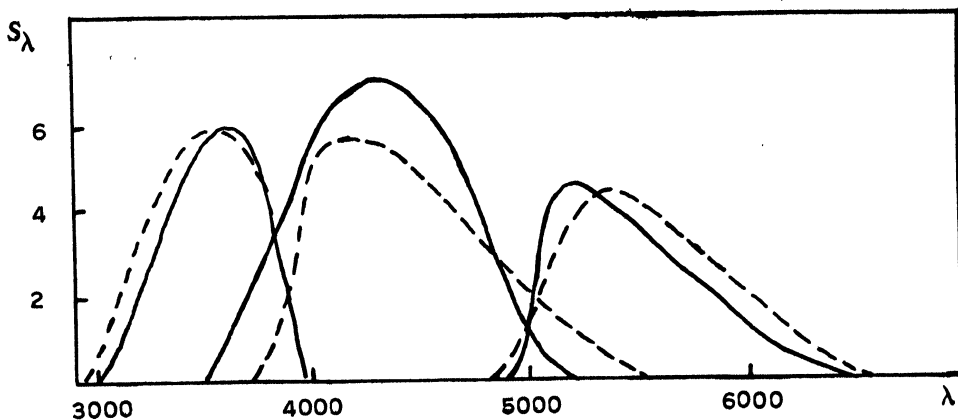


Рис.1. Кривые реакции аппаратуры:

--- стандартная система UBV,
 — инструментальная система 60-см телескопа.

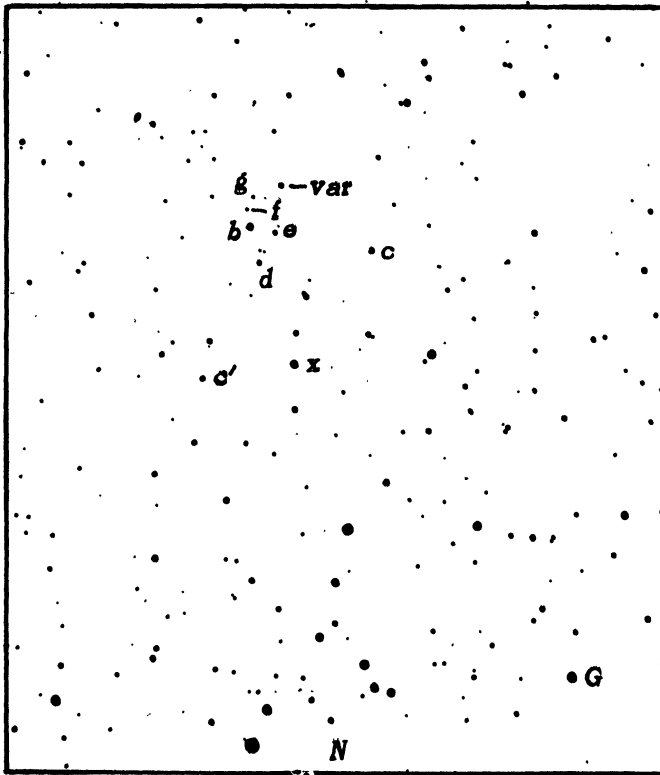


Рис.2 Карта окрестностей V1329 Cyg. Обозначения звезд b, c, d, e, f, g — по Колоухеу (1969).

Карта окрестностей переменной с указанием звезд сравнения и их UBV-величин приводится на рис.2 и в табл.1. Основной звездой сравнения при наблюдениях V1329 Cyg является BD +35° 4300. Несмотря на заметное различие показателей цвета U-B переменной и звезды сравнения, поправка за селективное поглощение света в земной атмосфере не вводилась, т.к. она не имеет физического смысла для объектов с сильными эмиссионными линиями. Редукция в стандартную систему UBV, весьма мало отличающуюся от инструментальной (Лютый 1972), также не проводилась ввиду сказанного выше.

Таблица 1.

UBV-наблюдения звезд в окрестности V 1329 Cyg.

звезда	V	B-V	U-B	B
G=BD+35°4300	9.75	+0.21	+0.26	9.96
x	10.14	+1.04	+0.04	11.18
b=BD+35°4290	10.31	+1.08	+0.87	11.39
c'	11.03	+1.20	+1.13	12.23
d	11.39	+1.41	-	13.00
c	12.00	+1.05	+0.66	13.05
e	12.28	+1.11	+1.29	13.39
f	13.73	+0.58	-	14.31
g	13.65	+0.82	-	14.47

Наблюдения звезды за ночь обычно повторялись 2-3 раза. Точность одного наблюдения слегка зависит от блеска и в среднем составляет: $\pm 0^m.01$ в V и B, $\pm 0^m.02$ в U.

Наблюдения V1329 Cyg, выполненные нами в 1973-76 гг., осредненные за ночь, приводятся в табл.2.

Мы вычислили средние значения блеска V и показателей цвета B-V и U-B за каждый сезон наблюдений (от нескольких дней до месяца). Эти величины, вместе с аналогичными данными для 1971-72 г. по нашей работе (Архипова, Мандель, 1973), приводятся в табл.3.

На рис.3 приводится кривая блеска, построенная по средним значениям за сезон, взятым из табл. 3. За рассматриваемый период звезда имела глубокий минимум блеска в 1973 г. и резкое падение блеска в 1976 г. Предшествующие минимумы наблюдались в 1968 и в 1971 гг. (Архипова, Мандель, 1973).

Наблюдения блеска V1329 Cyg после вспышки обнаруживают как непериодическое изменение блеска (монотонное падение блеска после максимума 1964–1967 гг.), так и хорошо выраженную периодическую составляющую типа осцилляций с амплитудой около 1^m . Кроме того, вероятно, как и ранее, до вспышки, звезда сохраняет более быстрые неправильные колебания блеска с амплитудой также до 1^m (по фотографическим наблюдениям. Шао, 1971). Фотоэлектрические наблюдения дают неправильную переменность, не превышающую $0^m.3$ с характерным временем ~ 10 дней.

Наличие непериодической составляющей сильно затрудняет построение средней кривой блеска для периодической. Согласно Стинону, Шартрану и Шао (1974) V 1329 Cyg до вспышки была 15^m и имела период изменения блеска $P=960^d$. Лиллер нашел по гарвардским пластинкам 1890–1960 гг. период 959^d и элементы:

$$\text{Min} = 2432480 (\pm 10) + 959^d (\pm 1) E.$$

Продолжительность минимума была равна $0.1 P$, амплитуда блеска — $2^m.3$. Несмотря на большую дисперсию точек вне минимумов, кривая блеска V1329 Cyg до вспышки была характерной для затменных переменных.

Стинон и др. (1974) отмечают, что $P=960^d$ не противоречит наблюдениям блеска звезды после вспышки. Минимумы, вычисленные по элементам Лиллера, совпадают по времени с наблюдаемыми ослаблениями блеска звезды. На рис.3 стрелками показаны вычисленные моменты минимумов. Следует отметить, однако, что наблюдения плохо покрывают сами минимумы.

Характер кривой блеска V 1329 Cyg (периодическая составляющая) в настоящее время резко отличается от довыспышечной кривой. На рис. 4 приводятся наши наблюдения в фазе периода $P=960^d$. Каждая точка графика представляет собой среднее за интервал времени от 5 до 40 дней, что соответствует интервалу фаз от 0.01 до 0.04. Кривые блеска в лучах В и V весьма похожи между собой, тогда как кривая в U заметно отличается от них скоростью изменения блеска в фазах 0.1–0.2. Показатели цвета В–V и U–В в фазе периода 960^d показаны на рис. 5а и 5б. Хорошо выражено резкое покраснение (более, чем на $0^m.5$) показателя цвета U–В в области фаз 0.95–0.20, однако из-за отсутствия наблюдений вблизи самого минимума блеска нельзя сейчас сделать определенные заключения о глубине и фазе "впадины" на кривой U–В. Кривая же показателя цвета В–V не отражает столь явно изменений у $\phi = 0.0$. Хотя амплитуда изменения В–V составляет менее $0^m.2$, а дисперсия индивидуальных величин В–V в каждой средней точке сравнительно велика и достигает $\pm 0^m.05$, не исключено, что в $\phi \sim 0.5$ показатель цвета В–V является наиболее голубым.

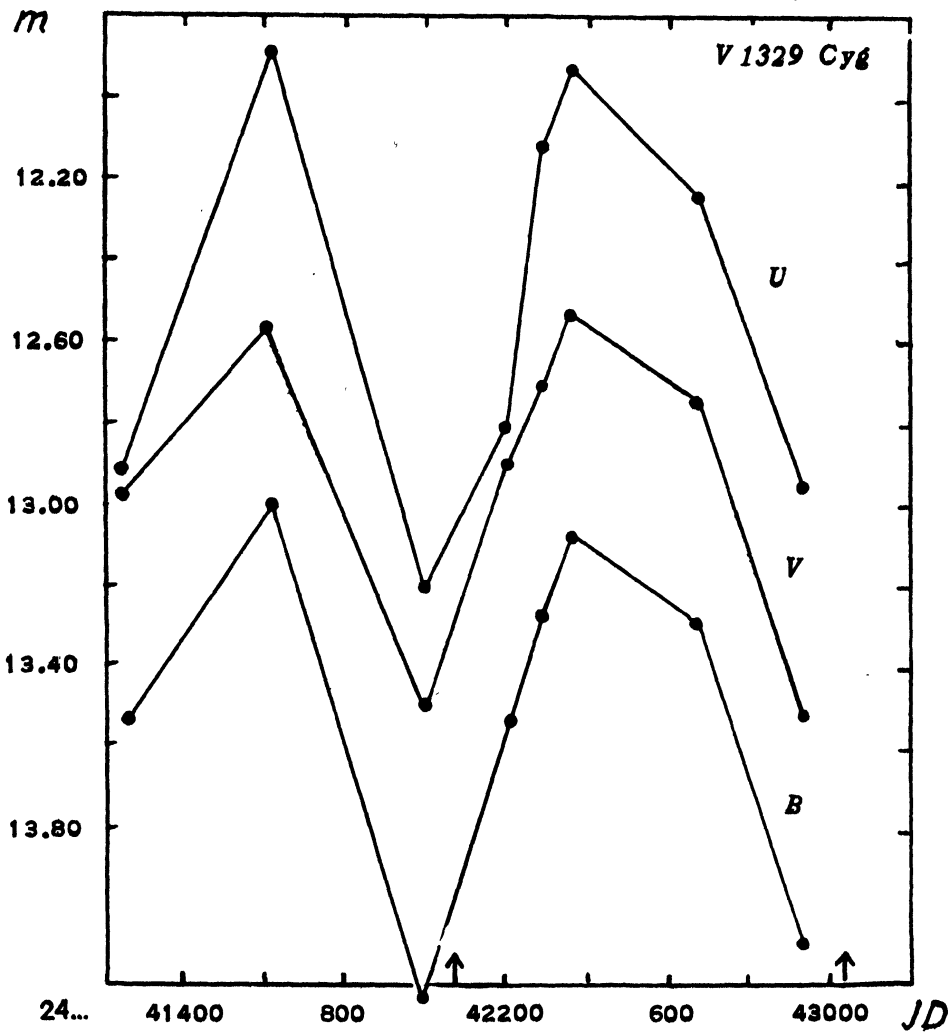


Рис.3. Средняя кривая блеска V1329 Cyg в 1971 – 76 г.

Положение V1329 Cyg на двухцветной диаграмме U–B, B–V и ее трек на ней в 1971 – 76 гг. показан на рис.6. Цифры около точек трека представляют фазы периода 960^d . Звезда находится в области, обычно занимаемой симбиотическими звездами (Белякина, 1975). Учет межзвездного поглощения света может передвинуть звезду левее и выше на диаграмме, однако точная величина поглощения света V1329 Cyg неизвестна.

Показатели цвета звезды в системе UVB, а также спектральные данные (Андрейя, 1973, Маммано, Ригини, 1973), свидетельствуют о том, что излучение V 1329 Cyg является комбинированным и складывается по крайней мере из трех компонентов: горячей звезды (не исключается, что звезды типа Вольфа-Райе), звезды позднего спектрального класса (M4–M8) и газа, обуславливающего крайнюю голубизну показателя цвета U–B, а также наличие сильных эмиссионных линий. Комбина-

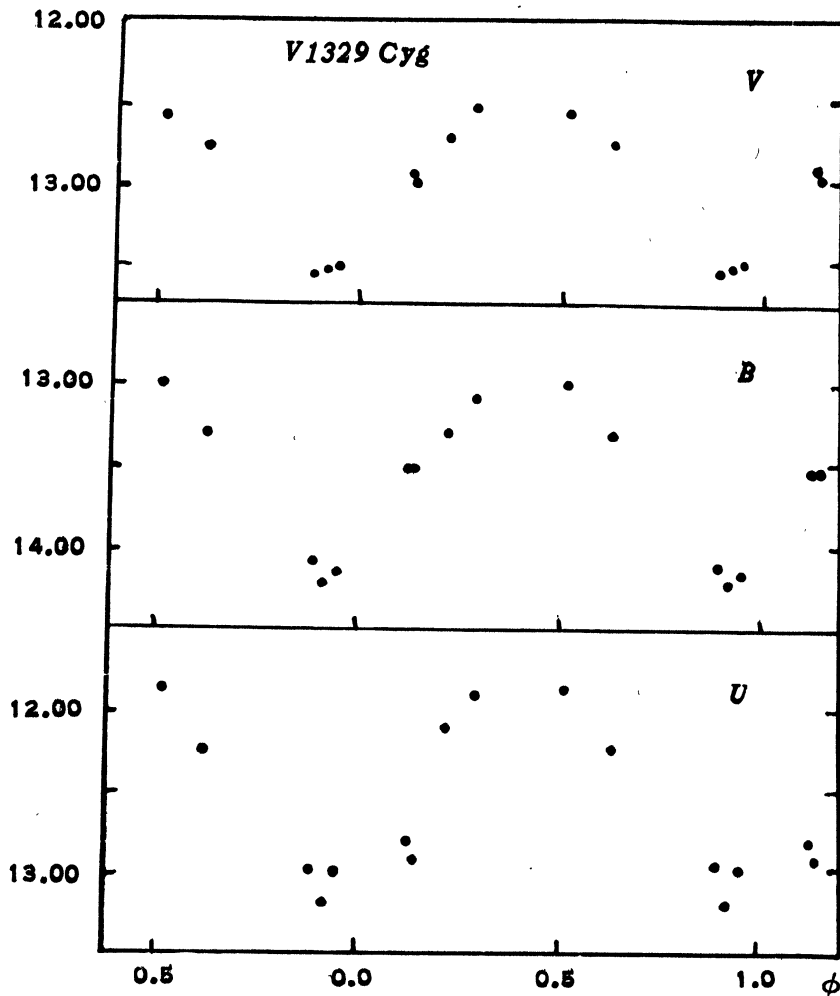


Рис. 4. Представление UVV - наблюдений периодом $P=960^d$.

ции любых двух нормальных звезд (O+M, WR+M, белый карлик + M и т.д.), не могут объяснить наблюдаемого показателя $U-B = -1.1$ при $B-V = +0.6$. Лишь добавление газа, дающего сильное излучение в области U (рекомбинационный бальмеровский континуум), в систему двойной звезды помогает понять положение V1329 Cyg на двухцветной диаграмме. Вопрос о локализации этого третьего компонента в системе и о его природе, конечно, не может быть решен без привлечения дополнительных фотометрических и спектральных данных.

В целом, сравнение довысшечных данных о характере изменения блеска V1329 Cyg с наблюдениями, выполненными после вспышки, в 1971 - 76 гг., когда на кривой блеска четко обозначились осцилляции, показывает, что затменная переменная существенно изменилась. Вероятно, во время вспышки, обусловленной, как нам представляется, голубой звездой, размеры последней существенно увеличились, вследст-

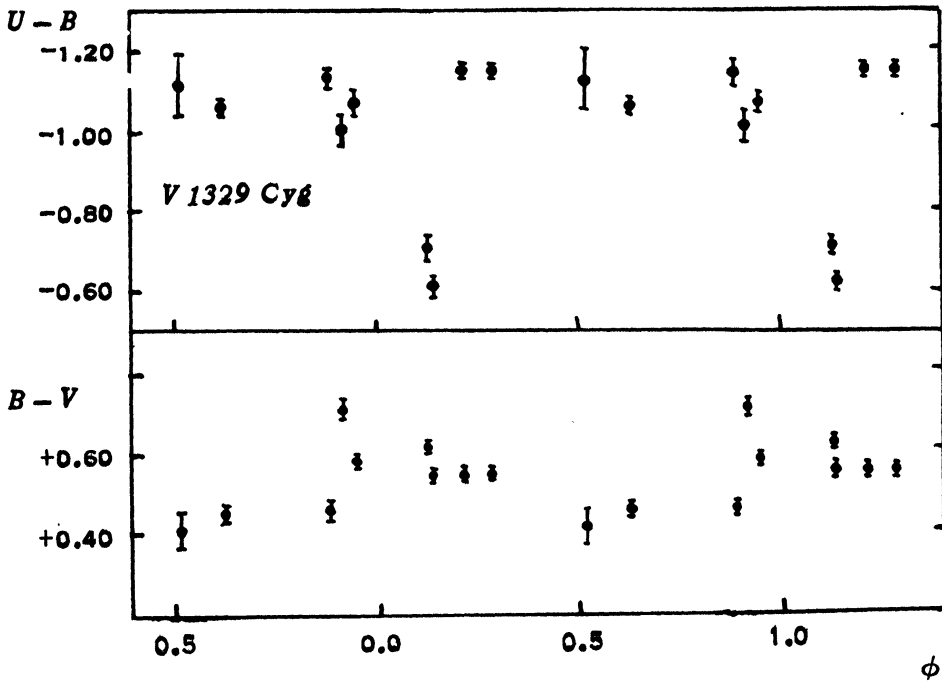


Рис. 5.
Показатели цвета $B-V$ и $U-B$ в функции фазы 960^d -периода.

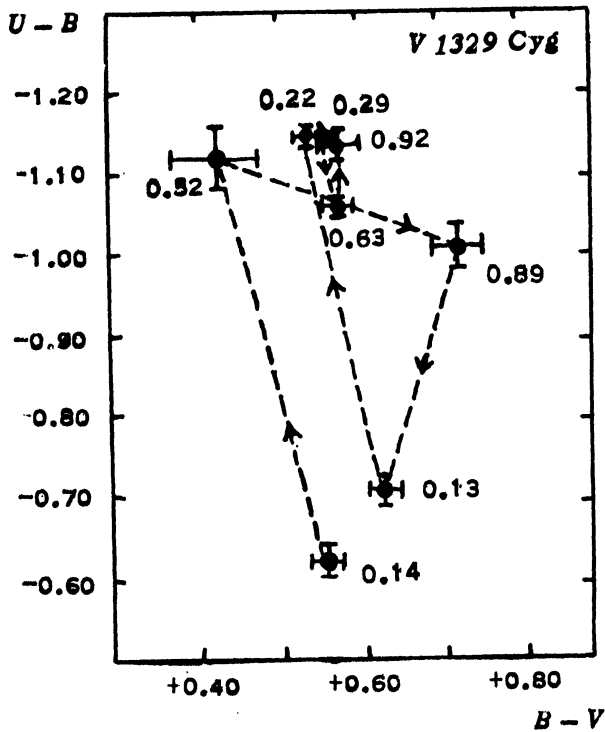


Рис. 6.
Положение $V 1329 Cyg$ на двухцветной диаграмме. Пунктиром соединены последовательные по времени наблюдения. Цифры — фазы периода 960^d . Вертикальные и горизонтальные черточки — дисперсия показателей цвета $U-B$ и $B-V$ соответственно в каждой точке.

вие чего характер затмений претерпел значительные изменения. Крайне отрицательный показатель цвета $U-V$ указывает на то, что после вспышки мы постоянно наблюдаем газовую компоненту излучения, возникающую либо в обширной оболочке, окружающей горячую звезду, либо где-то между компонентами. Тогда в главном минимуме, где, по-видимому, голубой компонент находится позади красного, происходит значительное покраснение $U-V$. Вклад M -звезды в общее излучение, как видно по двухцветной диаграмме, невелик, поэтому в фазе ~ 0.5 вторичный минимум может не проявляться. Отметим, что хотя UBV -наблюдения плохо покрывают область фаз около 0.5 , возможное уменьшение показателя цвета $B-V$ около этой фазы может быть обусловлено именно затмением M -компонента. Изменение спектрального класса позднего компонента, определяемого по линиям TiO , от $M4$ в 1969 до $M8$ в 1971 г. (Маммано, Риггини, 1973), возможно, является свидетельством в пользу этой гипотезы.

Не исключено также, что в системе $V1329$ *Sug* в настоящее время сильно проявляется эффект отражения, и кривая блеска на рис.4 представляет его изменения с фазой. Тогда излучение в фильтре U возникает как результат ионизации части атмосферы M -звезды, обращенной к горячей звезде, и последующего высвечивания.

Среди эмиссионных линий, наблюдающихся в спектре $V1329$ *Sug*, некоторые могут иметь происхождение в туманности, окружающей систему, и не быть связанными с орбитальным движением. Другие же, возникающие в оболочке горячего компонента либо в области горячего пятна M -звезды, должны отражать движение компонентов. В настоящее время явно недостаточно спектральных данных (в особенности, количественных измерений интенсивностей линий), чтобы говорить об изменениях спектральных классов с фазой 960 -дневного периода.

В заключение выражаю глубокую благодарность сотрудникам ГАИШ $M.B.$ Савельевой и $R.I.$ Носковой, принимавшим участие в наблюдениях $V1329$ *Sug* на Крымской станции ГАИШ.

Таблица 2.

UBV-наблюдения V1329 Sug в 1973 - 76 гг.

Дата	JD 24...	V	$B-V$	$U-B$	n
1	2	3	4	5	6
18-19 окт. 1973	41974	13.71	+0.68	-1.14	2
19-20 окт.	975	13.54	0.64	1.04	2
26-27 окт.	982	13.50	0.69	1.23	2
29-30 окт. *	985	13.47	0.74	1.09	1
15-16 нояб.	42002	13.61	0.71	0.93	1
17-18 нояб.	004	13.38:	0.87:	-	1
19-20 нояб.	006	13.54	0.60	0.98	1
23-24 нояб.	010	13.35	0.76	0.8:	1
29-30 нояб.	016	13.51	0.67	0.89	2
24-25 мая 1974	192	12.94	0.57	0.70	1
26-27 мая	194	12.91	0.64	0.67	2

Таблица 2
(продолжение)

1	2	3	4	5	6
28-29 мая 1974	42196	12.87	+0.61	-0.72	2
29-30 мая	197	12.90	0.63	0.74	2
17-18 авг.	277	12.72	0.59	1.17	1
21-22 авг.	281	12.73	0.53	1.16	2
22-23 авг.	282	12.71	0.53	1.13	1
13-14 окт.	334	12.56	0.54	1.19	2
14-15 окт.	335	12.57	0.55	1.17	3
19-20 окт.	340	12.53	0.59	1.14	1
20-21 окт.	341	12.59	0.57	1.16	1
21-22 окт.	342	12.56:	0.54:	0.96:	1
23-24 окт.	344	12.57	0.52	1.18	3
24-25 окт.	345	12.54	0.54	1.17	2
29-30 окт.	350	12.53	0.54	1.18	2
7-8 нояб.	359	12.53	0.57	1.10	2
10-11 нояб.	362	12.51	0.56	1.18	2
11-12 нояб.	363	12.49	0.55	1.16	2
12-13 нояб.	364	12.49	0.56	1.17	2
14-15 нояб.	42366	12.49	0.56	1.15	2
16-17 нояб.	368	12.46	0.54	1.19	2
18-19 нояб.	370	12.49	0.58	1.14	2
1-2 сент. 1975	657	12.93:	0.53	—	2
2-3 сент.	658	12.74	0.51	1.09	4
5-6 сент.	661	12.77	0.48	1.11	2
9-10 сент.	665	12.82	0.58	0.99	1
15-16 сент.	671	12.75	0.56	1.10	1
24-25 сент.	680	12.73	0.62	1.09	1
25-26 сент.	681	12.71	0.59	1.04	1
28-29 сент.	684	12.73	0.56	1.02	1
29-30 сент.	685	12.75	0.58	1.04	1
27-28 мая 1976	926	13.60	0.53	1.15	1
28-29 мая	927	13.51	0.59	1.12	1
29-30 мая	928	13.52	—	—	1
24-25 июля	984	13.48	+0.58	-1.07	2

Таблица 3

Средняя кривая блеска V1329 Суг в 1971-76 гг.

JD 24...	JD	V	B-V	U-B	B	U	ϕ
1	2	3	4	5	6	7	8
41 236-252	41242	12.98	+0.55	-0.62	13.53	12.91	0.14
41 596-618	41607	12.87	+0.42	-1.12	12.99	11.87	0.52
41 874-42 016	41995	13.51	+0.71	-1.01	14.22	13.21	0.92

Таблица 3
(продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8
42 192-197	42195	12.91	+0.62	-0.71	13.53	12.82	0.13
42 277-282	42280	12.72	+0.55	-1.15	13.27	12.12	0.22
42 334-370	42352	12.53	+0.55	-1.15	13.08	11.93	0.29
42 657-685	42672	12.75	+0.56	-1.06	13.31	12.25	0.63
42 926-928	42927	13.54	+0.56	-1.14	14.10	12.96	0.89

Литература:

- Андрийя, 1973 — Andrillat Y., Mem. Soc. Roy. sci. Liege, 5, 371.
 Алтенхофф, Уендкер, 1973 — Altenhoff W.F., Wendker H.J., Nature, 241, № 5384, 37.
 Архипова В.П., Мандель О.Е., 1973, IBVS № 722.
 Архипова В.П., Мандель О.Е., 1975, в сб. "Variable Stars and Stellar Evolution", ed. Sherwood, Plaut; Dordrecht, Holland, 391.
 Белякина Т.С., 1975 в сб. "Variable Stars and Stellar Evolution", 395.
 Кнакке, 1972 — Knaacke R.F., ApL 11, 201.
 Когоутек, 1969 — Kohoutek L., IBVS № 384.
 Лютый В.М., 1972, Сооб. ГАИШ № 172, 30.
 Маммано, Ригини, 1973 — Mammano A., Righini G.M., Mem. Soc. Astron. Ital. XLIV, № 1, 23.
 Стинон, Шартран, Шао, 1974 — Stienon F.M., Chartrand M.R., Shao C.Y., AJ 79, 47.
 Чиатти, д'Одорико, Маммано, 1974 — Ciatti F., d'Odorico S., Mammano A., Astron. and Ap. 34, 181.
 Шао, 1971 — Shao C.Y., BAAS 3, № 1, part 1, 15.
 Шартран, Стинон, 1970 — Chartrand N.R., Stienon F.M., BAAS 2, 186.

Государственный астрономический
институт им. П.К. Штернберга

Поступила в редакцию
19 августа 1976 г.