

Активность переменных звезд типа Is и ее закономерности.

II. Элементы цикличности в поведении блеска SV Цефея

В.И.Кардополов, Л.В.Тимошенко, Г.К.Филиппьев

На протяжении трех сезонов (1979–82 г.) проводились фотоэлектрические UBVR наблюдения быстрой неправильной переменной звезды SV Сер. Характерной особенностью ее во время измерений были квазипериодические волнообразные колебания блеска. Наиболее надолго установленными можно считать циклы продолжительностью 700^d или более, 40^d – 60^d и порядка 10^d .

Было получено также 12 спектров в области $\lambda 3650$ – $5000 \text{ \AA}$. Спектральный материал использован на предмет двумерной количественной классификации. Найдено, что вероятный спектральный класс SV Сер вблизи ее максимального блеска A0III. По спектральным и фотоэлектрическим данным переменная обнаруживает признаки Be-звезды. Установлено, что большой наклон части зависимости B–V от V для SV Сер обусловлен не алголеподобными неселективными ослаблениями (Венцель и др., 1971), а медленными изменениями блеска. Этот эффект также логично связать с присутствием околосветной оболочки.

Some Regularities of Is Variable Stars Activity.

II. Recurrent Phenomena in the Light Curve of SV Cephei

by V.I.Kardoplov, L.V.Timoshenko, G.K.Filip'ev

The results of photoelectric UBVR measurements of the Isa variable star SV Cep in 1981 and 1982 are given in Table I. On the basis of the photometric data collected during 3 years (see also Kardoplov, Filip'ev, 1981, 1983) it was found that the star exhibits some semiregular wavelike light variations. There exist stellar brightness variations with cycles of 700^d or more, 40 – 60^d and near 10^d .

The equivalent widths of some lines of metals in the spectral range $\lambda 3650$ – $5000 \text{ \AA}$ have been measured for spectral classification. Twelve plates having a dispersion of $94 \text{ \AA/mm}$ at $H\gamma$ line are taken for this matter. Spectroscopic features suggest that the spectral type of SV Cep is A0III near the star light maximum. Both the spectral and photoelectric observations indicate in SV Cep the same characteristics as those of Be-stars. It was also suggested that the unusual appearance of SV Cep V–(B–V) diagram can be explained by slow light variations but not by Algol-like nonselective star brightness decreases (Wenzel et al., 1971). This conclusion is in agreement with the presence of the circumstellar envelope.

1985PZ...22...137K

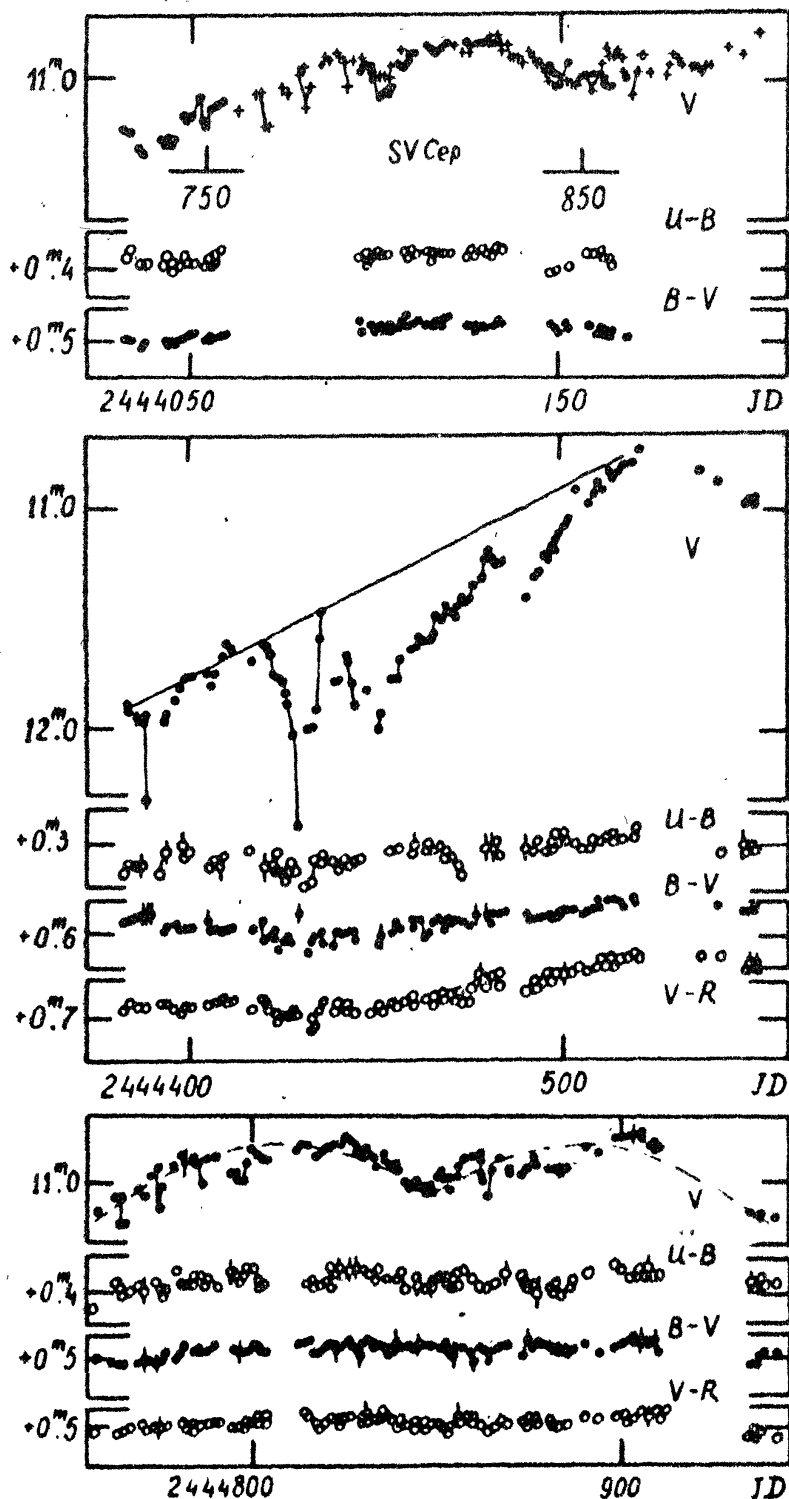
Введение.

В статье I (Кардополов, Филиппев, 1985): рассмотрены фотометрические особенности V517 Cyg и VV Ser — быстрых неправильных переменных спектрального класса A. SV Ser также отнесена к числу звезд типа Ia. Спектральный класс ее A0 (Хербиг, 1960) определен в период повышенной фотометрической активности звезды (Венцель, 1969a). Зайцева и Есипов (1972) обнаружили эмиссию H α умеренной интенсивности. При этом эмиссионная двухкомпонентная линия накладывается на широкую линию поглощения (Зайцева, Колотилов, 1973). Переменная звезда обладает ультрафиолетовым (Мосидзе, 1967) и инфракрасным (Гласс, Пенстон, 1974) избытками. Фотометрическое поведение SV Ser изучалось неоднократно (Мосидзе, 1969; Венцель, 1969a). Однако равномерность и плотность полученных рядов еще недостаточно высоки. Из-за отсутствия полной картины переменности звезды нет единого мнения относительно возможной природы ее активности. Мосидзе (1969), например, считает, что характер наблюдаемой переменности SV Ser можно объяснить изменениями температуры. Венцель и др. (1971) при интерпретации резких минимумов отдают предпочтение механизму экранирования, не касаясь вопроса о происхождении волнообразных колебаний.

Наблюдения и их результаты.

Фотоэлектрические измерения SV Ser в системе UBVR проведены на телескопе АЗТ-14, установленном на г. Майданак, с аппаратурой, описанной ранее (Филиппев, 1978). Опорными звездами служили γ и α , звездные величины которых в U, B и V определили Фрелих и Резигер (1971). Перенос стандарта в фильтре R осуществлен нами (Кардополов, Филиппев, 1983б). В программу наблюдений SV Ser включена в 1979 г. Ряды 1979 и 1980 гг. приведены в работах Кардополова и Филиппева (1981, 1983б). Данные 1981–82 г., редуцированные к стандартной системе, представлены в табл. I. На рис. 1 проиллюстрирован ход изменений блеска в фильтре V и показателей цвета звезды по нашим измерениям. Наибольшая фотометрическая активность SV Ser отмечена в сезон 1980 г., когда была зарегистрирована амплитуда до 1^m.7 в V, причем переменная наблюдалась только на выходе из ослабленного состояния. Характер увеличения ее блеска в 1980 г. ступенчатый. Крутизна "ступеней" с приближением к максимуму возрастала. При возрастании блеска звезда становилась голубее. Наибольшие изменения в 1980 г. претерпел показатель цвета V–R (до 0^m.35). Амплитуда U–B и B–V не превысила 0^m.25. Отметим однако, что вблизи минимальной яркости SV Ser лучше заметен ход U–B. На восходящую ветвь наложился два алголеподобных ослабления.

Полученные в 1979 и 1981 гг. отрезки кривых блеска при наложении хорошо совмещаются. Возврат SV Ser к прежнему типу фотометрической активности произошел примерно через 700 суток (рис. 1). Переменная в эти сезоны находилась вблизи максимума (около 11^m в V), и у нее



Р и с.1. Отрезки кривой блеска в системе V и изменения показателей цвета SV Cep по измерениям авторов. На данные 1979 г. крестиками нанесены результаты 1981 г. (юлианские даты приведены внутри рамки). Хорошее совпадение указывает на возможность существования цикла продолжительностью порядка 700 суток. См. также текст.

наблюдать ось несколько волнообразных колебаний с суммарной амплитудой до $0^m.4-0^m.5$. Наиболее уверенно можно проследить изменения с характерным временем 40–60 суток, что сравнимо с длительностью "ступеней" в 1980 г. Такие изменения обнаруживаются и в предшествующие годы, по данным Венцеля (1969а) и Мосидзе (1969). Не исключено, что имеет место цикл длительностью порядка 90–100 суток (пунктир на рис. 1). Однако последнее предположение, как и предположение Венцеля (1969а) о наличии составляющей около 250^d , требует дальнейшей проверки.

Результаты авторов не противоречат выводу о существовании десятисуточных колебаний (Венцель, 1969а). В 1981 г. отчетливо фиксировалась еще одна деталь, также выделенная Венцелем (1969а) — кратковременные квазипериодические падения блеска. Если исключить JD 2444766, четыре минимума (в JD 2444765, 776, 787 и 798) наблюдались с равными интервалами в 11 суток. В JD 2444809 и 842 измерения не проводились, в JD 2444820 и 831 ослабления не зарегистрированы. В JD 2444853 (через 55 суток после понижения яркости звезды в JD 2444798) и в JD 2444864 минимумы отмечены вновь. Далее периодичность не прослеживается. Глубина минимумов от уровня волнообразных колебаний не выходит за пределы $0^m.2$. Венцель (1969а) причисляет к этому компоненту переменности и минимумы глубиной от $0^m.3$ до 1^m . Однако авторы наблюдали глубокие ослабления только в 1980 г. — в сезон повышенной активности SV Ser. Далее Венцель (1969а) предположил, что волнообразные десятисуточные колебания SV Ser и кратковременные ослабления блеска переменной могут быть взаимосвязаны, т.к. продолжительность одних и интервалы времени, разделяющие другие, сравнимы. Наши данные согласуются с этой картиной. Отметим также, что волнообразные колебания в 1979 и 1981 годах сопровождались небольшими изменениями показателей цвета.

По результатам фотозлектрических измерений Венцеля (1969а, б) блеск SV Ser в максимуме в системе V достигает $10^m.3-10^m.4$. В нашем случае блеск переменной приблизился к этому пределу только в 1982 г. (табл. I). Таким образом, наибольшей яркости звезда достигает через промежутки времени, измеряемые годами. Если это еще один цикл, то его длительность по порядку величины должна быть сравнима с продолжительностью цикла четвертого компонента переменности ($\sim 1000^d$) выделенного Венцелем (1969а). Не исключено однако, что этот цикл также равен 700 суткам.

Итак наиболее надежно установленными компонентами фотометрической активности SV Ser следует, по-видимому, считать: флуктуации блеска с характерным временем $10-11^d$, волнообразные колебания продолжительностью 40–60 суток и многолетние медленные изменения за 700^d или более. Как отмечалось и ранее (Венцель, 1969а; Венцель и др., 1971), в поведении блеска исследуемой звезды присутствуют элементы повторяемости. Не исключено, что SV Ser, как и V517 Cyg с VV Ser (Кардополов, Филиппов, 1935), неправомерно считать неправильной переменной.

В 1981 и 1982 годах проводились спектральные наблюдения SV Сер. Спектры сняты на призмном спектрографе в фокусе Кассегрена 2-метрового телескопа ШАО научно-производственного объединения космических исследований АН Азерб.ССР с дисперсией $94 \text{ \AA}/\text{мм}$ у H_γ . Фотографирование велось на пластинках Kodak 103aO. Всего получено 12 спектров в области $\lambda 3650\text{--}5000 \text{ \AA}$. Календарь наблюдений приведен в табл. 2. Доли суток даны на середину экспозиции. В JD 2444877 спектральные и фотоэлектрические наблюдения велись синхронно. В двух других случаях в 1981 г. спектральные наблюдения не сопровождались фотоэлектрическими. Однако, поскольку SV Сер в 1981 г. меняла блеск в небольших пределах, можно считать, что спектральные и фотоэлектрические наблюдения этого сезона согласованны. Разрыв во времени между полученным в 1982 г. фотоэлектрическим и спектральным материалом составляет почти три месяца.

Спектры SV Сер и стандартных звезд обработаны в одинаковых условиях. По всему материалу построены контуры линий водорода $\text{H}\beta$, $\text{H}\gamma$, $\text{H}\delta$ и K Ca II (рис. 2). Сплошными линиями показаны контуры, повторяющиеся в течение ночи, а пунктиром — заметно отличающиеся от среднего. Для сравнения на рис. 2 представлены линии нормальных звезд A0II, A0III и A3III. Стандарты взяты из работы Тимошенко (1984а). Необходимо отметить, что глубины $\text{H}\beta$, $\text{H}\gamma$, $\text{H}\delta$ и K Ca II в спектре переменной несколько больше, чем у стандартных звезд. Кроме того, отчетливо видна несимметричность $\text{H}\delta$, а в одном случае зарегистрировано раздвоение ее контура. Для линии $\text{H}\gamma$ эффект асимметрии проявляется слабее, что обусловлено, по-видимому, недостаточным спектральным разрешением в области $\lambda 4340 \text{ \AA}$ по сравнению с $\lambda 4100 \text{ \AA}$. Но асимметрия контура в общем заметна и здесь. Приведенные на рис. 2 контуры линий SV Сер в среднем хорошо согласуются с аналогичными контурами стандартной звезды A0II. Лучевые скорости, измеренные по линиям водорода и K Ca II по всем полученным для SV Сер спектрам, положительные ($V_r \sim 50 \text{ км/сек}$).

Полученный спектральный материал использован также на предмет двумерной количественной спектральной классификации методом, разработанным для призмного спектрографа ШАО (Тимошенко 1984а). Критериями ее являются соотношения эквивалентных ширин линий металлов: $\lambda 4005 \text{ \AA}$, $\lambda 4046 \text{ \AA}$ (Fe I), $\lambda 4031 \text{ \AA}$ (Mn I), $\lambda 4078 \text{ \AA}$ (Sr II), $\lambda 4227 \text{ \AA}$ (Ca I), $\lambda 4300 \text{ \AA}$ (Fe II, Ti II), $\lambda 4385 \text{ \AA}$, $\lambda 4416 \text{ \AA}$ (Fe II), $\lambda 4481 \text{ \AA}$ (Mg II). Критерии разработаны для постоянных звезд, но применены для переменной, т.е. этим самым вводится условие, что в каждый момент времени SV Сер можно характеризовать как стационарный объект. Приложение методики к переменным звездам рассмотрено в работе Тимошенко (1984б) на примере аналогичного материала для WW Vul. Основными ограничениями предположения о квазистационарности являются быстрота и характер происходящих спектральных изменений. Результаты проведенной классификации SV Сер в графическом виде представлены на рис. 3. Зачерненные кружки — усредненные по всем использованным критериям значения спектрального класса и абсолютной звездной величины, служат

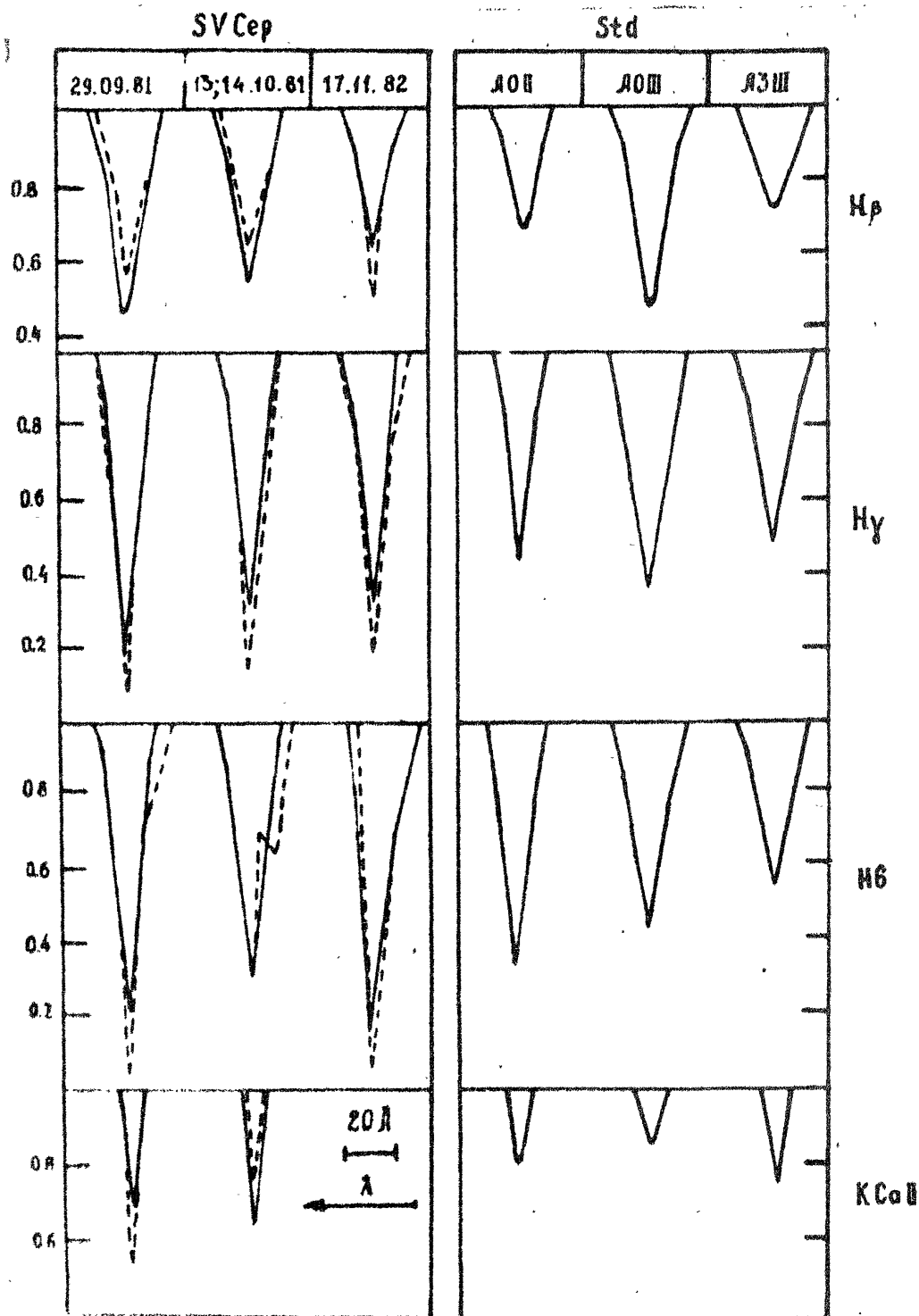


Рис. 2. Контуры линий водорода H β , H γ , H δ и кальция K Ca II. Контуры построены в долях интенсивности непрерывного спектра. Стрелкой указано направление увеличения длины волны.

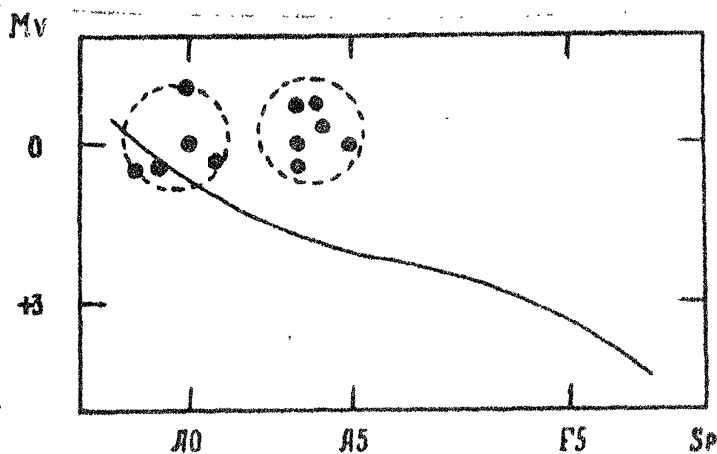


Рис.3. Положение SV Сер на диаграмме Герцшпрунга–Рессе-
ла, найденное по линиям металлов. Главная последовательность
проведена по данным Аллена (1977). См. также текст.

Положение переменной на диаграмме Герцшпрунга–Рессе-
ла для каждого отнаблюдаемого спектра. Поскольку разработанная систе-
ма классификации близка к системе МК (Тимошенко, 1984а), мы выра-
ве обозначить положение средней главной последовательности, которая
проведена по данным Аллена (1977). SV Сер занимает на графике рис. 3
два отчетливо выраженных положения около абсолютной звездной вели-
чины $M_v \approx 0^m 0$ — в районе спектрального класса A0 и A3 (группы обве-
дены пунктиром). Точки вблизи A0 — наблюдения 1981 г., группа точек
около спектрального класса A3 объединяет даты 14.10.81 и 17.11.82.
На рис. 3 заметен большой разброс значений обоих полученных парамет-
ров. В то же время фотоэлектрические измерения SV Сер в сезон 1981 г.
не подтверждают больших изменений светимости переменной (рис. 1).
Поскольку ошибка определения абсолютной звездной величины не пре-
вышает $0^m 3$, основная причина противоречий спектральных и фотомет-
рических данных кроется скорее всего в происходящих изменениях в
спектральных линиях SV Сер, т.е. условие квазистационарности в дан-
ном конкретном случае, по-видимому, не соблюдается. Если это так,
то заметные изменения в спектре SV Сер происходят даже на фоне ее
относительного фотометрического спокойствия. Несмотря на неопреде-
ленность при проведении классификации, с учетом результатов сопо-
ставления линий водорода и K CaII можно, тем не менее, заключить,
что спектральный класс SV Сер вблизи ее максимальной яркости в
1981 г. в среднем был около A0, а светимость — не ниже светимости ги-
гантов третьего класса.

Представляет интерес поведение линии K CaII в спектре SV Сер.
В сезон 1981 г. ее изменения, если они реально происходили, заключены
в небольших пределах (рис. 2). Наблюдения 1982 г. вначале показывают
почти полное исчезновение линии K CaII, а на спектре M12 она появля-
ется в эмиссии. Для иллюстрации этого факта служит рис. 4, на котором
дана область линии K CaII, записанная в почерпках. Пунктирной ли-

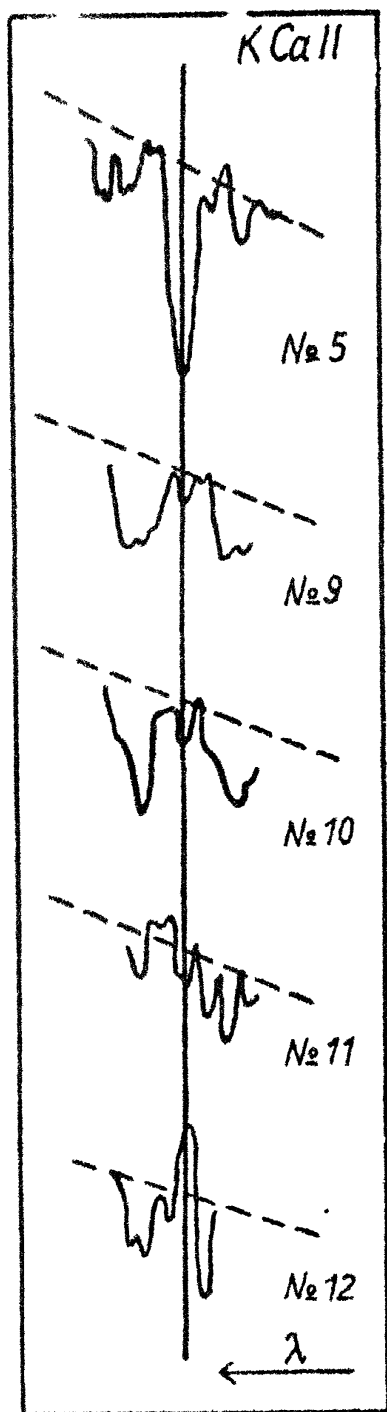


Рис.4. Изменения линии $K\ Ca\ II$ в спектре SV Сер. Пояснения см. в тексте.

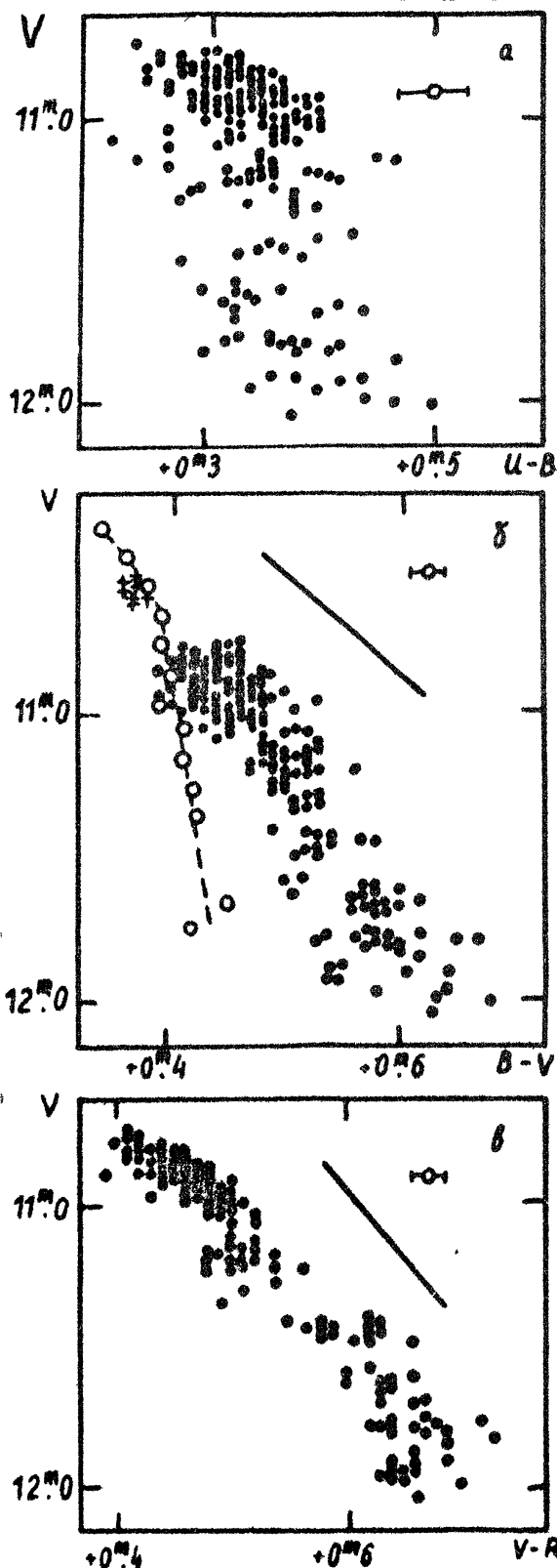


Рис.5. Зависимости показателей цвета SV Сер от ее блеска в фильтре V. Пояснения см. в тексте.

нией на рис. 4 показан уровень непрерывного спектра, стрелкой — направление увеличения длины волны. Спектр № 5 получен в сезон 1981 г., спектры с № 9 по № 12 — в 1982 г.

Обсуждение результатов наблюдений

На рис. 5 сопоставлены изменения показателей цвета SV Сер с блеском ее в V по наблюдениям авторов. Сплошные линии — закон межзвездного покраснения для Цефея, Персея, Единорога (Страйжис, 1977). Светлые кружки, соединенные пунктиром (рис. 5б) — ход зависимости $B-V$ от V по усредненным данным Венцеля (1969а, б). Зависимость $B-V$ от V , полученная по измерениям авторов, оказалась смещенной относительно усредненной диаграммы Венцеля (1969а, б) на величину до 0^m1 по $B-V$, что намного превосходит значения ошибок (Кардополов, Филиппов, 1981), величины которых также показаны на рис. 5. Реальность смещения подтверждают измерения 1982 г. (крестики на рис. 5б). Блеск SV Сер в 1982 г. приблизился к максимальному, зарегистрированному у переменной, точки на графике $V-(B-V)$ локализовались в области, заполненной наблюдениями Венцеля (1969а, б). К сожалению авторы часто не публикуют полученный ими материал в цифровом виде, что приводит к затруднениям при сопоставлении.

Часть точек диаграммы $V-(B-V)$, построенной по измерениям авторов этой статьи, сохраняет примерно ту же тенденцию, что и светлые кружки на рис. 5б. Логично предположить, что большой угол наклона зависимостей $B-V$ от V , построенных по данным 1962–66 г. (Венцель, 1969а, б) и 1979–81 г., обусловлен одними и теми же причинами. Неселективность ослаблений яркости SV Сер, то есть относительно малые изменения $B-V$ при значительных колебаниях блеска звезды, позволила представить в качестве одного из механизмов активности переменной экранирование крупными частицами в околозвездном пространстве. Частицы, смоделированные в соответствии с данной концепцией (Венцель и др., 1971), должны обеспечивать нейтральное ослабление в очень широком диапазоне длин волн. На рис. 5а, несмотря на большой разброс точек, видно, что диаграмма $V-(U-B)$ также имеет крутой наклон. В то же время ход зависимости $V-R$ от V почти такой же, как, например, при нормальном законе покраснения. Этот факт противоречит предложенной Венцелем и др. (1971) гипотезе затмений.

Сплошной линией на рис. 1 намечен средний наклон кривой при подъеме блеска SV Сер в 1980 г. От этой прямой взяты отклонения ΔV . Аналогичный прием применен для измерений 1980 г. в лучах B и R , после чего найдены приращения $\Delta(B-V)$ и $\Delta(V-R)$ и построены графики на рис. 6. Прямыми линиями, как и на рис. 5, показан ход межзвездного покраснения при нормальном законе. Пунктиром очерчены зоны, заполненные наблюдениями на рис. 5б, в. Такая схематизация, по нашему мнению, оправдана, так как, если с рис. 5б, в убрать сезоны 1979 г и 1981 г., общий ход диаграмм $V-(B-V)$ и $V-(V-R)$ сохранится, уменьшится лишь концентрация точек в их верхних частях. Вид зависимости

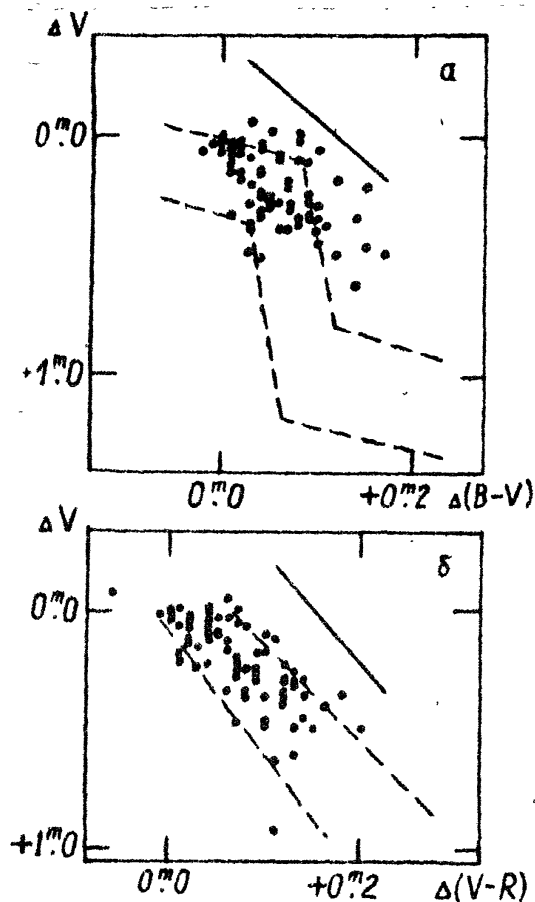


Рис. 6. Трансформированные зависимости $V-(B-V)$ и $V-(V-R)$, полученные вычитанием восходящей ветви, аппроксимированной прямой. См. также текст.

тадей фотометрической активности переменной, как зарегистрировано в ID 2444425-429 алгоподобное падение блеска звезды почти на $0^m.7$ (Кардополов, Филиппев, 1983б), кратковременные ослабления яркости с амплитудой до $0^m.2$ и предполагаемым циклом в 11^d (им, по-видимому, сопутствуют изменения показателей цвета). Не исключено также, что последние обусловлены поверхностной неоднородностью SV Сер О "пятнистости" звезды, возможно, свидетельствует значительный разброс при определении ее спектрального класса. По разным критериям линий металлов (Тимошенко, 1984а) он в 1981 г. заключен в диапазоне от A0 до F0.

Двухцветные диаграммы представлены на рис. 7. Средняя главная последовательность и линии нарастающего покраснения проведены по данным Аллена (1977) и Страйжиса (1977). Общее смещение точек на рис. 7а, как и в случае предшествующих наблюдений (Венцель, 1960) в принципе можно объяснить межзвездным покраснением. Однако часть

$V-R$ от V существенных изменений не претерпел (рис. 6б). Не вдаваясь в детали, можно сказать, что произошло ее сжатие в направлении влево и вверх. Общая же тенденция сохранилась. Диаграмма $V-(B-V)$ подверглась трансформации в значительной степени. Наблюдения сгруппировались так, что появилась возможность интерпретировать их, например, колебаниями температуры или изменениями величины поглощения при нормальном законе покраснения. Таким образом, даже грубый учет восходящей ветви полученного для SV Сер в 1980 г. отрезка кривой изменений блеска позволяет заключить, что большой наклон зависимостей на рис. 5б обусловлен не алгоподобными ослаблениями, как предполагалось ранее (Венцель и др., 1971), а медленными изменениями яркости переменной.

Заметим однако, что полученный вывод не означает, что в случае SV Сер нужно отказаться от гипотезы затмений. Действие этого механизма, возможно, проявляется при возникновении таких де-

их (наблюдения в период повышенной активности звезды, то есть в сезон 1980 г.) заметно отклонена вверх. Смещены вверх и точки на диаграмме $(B-V)-(V-R)$, причем отклонение их тем больше, чем меньше яркость переменной. Создается впечатление, что при понижении блеска звезды появляется избыточное излучение в областях U и R.

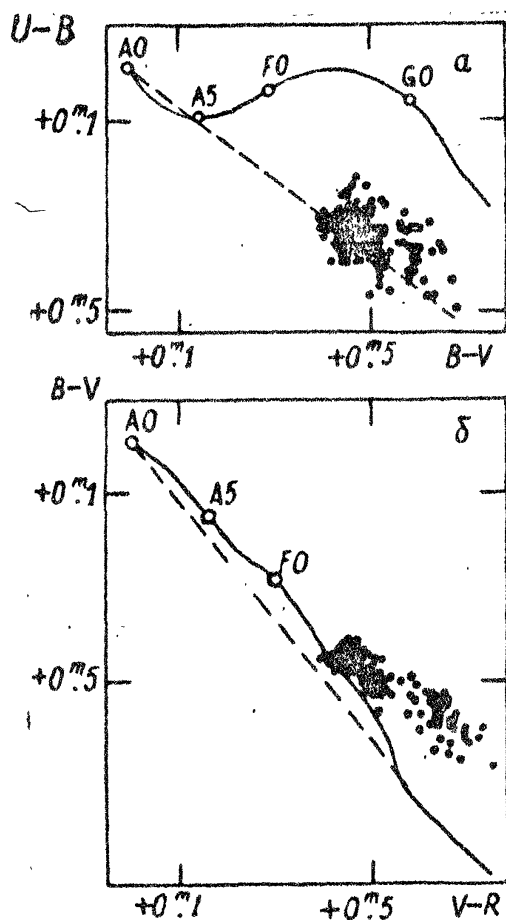


Рис. 7. Двухцветные диаграммы, полученные для SV Сер по измерениям авторов. Сплошные линии — средняя главная последовательность, пунктир — закон межзвездного покраснения для Цефея, Персеев, Единорога (Аллен, 1977; Страйжис, 1977).

Боярчук и Проник (1965) обратили внимание, что звезды Ве имеют тенденцию локализоваться выше линии нормального покраснения. Сопоставив наблюдаемое распределение энергии в спектрах с результатами теоретических расчетов, Боярчук и Проник пришли к выводу, что ответственна за появление избыточного излучения в континууме за бальмеровским скачком у этих объектов околозвездная оболочка. Присутствие избытка в ультрафиолетовой области спектра SV Сер отметила Мосидзе (1967). Оболочка искажает распределение энергии в спектре и до бальмеровского скачка, приводит к дополнительному покраснению Ве-звезд (Мендоза, 1958; Боярчук, Проник, 1965), в результате чего показатель цвета $B-V$ может увеличиться на величину до 0^m3 (Боярчук, 1974). Фейнштейн (1968) показал, что у Ве-звезд присутствует также избыток в полосе фотометрической системы R, который приводит к тому, что на диаграмме $(B-V)-(V-R)$ эти объекты лежат выше главной последовательности (Фейнштейн, Маррако,

1981). Не исключено, что тенденция к отклонению вверх, отмеченная у точек на рис. 76, обусловлена феноменом оболочки у SV Сер.

О наличии оболочки у исследуемой переменной свидетельствуют спектральные данные (Зайцева, Есипов, 1972). Зайцева и Колотилов (1973) установили, что наблюдаемый контур линии $H\alpha$ в спектре SV Сер состоит из широкой звездной линии поглощения и эмиссионной линии оболочки. Согласно геометрической модели Ве-звезды, приведенной в обзорной работе Боярчука (1974), этот профиль соответствует случаю, когда наблюдатель видит звезду с оболочкой под углом к ее оси вращения. В пользу оболочки у SV Сер, по-видимому, свидетельствует появление в эмиссии линии K CaII (рис. 4). Несоответствие средней светимости, получаемой по критериям линий металлов и линиям водорода и K CaII, возможно, обусловлено тем, что на последние оказывает свое влияние оболочка.

Итак, SV Сер обладает рядом признаков, которые присущи горячим звездам на стадии Ве. При этом по фотометрическим данным присутствие околозвездной оболочки отчетливее проявлялось в период повышенной фотометрической активности переменной (сезон 1980 г.). Этот эффект делает понятнее различия общих тенденций в изменениях показателей цвета SV Сер от ее блеска в V на рис. 5 и возникновение "неселективности" ослаблений яркости звезды. Фейнштейн и Маррако (1981) показали, что у звезд Ве существует прямо пропорциональная зависимость интенсивности эмиссии в $H\alpha$ от величины избытка в R. По аналогии можно ожидать, что эмиссия в линии $H\alpha$ будет усиливаться при понижении блеска SV Сер.

Имеющиеся спектральные и фотометрические данные свидетельствуют, что наблюдаемую нестационарность SV Сер следует, по-видимому, рассматривать как результат действия ряда механизмов. Излучение от звезды, вероятно, складывается из нескольких потоков. Если подтвердится наличие затмений, не исключен следующий вариант активности переменной. Оба компонента системы меняют блеск. При этом у одного из них яркость колеблется в пределах нескольких десятых звездной величины с характерным временем $40^d - 60^d$, у второго — с циклом продолжительностью в несколько лет и амплитудой более 1^m . Если при этом наложатся изменения блеска, обусловленные затмениями, и мелкомасштабные флуктуации, вызванные присутствием оболочки и, возможно, наличием пятна (пятен), получится картина переменности, близкая к наблюдаемой. Не исключено также, что SV Сер является аналогом звезды типа RV Tau. Некоторые переменные этой группы характеризуются двойной периодичностью (Цесевич, 1970) и отнесены к спектральному классу F (Престон и др., 1963). Имеющиеся данные не позволяют окончательно решить вопрос о природе SV Сер. Для этого необходимо прежде всего более полно изучить закономерности фотометрического поведения переменной и получить спектральный материал для разных стадий ее активности.

Заключение

Основные итоги работы можно сформулировать в следующих пунктах.

1. В поведении SV Ser, как отмечалось ранее Венцель (1969a), прослеживаются элементы цикличности. Наиболее надежно установленными можно считать: многолетнюю составляющую с амплитудой, превышающей 1^m , квазипериодические изменения с характерным временем $40-60^d$ в пределах нескольких десятых звездной величины и десятисуточные колебания, которые, возможно, связаны с алголеподобными ослаблениями (Венцель, 1969a).

2. В случае SV Ser обнаруживается ряд признаков, присущих массивным звездам в стадии Be. К уже известным проявлениям оболочки (Мосидзе, 1967; Зайцева, Есипов, 1972; Зайцева, Колотилон, 1973) необходимо, по-видимому, отнести: избыточное излучение в полосе фотометрической системы R, появление в эмиссии линии K CaII и неопределенность класса светимости по критериям линий металлов, с одной стороны, и по линиям водорода и K CaII, с другой. Признаки оболочки становятся отчетливее при понижении блеска SV Ser.

3. За крутой наклон части зависимостей U-B и B-V от V ответственны не алголеподобные ослабления, а медленные изменения яркости звезды. Возникающий при этом эффект неселективности обусловлен скорее всего характером изменений вклада оболочки в суммарное излучение.

4. Наблюдаемую активность SV Ser логично рассматривать, как результат действия нескольких механизмов. Не исключено, что к их числу принадлежат: аналог пульсаций, затмения, пятнистость, нестационарность околозвездной оболочки.

К настоящему моменту проведен предварительный анализ аналогичного материала еще для трех Isa-переменных SV Ser, VV Ser и V517 Cyg (Кардополов и др., 1982; Тимошенко, Филиппев, 1983; Кардополов, Филиппев, 1985; Тимошенко, 1984b). Общим для этих звезд, по-видимому, является наличие волнообразных колебаний и рост фотометрической активности (развитие деталей кривых блеска с коротким временем существования) при медленном понижении их яркости. В то же время тенденция изменений цветовых параметров SV Ser и их закономерности у VV Ser и V517 Cyg не одинаковы. Можно думать, конечно, что этот результат в принципе может быть получен, если различен удельный вклад одних и тех же механизмов в интегральный поток от рассматриваемых звезд. Недостаток спектральных наблюдений не позволяет с большей определенностью ответить на вопрос о степени и глубине различий этих объектов, а уже полученные для SV Ser, VV Ser и V517 Cyg данные допускают сходство их физической интерпретации. Квазипериодичность смены стадий активности и относительного спокойствия заподозрена и в случае WW Vul (Тимошенко, Филиппев, 1983). Но явных волнообразных колебаний у нее не отмечено. Следовательно, пока нет оснований утверждать, что рассмотренные звезды (за исклю-

чени м двух – VV Ser и V517 Cyg) обладают однотипными характеристиками. Не исключено, что класс переменных звезд типа Iаa содержит объекты разной природы.

Авторы признательны Л.Н.Бердникову, Г.Ш.Ройзману и Н.А.Шутемовой за помощь в наблюдениях.

Таблица I

Результаты фотоэлектрических измерений блеска SV Ser в 1981–82 гг.

JD	V	U-B	B-V	V-R	JD	V	U-B	B-V	V-R
2444...					2444...				
758.37	11.14	+0.47	+0.50	+0.51	840.29	10.96	+0.29	+0.44	+0.49
763.30	11.07	0.36	0.52	0.52	841.29	11.00	0.39	0.44	0.46
764.42	11.07	0.38:	0.52	0.52	843.26	11.02		0.45	0.48
765.25	11.19	0.40	0.52	0.52	844.31	10.98	0.33	0.45	0.46
.43	11.21	0.42	0.52	0.53	845.30	11.00	0.36:	0.44:	0.50
766.22	11.20	0.41	0.53	0.50	846.28	11.00		0.44	0.48
770.34	11.04	0.37	0.51	0.49	847.29	11.00	0.38:	0.43	0.48
771.36	11.06	0.4	0.5	0.50	.47	11.02	0.36:	0.45	0.50
774.22	10.98	0.35	0.51	0.50	848.30	11.03	0.37:	0.44	0.49
775.23	10.94	0.37	0.53:	0.44:	849.30	11.00	0.35	0.44	0.48
776.36	11.13	0.45	0.52	0.50	850.16	10.99:	0.35	0.45	0.51
777.35	11.03	0.39	0.48	0.49	.46	10.97	0.31	0.45	0.46
780.33	10.92	0.30	0.50	0.48	851.16	10.94	0.33	0.44	0.49
781.30	10.89	0.36	0.47	0.47	.46	10.94	0.34	0.46:	0.48
782.24	10.9	0.37	0.44	0.49	852.26	10.98	0.32	0.44	0.49
784.25	10.87	0.37	0.46	0.47	853.28	11.04	0.36	0.45	0.52
785.39	10.90	0.33	0.45	0.50	854.28	10.98	0.37	0.45	0.48
786.43	10.93	0.32	0.47	0.47	855.26	10.97	0.30	0.48:	0.43:
787.40	11.02	0.40	0.48	0.47	856.27	10.91	0.29	0.45	0.46:
789.40	10.90	0.34	0.47	0.48	857.30	10.88	0.35	0.45	0.45
791.38	10.89	0.37	0.44	0.47	858.35	10.88	0.36	0.45	0.44
795.40	10.96	0.3	0.46	0.50	859.27	10.88	0.34	0.47	0.44
796.36	10.96	0.31	0.48:	0.48	860.27	10.86	0.34	0.49:	0.46
797.35	10.98	0.35	0.47	0.48	861.25	10.89	0.37	0.44	0.46
798.34	11.00	0.33:	0.47	0.49	862.26	10.97	0.38	0.47	0.47
799.36	10.91	0.29	0.47	0.47	864.27	11.07	0.37	0.50	0.52
801.32	10.85	0.28	0.46	0.47	865.27	10.94		0.45	0.48
802.30	10.88	0.35	0.45	0.45	867.24	10.89	0.35	0.44	0.45
803.30	10.90	0.37:	0.47	0.45	869.25	10.94	0.30:	0.43	0.46
804.34	10.90	0.36	0.47	0.46	873.22	10.96	0.33:	0.47	0.47
813.42	10.85		0.44		874.24	10.93	0.37	0.4	0.47
814.40	10.82	0.35	0.43	0.43	875.27	10.88		0.42	0.45
816.35	10.84	0.35	0.43	0.44	876.23	10.90	0.37	0.43	0.44
818.33	10.87	0.37	0.48	0.45	877.24	10.92	0.4	0.43	0.47
819.34	10.86	0.37	0.47	0.46	880.26	10.94	0.37	0.43	0.46
820.35	10.84	0.35	0.45	0.45	881.22	10.94	0.39	0.45	0.47
821.36	10.83	0.36	0.42	0.44	882.23	10.94	0.36	0.44	0.48
822.33	10.82	0.29	0.43	0.45	883.32	10.96	0.40	0.45	0.48
823.37	10.82	0.31	0.45:	0.45	884.25	10.94	0.37	0.45	0.48
824.36	10.82	0.3	0.44	0.46	885.29	10.94	0.35	0.46	0.48
825.36	10.79	0.33	0.42	0.45	890.38	10.84	0.31	0.42	0.44
826.38	10.81	0.31	0.42	0.46	894.33	10.86		0.47	0.44
827.36	10.80	0.3	0.41	0.45	900.19	10.76	0.30	0.44	0.42
828.35	10.82	0.3	0.45	0.45	901.17	10.78	0.32	0.44	0.42
829.35	10.86	0.30	0.5	0.48	903.26	10.76:	0.33	0.41	0.47
830.36	10.85	0.30	0.44	0.43:	904.22	10.78	0.32	0.44	0.42
831.28	10.89	0.31	0.43	0.47	905.21	10.76	0.31	0.45:	0.41
832.27	10.89	0.30	0.43	0.48	906.19	10.80	0.32	0.44	0.42
833.27	10.90	0.34:	0.44	0.47	907.18	10.82	0.30:	0.44	0.44:
834.27	10.92	0.29	0.45	0.46	908.22	10.82	0.33	0.46	0.41
836.28	10.88		0.45	0.43	909.17	10.84	0.34	0.44:	0.44
837.29	10.90	0.34	0.46	0.44	910.23	10.84	0.33	0.48	0.42
838.34	10.92	0.35	0.45	0.46	935.23	11.14	0.35:	0.53	0.52
839.26	10.93	0.34	0.43:	0.48	936.19	11.16	0.36	0.52	0.48

Таблица I (окончание)

JD	V	U-B	B-V	V-R	JD	V	U-B	B-V	V-R
2444...					2445...				
937.23 ^d	11 ^m .18	+0 ^m .34	+0 ^m .49	+0 ^m .54	201 ^d .39	10 ^m .57		+0 ^m .36	
938.16	11.12	0.35	0.48	0.50	203.29	10.54		0.36	
942.19	11.16	0.35	0.48	0.52	204.28	10.54		0.37	
2445...					205.30	10.53		0.37	
186.41	10.60		0.37		208.35	10.54		0.37	
199.40	10.56		0.37		209.30	10.54		0.36	
200.43	10.56		0.38		211.29	10.59		0.37	

Таблица 2

Календарь спектральных наблюдений SV Сер

№ спектра	Дата	Время экспозиции (в минутах)	JD
			2444...
1	29.09.81	40	877.24
2		45	.28
3		50	.33
4	13.10.81	40	891.32
5		60	.35
6	14.10.81	30	892.17
7		30	.20
			2445...
8	17.11.82	15	291.16
9		25	.18
10		20	.19
11		25	.22
12		30	.25

Литература

Аллен К.У., 1977, в кн. "Астрофизические величины", М., "Мир".
 Боярчук А.А., 1974, в кн. "Явления нестационарности и звездная эволюция", М., "Наука", 125.
 Боярчук А.А.Проник И.И., 1965, Изв. КрАО 33, 195.
 Венцель, 1969a—Wenzel W., MVS 5, 75.
 Венцель, 1969b—Wenzel W., "Non-Periodic Phenomena in Variable Stars", Budapest, 61.
 Венцель и др., 1971—Wenzel W., Dorschner J., Friedemann Chr., AN 292, 221.
 Гласс, Пенстон, 1974—Glass I.S., Penston M.V., MN 167, 237.
 Зайцева Г.В., Есипов В.Ф., 1972, АЦ №712.
 Зайцева Г.В., Колотилов Е.А., 1973, АФ 9, 185.
 Кардополов В.И., Филипьев Г.К., 1981, Ташк. цирк. №96, 34.
 Кардополов В.И., Филипьев Г.К., 1985, ПЗ 22, 126.
 Кардополов В.И., Филипьев Г.К., 1983b, Ташк. цирк. (в печати).
 Кардополов В.И., Филипьев Г.К., Кулешов В.П., 1982, ПЗ 21, 682.
 Мендоза, 1958—Mendoza E.E., ApJ 128, 207.
 Мосидзе Л.Н., 1967, ПЗ 16, 149.
 Мосидзе Л.Н., 1969, Абаст. бюлл., №37, 13.

- Пресгон и др., 1963 – Preston G.W., Krzeminski W., Smak J., Williams J.A., *ApJ* **137**, 401.
- Страйжис В., 1977, в кн. "Многоцветная фотометрия звезд", Вильнюс, "Мокслас".
- Тимошенко Л.В., 1984а, Астрометрия и астрофизика (в печати).
- Тимошенко Л.В., 1984б, Астрометрия и астрофизика (в печати).
- Тимошенко Л.В., Филиппьев Г.К., 1983, Астрофизика (в печати).
- Фейнштейн, 1968 – Feinstein A., *ZsAp* **68**, 29.
- Фейнштейн, Маррако, 1981 – Feinstein A., Marraco H.G., *PASP* **93**, 110.
- Филиппьев Г.К., 1978, *ПЗ* **20**, 597.
- Фрелих, Резигер, 1971 – Von Fröhlich H.E., Rössiger S., *MVS* **6**, 1.
- Хербиг, 1960 – Herbig G.H., *ApJ* **131**, 632.
- Цесевич В.П., 1970, в кн. "Пульсирующие звезды", М., "Наука", 140.

Астрономический институт
АН Уз.ССР

Шемахинская астрономическая
обсерватория АН Уз.ССР

*Поступила в редакцию
4 октября 1983 г.*