

Общие характеристики Новой LV Vulpeculae

Д. Райкова

Новая Лисички 1968 № 1 была открыта Олкоком (Кэнди, 1968) в ночь с 14 на 15 апреля 1968 г. как звезда 5.6 звездной величины. Максимальный блеск $4^m.35$ был отмечен утром 17 апреля (Стокс и Зисель, 1968). По ее фотометрическому поведению LV Vul была классифицирована как быстрая новая (Двораки и Винярски, 1971; Грудзинска, 1970) по классификации Мак-Лафлина (1963). Маммано и др. (1969) считают LV Vul быстрой новой как по ее фотометрическому поведению, так и по эволюции спектра.

1. Новая до вспышки

На месте Новой до вспышки наблюдалась слабая двойная звезда (Хербиг, 1968). Фотографические звездные величины компонент соответственно $16^m.5$ и 18^m , а расстояние между ними $6''$. Сравнение пластинки, снятой после вспышки Новой, с пластинкой, полученной в 1935 г., показывает, что вспышка была более яркая компонента. На бесщелевом спектре, полученном в 1953 г., виден непрерывный спектр обеих компонент, и в это время не наблюдалось никакой эмиссии в H_α (Хербиг, 1968).

По пластинкам Зоннебергской обсерватории Майнунгер (1968) оценил блеск звезды до вспышки. Предновая была слабо переменной (в пределах $15^m.4$ — $16^m.9$), не показывая заметного повышения блеска за последние годы до вспышки.

Лиллер (1968) после просмотра соответствующих пластинок Гарвардской обсерватории утверждает, что с июля 1898 г. до июля 1952 г. звезда никогда не была ярче 14^m .

По своему положению LV Vul очень близка к Новой Лисички 1670 (СК Vul). Напрашивалось предположение, что это повторная вспышка бывшей новой СК Vul. Двораки и Винярски (1971) провели астрометрические измерения положения LV Vul. Сравнивая полученные координаты с координатами СК Vul (Хюмассон, 1938), они пришли к выводу, что речь может идти об одном и том же объекте лишь в том случае, если его собственное движение составляет $\sim 1''$.5 в год. Это маловероятно. Следовательно, LV Vul не имеет ничего общего с СК Vul и не является повторной новой.

2. Кривая блеска LV Vul

В литературе опубликован ряд измерений блеска Новой, относящихся к разным моментам после максимума блеска. До максимума блеска также имеются несколько фотометрических наблюдений и визуальных оценок. Самые полные кривые блеска LV Vul опубликованы Терзаном (1970) и Айлсом (1972). Они объединяют визуальные (и фотографические у Терзана) наблюдения Новой. Терзан отмечает, что в первые дни после максимума блеск имел флуктуации, а потом плавно уменьшался. Изменения блеска в фотографических лучах отличались от его изменений в визуальных лучах.

Кривые блеска в лучах U , B и V , а также кривые изменения показателей цвета $U-B$ и $B-V$ строили Абуладзе (1969) и Ферни (1969), но только по собственным наблюдениям. Абуладзе отмечает, что в охваченном его наблюдениями периоде с 25 апреля по 21 сентября 1968 г. самая большая амплитуда наблюдалась в лучах U , а самая маленькая — в лучах V .

Мы построили кривую блеска LV Vul в лучах V с момента открытия Новой (JD 2439961) до 22 октября 1968 г. (JD 2440152) по фотоэлектрическим наблюдениям в системе UBV следующих авторов: Абуладзе (1969), Колесники и Пугач (1970), Омаров (1970), Каст (1968), Григар и Кохоутек (1969), Доршнер и др. (1969), Бартолини и др. (1969), Ферни (1969), Двораки и Винярски (1971), Шао и Зисель (1968), Стокс и Зисель (1968), Лочер и Зисель (1968). Кривая блеска представлена на рис. 1.

Все авторы приводили свои данные к стандартной системе UBV . Это, конечно, делается по стандартным нормальным звездам. У LV Vul сразу после максимума блеска наблюдались интенсивные эмиссионные линии (Райкова, 1980 б), потоком энергии в которых нельзя пренебречь по сравнению с потоком в непрерывном спектре. Для таких объектов небольшие различия в полосах пропускания приемной аппаратуры могут обусловить большие различия в полученных звездных величинах и тогда уже калибровочные зависимости могут оказаться неточными.

Чтобы привести наблюдения такого эмиссионного объекта в единую систему, надо иметь хотя бы один ряд наблюдений, который перекрывался бы со всеми остальными. Поскольку объект нестационарен и блеск (и вообще цвет) его быстро меняется, для перевода в единую систему наблюдения должны быть одновременными. Наблюдения LV Vul этим условиям не удовлетворяют. Поэтому мы их не приводили в единую систему, а при построении кривой блеска все данные, относящиеся к одной и той же ночи (юлианский день), усреднялись.

Из рис. 1 видно, что кривую блеска никак нельзя назвать „замечательно плавной“, как это предлагает Ферни (1969). В небулярной стадии (ее начало приблизительно указано стрелкой) вариации блеска можно отнести в какой-то мере за счет несовпадения инструментальных систем наблюдателей (для примера крестиками выделены данные Ферни, которые систематически ниже остальных). Но в первые недели после вспышки данные всех наблюдателей хорошо согласуются между собой и наблюдаемые вариации надо считать реальными. После максимума 17 апреля блеск в течение пяти дней задержался около $4^m.8$, после чего началось не совсем плавное его понижение. Время спада блеска на три звездные величины t_3 составляет 35 дней, и по этому критерию LV Vul является быстрой новой.

На том же рисунке приведена и кривая изменения показателя цвета $B-V$ до вступления Новой в небулярную стадию, когда разброс данных

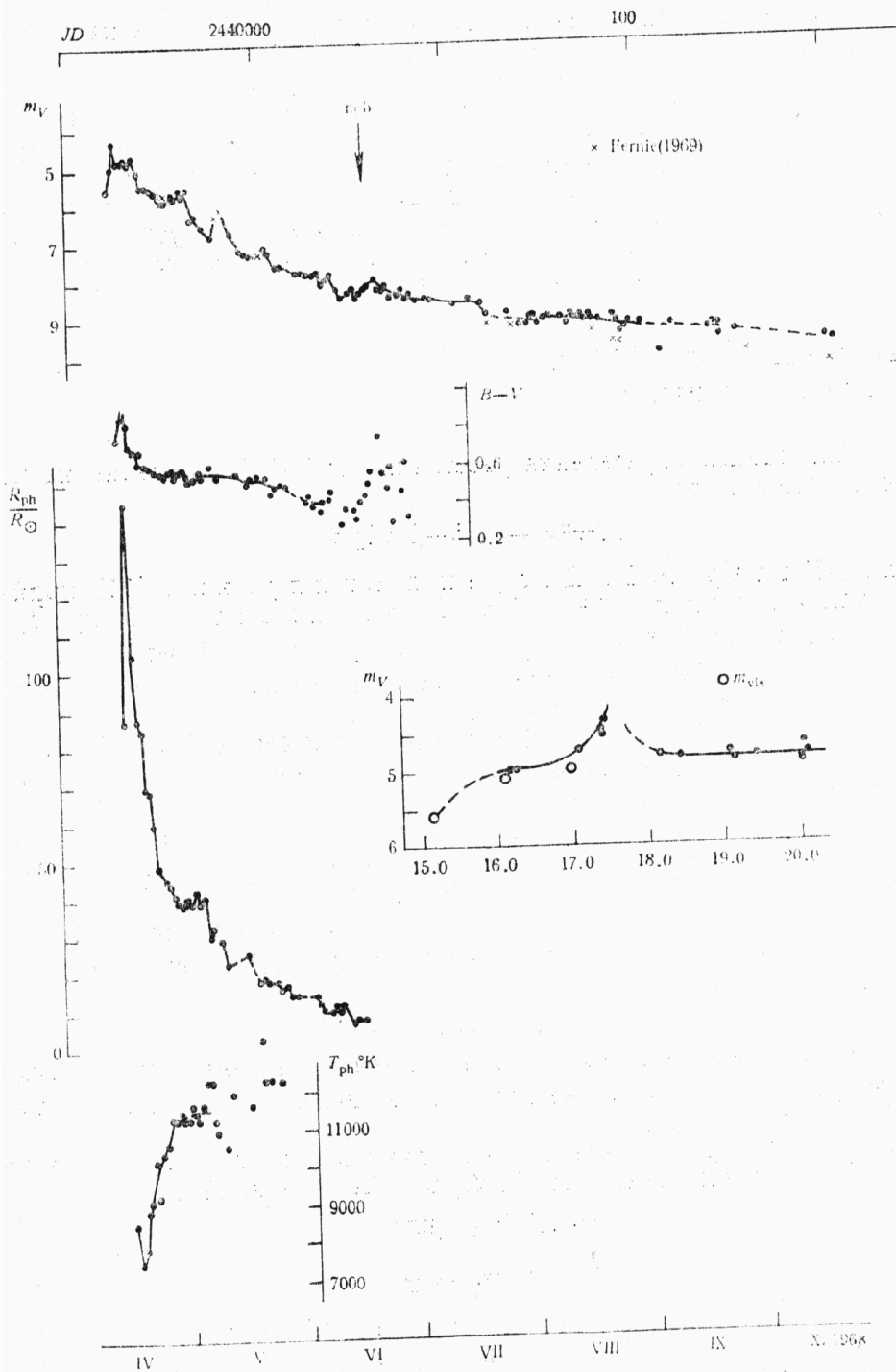


Рис. 1. Изменение блеска m_V , показателя цвета $B-V$, радиуса R_{ph} и температуры T_{ph} эффективной фотосферы LV Vul от момента открытия до 22 октября 1968 г. В крупном масштабе показано изменение блеска около максимума с 15 по 20 апреля 1968 г.

очень большой из-за различия инструментальных систем (для каждой ночи данные различных наблюдателей усреднялись).

В более крупном масштабе на рис. 1 показана кривая блеска около максимума (с 15 по 20 апреля 1968 г. по универсальному времени). Нанесены все существующие наблюдения, визуальные оценки обозначены кружочками. Эта кривая наводит на мысль, что от момента открытия до максимума блеска могла существовать и предмаксимальная задержка блеска. Кроме того, ход кривой показывает, что крутой подъем начался утром 17 апреля. Очень вероятно, что максимум блеска имел место днем для европейских и американских обсерваторий и не наблюдался.

3. Расстояние до LV Vul Абсолютная величина

Все опубликованные определения расстояния до LV Vul основаны на эмпирической зависимости

$$(1) \quad M_V^{\max} = -11.5 + 2.5 \lg t_3$$

(Шмидт-Калер, 1963). Дворак и Винярски (1971) приняли $t_3 = 37$ дням и получили $M_V^{\max} = -7.60$. Грудзинска (1970) при $t_3 = 40$ дням получила тоже $M_V^{\max} = -7.60$. Используя формулу Паренаго для межзвездного поглощения с коэффициентом 2^{m_8} на килопарсек в галактической плоскости она получила расстояние 820 пс.

Ферни (1969) получил $M_B^{\max} = -7.8$. По избытку цвета 14 В-звезд в направлении Новой он определил $E_{B-V} = 0^m6 \pm 0^m2$. При поглощении в лучах В, равном $A_B = 4 \cdot E_{B-V}$, он получил $r = 1.3$ кпс.

Доршнер и др. (1969) приняли $m_V^{\max} = 4.5$ и получили $M_V^{\max} = -7.5$ при $t_3 = 40$ дням. Используя $E_{B-V} = 0^m35$ (определенное косвенно по статистическим исследованиям), они определили $r = 1450 \pm 400$ пс.

При применении зависимостей $M_V^{\max}(t_3)$ абсолютная величина в максимуме практически не зависит от ошибок в t_3 . Но при определении расстояния по формуле

$$(2) \quad M_V = (m_V - A_V) + 5 - 5 \lg r$$

уже сильно сказывается ошибка принятого значения m_V^{\max} (если, например, новая быстра и сам максимум не наблюдался, как это может быть в случае LV Vul) и, конечно, A_V .

Мы определили расстояние Новой по линиям поглощения межзвездного Са II и Na I соответственно по формулам (Аллен, 1973):

$$(3) \quad r = 3.1 W_K \text{ (кпс)}$$

и

$$(4) \quad r = 2.0 W_D \text{ (кпс)}.$$

Здесь W_K есть эквивалентная ширина межзвездной линии Са II К, а W_D — среднее арифметическое эквивалентных ширин линий D₁ и D₂ межзвездного нейтрального натрия; эквивалентные ширины выражены в ангстремах.

На исследованных нами спектрах (Райкова, 1980 б) межзвездные линии интенсивны и резки и не показывают расщепления. Расстояние Новой мы определили по спектрам, предоставленным нам профессором Ференбаком и д-ром Андрия, которые получены на 1.93-метровом телескопе Обсерватории Верхнего Прованса. Результаты даны в табл. 1, мы приняли $r = 840$ пс.

Таблица 1

Спектр	Линия	$w, \text{ \AA}$	$r, \text{ пс}$
W 4259	Ca II K	0.271	840
W 4263	Ca II K	0.272	843
W 4286	Ca II K	0.271	840
W 4260	Na I ($D_1 + D_2$)	0.4206	841
Среднее			841

При помощи определенного Ферни (1969) цветового эксцесса $E_{B-V} = 0^m6$ было определено межзвездное поглощение в лучах V: $A_V = 1^m92$. По формуле (2) было получено $M_V^{\text{max}} = -7.2$ при $m_V^{\text{max}} = 4.35$. Если для видимой величины предновой принять 16^m5 (Херби и Г., 1968), то амплитуда LV Vul будет порядка 12^m2 (это нижняя граница, если максимум не наблюдался). Эта амплитуда типична для быстрых новых. При модуле расстояния 11^m5 для абсолютной величины предновой получено $\sim +5^m$.

4. Температура и радиус эффективной фотосферы LV Vul в ранних фазах

Для оценки температуры и радиуса эффективной фотосферы Новой были использованы нормальные показатели цвета $(B-V)_0$. Правомерность такой процедуры для новых звезд обсуждалась нами при исследовании HR Del (Райкова, 1980 а). До и около максимума блеска влияние эмиссионных линий очень мало. Для этих моментов оценка температуры может быть искажена только возможными особенностями в распределении энергии в непрерывном спектре Новой. Изменение температуры эффективной фотосферы T_{ph} показано на рис. 1. Видно, что в максимуме блеска она имеет глубокий минимум, а потом за десять дней поднимается на 4000° . Дальше влияние эмиссионных линий искажает показатель цвета и разброс точек показывает, что оценка температуры очень ненадежна.

Радиус эффективной фотосферы R_{ph} был подсчитан, как и в случае HR Del (Райкова, 1980а), по формуле

$$(5) \quad \lg \frac{R_{\text{ph}}}{R_{\odot}} = -0.2 M_{\text{bol}} - 2 \lg T_{\text{ph}} + 8.46.$$

Болометрические поправки, как и T_{ph} , брались из работы Гарриса (1963) в соответствии с нормальными показателями цвета $(B-V)_0 = (B-V) - E_{B-V}$.

Изменение радиуса эффективной фотосферы показано на рис. 1. С 16 по 17 апреля 1968 г. R_{ph} увеличивался от $86 R_{\odot}$ до $144 R_{\odot}$, а потом быстро уменьшался и через неделю после максимума составлял около $50 R_{\odot}$. Позднее спад кривой $R_{\text{ph}}(t)$ был более пологим и нерегулярным; эта часть кривой неуверенна, поскольку температура в этот период определяется уже ненадежно.

Так как 16 и 17 апреля в спектре LV Vul практически не было эмиссионных линий (Райкова, 1980 б), оценки R_{ph} для этих моментов можно считать надежными. За время 1.146 суток между моментами использованных

наблюдений эффективная фотосфера увеличилась на $58 R_{\odot}$, расширяясь со скоростью 408 км/с, в то время как скорость удаления газа от звезды, определенная по доплеровскому смещению линий поглощения, составляла 670 км/с. Скорость расширения эффективной фотосферы в полтора раза меньше скорости газа.

5. Дискуссия

Для пекулярной очень медленной новой HR Del скорость расширения эффективной фотосферы v_{ph} при подъеме блеска к максимуму более чем на порядок меньше скорости выбрасываемого в то же время газа v_g (Райкова, 1979 а). Новая LV Vul не имеет каких-либо уникальных характеристик. Но у нее тоже v_{ph} при подъеме блеска к максимуму значительно меньше v_g . Эти факты опровергают мнение, что скорость расширения фотосферы приблизительно равна скорости газа, определяемой по доплеровскому смещению абсорбционных линий предмаксимального спектра. Они естественно объясняются в свете гипотезы о непрерывном выбросе газов при вспышке новых, которая высказывалась еще в тридцатых годах и четко изложена Гротрианом (1937), а в последнее время разрабатывается Батом (Бат и Шавив, 1976; Бат, 1978). Согласно этой гипотезе вещество выбрасывается новой непрерывно, но с различной скоростью и с различной интенсивностью dM/dt . Эффективная фотосфера (тот геометрический уровень, где $\tau \approx 1$) реализуется в этом оптически плотном звездном ветре на различном расстоянии от центра звезды в зависимости от интенсивности выброса и от скорости газа v_g в данный момент.

Непосредственно перед максимумом блеска интенсивность выброса самая большая. С удалением от звезды выброшенный газ расширяется и вместе с тем охлаждается. Высвечивание тоже способствует охлаждению газа. Из-за уменьшения плотности и температуры коэффициент поглощения в непрерывном спектре уменьшается. Таким образом, если в какой-то момент эффективная фотосфера реализуется в данном слое газа, через некоторое время этот слой будет уже прозрачным в континууме и эффективная фотосфера будет реализоваться в более внутреннем слое. Следовательно, уровень эффективной фотосферы должен отставать от газа, т. е. скорость расширения эффективной фотосферы v_{ph} должна быть меньше скорости газа v_g . То же самое должно наблюдаться и при временных повышении интенсивности выброса в стадиях диффузно-искрового и орионова спектров, которые вызывают соответствующие повышения блеска новой.

Автор выражает благодарность Г. Томову за помощь при сводке фотометрических данных наблюдений.

Л и т е р а т у р а

- Абуладзе О. П., 1969. Астрон. циркуляр, № 500.
Айлс (Isles J. E.), 1972. Journ. Brit. Astr. Assoc., **83**, 44.
Аллен (Allen C. W.), 1973. Astrophysical Quantities, Athlon Press, London.
Бартолини и др. (Bartolini C., Battistini P., Delli Ponti C., Guarnieri A.), 1969. Mem. Soc. Astr. Ital., **40**, 529.
Бат (Bath G. T.), 1978. Monthly Not. Roy. Astron. Soc., **182**, 35.
Бат и Шавив (Bath G. T., Shaviv G.), 1976. Monthly Not. Roy. Astron. Soc., **175**, 305.

- Гаррис (Harris III D. L.), 1963. Basic Astronomical Data, ed. K. Strandt, Univ. of Chicago Press, 263.
- Григар и Кохоутек (Grigar J., Kohoutek L.), 1969. Bull. Astr. Inst. Ceskosl., 20, 226.
- Гротриан (Grotrian W.), 1937. Z. Astrophys., 13, 215.
- Грудзинска (Grudzinska S.), 1970. Acta Astron., 20, 253.
- Дворак и Винярски (Dworak T. Z., Winiarski M.), 1971. Acta Astron., 22, 33.
- Доршнер и др. (Dorschner J. von, Friedemann Chr., Pfau W.), 1969. Astron. Nachr., 291, 217.
- Каст (Quast G. R.), 1968. Comm. 27 IAU Int. Bull. Var. Stars, No. 306.
- Колесник Л. Н., Пугач А. Ф., 1970. Астрон. циркуляр, № 556.
- Кэнди (Candy M. P.), 1968. IAU Circ., No 2066.
- Лиллер (Liller M.), 1968. IAU Circ., No 2070.
- Лочер и Зисель (Locher K., Zissell R. E.), 1968. IAU Circ., No. 2070.
- Майнунгер (Meinunger L.), 1968. Comm. 27 IAU Int. Bull. Var. Stars, No. 272.
- Мак-Лафлин Д., 1963. Звездные атмосферы, ред. Дж. Грийнстейн, ИЛ., М., 575.
- Маммано и др. (Mammano A., Margoni R., Rosino L.), 1969. Non-Periodic Phenomena in Variables Stars, ed. L. Detre, Academic Press, Budapest, 271.
- Омаров С. З., 1970. Цирк. Шемах. Астрофиз. Обс., № 5, 3.
- Райкова Д., 1980а. Выдет в „Астрофиз. исл.“, 4.
- Райкова Д., 1980б. Выдет в „Астрофиз. исл.“, 4.
- Стокс и Зисель (Stokes A., Zissell R. E.), 1968. IAU Circ., No. 2068.
- Терзан (Terzan A.), 1970. Astron. and Astrophys., 5, 167.
- Ферни (Ferne J. D.), 1969. Publ. Astron. Soc. Pacif., 81, 374.
- Хербиг (Herbig G. H.), 1968. Comm. 27 IAU Int. Bull. Var. Stars, No. 272.
- Хюмасон (Humason M. L.), 1938. Astrophys. J., 88, 228.
- Шао и Зисель (Shao C. Y., Zissell R. E.), 1968. IAU Circ., No 2067.
- Шмидт-Калер (Schmidt-Kaler Th.), 1963. Mitt. Sternw. Bonn, 51, 9.

General Characteristics of the Nova LV Vulpeculae

D. Raikova

(Summary)

The m_V light curve of LV Vul (Nova Vulpeculae 1968-1) has been constructed using all published electrophotometric UBV observations for the period from April 15 to October 22, 1968. The distance to the nova $r=840$ pc has been determined from the interstellar CaII K and NaI $D_{1,2}$ equivalent widths. The effective photosphere temperature T_{ph} has been estimated on the basis of the normal colour indexes $(B-V)_0$. The effective photosphere radius R_{ph} has been computed using the bolometric corrections corresponding to $(B-V)_0$ for normal stars.

A more detailed light curve shows that the light maximum may have occurred on April 17 in daytime for the European and American observatories and has not been observed. With the observed maximum light $m_V = 4.35$ we have obtained $M_V^{max} = -7.2$ and $M_0 = +5$ for the pre-nova.

Immediately before the light maximum the effective photosphere radius increased from $86 R_\odot$ to $144 R_\odot$ in 1,146 days. The effective photosphere expanded with a velocity $v_{ph} = 408$ km/s, and at the same time the gas velocity v_g was 670 km/s (determined from the Doppler shift of the pre-maximum absorption lines). The difference between v_{ph} and v_g must be expected if we deal with an optically thick stellar wind as it is supposed in the hypothesis of continuous ejection from novae.

Сектор астрономии с Национальной
астрономической обсерваторией,
Болгарская академия наук

Поступила 30. IX. 1978 г.