

УДК: 524.33

ИНТЕРЕСНАЯ ЗВЕЗДА V627 Cas (= AS 501) — МОЛОДОЙ ОБЪЕКТ, МИРИДА ИЛИ ДВОЙНАЯ СИМБИОТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА?

Е. А. КОЛОТИЛОВ

Поступила 28 апреля 1988

Принята к печати 15 июля 1988

Представлены результаты спектральных и фотометрических в оптическом и инфракрасном диапазонах для воли наблюдений переменной V 627 Cas. В совокупности со всеми остальными данными, известными к настоящему времени, они показывают следующее. Спектральный класс звезды в среднем соответствует $\approx M4$ с признаками высокой светимости. В линейчатом эмиссионном спектре наиболее заметны линии водорода. Звезда обладает сильными УФ- и ИК-избытками излучения, переменной линейной поляризацией оптического излучения, с ней также связаны лазерные линии OH и H₂O. Блеск V 627 Cas в фотографической области спектра ослабевал на протяжении по крайней мере последних 50 лет, в среднем $\Delta m/\Delta t \approx 0^m04$ в год.

1. *Введение.* В 1950 г. Меррил и Бурвелл [1] занесли в дополнительный список объектов с H₂-эмиссией под номером AS 501 звезду с яркостью $m_{0.7} \approx 10^m5$ предположительно позднего спектрального класса (впоследствии он был оценен как M). В 1972 г. Хербиг и Рао [2] включили AS 501 во второй каталог молодых объектов (№ HRC 316), хотя и испытывали сомнения в ее принадлежности к звездам типа T Тау. В последующие годы мнения о природе объекта были весьма разноречивы. Так, с одной стороны, Копачкая [3, 4] по ряду свойств считает звезду экстремально молодым членом T-ассоциации около DI Сер. Гам и др. [5] также причисляют ее к молодым объектам, только в качестве горячей компактной H II-области. С другой стороны, принадлежность AS 501 к звездам, не достигшим стадии главной последовательности, исключается в работах [6—12]. При этом она относилась к холодным нестационарным сверхгигантам [8] или переменным типа Миры [11].

В настоящей работе вначале будут изложены результаты наших спектральных и фотометрических наблюдений AS 501. Затем с привлечением всех имеющихся данных будет обсуждена еще одна модель объекта, предлагаемая нами — двойная система, по-видимому, симбиотическая.

В последнее издание ОКПЗ [13] звезда AS 501 вошла как переменная V 627 Cas, таким образом она и будет обозначаться далее в статье.

2. *Наблюдательный материал.* В начале 70-х годов ряд наблюдателей независимо обнаружил [3, 6, 10], что блеск V 627 Cas заметно слабее по сравнению с величиной, приведенной Меррилом и Бурвелл [1]. Это вызвало интерес к фотометрической истории звезды, для выяснения которой были оценены фотографические величины по серии пластинок из стеклянной библиотеки ГАИШ, охватывающей период 1900—1970 гг. Соответствующие данные для 126 ночей приведены в работе Горанского и Колодилова [14].

С 1983 г. проводились фотоэлектрические UVV-измерения блеска V 627 Cas на 60-см рефлекторе Крымской станции ГАИШ. Для 84 ночей наблюдений по декабрь 1986 г. включительно таблица с результатами также содержится в [14], где изложены и все методические сведения. В 1987—1988 гг. измерения были продолжены, данные для 10 ночей собраны в табл. 1.

Таблица 1
РЕЗУЛЬТАТЫ ФОТОМЕТРИИ
V 627 Cas В 1987—1988 гг.

JD 244... ..	V	B-V
7000	12.83	—
7003	12.85	3.12
7013	12.91	3.08
7032	12.99	2.90
7033	12.95	2.98
7057	12.96	3.07
7124	12.82	—
7127	12.81	3.25
7183	12.77	2.59
7184	12.76	2.48

В 1974—1984 гг. фотоэлектрические наблюдения V627 Cas проводила Копачкая [4]. Мы выполнили в начале 1988 г. привязку к нашей звезде сравнения использованного в [4] стандарта с целью выявления возможных систематических различий. В фильтре V подобных различий не обнаружено, а в фильтрах U и B по данным [4] V 627 Cas ярче на $0^m.05$ и $0^m.04$, соответственно.

В сентябре 1987 г. была измерена яркость V 627 Cas в диапазоне 1—5 мкм (полосы JHKL) на 125-см рефлекторе Крымской станции

ГАИШ при помощи ИК-фотометра с InSb-приемником [15]. Звездой-сравнения служила BS 8541, величины блеска переменной составляют $J \approx 5^m 74 \pm 0^m 02$, $H \approx 4^m 33 \pm 0^m 03$, $K \approx 3^m 31 \pm 0^m 02$ и $L \approx 1^m 90 \pm 0^m 02$.

Мы располагаем также спектроскопическим материалом, сведения о котором приведены в табл. 2. Наблюдения выполнены при помощи щелевых дифракционных спектрографов, работающих с ЭОП. Все спектрограммы были записаны в плотностях с увеличениями в 20 и 50 раз на микрофотометре ЗСS Joyce Loebel Астросовета АН СССР.

Таблица 2
СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ V 627 Cas

Дата	Спектральная область, А	Дисперсия А/мм	Количество спектрограмм	Примечания
14/15.10.1983	4000—4500	40	1	а
	4700—5300	40	1	а
	6200—6800	40	1	а
9/10. 1.1986	4200—6000	100	1	а
	5800—7500	100	1	а
6/ 7. 8.1986	4300—7200	230	2	б
9/10. 8.1986	4500—5500	100	1	б
10/11. 8.1986	4500—5500	100	1	б
12/13. 8.1986	6400—7500	100	1	б
13/14. 8.1986	6400—7500	100	1	б

Примечания. а — спектры получены П. П. Петровым на 2.6-см рефлекторе КраО АН СССР; б — спектры получены автором на 125-см рефлекторе Крымской лаборатории ГАИШ.

3. Результаты наблюдений. а) Оптическая фотометрия. На рис. 1 изображена сводная кривая блеска V 627 Cas для периода 1900—1988 гг. в величинах m_{pg}/B , построенная с использованием данных [4, 6, 9], табл. 1 и 2 из [14] и табл. 1 настоящей работы. Прежде всего отметим, что для начала века фотографическая фотометрия подвержена эффекту селекции, т. е. из-за близости к пределу снимков, возможно, отсутствуют значения слабого блеска. Кроме того, в наших оценках нет, к сожалению, данных для 1910—1933 гг., но здесь необходимо указать, что Тхун и др. [11] отмечали яркий блеск V 627 Cas в 1919 г. Но если даже не принимать во внимание данные 1900—1910 гг., можно, на наш взгляд, утверждать, что происходило со временем ослабление яркости звезды. В период 1935—1988 гг. в среднем скорость падения составила $\Delta m/\Delta t \approx 0^m 04$ в год. С другой стороны, полученная в 40-х годах Меррилом и Бурвелл [1] по бесщелевой спектрограмме V 627 Cas величина $m_{pg} \approx 10^m 5$ существенно

отличается от наших оценок для этого периода, $\overline{m_{pg}} \approx 14^m$ (см. рис. 1). Скорее всего, как уже объясняла Копацкая [4, стр. 81], в силу специфических условий части наблюдений [1] величины ряда объектов, в числе которых оказалась и V 627 Cas, соответствуют не фотографической m_{pg} , а более красной, близкой к R .

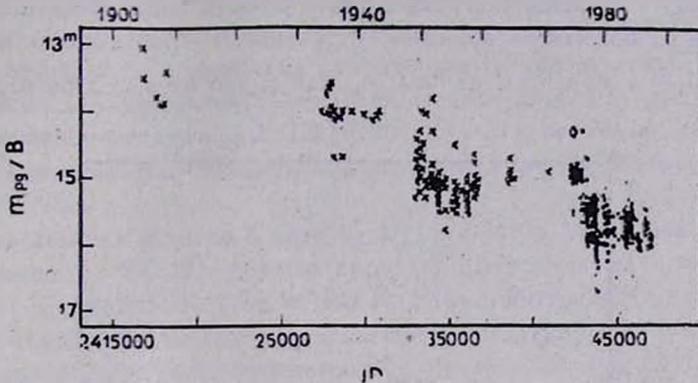


Рис. 1. Сводная кривая блеска V 627 Cas в величинах m_{pg}/B в период 1900—1988 гг. Крестики — фотографические оценки из [14]; заполненные кружки — фотоэлектрические измерения из [4, 14] и табл. 1; треугольник — фотоэлектрические измерения из [9]; ромбик — телевизионные данные из [6].

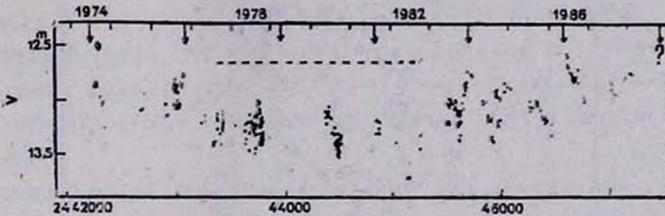


Рис. 2. Сводная кривая блеска V 627 Cas в фильтре V в 1974—1988 гг. Заполненные кружки — фотоэлектрические измерения из [4, 9, 14] и табл. 1; ромбик — телевизионные данные из [6].

На рис. 2 приведена кривая блеска звезды в фильтре V , построенная по всей известной фотометрии 1974—1988 гг. [4, 6, 14] и табл. 1. Диапазон переменности объекта заключался от $\approx 12^m.6$ до $\approx 13^m.7$. Относительно же деталей отметим, что в конце 1983 г. (\approx JD 2445700) нами наблюдался четкий пик яркости, за которым в середине 1986 г. последовал другой, несколько даже более высокий по уровню излучения V 627 Cas. К сожалению, наша фотометрия не захватила второй пик со стороны подъема к максимуму, так что временной интервал между этими двумя событиями $\approx 870^d$ (≈ 2.33 года) можно оценить с точностью, не лучшей

$\pm 20^l$. На рис. 2 стрелками отмечены также моменты вероятных, если данное явление периодическое, пиков яркости в предшествующее 1983 г. время. Как видно, наблюдения, по крайней мере 1974 г. и 1976 г., не противоречат предположению о повторяемости максимумов. В таком случае очередной пик следует ожидать осенью 1988 г. (см. рис. 2).

По фотометрии 1974—1988 гг. можно также заключить, что в 1977—1982 гг. V 627 Cas испытала эпизод общего ослабления яркости в V. Закончился он любопытным образом — произошло «покраснение» показателя цвета (B—V) в среднем на ≈ 0.5 , как видно на рис. 3 по расположе-

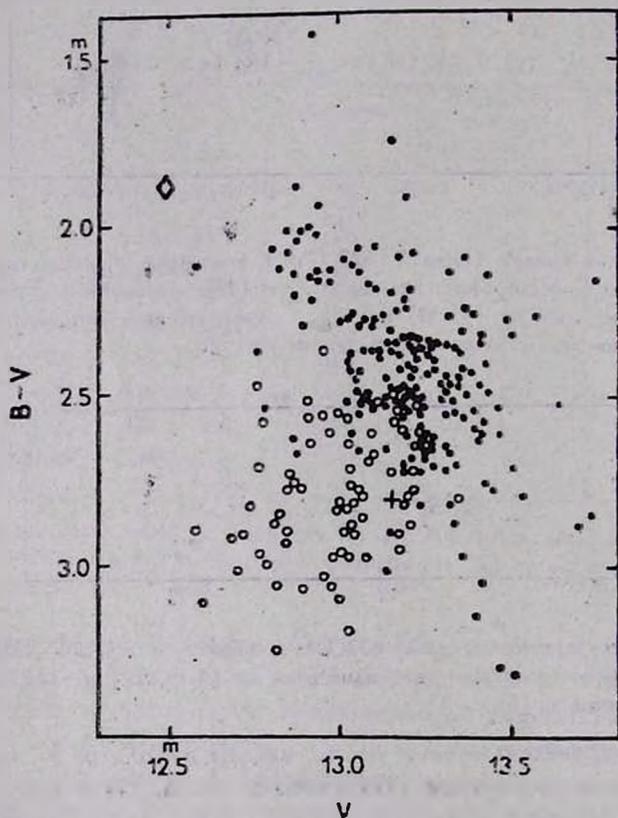


Рис. 3. Зависимость показателя цвета (B—V) от величины V переменной V 627 Cas. Заполненные кружки — данные из [4]; открытые кружки — из [14] и табл. 1; крестик — из [16]; ромбик — из [6].

нию массива нашей фотометрии 1983—1988 гг. с совокупностью данных 1974—1984 гг. Колацкой [4] (на рис. 3 представлены также измерения из [6, 9, 16]).

Что касается показателя цвета ($U-B$), то отметим наличие у V 627 Cas переменного УФ-избытка излучения, временами очень сильного. В 1974—1987 гг. цвет ($U-B$) менялся, согласно [4, 14], в пределах от $\approx -1^m2$ до $\approx +2^m$.

б) *Инфракрасная фотометрия.* В начале 70-х годов Коэн [17] первым установил, что V 627 Cas обладает сильным избытком инфракрасного излучения, отождествив звезду с ИК-источником № 2999 из ракетного AF CRL-обзора неба и выполнив собственные ИК-наблюдения. В дальнейшем объект в ИК-диапазоне наблюдался неоднократно [4, 7, 18, 19], включая и измерения при помощи ИСЗ IRAS ([20, 21], источник 22556+5833). Последние по времени ИК-измерения выполнены нами в сентябре 1987 г. в полосах JHKL.

Распределение энергии в спектре V 627 Cas в диапазоне 1—30 мкм, как показано в [18, 19], хорошо аппроксимируется двумя чернотельными кривыми с $T_1 \approx 1200$ К и $T_2 \approx 300$ К. Этот избыток ИК-излучения связывается с мощной околосредной пылевой оболочкой, на что указывают также и силикатные эмиссионные полосы на 10 и 20 мкм [21].

Обращаясь к ИК-переменности, заметим, что JHKL-наблюдения на Крымской станции ГАИШ ([19] и наша фотометрия) относятся к различным оптическим состояниям объекта—в 1985 г. и 1987 г. $V \approx 13^m$ и в 1986 г. $V \approx 12^m7$ (пик яркости). Возрастание оптического потока сопровождалось увеличением и ИК-излучения, но практически без изменений показателей цвета. В 1985—1987 гг. в среднем положение V 627 Cas на двухцветных диаграммах ($J-H$)—($H-K$) и ($H-K$)—($K-L$) хорошо соответствует сумме излучений гиганта M4 и пылевой оболочки с $T \approx 1200$ К.

Показатели цвета объекта в далеком ИК-диапазоне, полученные по IRAS-наблюдениям, согласуются с континуумом т. н. ОН/ИК-звезд, что было отмечено в [12, 22].

в) *Спектроскопия.* Выше было упомянуто, что Меррил и Бурвелл [1] по наблюдениям с объективной призмой отнесли V 627 Cas к поздним звездам. Хербиг и Рао [2] уточнили вывод работы [1], определив спектр типа M. В дальнейшем фотосферный спектр классифицировался как M3 [6], M2 [8] и переменный в пределах M3—M5 [23]. По заключению Чаварриа и Лара [10] спектр V 627 Cas «... K7 или позднее». Ряд спектроскопических признаков свидетельствует о повышенной светимости звезды, т. е. о принадлежности M-спектра, по крайней мере, к типу III [8, 23]. Оптический эмиссионный спектр представлен линиями H, Fe I, Fe II, Ti I и является переменным [23]. В ближнем ИК-диапазоне $\lambda\lambda$ 6000—11000 Å обнаружена только H_α [6, 24, 25].

Наш спектральный материал (табл. 2) получен в октябре 1983 г. и январе 1986 г. при близких фотометрических состояниях звезды с $V \approx 13^m.2$ и в августе 1986 г. при более ярком уровне с $V \approx 12^m.8$. Эмиссионные линии каких-либо элементов, кроме водорода, на наших спектрограммах уверенно не отождествлены. В 1983 г. в эмиссии присутствовали H_α и H_β , и не заметно на спектрограмме следов H_γ ; в январе 1986 г. также наблюдались H_α - и H_β -эмиссии (в области H_γ негатив недодержав). Однако в августе 1986 г., когда звезда поярчала, в спектре осталась только H_α -эмиссия, ширина которой явно уменьшилась по сравнению с предыдущими наблюдениями.

Что касается абсорбционного спектра, то в первую очередь необходимо выделить в спектре V 627 Cas наличие полос молекулы TiO. Они были очень хорошо видны в октябре 1983 г. и в январе 1986 г., при этом для начала 1986 г. количественные оценки по ряду полос дали в среднем классификацию $\approx M2$ (систематического различия в классификации для голубого и красного диапазонов длин волн не выявлено). Во время повышения яркости звезды молекулярный спектр ослабел, что особенно было заметно в августе 1986 г. по полосам в районе $\lambda\lambda 6600-7100 \text{ \AA}$ (см. рис. 4).

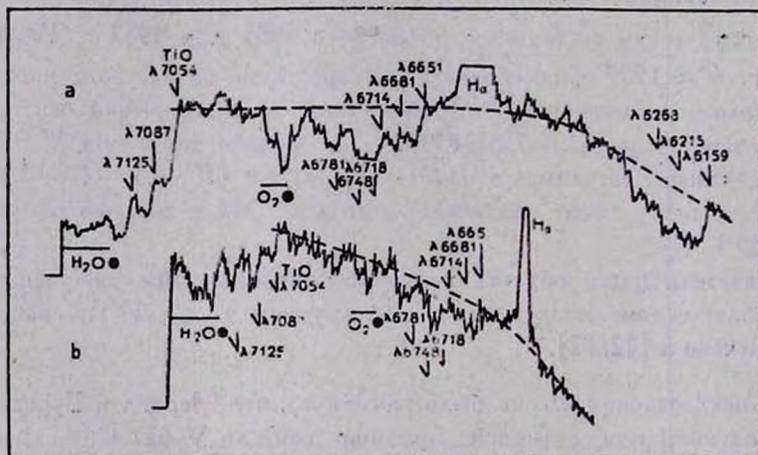


Рис. 4. Микрофотометрические записи в плотностях спектрограммы V 627 Cas с дисперсией $\approx 100 \text{ \AA/мм}$. Спектры получены при разных уровнях оптического блеска звезды: а — 9.10.1.1986, $V \approx 13^m.2$; б — 13.11.8.1986, $V \approx 12^m.8$. Все отмеченные длины волн, имеющие при себе букву λ , принадлежат к TiO.

Особый интерес представляет вопрос о линии поглощения $Li I$ $\lambda 6708 \text{ \AA}$, являющейся, как известно, одним из признаков молодости объекта и ранее отождествленной в спектре V 627 Cas Дервиз и Копачкой [23]. На нашей спектрограмме с дисперсией 40 \AA/мм , полученной осенью

1983 г., присутствие данной линии не обнаружено. В связи же со светимостью заметим, что наличие на этой спектрограмме линий поглощения Ba II λ 6496 А и, наоборот, отсутствие молекулярной полосы поглощения CaH λ 6385 А указывает на повышенную светимость объекта, в согласии с выводами работ [8, 23].

г) *Поляризация и радиоизлучение.* Прежде чем переходить к обсуждению природы V 627 Cas, имеет смысл представить также результаты поляризационных и радионаблюдений.

Согласно [4, 26], звезда обладает линейной поляризацией оптического излучения, переменной в пределах 3—6%. При этом до 1981 г. наблюдалось интересное явление [4] — вращательное движение вектора поляризации с характерным временем ≈ 2.3 года ($\approx 840^d$): Любопытно, что этот интервал близок к предполагаемой нами периодичности всплесков яркости объекта.

В ноябре 1977 г. было обнаружено связанное со звездой мазерное ОН-излучение в частотах 1612, 1665 и 1667 Мгц [5] (более ранняя попытка Ло и др. [27] не дала положительного результата). С V 627 Cas связано также мазерное H_2O -излучение [11, 12, 22, 27, 28], при этом между 1983 г. и 1985 г. произошло изменение профиля эмиссии.

Попытки зарегистрировать непрерывное радиоизлучение от объекта на 1.3 и 6 см [11] и 3.7 и 11 см [27] оказались безуспешными.

4. *Обсуждение.* а) *О природе V 627 Cas.* В начале статьи уже перечислялись различные мнения о природе объекта, выдвинутые в [4, 5, 8, 11]. Там же был упомянут и наш вариант, предполагающий двойственность (для справедливости укажем, что предположение о двойственности ранее уже высказывалось [23], но затем от него отказались [4]). Наш вариант обосновывается в первую очередь на кривой блеска звезды, свидетельствующей об ослаблении ее яркости со временем, возможно, что и на всем протяжении фотометрической истории (рис. 1). Такое поведение может означать, по аналогии с медленными новыми и новоподобными симбиотическими объектами, что звезда когда-то испытала заметный подъем яркости. Допуская вероятность такого события и анализируя остальные характеристики V 627 Cas, мы не исключаем возможности включения ее именно в группу новоподобных симбиотических звезд [29]. Как полагают в настоящее время, они представляют собой двойные системы, в которых будут происходить вспышки яркости горячего компаньона (термоядерный взрыв на поверхности) при аккреции им вещества, теряемого холодным компаньоном [30].

Кратко напомним основные свойства симбиотических звезд с целью выяснения каких-либо решающих противоречий нашей гипотезе. Согласно данным Аллена [31], около 25% из них обладают пылевыми оболочками, а 3—638

с учетом IRAS-наблюдений доля возрастает до $\approx 40\%$ [32]. Согласно недавнему обзору Шульца-Ладбека [33], около 45% симбиотических звезд обладает собственной линейной поляризацией излучения, причем это преимущественно объекты с ИК-избытками (к примеру, у R Aqг степень поляризации временами возрастает до $\approx 15\%$ [34]). С другой стороны, непрерывное радионизлучение зарегистрировано только у $\approx 25\%$ симбиотических звезд [35].

Что касается мазерного OH- и H₂O-излучения, связанного с V 627 Cas то оно также представляет собой определенный «симбиоз» характеристик, свойственных горячим H II-областям [36] и холодным OH/ИК-звездам [37]. Однако из симбиотических систем только у R Aqг было обнаружено мазерное излучение, так что какое-либо детальное сравнение с V 627 Cas затруднено. Но любопытно заметить, что холодный компаньон системы R Aqг является миридой.

Основная трудность с отнесением V 627 Cas к симбиотическим звездам заключается в ее оптическом спектре. С одной стороны, он является составным, сочетающим молекулярные полосы поглощения TiO с линиями излучения. С другой, у симбиотических объектов наблюдаются эмиссии гелия и запрещенные линии, которые у V 627 Cas не видны. Однако надо иметь в виду, что у AG Peg, новоподобной симбиотической, испытавшей в 1855—1871 гг. подъем блеска $\Delta m \approx 3^m$ и с тех пор демонстрирующей падение яркости со средней скоростью $\Delta B/\Delta t \approx 0^m04$ в год [38], эмиссии He I появились лишь через ≈ 60 лет после вспышки [39]. Естественно, только по мере падения плотности сброшенной оболочки в спектре AG Peg появились и запрещенные линии [39].

Таким образом, мы не сталкиваемся с непреодолимыми препятствиями для отнесения V 627 Cas к новоподобным симбиотическим звездам. Объект, на наш взгляд, очень интересный и заслуживает дальнейшего внимания со стороны наблюдателей. В частности, необходимо разобраться с таким вопросом, как возможная 870-дневная периодичность.

Теперь о других предположениях об эволюционном статусе V 627 Cas. Во-первых, относительно молодости. Мы не подтвердили наличия линии поглощения Li I λ 6708 А, а по цветам далекого ИК-излучения, зарегистрированного при помощи ИСЗ IRAS, объект на соответствующих диаграммах находится в стороне от области, занимаемой звездами типа T Tau [12, 22]. Молодость V 627 Cas предполагается и в объяснении природы V 627 Cas. данным Гамом и др. [5] — компактная зона H II. Как известно, их появление вокруг горячих массивных звезд характеризует определенный этап эволюции до главной последовательности. При этом для формирования зоны H II, газопылевого «кокона» и возникновения условий для молекулярного мазерного свечения важным фактором является темп

истечения вещества — выше или ниже он критического [40]. Однако модели [5] в первую очередь противоречат поздний спектральный класс V 627 Cas, который, напомним, в среднем оценивается $\approx M4$.

И еще одно обстоятельство. Среди молодых звезд известна лишь небольшая группа фуоров, демонстрирующих падение яркости после соответствующих новоподобных подъемов [41]. Однако, кроме сходства в фотометрическом поведении, V 627 Cas в остальном не похожа на какого-либо представителя группы фуоров.

Предположениям [8, 11] о том, что V 627 Cas является нестационарным сверхгигантом или переменной типа Миры, противоречит наличие не характерного для таких объектов сильного УФ-избытка излучения (показатель цвета $U-B$, напомним, меняется от -1^m3 до $+2^m$ согласно [4] и нашим данным). Кроме того, до сих пор не наблюдался и процесс длительного падения яркости у какого-либо из представителей данных групп.

б) *О межзвездном поглощении и расстоянии до V 627 Cas.* Согласно [3, 4, 23], поскольку Т-ассоциация около DI Сер расположена на расстоянии ≈ 300 пк, V 627 Cas является близким объектом, «покрасневшим» в основном за счет околозвездной пыли. Насборот, Коэн и Кухи [8] пришли к выводу, что звезда находится на расстоянии ≈ 3.3 кпк, поглощение для нее $\approx 3^m6$, причем большая часть A_V межзвездного происхождения. Гам и др. [5] также считают ее далеким объектом, оценивая $r > 3$ кпк из кинематически: сопоставлений, связанных с характеристиками мазерного излучения.

Недавно Бергнер и др. [42] детально изучили распределение поглощающего вещества в направлениях на DI Сер и V 627 Cas. До расстояния ≈ 1.2 кпк происходит равномерное нарастание поглощения до $A_V \approx 2^m8$, а далее до ≈ 3.5 кпк увеличился A_V не наблюдается.

Как уже отмечалось выше, ряд спектроскопических признаков указывает на повышенную светимость V 627 Cas. Здесь в связи с нашей точкой зрения на природу объекта необходимо указать, что в симбиотических системах холодный компаньон имеет, как правило, III тип светимости [43], но в нескольких системах он более яркий (тип I—II, [44]). Во втором случае V 627 Cas будет далеким объектом, частично «покрасневшим», по-видимому, за счет собственной пыли.

В заключение автор выражает благодарность П. П. Петрову за предоставление ряда спектрограмм V 627 Cas и Б. Ф. Юдину за содействие в проведении ИК-наблюдений.

Государственный астрономический институт
им. П. К. Штернберга

AN INTERESTING STAR V627 CAS (= AS 501) — A YOUNG OBJECT, A MIRA VARIABLE OR A BINARY SYMBIOTIC SYSTEM ?

E. A. KOLOTILOV

The results of spectral and photometric observations of the variable star V627 Cas carried out in optical and infrared regions are presented. The combination of all available data shows the following parameters of the star: spectral class corresponds on the average to M4 bearing some features of high luminosity. In the emission spectrum the most prominent are hydrogen lines. The star shows strong UV and IR excesses, variable linear polarization in the optical range, with the star are also connected maser lines OH and H₂O. The brightness of V627 Cas in the photographic region has decreased for at least 50 years on the average by $\Delta m/\Delta t \approx 0^m.04$ per year.

ЛИТЕРАТУРА

1. P. W. Merrill, C. G. Burwell, *Astrophys. J.*, 112, 72, 1950.
2. G. H. Herbig, K. N. Rao, *Astrophys. J.*, 174, 401, 1972.
3. Е. Н. Копачкая, Уч. зап. ЛГУ, № 400, 93, 1979.
4. Е. Н. Копачкая, Канд. диссертация. ЛГУ, 1986.
5. G. F. Gahm, K. P. Lindroos, W. A. Sherwood, A. Winnberg, *Astron. and Astrophys.*, 83, 263, 1980.
6. Г. Ф. Гам, Е. А. Колодтилов, П. П. Петров, А. Г. Щербатов, Г. И. Шанин, *Астрон. циркуляр*, № 852, 5, 1975.
7. R. D. Gehrz, J. A. Hackwell, *Astrophys. J.*, 206, L161, 1976.
8. M. Cohen, L. Kuhl, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 89, 829, 1977.
9. C. Eiroa, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 44, 77, 1981.
10. C. Chavarría, E. Lara, *Rev. Mex. Astron. Astrofis.*, 6, 159, 1981.
11. C. Thum, C. Bertout, D. Downes, *Astron. and Astrophys.*, 94, 80, 1981.
12. J. G. A. Wouterloot, C. M. Walmsley, *Astron. and Astrophys.*, 168, 237, 1986.
13. Общий каталог переменных звезд, под ред. П. Н. Холодова, т. 1, Наука, Москва, 1985.
14. В. П. Горанский, Е. А. Колодтилов, *Перемен. звезды*, 22, 667, 1988.
15. Э. А. Наджип, В. И. Шнаурин, В. Г. Тихонов, Тр. Гос. астрон. ин-та им. П. К. Штернберга, 58, 119, 1986.
16. G. V. Coyne, *Vatican Observ. Publ.*, 2, 73, 1984.
17. M. Cohen, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 169, 257, 1974.
18. M. J. Lebofsky, S. G. Klutmann, G. H. Rieke, P. J. Low, *Astrophys. J.*, 206, L157, 1976.
19. О. Г. Таранова, Б. Ф. Юдин, *Астрон. циркуляр*, № 1501, 7, 1987.
20. P. R. Wesselius, D. A. Belintema, A. R. W. de Longe, T. A. Jurriens, D. J. M. Kester, J. E. van Weerden, J. de Vries, M. Perault, IRAS — DAX Chopped photometric channel, Explanatory Suppl., Groningen, 1985.
21. F. M. Olton, E. Ratmond, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 65, 607, 1986.

22. C. Henkel, A. D. Haschick, R. Gusten, *Astron. and Astrophys.*, 165, 197, 1986.
23. Т. Е. Дерюс, Е. Н. Конашкая, Письма в Астрофиз. ж., 7, 168, 1981.
24. Y. Andrillat, J. P. Swings, *Proc. IAU Colloq. N 42, Bamberg*, 100, 1977.
25. Y. Andrillat, J. P. Swings, *Bull. Soc. Roy. Sci. Liege*, 47, 229, 1978.
26. Ю. К. Бернер, А. С. Мирошниченко, Р. В. Юдин, Н. Ю. Ютанов, К. Г. Джакушева, Д. Б. Муканов, Письма в Астрофиз. ж., 13, 208, 1987.
27. K. Y. Lo, B. F. Burke, A. D. Haschick, *Astrophys. J.*, 202, 81, 1975.
28. R. Genzel, D. Dognes, *Astron. and Astrophys.*, 72, 234, 1979.
29. D. A. Allen, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 192, 521, 1980.
30. S. J. Kenyon, J. W. Truran, *Astrophys. J.*, 273, 280, 1983.
31. D. A. Allen, *Proc. Astron. Soc. Austral.*, 5, 369, 1984.
32. Л. Лууд, Т. Тувикене, *Астрофизика*, 26, 457, 1987.
33. R. Schulte — Ladbeck, *Astron. and Astrophys.*, 142, 333, 1985.
34. С. Н. Никитиц, Т. Н. Худякова, Письма в Астрофиз. ж., 5, 611, 1979.
35. E. R. Seaquist, A. R. Taylor, *Bull. Amer. Astron. Soc.*, 18, 913, 1986.
36. H. J. Habing, F. P. Israel, *Ann. Rev. Astron. and Astrophys.*, 17, 345, 1979.
37. W. J. Wilson, in „*Mol. Galact. Environ.*, New York *o. a.*, 1973, 164.
38. Т. С. Белякина, Изв. Крым. астрофиз. обсерв., 75, 136, 1986.
39. S. J. Kenyon, in „*The Collected history of the Symbiotic Stars*„ Univ. Illinois, 1983.
40. В. В. Бурдюжа, Ин-т космич. исслед. АН СССР, Препр., № 751, 1983.
41. С. Н. Herbig, *Astrophys. J.*, 217, 693, 1977.
42. Ю. К. Бернер, А. С. Мирошниченко, Р. В. Юдин, Н. Ю. Ютанов, Д. Б. Муканов, *Астрофиз. циркуляр*, № 1459, 5, 1986.
43. Л. Лууд, А. Лесляярв, *Астрофизика*, 24, 265, 1986.
44. S. J. Kenyon, T. Fernandez — Castro, *Astron. J.*, 93, 938, 1987.