

Активность переменных типа Is и ее закономерности

III. Блеск и показатели цвета VX Кассиопеи

В.И.Кардополов, Г.К.Филипьев

Рассмотрены ряды фотоэлектрических UBVR – наблюдений VX Cas в 1979–81 гг. Блеск переменной в эти сезоны испытывал волнообразные колебания. Проведено сопоставление VX Cas с рассмотренными ранее Is_a звездами. Больше всего элементов сходства у нее обнаружено с VV Ser и V 517 Cyg. По характеру изменений яркости заметно отличаются друг от друга и от VX Cas, VV Ser и V 517 Cyg две другие Is_a – переменные – SV Cep и WW Vul.

Some Regularities of Is Variable Stars Activity

III. Light and Colours Variations of VX Cassiopeiae

by V.I.Kardopolo, G.K.Filipjev

The photoelectric photometry of VX Cas in 1979–81 shows that the star exhibits some wavelike light variations. The dependence of U–B, B–V, and V–R colors on V magnitude is also examined for this Is_a variable star. There is the tendency of color variations of VX Cas similar to that of VV Ser and V 517 Cyg in the colour–magnitude diagrams. However, there are significant differences between VX Cas, VV Ser, V 517 Cyg in the one hand, and two irregular variable stars of A spectral type SV Cep and WW Vul in the other hand. This evidence suggests alternative possibilities. First, the stars are pre–main–sequence objects but with some differences in ages. Second, some of the stars are not extremely young objects.

Введение.

К числу слабо изученных переменных звезд типа Is спектрального класса A относится VX Cas. Хербиг (1957), исследуя спектр VX Cas, не обнаружил в нем следов водородной эмиссии. Присутствие у переменной двухкомпонентной эмиссионной линии H α отмечено Зайцевой (1973). Многоцветные широкополосные фотоэлектрические измерения VX Cas проводили Зайцева (1970) и Пугач (1979).

Фотометрические характеристики и их изменения.

Авторы наблюдали звезду в системе UBVR в 1979–81 годах (Кардополов, Филипьев, 1981, 1983, 1985а). Поведение блеска переменной в V в эти сезоны иллюстрирует рис.1, сплошными линиями на кото-

1987PZ...22..455K
 ром соединены точки, полученные в соседние ночи. Разрозненные фото-
 метрические данные и ряды неравномерной и низкой плотности создали
 впечатление о VX Cas, как о звезде с небольшими флуктуациями ярко-
 сти около нормального (максимального) уровня и случайными глубоки-
 ми и резкими ослаблениями (например, Хофмейстер, 1943; Пугач,
 1969). По описанию Зайцевой (1970) блеск переменной колеблется
 на $0^m.4-0^m.5$ за 1–2 дня в пределах от $11^m.0$ до $12^m.0$ в V, имеют место
 острые минимумы. На рис. 1 отчетливо виден *медленный* ход. Яркость
 звезды лишь на короткое время достигала $11^m.0$ – максимума, найден-
 ного Зайцевой (1970). По полученным данным медленные изменения
 не обнаруживают закономерностей (рис. 1). Форма и продолжительность
 их (50^d-100^d) различны. Можно подозревать также существование "волн"
 с характерным временем до 30^d . В 1981 г. общий уровень блеска VX
 Cas был ниже, чем в предыдущие два сезона. Не исключено поэтому,
 что у звезды есть и более медленная составляющая. Г.В.Зайцева и

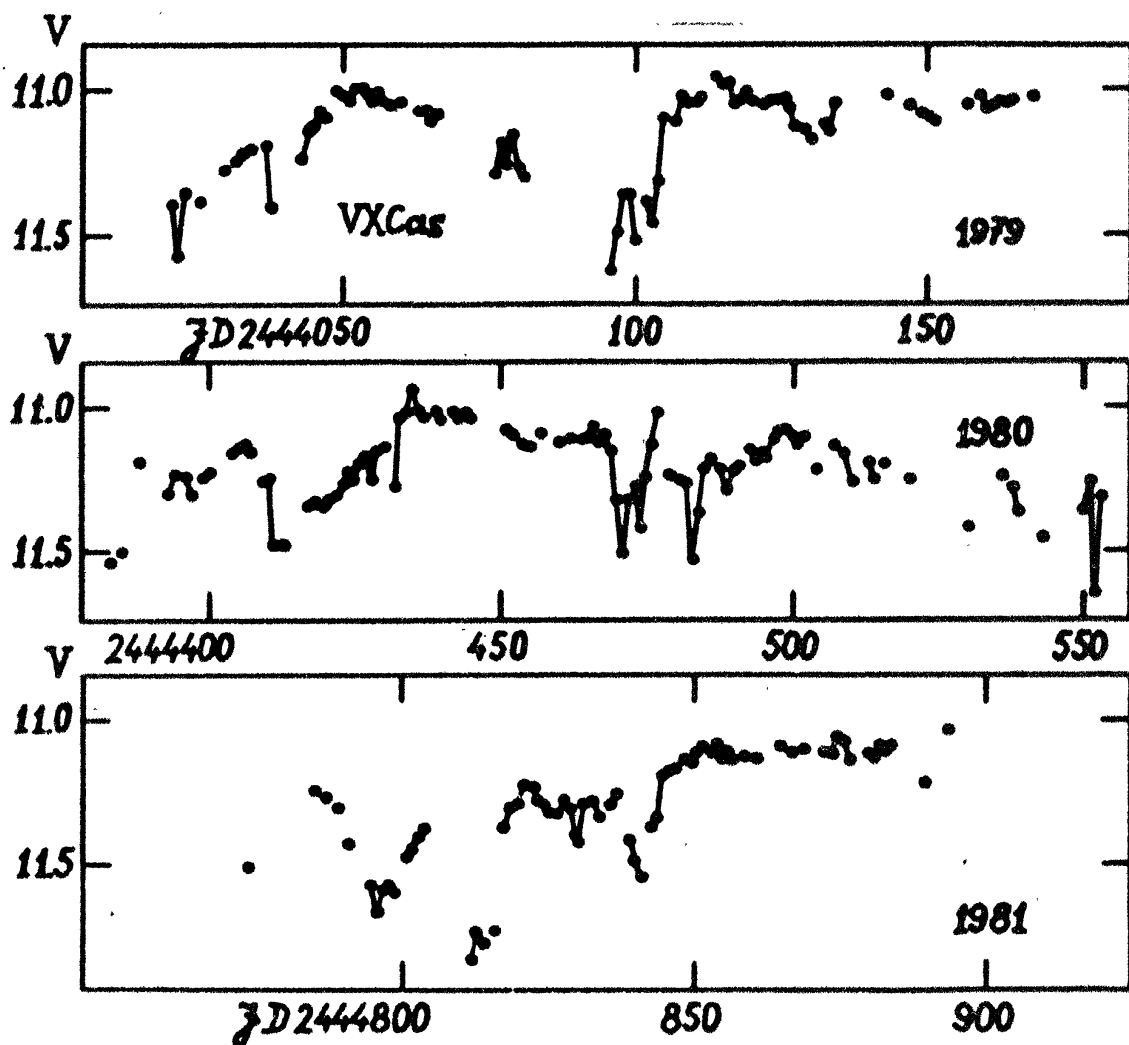


Рис. 1. Поведение блеска в V переменной VX Cas в 1979–81 гг. по на-
 блюдениям авторов.

А.Ф.Пугач наблюдали ослабления блеска $VX\text{ Сая}$ до $12^m.64$ в V (не опубликовано). В сезоны наших измерений наиболее быстрое падение яркости зарегистрировано между JD 2444551 и JD 2444552. Блеск звезды за сутки уменьшился на $0^m.4$ в V . В последующую дату переменная поярчала почти на ту же величину.

Зависимости показателей цвета $VX\text{ Сая}$ от блеска в V представлены на рис.2. При построении диаграммы использованы наблюдения Зайцевой (1970) — крестики и Пугача (1979) — светлые кружки. Пунктиром проведены линии межзвездного покраснения. Совмещение последовательностей на диаграмме $V-(B-V)$ определяется полученной ранее величиной $E_{B-V} = 0^m.28$ (Зайцева, 1970; Пугач, 1979). Нуль-пункты на графиках рис. 2а в найдены в предположении нормальных отношений E_{U-B}/E_{B-V} и E_{V-R}/E_{B-V} (Страйжис, 1977). Последовательности звезд (сплошные линии) проведены в соответствии с данными Аллена (1977) и Страйжиса (1977). При этом принято, что $VX\text{ Сая}$ имеет спектральный класс A0 (Хербиг, 1954) в максимуме блеска.

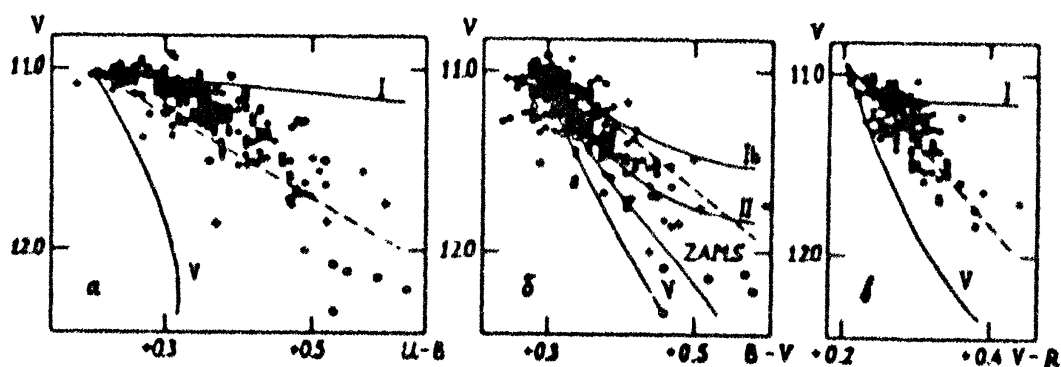


Рис.2. Цветовые диаграммы для $VX\text{ Сая}$ по данным авторов — точки, Зайцевой (1970) — крестики и Пугача (1979) — светлые кружки. Пояснения см. в тексте.

Преобладающей тенденцией переменной звезды является ее покраснение при понижении яркости. Отметим, что разброс точек на графиках рис.2 (в среднем порядка $0^m.2$ в показателе цвета) намного больше ошибок фотоэлектрических измерений (Кардополов, Филиппев, 1981, 1983). Зависимость $V-(U-B)$ нелинейна, на что впервые обратил внимание Пугач (1979).

О природе активности звезды.

Общий ход показателей цвета $VX\text{ Сая}$ от блеска в V изменениями температуры, по-видимому, не описывается (рис.2). Пугач (1979) показав, что к $VX\text{ Сая}$ не применима предложенная ранее концепция затмений крупными частицами (Фрелих, Резигер, 1971). Оболочка переменной, если она есть, по оптическим свойствам не должна сильно отличаться от межзвездной среды (Пугач, 1979). Но, как видно на рис.2, характер изменений яркости $VX\text{ Сая}$ не объясняется затмениями неоднородностями при нормальном (как и при любом другом) законе покраснения.

Тем не менее, в случае VX Cas нет оснований отрицать возможность затмений вообще, например, из-за тесной двойственности (рис.1).

Обнаруженная нелинейность в поведении показателя цвета $U-B$ позволила сделать вывод, что нестационарность VX Cas обусловлена как минимум двумя механизмами и что один из них физический (Пугач, 1979). Характер процессов таков, что $U-B$ возрастает на 0^m2-0^m3 при падении блеска в V на 0^m3-0^m4 от его максимума (рис.2а). Происходит "подавление" ультрафиолетового излучения переменной на первом этапе уменьшения ее яркости. Начиная с уровня 11^m6-11^m7 зависимость $U-B$ от V в среднем близка к температурной — она становится параллельной диаграмме для нормальных звезд пятого класса светимости. Как уже отмечено, показатели цвета при любом фиксированном V могут различаться на величину порядка 0^m2 (рис.2). Следовательно, степень покраснения VX Cas при одном и том же значении блеска не постоянна.

Сложная картина изменений блеска и показателей цвета подтверждают мысль Пугача (1979) о том, что нестационарность VX Cas вероятнее всего обусловлена комплексом механизмов активности. По данным для их конкретизации пока недостаточно. Последующие наблюдения должны дать более полное представление о медленных, волнообразных колебаниях яркости звезды, их характере; частоте, продолжительности и глубине алголеподобных ослаблений; параметрах околозвездной оболочки, если таковая есть, и т.п.

При сопоставлении VX Cas с другими переменными типа *Ia*, для которых имеются плотные ряды фотозлектрических наблюдений, больше всего элементов сходства с ней можно по-видимому, найти у VV Ser и V 517 Cyg (Кардополов и др., 1982; Кардополов, Филиппев, 1985б). Как и у VV Ser с V 517 Cyg у VX Cas обнаружен медленный ход яркости. Зависимости $B-V$ и $V-R$ от V у этих трех звезд в среднем имеют одинаковый наклон и не объясняются изменениями температуры или затмениями неоднородностями в околозвездных оболочках. Не исключено поэтому, что механизмы нестационарности VV Ser и V 517 Cyg или часть их имеют место и в случае VX Cas. Но о полной аналогии фотометрического поведения VX Cas с VV Ser и V 517 Cyg говорить рано. Во-первых, у VV Ser и V 517 Cyg можно выделить отрезки кривых, на которых поведение блеска обеих переменных практически одинаково (Кардополов, Филиппев, 1985б). У VX Cas такого совпадения с VV Ser и V 517 Cyg по имеющимся данным не найдено. Во-вторых, в деталях зависимостей $B-V$ и $V-R$ от V имеются отличия. В-третьих, для VV Ser и V 517 Cyg измерения в фильтре U не проведены, т.е. отсутствует возможность сравнить диаграммы $V-(U-B)$. С учетом этих обстоятельств и того, что односторонен проанализированный материал, отнесем VX Cas к активности вида VV Ser и V 517 Cyg пока только предварительно.

Более заметны отличия у VX Cas с SV Ser, результаты наблюдений которой проанализированы в предыдущей работе (Кардополов и др., 1985). У SV Ser также имеется медленный ход яркости, но иная, чем

у VX Cas, тенденция изменений цветовых параметров. Показатель цвета $U-B$ у нее меняется в гораздо меньших пределах. При падении блеска SV Ser на 1^m в V $U-B$ в среднем растет на 0.01 . Зависимость $B-V$ от V у этой переменной нелинейна. Нелинейность намечается и на диаграмме $V-(V-R)$. И, наконец, у SV Ser отчетливо видна еще одна закономерность — дисперсия значений показателей цвета при неизменном блеске уменьшается при переходе от $U-B$ к $V-R$. Очевидно поэтому, что природа активности VX Cas и SV Ser вероятнее всего не одинакова.

Как было отмечено ранее (Кардополов и др., 1985), совершенно непохожим характером фотометрического поведения обладает WW Vul. Прежде всего, у нее отсутствуют волнообразные колебания блеска (Тимошенко, Филиппов, 1983).

Заключение.

Закономерности изменений цветовых параметров VX Cas позволяют предварительно присоединить ее к VV Ser и V 517 Cyg — переменным, которые, как показано в работе 1 (Кардополов, Филиппов, 1985б), обладают однотипным поведением яркости. По характеру фотометрической активности WW Vul и SV Ser заметно отличаются как от первых двух объектов, так и друг от друга. Все перечисленные звезды включены в число переменных типа Iа и, как предполагается, их нестационарность является следствием их молодости (Холопов, 1970). У звезд близких масс и относительных возрастов должны наблюдаться одинаковые физические процессы. Факт, что обособилась пока еще очень малочисленная, но, по-видимому, однородная подгруппа, включающая VV Ser, V 517 Cyg и, возможно, VX Cas, убеждает, что подобное ожидание небезосновательно. Различия в характере фотометрической активности у двух других переменных могут свидетельствовать о том, что обсуждаемые объекты несколько различаются по возрасту, т.е. находятся на разных этапах эволюции на пути к главной последовательности. Но нельзя исключать и другой вариант. Известно, что эволюция объектов спектрального класса А должна протекать быстрее, чем у звезд меньшей массы (типа Т Тельца). Поэтому активность некоторых из рассмотренных нами переменных быть может и не связана со становлением на главную последовательность.

Авторы глубоко признательны Г.В.Зайцевой и А.Ф.Пугачу, предоставившим результаты фотоэлектрических UBV наблюдений VX Cas до их опубликования.

Литература

- Аллен К.У., 1977, кн.: "Астрофизические величины", М., "Мир".
 Зайцева Г.В., 1970, ИЗ 17, 294.
 Зайцева Г.В., 1973, Автореферат дисс. канд. физ.-мат. наук, М.
 Кардополов В.И., Тимошенко Л.В., Филиппов Г.К., 1985, ИЗ 22, 137.
 Кардополов В.И., Филиппов Г.К., 1981, Цирк. АН АН УЗССР, №96, 34.

- Кардополов В.И., Филиппьев Г.К., 1983, Цирк. АИ АН УзССР, №105, 26.
- Кардополов В.И., Филиппьев Г.К., 1985а, ПЗ 22, 103.
- Кардополов В.И., Филиппьев Г.К., 1985б, ПЗ 22, 126.
- Кардополов В.И., Филиппьев Г.К., Кулешов В.П., 1982, ПЗ 21, 682.
- Пугач А.Ф., 1969, Астрометрия и астрофизика, вып.8, 51.
- Пугач А.Ф., 1979, Астрометрия и астрофизика, вып.39, 8.
- Стрийжис В., 1977, кн.: "Многоцветная фотометрия звезд", Вильнюс, "Мокслас".
- Тимошенко Л.В., Филиппьев Г.К., 1983, АФ 19, 513.
- Фрелих, Резигер, 1971 – Von Fröhlich H.E., Rössiger S., MVS 6, 1.
- Хербиг, 1954 – Herbig G.H., Trans. IAU 8, 807.
- Холопов П.Н., 1970, в кн.: "Эруптивные звезды", М., "Наука", 241.
- Хофмейстер, 1943 – Hoffmeister C., KVBB №28.

Астрофизический институт АН Каз.ССР
Институт космических исследований
АН СССР

*Поступила в редакцию
10 июля 1985 г.*