

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 13

АВГУСТ, 1977

ВЫПУСК 3

СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ БЫСТРЫХ НЕПРАВИЛЬНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД.

III. VX Cas, UX Ori, BN Ori И WW Vul—РЕЗУЛЬТАТЫ U, B, V, J,
H, K, L ФОТОМЕТРИИ

Е. А. КОЛОТИЛОВ, Г. В. ЗАЙЦЕВА, В. И. ШЕНАВРИН

Поступила 10 марта 1977

В 1975—76 гг. на 60-см и 125-см рефлекторах Крымской станции ГАИШ проведены фотометрические наблюдения переменных звезд VX Cas, UX Ori, BN Ori и WW Vul в оптическом (U, B, V) и инфракрасном (J, H, K, L) диапазонах спектра. Для каждой звезды в большинстве случаев оптические и инфракрасные измерения выполнялись одновременно. Описано фотометрическое поведение переменных в период наблюдений и, по возможности, проведено сопоставление переменности излучения в различных диапазонах спектра.

Введение. В работе [1] были проанализированы результаты спектральных и фотометрических наблюдений переменной BN Ori. Изучение контуров линий H_γ и H_β в спектрах звезд VX Cas, UX Ori и WW Vul проведено в работе [2]. В данной работе представлены для всех четырех звезд результаты оптических и инфракрасных фотометрических наблюдений, выполненных в 1975—76 гг. на телескопах Крымской станции ГАИШ.

В ИК диапазоне спектра наблюдения молодых звезд ведутся уже больше десяти лет, но пока не существует единого мнения по поводу природы ИК избытков излучения в области до 10 мкм. Из теоретического рассмотрения процесса эволюции до главной последовательности (см., например, [3]) предсказывается избыточное ИК излучение, обусловленное тепловым переизлучением пылевых оболочек. Таковую интерпретацию считают более предпочтительной Гласс и Пенстон [4], выполнившие недавно фотометрические наблюдения большого числа молодых звезд в области спектра 1—4 мкм. С другой стороны, Ридгрэн, Стром и Стром [5] предполагают, что, в частности, у звезд типа Т Тау избытки ИК излучения в диапазоне 1—10 мкм обусловлены только эмиссией газовой оболочки.

В процессе изучения таких нестационарных объектов, как молодые звезды, значительный интерес, несомненно, должны представлять одновременно в оптическом и ИК диапазонах спектра наблюдения за переменностью излучения. Как следует, например, из теоретических расчетов, проведенных в [6], из анализа подобных наблюдений можно будет судить о справедливости той или иной модели. Со стороны наблюдателей в этом направлении сделаны пока только первые шаги [7, 8], но уже видно, что картина переменности в целом сложна, и не существует, по-видимому, однозначной зависимости между изменениями потоков излучения в различных диапазонах спектра.

У переменных звезд VX Cas, UX Ori, BN Ori и WW Vul избытки ИК излучения в области спектра до 3.5 мкм были обнаружены Глассом и Пенстоном [4]. Для двух из них (UX Ori и WW Vul) выполнены также ИК измерения до 11 мкм Коханом [9]. Как Гласс и Пенстон, так и Кохан проводили наблюдения каждой звезды не более, чем в 1—2 ночи, т. е. переменность ИК излучения практически не исследовалась. В то же время объем информации о переменности оптического излучения звезд VX Cas, UX Ori, BN Ori и WW Vul существенно больше, и ряд характерных особенностей их кривых блеска более или менее выяснен [10—12].

Представленные в данной работе наши фотометрические измерения каждой из четырех звезд в большинстве случаев были выполнены одновременно в оптическом и ИК диапазонах спектра.

Наблюдательный материал. В оптическом диапазоне спектра фотоэлектрические измерения были выполнены в стандартной системе UBV на 60-см рефлекторе с помощью фотометра на счете фотонов, описанного в [13]. Сведения об использованных звездах сравнения и подробности методики наблюдений приведены в [11]. Точность фотоэлектрических UBV наблюдений $\pm 0^m01 - 0^m02$.

Фотометрия в ИК диапазоне спектра в полосах J (1.25 мкм), H (1.65 мкм), K (2.2 мкм) и L (3.5 мкм) проводилась на 125-см рефлекторе ЗТЭ с помощью ИК фотометра, работающего с двумя сменными PbS приемниками. Для наблюдений в фильтрах J, H, K служил приемник, охлаждаемый твердой углекислотой, а в фильтре L приемник, охлаждаемый жидким азотом. Конструкция ИК фотометра описана в [14], при измерениях всегда применялась 10" входная диафрагма. Используемые нами фильтры с учетом поглощения в земной атмосфере и кривых реакции приемников обеспечивают систему, близкую к стандартной J, H, K, L системе.

Для переменных звезд в каждом фильтре производилось не менее 20 измерений, время одного накопления сигнала в зависимости от яркости звезды составляло от 10 до 40 секунд. Затем по всей серии измерений определялся средний отсчет на переменную звезду (аналогичным путем

определялся средний отсчет на соответствующую стандартную звезду). Отношение этих отсчетов давало разность в звездных величинах. С учетом среднеквадратичных отклонений от средних отсчетов вычислялись ошибки ИК фотометрии, характеризующие внутреннюю точность серии измерений в каком-либо фильтре.

Стандартные звезды для ИК фотометрии были подобраны из каталога Джонсона и др. [15]. При наблюдениях переменных BN Ori и UX Ori в качестве основного стандарта использовалась γ Ori (BS 1790 по КATALOGУ ярких звезд [16]), но в случае UX Ori дополнительно измерялась для учета экстинкции еще одна стандартная звезда — 53 K Ori (BS 2004). Для VX Cas вначале (3—4.X.75 и 13—14.X.75) звездой сравнения была 17 ξ Cas (BS 153), а в остальной период 27 γ Cas (BS 264). При наблюдениях WW Vul во всех случаях в качестве стандарта служила звезда 5 α Sge (BS 7479).

Для использованных нами в качестве стандартов звезд в табл. 1 указаны величины V, а из ИК величин только J и K, поскольку абсолютное большинство наших ИК фотометрических измерений переменных сделано в этих двух фильтрах. Звездные величины стандартов в J и K взяты из [15], за исключением звезды 27 γ Cas, для которой выяснилось следующее. Она использовалась как стандарт Алленом [17], который независимо определил ее величины и выявил расхождение $\Delta K \approx 0^m22$ и $\Delta L \approx 0^m45$ по сравнению с указанными в [15] (по измерениям Джонсона и др. звезда

Таблица 1

Звезда	№ по BS	V	J	K
17 ξ Cas	153	3 ^m 66	4 ^m 24	4 ^m 40
27 γ Cas	264	2.39	2.30	2.01
γ Ori	1790	1.64	2.18	2.34
53 K Ori	2004	2.05	2.48	2.60
5 α Sge	7479	4.37	3.08	2.60

была слабее). По нашим наблюдениям 16—17.X.75, когда практически на одинаковых воздушных массах были измерены оба стандарта — 17 ξ Cas и 27 γ Cas, получилось несоответствие их наблюдаемых разностей в фильтрах J и K по сравнению с ожидаемыми из [15]. Это несоответствие в K составило $\approx 0^m16$ и причина его, принимая во внимание также результаты измерений Аллена [17], скорее всего заключена в ИК величинах звезды 27 γ Cas, определенных Джонсоном и др. [15]. В табл. 1 приведены звездные величины 27 γ Cas, исправленные, соответственно, на $\Delta J \approx 0^m17$ (поправка по нашим измерениям) и $\Delta K \approx 0^m19$ (средняя поправка по

нашим и Аллена [17] измерениям), которые и использовались при обработке наблюдений VX Cas.

В фильтре L нами было сделано лишь несколько измерений блеска WW Vul, а остальные переменные оказались слабыми для наблюдений в этом фильтре (предельная величина $\sim 6^m0$). Для стандарта 5α Sge, соответственно, величина $L = 2^m52$.

Что касается полосы H, то в зимний сезон 1975—76 гг., когда была выполнена основная часть нашей фотометрии, мы не располагали фильтром на эту полосу, а осенью 1976 г. удалось сделать только два измерения блеска WW Vul. В своих первоначальных наблюдениях Джонсон и др. [15] фильтр H не использовали, однако впоследствии он стал общеупотребительным в ИК фотометрии. Калибровку, т. е. определение звездной величины стандарта 5α Sge в полосе H мы провели, основываясь на указанных для него в [15] величинах J, K, L (интерполируя полученные из них потоки и используя значение потока от звезды 0^m00 в фильтре H). Получено значение $H = 2^m77$. Для обоснования можно указать, что аналогичная процедура калибровки H применялась в [18].

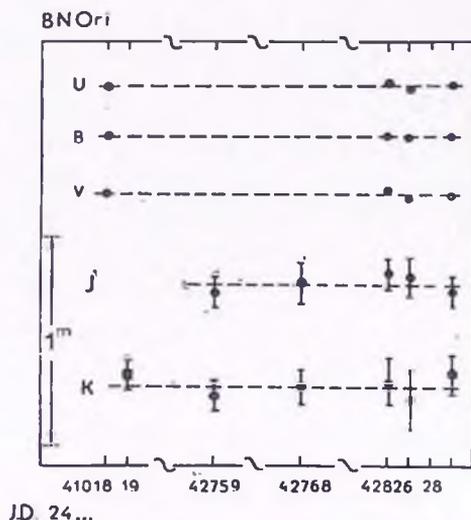
Стандарты γ Ori, 17ϵ Cas и 27γ Cas, 5α Sge по координатам достаточно близки к соответствующим переменным звездам BN Ori, VX Cas и WW Vul, так что измерения стандарта и переменной производились в большинстве случаев на одинаковом зенитном расстоянии. Лишь при наблюдениях WW Vul на уже значительных воздушных массах (период ноябрь—декабрь) измерения стандарта производились до и после переменной для учета экстинкции. При наблюдениях UX Ori поправка за поглощение в земной атмосфере определялась по двум стандартам — γ Ori и 53 K Ori.

Результаты проведенной нами в 1975—76 гг. оптической и ИК фотометрии переменных звезд VX Cas, BN Ori, UX Ori и WW Vul представлены в табл. 2—5. Для полноты картины в таблицы включены также более ранние ИК измерения этих звезд в области спектра до $3.5 \mu\text{м}$ из работ [4] и [9]. В ряде случаев в таблицах приведены результаты UBV измерений, сделанных в близкие к ИК фотометрическим измерениям даты для того, чтобы характеризовать состояния оптического блеска переменных в определенные интервалы времени.

Для иллюстрации поведения излучения звезд VX Cas, BN Ori, UX Ori и WW Vul в различных диапазонах спектра со временем результаты фотометрии представлены также на рис. 1—4.

Обсуждение результатов. Рассмотрим результаты наблюдений отдельно по каждой из четырех звезд по мере возрастания сложности зарегистрированной картины переменности.

BN Ori. Согласно анализу, проведенному Драгомирежкой [19], звезда в период с 1891 г. по 1964 г. показывала временами заметную и быструю переменность оптического блеска. Большое количество фотоэлектрических UBВ наблюдений, выполненных на Крымской станции ГАИШ с 1966 г.



JD. 24...

Рис. 1. Фотометрическое поведение переменной *BN Ori* со временем в фильтрах U, B, V, J и K. По оси абсцисс отложены юлианские дни, по оси ординат—звездные величины. Точки—по измерениям на Крымской станции ГАИШ, квадрат—измерение Глазунса и Пенстона [4]

по 1975 г. [1], свидетельствует, что блеск *BN Ori* был в этот период практически постоянным (амплитуда переменности не превосходила 0^m02-0^m03 в фильтре V). С этим выводом согласуются и результаты наших UBВ измерений, проведенных в феврале 1976 г. (табл. 2). Из всей имеющейся в настоящий момент ИК фотометрии *BN Ori* большую часть составляют измерения в фильтрах J и K (для последнего возможно также сравнение наблюдений 1971 г. и 1975—76 гг.). Как видно из рис. 1, блеск звезды в фильтрах J и K не показывает какой-либо значительной переменности со временем (средние значения $J \approx 8^m95$ и $K \approx 8^m22$). Можно предположить, основываясь на изложенных выше результатах наблюдений в фильтрах U, B, V, J и K, что отсутствует какая-либо заметная переменность излучения и на 1.65 и 3.5 мкм (фильтры H и L), и использовать измерения из [4] и [9], хотя и единичные, для определения ИК показателей цвета излучения *BN Ori*. Величины (J—H), (H—K) и (K—L) равны, соответственно, $\approx 0^m51$, $\approx 0^m22$ и $\approx 0^m62$.

Таблица 2

BN Ori

Дата	JD	U	B	V	J	H	K	L
7—8.III.71	2441018	10.27	10.10	9.64	—	—	—	—
8—9.III.71	2441019	—	—	—	—	8.44 ± 0.08	8.17 ± 0.07	—
26—27.XI.71	2441282	—	—	—	—	—	—	7.6 ± 0.4
12—13.XII.75	2442759	—	—	—	9.00 ± 0.07	—	8.27 ± 0.07	—
21—22.XII.75	2442768	—	—	—	8.95 ± 0.10	—	8.23 ± 0.08	—
17—18.II.76	2442826	10.27	10.08	9.61	8.90 ± 0.07	—	8.20 ± 0.11	—
18—19.II.76	2442827	10.28	10.09	9.64	8.92 ± 0.09	—	8.30 ± 0.14	—
20—21.II.76	2442829	10.27	10.09	9.64	8.99 ± 0.07	—	8.16 ± 0.09	—

Примечание. Фотометрия в дату 8—9.III.71 выполнена Глассом и Пенстоном [4]; в дату 26—27.XI.71 Коханом [9].

VX Cas. Некоторые особенности фотометрического поведения переменной *VX Cas* в оптическом диапазоне описаны в [12]. Большую часть времени звезда находится в состоянии со случайными колебаниями блеска около некоторого среднего уровня (в фильтре *V* амплитуда переменности $\approx 0^m3 - 0^m4$ при среднем $V \approx 11^m3$). Непериодически происходят глубокие (до $\sim 2^m$ в *V*) ослабления блеска продолжительностью 1—1.5 месяца, сопровождающиеся значительным покраснением излучения звезды.

Как следует из величин *V*, приведенных в табл.3, серия наших ИК фотометрических наблюдений *VX Cas* относится к периоду с «максимальным» уровнем оптического блеска. По фотоэлектрическим *UBV* наблюдениям заметна переменность оптического излучения звезды (см. рис. 2), но, конечно, эти измерения не отражают всех возможных флуктуаций блеска звезды в этом ее состоянии (см., например, соответствующую часть кривой блеска, приведенной в [12]). Что касается переменности ИК излучения *VX Cas* и связи с оптической переменностью, то можно отметить заметное изменение потоков в *J* и *K* в интервале *JD* 2442689—702, но здесь, к сожалению, только в одну из трех дат ИК наблюдений сделаны параллельные *UBV* измерения. Заметно также увеличение потока в фильтре *K* в дату *JD* 2442827 по сравнению с его средним уровнем в предыдущий период измерений *JD* 2442730—768 и при этом ослабление интенсивности оптического излучения (фильтры *UBV*). В целом, поскольку наблюдательный материал одновременной фотометрии невелик и не было зарегистрировано значительных по амплитуде флуктуаций излучения *VX Cas*, нельзя сформулировать какие-либо уверенные заключения о связи между переменностью в различных диапазонах спектра.

VX Cas

Дата	JD	U	B	V	J	K
14—15.VII.70	2440782	—	—	—	—	8.53 ± 0.11
28—29.IX.75	2442684	11.92	11.60	11.29	—	—
3—4.X.75	2442689	—	—	—	9.71 ± 0.10	8.20 ± 0.20
7—8.X.75	2442693	12.05	11.69	11.33	—	—
13—14.X.75	2442699	11.85	11.52	11.21	10.39 ± 0.15	8.57 ± 0.10
16—17.X.75	2442702	—	—	—	10.16 ± 0.25	8.15 ± 0.20
23—24.X.75	2442709	11.74	11.42	11.16	—	—
14—15.XI.75	2442731	11.54	11.31	11.02	9.78 ± 0.13	8.31 ± 0.15
1—2.XII.75	2442748	11.51	11.30	11.04	10.05 ± 0.14	8.32 ± 0.13
3—4.XII.75	2442750	11.66	11.41	11.11	—	—
12—13.XII.75	2442759	—	—	—	9.88 ± 0.10	8.22 ± 0.10
13—14.XII.75	2442760	11.55	11.31	11.05	—	—
21—22.XII.75	2442768	11.61	11.34	11.07	9.98 ± 0.15	8.39 ± 0.17
18—19.II.76	2442827	11.90	11.56	11.23	10.00 ± 0.30	8.03 ± 0.10

Примечание. Фотометрия в дату 14—15.VII.70 выполнена Глассом и Пенстоном [4], получено также значение $H \approx 9^m 2 \pm 0^m 2$.

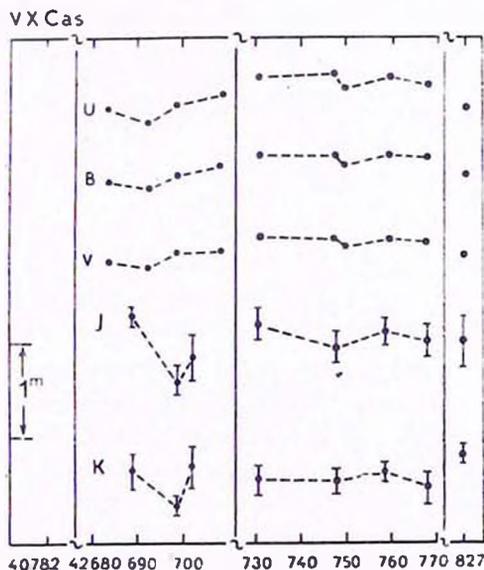


Рис. 2. Кривые блеска переменной VX Cas в фильтрах U, B, V, J, K. Оси и обозначения аналогичны рис. 1.

UX Ori. Фотографические наблюдения этой звезды за интервал времени ~ 60 лет (до 1966 г.) были проанализированы Драгомирецкой [20], выявившей чередование у *UX Ori* периодов медленных колебаний блеска с амплитудой $\approx 0^m6$ и быстрых колебаний блеска с амплитудой до $\sim 2^m$. С 1966 г. по 1973 г. Зайцевой [10] было сделано более 100 фотоэлектрических *UBV* измерений блеска *UX Ori*, по которым обнаружен сложный характер изменений показателей цвета ($B-V$) и ($U-B$). Звезда временно очень активно меняла свой блеск ($\Delta V \sim 1^m$ за $\Delta t \sim 1$ сутки).

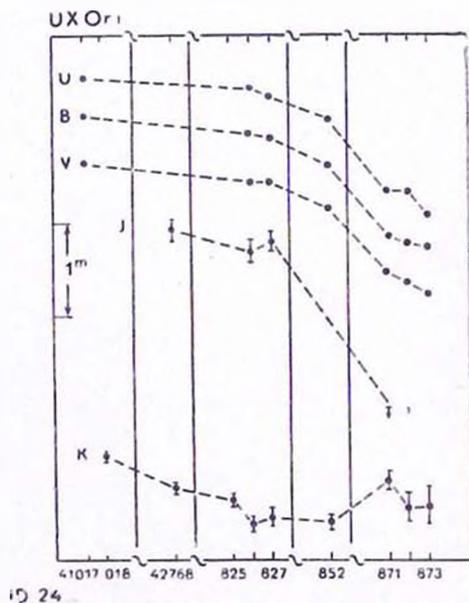


Рис. 3. Кривые блеска переменной *UX Ori* в фильтрах *U, B, V, J, K*. Оси и обозначения аналогичны рис. 1.

Как видно из рис. 3, наши наблюдения *UX Ori*, проведенные в период декабрь 1975 г. — апрель 1976 г., свидетельствуют о происшедшем в это время непрерывном и существенном ослаблении оптического блеска звезды ($\Delta V > 1^m$). Одновременно происходило значительное уменьшение потока излучения в районе 1 мкм (фильтр *J*). С другой стороны, как видно из рис. 3, изменения в фильтре *K* были невелики. Если сопоставить одновременные оптические и ИК измерения, выполненные в последние пять дат (*JD* 2442826, ...827, ...871, ...872, ...873) нашего периода наблюдений, то в среднем можно даже отметить увеличение интенсивности излучения на 2.2 мкм.

Что касается фильтра *L*, то здесь мы можем сопоставить между собой результаты только двух значительно более ранних измерений, сделанных

Глассом и Пенстоном [4] в марте 1971 г. ($L \approx 6^m 0 \pm 0^m 2$) и Коханом [9] в ноябре 1971 г. ($L \approx 6^m 3 \pm 0^m 2$). Как следует из оптически: наблюдений Зайцевой [10], переменная UX Ori находилась в эти периоды в двух, различающихся в среднем по блеску на $\Delta V > 1^m$, состояниях — весной 1971 г. колебания около некоторого максимального уровня и осенью быстрые колебания в минимуме оптического блеска. Но, несмотря на значительное изменение интенсивности излучения в оптическом диапазоне, поток на 3.5 мкм, как видно из вышеприведенных звездных величин в фильтре L, практически не изменился (подобно потоку на 2.2 мкм по наблюдениям в 1975—76 гг.).

WW Vul. Результаты фотоэлектрических UVB измерений блеска WW Vul в период с 1962 г. по 1971 г. приведены в [21]. Аналогичные наблюдения с 1967 г. по 1972 г. проводились Зайцевой [11]. Фотометрическое поведение звезды в оптическом диапазоне спектра коротко можно охарактеризовать следующим образом: а) быстрые ($\Delta V \leq 0^m 1$ и $\Delta t \sim 10$ дней) и медленные ($\Delta V \leq 0^m 5$ и $\Delta t \sim 100$ дней) колебания блеска сопровождаются достаточное длительное пребывание звезды в состоянии с «максимальным» уровнем блеска; б) неперiodически происходят глубокие ослабления блеска продолжительностью ~ 30 дней и амплитудой $> 1^m 3$ в V.

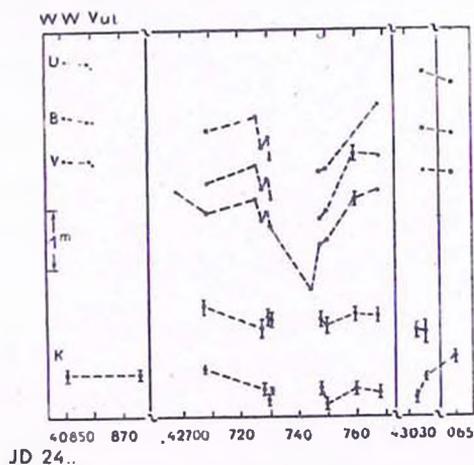


Рис. 4. Кривые блеска переменной WW Vul в фильтрах U, B, V, J, K. Оси и обозначения аналогичны рис. 1.

Как видно из рис. 4, наши наблюдения WW Vul в период сентябрь—декабрь 1975 г. захватывают один из таких глубоких минимумов оптического блеска. К большому сожалению, не удалось провести ИК фотометрию

в дату JD 2442745, когда оптический блеск сильно уменьшился ($V \approx 12^m 62$), и наши измерения в фильтрах J и K относятся лишь к периодам его уменьшения и возрастания. После минимума блеск звезды в UVB вернулся приблизительно на тот же уровень, что и до минимума. Но в ИК диапазоне спектра, как можно отметить по измерениям в J и K, поток излучения в период ослабления (JD 2442708—731) оптического излучения уменьшился весьма незначительно и остался в среднем на этом же уровне после минимума. В самом минимуме ИК измерения провести не удалось, но здесь можно отметить, что после минимума в период JD 2442748—768 значительное увеличение оптического блеска ($\Delta V \sim 1^m$) не сопровождалось какими-либо заметными изменениями интенсивности излучения в районе 1 и 2 мкм.

Таблица 4

UX ORI

Дата	JD	U	B	V	J	K	L
6—7.III.71	2441017	11.15	10.59	10.19	—	—	—
7—8.III.71	2441018	—	—	—	—	7.10 ± 0.08	6.0 ± 0.20
28—29.X.71	2441253	11.98	11.37	10.85	—	—	—
29—30.X.71	2441254	12.65	12.34	11.85	—	—	—
3—4.XI.71	2441259	—	—	—	—	—	6.3 ± 0.2
6—7.XI.71	2441262	12.60	11.98	11.44	—	—	—
21—22.XII.75	2442768	—	—	—	9.08 ± 0.11	7.46 ± 0.07	—
16—17.II.76	2442825	—	—	—	—	7.57 ± 0.07	—
17—18.II.76	2442826	11.26	10.80	10.30	9.30 ± 0.12	7.80 ± 0.09	—
18—19.II.76	2442827	11.35	10.84	10.40	9.20 ± 0.09	7.75 ± 0.09	—
14—15.III.76	2442852	11.57	11.13	10.68	—	7.80 ± 0.07	—
2—3.IV.76	2442871	12.35	11.88	11.35	> 11	7.35 ± 0.09	—
3—4.IV.76	2442872	12.35	11.97	11.45	> 11	7.63 ± 0.15	—
4—5.IV.76	2442873	12.59	11.97	11.59	—	7.60 ± 0.20	—

Примечание. Фотометрия в дату 7—8.III.71 выполнена Глассом и Пенетоном [4], получено также значение $H \pm 7^m 95 \pm 0^m 03$; в дату 3—4.XI.71 Коханом [9].

Из одновременных оптических и ИК наблюдений WW Vul, сделанных в даты JD 2443036 и ...065 (примерно полгода спустя после минимума в декабре 1975 г.), можно выделить заметное увеличение потока в K при не очень значительном, но различающемся в фильтрах UVB ослаблении оптического блеска.

Что касается наблюдений WW Vul в фильтре L (3.5 мкм), то нами было сделано три измерения в период перед глубоким минимумом, которые показали значительное уменьшение интенсивности излучения на 3.5 мкм от $\approx 5^m 10$ до $\approx 5^m 74$ за довольно короткий промежуток времени (~ 4 суток). Попытки измерений в фильтре L после минимума позволили установить в этот период только нижнюю границу ($\sim 6^m$) звездной величины WW Vul. Этот результат отличается от более ранних наблюдений на 3.5 мкм, проведенных Глассом и Пенстоном [4] и Коханом [9] и давших практически одинаковые величины L, хотя они были сделаны в периоды различного фотометрического состояния звезды (см. табл. 5). Согласно UBV наблюдениям Зайцевой [11], осенью 1970 г. WW Vul имела достаточно стабильный и яркий блеск, а осенью 1971 г. измерение на 3.5 мкм было сделано, когда звезда непрерывно увеличивала свой оптический блеск после глубокого минимума (август 1971 г.).

В фильтре H (1.65 мкм) нами были сделаны только два измерения (см. табл. 5) в сентябре 1976 г. и из литературы известны еще два измерения, полученные осенью 1970 г. [4]. Как видно из UBV величин в табл. 5, все наблюдения в фильтре H относятся к состоянию WW Vul с «максимальным» уровнем оптического блеска, но только одно из них имеет сделанные одновременно UBV наблюдения (JD 2443036).

Заключение. Сформулируем некоторые выводы из имеющегося к настоящему моменту материала одновременных оптических и ИК фотометрических наблюдений переменных BN Ori, VX Cas, UX Ori и WW Vul.

На протяжении ~ 30 лет оптический блеск звезды BN Ori практически не меняется, отсутствие какой-либо заметной переменности излучения наблюдается и в ИК диапазоне спектра. Звезда VX Cas в период наблюдений была в преимущественном ее состоянии с «максимальным» уровнем оптического блеска, при этом фотометрическая переменность в ИК диапазоне, как можно предварительно заключить, подобна оптической переменности (случайные флуктуации блеска), но, по-видимому, не коррелирует с ней.

Во время наблюдений переменной UX Ori было зарегистрировано значительное и одновременное ослабление интенсивности излучения в диапазоне 0.3—1 мкм (фильтры UBVI), но при этом в районе ~ 2 мкм интенсивность излучения менялась незначительно. Окончание сезона видимости UX Ori весной 1976 г. не позволило, к сожалению, продолжить наблюдения в период возможного подъема излучения после минимума.

Значительный минимум оптического излучения был зарегистрирован у переменной WW Vul. При этом, несмотря на отсутствие ИК измерений в самом минимуме, создается впечатление, что излучение в районах ~ 1 мкм

и 2 мкм довольно слабо было связано в этот период с колебаниями оптического блеска. Более значительные изменения в фильтре К наблюдались позднее при небольших флуктуациях излучения в фильтрах UVB.

Таблица 5

W'W Vul

Дата	JD	U	B	V	J	H	K	L
18—19.IX.70	2440848	11.05	10.72	10.39	—	—	—	—
19—20.IX.70	2440849	—	—	—	—	8.55±0.15	7.26±0.09	6.2±0.2
29—30.IX.70	2440859	11.08	10.81	10.43	—	—	—	—
30.IX—1.X.70	2440860	11.17	10.80	10.48	—	—	—	—
16—17.X.70	2440876	—	—	—	—	8.39±0.12	7.26±0.06	6.2±0.2
29—30.X.71	2441254	11.64	11.22	10.79	—	—	—	—
3—4.XI.71	2441259	—	—	—	—	—	—	6.75±0.2
6—7.XI.71	2441262	—	—	11.00	—	—	—	—
7—8.XI.71	2441263	11.89	11.43	10.93	—	—	—	—
12—13.X.75	2442698	—	—	10.90	—	—	—	—
22—23.X.75	2442708	—	—	—	9.02±0.17	—	7.18±0.05	—
23—24.X.75	2442709	12.28	11.89	11.28	—	—	—	—
9—10.XI.75	2442726	12.12	11.58	11.08	—	—	—	5.10±0.3
11—12.XI.75	2442728	12.54	12.01	11.44	9.40±0.15	—	7.53±0.10	5.20±0.3
13—14.XI.75	2442730	12.41	11.85	11.31	9.20±0.15	—	7.70±0.10	5.75±0.4
14—15.XI.75	2442731	12.77	12.17	11.54	9.24±0.11	—	7.56±0.05	—
28—29.XI.75	2442745	—	—	12.62	—	—	—	—
1—2.XII.75	2442748	13.00	12.52	11.88	9.23±0.15	—	7.52±0.10	>6.0
3—4.XII.75	2442750	12.96	12.41	11.81	9.34±0.13	—	7.78±0.10	—
12—13.XII.75	2442759	—	—	—	—	—	—	>6.0
13—14.XII.75	2442760	—	11.40 ±0.18	11.08 ±0.10	9.15±0.12	—	7.51±0.10	—
21—22.XII.75	2442768	11.84	11.43	10.92	9.18±0.13	—	7.58±0.10	—
11—12.IX.76	2443033	—	—	—	9.43±0.13	8.74±0.25	7.68±0.11	—
14—15.IX.76	2443036	11.28	10.99	10.62	9.46±0.2	8.50±0.10	7.35±0.06	—
13—14.X.76	2443065	11.46	11.09	10.68	—	—	7.00±0.10	—

Примечание. Фотометрия в даты 19—20.IX.70 и 16—17.X.70 выполнена Глассом и Пенстоном [4]; в дату 3—4.XI.71 Коханом [9]; в дату 13—14.XII.75 величины В и V получены В. П. Горанским по фотографическим наблюдениям на 70-см рефлекторе Крымской станции ГАИШ.

В целом надо заключить, что на данный момент недостаточное количество наблюдательного материала одновременной оптической и ИК фотометрии молодых звезд ограничивает возможности создания физической

картины переменности. Только накопление подобного материала будет способствовать решению этой задачи в будущем.

Крымская станция ГАИШ

SPECTRAL AND PHOTOMETRIC OBSERVATIONS OF FAST IRREGULAR VARIABLES.

III. VX Cas, UX Ori, BN Ori AND WW Vul — RESULTS OF U, B, V, J, H, K, L PHOTOMETRY

E. A. KOLOTILOV, G. V. ZAJTSEVA, V. I. SHENAVRIN

In 1975—76 we have carried out optical (UBV) and infrared (JHKL) photometric observations of the irregular variables VX Cas, UX Ori, and WW Vul with the 60-cm and 125-cm telescopes of the State Sternberg Astronomical Institute, the Crimean Station. For each star the optical and infrared measurements in most cases were made simultaneously. The photometric behaviour of the variables during the period of observations is described and, as far as possible, the observed variability of the fluxes in the optical and spectral regions is compared.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. А. Колотилов, Г. В. Зайцева, *Астрофизика*, 12, 31, 1976.
2. Е. А. Колотилов, *Астрофизика*, 13, 33, 1977.
3. R. B. Larson, *M. N.*, 157, 121, 1972.
4. I. S. Glass, M. V. Penston, *M. N.*, 167, 237, 1974.
5. A. E. Rydgren, S. E. Strom, K. M. Strom, *Ap. J. Suppl. ser.*, 30, 307, 1976.
6. Г. С. Бисноватый-Козан, С. А. Ламзин, *Астрон. ж.*, 53, 742, 1976.
7. M. Cohen, R. Schwartz, *M. N.*, 174, 137, 1976.
8. Е. А. Колотилов, Г. В. Зайцева, V. I. Shenavrtin, *I.B.V.S.*, No. 1216, 1976.
9. M. Cohen, *M. N.*, 161, 85, 1973.
10. Г. В. Зайцева, *П. Э.*, 19, 63, 1973.
11. Г. В. Зайцева, *Диссертация*, М., 1974.
12. G. V. Zajtseva, E. A. Kolotilov, *Variable Stars and Stellar Evolution*, eds. Sherwood and Plaut, 113, 1975.
13. В. М. Лютый, *Сообщ. ГАИШ*, № 172, 30, 1971.
14. Э. А. Дибай, В. И. Мороз, *Астрон. ж.*, 45, 231, 1968.
15. H. L. Johnson, R. I. Mitchell, B. Irtarte, W. Z. Wisniewski, *Comm. Lun. Pl. Lab.*, 4, 99, 1966.
16. *Catalogue of Bright Stars*, Third Ed., New Haven, 1964.
17. D. A. Allen, *M. N.*, 161, 145, 1973.
18. K. Voelcker, *Astron. Astrophys., Suppl. ser.*, 22, 1, 1975.
19. Б. А. Драгомирецкая, *Астрофизика*, 1, 455, 1965.
20. Б. А. Драгомирецкая, *Проблемы космической физики*, вып. 2, 134, 1967.
21. S. Rössiger, W. Wenzel, *Astron. Nachr.*, No. 294, 29, 1972.