

УДК: 524.3-355

СПЕКТР PV Сер И GM1-29 (RNO125) В 1976-1997ГГ.

Т.Ю.МАГАКЯН, Т.А.МОВСЕСЯН .

Поступила 28 марта 2001

Принята к печати 25 июля 2001

Рассмотрены основные спектральные характеристики PV Сер, звезды типа Т Тау, и связанной с ней переменной туманности GM1-29. Описаны их изменения на протяжении 1976-1997гг. по наблюдениям на 6-м телескопе и литературным данным. В период максимального блеска (1977-1979гг.) звезда обладала развитым эмиссионным спектром, характерным для классических звезд типа Т Тау, с ярко выраженными P Cug - компонентами в линиях H_α и H_β , сильными абсорбциями NaD, смещенными в синюю сторону, а также хорошо выраженной флуоресценцией в эмиссиях FeI. После завершения последней эрупции спектр звезды остается более или менее в стабильном состоянии; эмиссионные линии заметно ослабли. Выброшенное вещество продолжает наблюдаться в виде смещенных компонентов в эмиссионных линиях. Кроме того, есть указания на возможность существования видимого коллимированного потока длиной 1.5-2" в непосредственных окрестностях звезды. Хорошо виден также HN215 P1 - первый HN-сгусток в гигантском потоке, исходящем из PV Сер. В эпоху максимальной яркости объекта в спектре туманности имелись четкие признаки спектральной асимметрии звездной оболочки, вызванной направленным истечением, проявляющиеся в изменении профилей и интенсивностей бальмеровских линий. Тем самым PV Сер и GM1-29 оказываются еще одним объектом, где наблюдается подобный феномен, впервые замеченный у R Mon и NGC2261.

1. *Введение.* Объект GM1-29 [1] представляет собой прекрасный образец переменной кометарной туманности. Изменения формы и яркости GM1-29 были замечены в 1976г., почти сразу же после обнаружения объекта на картах Паломарского атласа. Ядром туманности оказалась очень активная Т Тау-звезда, получившая обозначение PV Сер [1-3]. Как показали поиски в архивах фотопластинок, повышения блеска туманности имели место и ранее (см. подробное обсуждение в работах [4,5]).

Дальнейший анализ переменности и морфологии туманности в период последнего повышения яркости приводится в статьях [6-11]. Впоследствии по направлению оси туманности были открыты HN-объекты [9,10], которые, как выяснилось в ходе дальнейших исследований, являются частью гигантского HN-потока [12,13]. Яркая кометарная туманность вблизи PV Сер наблюдалась только в 1977-1978гг., после чего блеск как звезды, так и туманности довольно быстро снизился. Подобное поведение звезды, как и ее спектр в максимуме позволяют отнести ее к классу эксоров [14].

Мы получили некоторое количество спектров звезды и туманности (когда последняя еще была доступна для наблюдения), которые демонстрируют ряд интересных особенностей этого объекта, указывающих как на спектральную переменность звезды, так и на некоторые аномалии в спектре

туманности, связанные, по-видимому, с наличием коллимированного истечения.

2. *Наблюдения и результаты.* Спектральный материал, имеющийся в нашем распоряжении, практически весь был получен на 6-м телескопе БТА САО РАН с помощью самой разнообразной аппаратуры (см. табл.1).

За исключением первых спектрограмм 1978г., зарегистрированных на фотопленке, все данные были получены в цифровом виде. Для оцифровки фотографических спектров мы использовали автоматический микроденситометр PDS Бюраканской обсерватории. При наблюдении со сканнерами производилась одновременная регистрация спектров объекта и фона неба. Калибровка по длинам волн производилась по спектрам He + Ar + Ne, которые при наблюдениях с телевизионными системами счета фотонов регистрировались отдельно до и после наблюдения объекта, чтобы учесть

Таблица 1

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ RV Сер НА БТА

Дата	Аппаратура	Общая эксп. (с.)	Диапазон (Å)	Дисперсия (Å/пиксел)
5.07.78	A	420	4800-6150	65Å/мм
5.07.78	A	1500	4800-6150	65Å/мм
24.08.78	A	1500	3500-4900	65Å/мм
24.08.78	A	900	5700-7100	65Å/мм
26.08.78	A	3600	5700-7100	65Å/мм
26.08.78	A	2520	3500-4900	65Å/мм
27.07.81	B	1200 (звезда)	5800-7150	2.7
27.07.81	B	1200 (тум. 7" к N)	5800-7150	2.7
28.07.81	B	720 (звезда)	4700-6100	2.7
28.07.81	B	720 (тум. 7" к N)	4700-6100	2.7
28.07.81	B	1200 (тум. 7" к N)	3800-5150	2.7
21.10.82	B	1200 (звезда)	5800-7000	2.7
24.10.82	B	1200 (звезда)	4700-6000	2.7
24.10.86	C	3654 (звезда)	5850-6800	1.0
8.06.91	D	5400	3500-7000	1.3
27.05.92	E	3300	5800-6900	1.7
27.05.92	E	1800	5800-6900	1.7
3.12.95	F	180	6150-6900	1.3
3.12.95	F	1800	6150-6900	1.3

A - спектрограф первичного фокуса СП-160 с ЭОП.

B - ТВ-сканнер со счетом фотонов в первичном фокусе, на 512 каналов.

C - ТВ-сканнер со счетом фотонов в фокусе Нэсмита, на 1024 канала.

D - эшелный спектрограф ZEBRA в фокусе Нэсмита с системой счета фотонов в 512x512 каналах.

E - мультизрачковый спектрограф в первичном фокусе (безволоконный вариант) с системой счета фотонов в 512x512 каналах.

F - спектрограф UAGS в первичном фокусе с ПЗС 530x580 элементов (щель была ориентирована в направлении север-юг).

Кроме того, 6, 9 и 25.07.1978 были получены три спектра на телескопе ЗТА-2.6 Бюраканской обсерватории с телевизионным сканнером ОМА.

аппаратурные нестабильности.

Первичная обработка большинства сканнерных спектров была проведена по принятой в САО методике [15], включающей основные коррекции искажений, вносимых аппаратурой. При обработке данных, полученных с эшелльным и мультизрачковым спектрографами, мы использовали для оптимальной экстракции спектров пакет программ, специально разработанный в САО РАН [16]. Затем индивидуальные спектры калибровались и выравнивались при помощи программных процедур, разработанных нами для широко известной системы обработки астрономических изображений МИДАС, созданной в Европейской Южной Обсерватории. Эта же система использовалась для обработки длиннощелевого спектра, а также для построения дисперсионных кривых, приведения к относительным интенсивностям и других стандартных редуций. После этого мы определили эквивалентные ширины и лучевые скорости наиболее интересных для последующего сравнения линий.

Для сопоставления спектров, полученных в различных условиях, мы выполнили их передискретизацию к единой шкале длин волн, а также нормирование к континууму. Как показал анализ полученных результатов, внутренняя точность калибровки по длинам волн, как правило, не хуже трети одного канала, т.е. порядка 0.5 и 1 Å при использовавшихся дисперсиях. Точность спектрофотометрии мы оценили в 20-30%, однако на многих спектрах континуум из-за малого времени накопления довольно слаб, и это затрудняет получение реалистических оценок эквивалентных ширин.

Поскольку нас интересовала прежде всего переменность спектральных характеристик объекта, мы рассмотрим наши данные в хронологическом порядке, используя также сведения о спектре PV Сер и туманности, приведенные в работах [3,6,10,17].

Первым по времени получения, по-видимому, является спектр PV Сер от 1.12.1976, когда звезда уже приближалась к максимальному блеску, показанный в статье [3]. В нем на фоне очень красного континуума видны эмиссии H_{α} , H_{β} , FeII, а также [OI] и, кроме того, хорошо заметная абсорбция NaD. Эмиссионный бальмеровский декремент очень крутой ($I(H_{\alpha})/I(H_{\beta}) > 200$). Спектральный класс был весьма условно оценен как A5V.

Вслед за этим той же группой и с той же аппаратурой было получено еще несколько десятков сканов PV Сер, охватывая период декабрь 1977 - апрель 1980; все с разрешением порядка 7 Å. В основном все они рассмотрены и частично представлены в статье [6]. Общий вывод авторов следующий: спектр PV Сер переменный, с сильными эмиссиями, характерными для звезд типа T Tau и сильным покраснением; колебания эквивалентных ширин эмиссий в целом согласуются с изменениями блеска (с падением блеска звезды эмиссионный спектр усиливается). Абсорбции NaD ведут себя более произвольным образом; впрочем, они явно формируются в расширяющейся

оболочке. Важной особенностью является также наличие сильных абсорбций типа P Cуг у H_{α} и H_{β} в период максимального блеска звезды (см. также работу [18]) и большая общая ширина эмиссии H_{α} .

Рассмотрим, как с этим согласуются наши спектры. Те из них, что были получены на БТА с ЭОП 24.8.1978 и 26.8.1978, имеют значительно лучшее разрешение по сравнению с наблюдениями в Ликской обсерватории [6] и демонстрируют весьма богатый набор эмиссий, характерных для классических звезд типа T Tau (см. подробное отождествление в работе [4]). Видны также линии [O I] и заметно смещенная в синюю сторону абсорбция NaD. Среди важных моментов отметим: наличие сильной эмиссии K Ca II при отсутствии линии H и согласующееся с этим присутствие хорошо заметных флуоресцентных линий Fe I; ярко выраженные P Cуг-компоненты в бальмеровских линиях H_{α} и H_{β} (дальнейшие линии серии видны только в абсорбции). Также необходимо указать на явное присутствие абсорбционных линий известного "зеленого" триплета Mg I, которые могут, вообще говоря, относиться к спектру собственно звезды, а не оболочки. Сравнение эквивалентных ширин некоторых основных линий [4] с графиками, приведенными в работе [6], показывает превосходное согласие. Как показывает кривая блеска PV Ser, полученная в той же работе [6], этот спектр соответствует почти максимальному блеску звезды. В то же время скан от 25.7.1978 [4,19], полученный на телескопе ЗТА с системой ОМА, заметно отличается: в синей области спектра PV Ser (короче 4500\AA) довольно хорошо виден спектр поглощения, соответствующий классу примерно G8-K0; линии H и K в абсорбции, флуоресценция Fe I не наблюдается. Судя по кривой блеска, этот момент почти точно соответствует локальному минимуму, когда блеск PV Ser снизился почти на две величины. Таким образом, нельзя исключить, что этот абсорбционный спектр соответствует реальному спектральному классу звезды. Этот факт мы хотим отметить специально, так как с тех пор эта область спектра PV Ser не наблюдалась, и наши спектры этого периода являются практически единственными из всего опубликованного материала, дающими хоть какое-то представление о спектре звезды в области короче H_{β} .

Далее мы располагаем спектрами звезды, полученными со сканнером БТА 27-28.7.1981, 21.10.1982 и 24.10.1982. В 1981г. удалось получить также спектр туманности, к чему мы еще вернемся. Отношение сигнал/шум на спектрах 1981г. невысокое, но эффективное разрешение неплохое (5\AA). В спектре PV Ser можно видеть сильную эмиссию H_{α} , очень слабую - H_{β} , а также различимы самые сильные из линий Fe II и Fe I. Кроме того, очень заметны линии [O I] при почти теряющихся в шумах [S II]. Абсорбции NaD и какие-либо другие практически не различаются. Также определенно отсутствуют P Cуг-компоненты у H_{α} и H_{β} . Примерно подобный же вид имеет спектр звезды в октябре 1982, с той, однако, разницей, что линия H_{α} выглядит расщепленной, с компонентами $+96$ и -364 км с^{-1} , а поглощение в линиях NaD выражено намного

лучше. Эти данные очень любопытно сопоставить с наблюдениями [17], относящимися к 21.8.1982 и 30.8.1984. Как видим, всего за два месяца до наших наблюдений спектр PV Сер отличался довольно низкими значениями эквивалентных ширин как H_{α} , так и [OI], сопоставимыми с данными [6], относящимися к периоду максимального блеска. Однако, несмотря на несколько меньшее разрешение этих сканов по сравнению с нашими (но такое же, как в [6]), можно все же утверждать, что хорошо выраженные P Cug-компоненты в бальмеровских линиях не наблюдаются. В 1984г. спектр PV Сер выглядел характерным для минимального блеска звезды, с сильными линиями H_{α} , [OI] и [SII]. Фотометрические оценки, приведенные в той же работе, действительно показывают некоторое повышение блеска звезды в первом случае.

Следующий период в спектральной эволюции PV Сер отражают спектры, приведенные в работе [10] (для которых странным образом в статье не указано время их получения, но, по-видимому, они относятся к 1985г.), и наш спектр от 24.10.1986г. Все они характеризуются большой интенсивностью запрещенных линий и, главное, появлением как в этих линиях, так и в H_{α} , хорошо выраженных компонентов с заметным отрицательным смещением. Это состояние, как показывают наши более поздние спектры, относящиеся к 1991 и 1995г., продолжается практически до настоящего времени. Тем не менее, несмотря на общее сходство спектров этого периода, анализ профилей запрещенных эмиссий показывает довольно любопытные особенности их компонентов (см. далее). Кроме того, несколько неожиданным исключением являются наши спектры от 27.05.92, полученные с мультиспектральным спектрографом, на которых видна только линия H_{α} (с явными признаками двугорбой структуры), а эмиссии [SII] и [OI] в спектре звезды и ее непосредственных окрестностях практически неразличимы. Объяснить это можно, в принципе, низким уровнем отношения сигнал/шум, но нельзя исключить и резкого их ослабления, наподобие того, что произошло в августе 1982г. Поскольку быстрое рассеяние и последующее появление протяженной оболочки вокруг звезды достаточно маловероятно, это ослабление (если оно реально) скорее можно объяснить повышением яркости звезды в 1992г.

В следующем разделе вышеописанные изменения спектральных характеристик объекта обсуждаются более детально.

3. Обсуждение. Звезда PV Сер. Описанные выше спектральные характеристики PV Сер указывают, что по спектру она является классической звездой типа T Tau и в максимуме блеска была довольно сходна с V350 Сер [20], которую, как и PV Сер, относят к эксорам. В частности, у обеих звезд была ярко выражена флуоресценция в линии K CaII; отметим также слабость линий [SII].

С целью более удобного сопоставления всех данных мы построили графики изменения эквивалентных ширин некоторых спектральных линий, взяв за основу

аналогичные диаграммы из статьи [6] и дополнив их данными из других работ и наших наблюдений (рис.1.). Заключение, сделанное в работе [6], о своеобразной антикорреляции между яркостью звезды и силой эмиссионных линий в спектре вполне подтверждается. Из рис.1 видно, что после резкого максимума видимости эмиссионного спектра в первой половине 1979г. и следующего за ним кратковременного спада, вызванного, скорее всего, вторичным повышением блеска звезды, наступило более спокойное состояние. Можно заметить еще

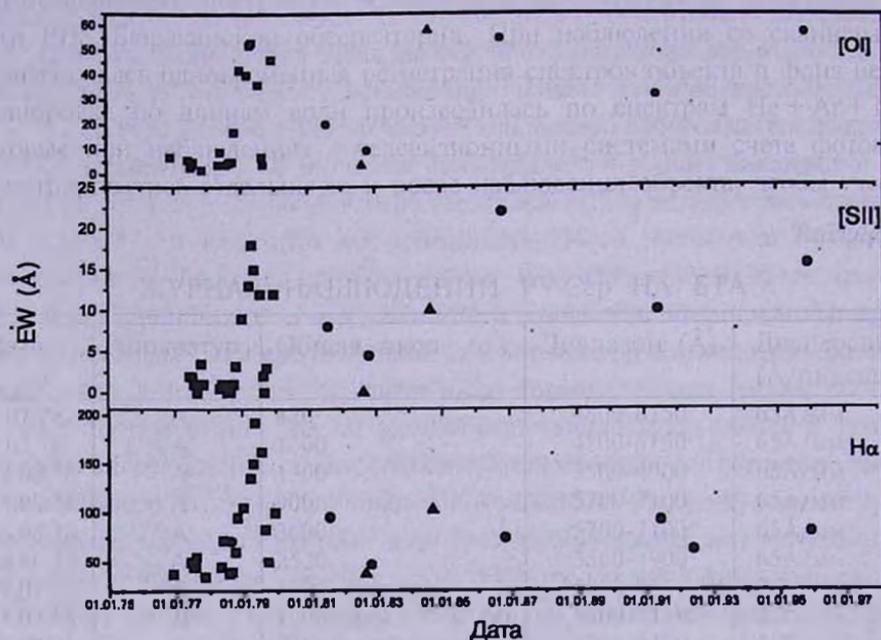


Рис.1. Изменения эквивалентных ширин эмиссионных линий H_{α} , λ 6716+6731 [SII] и λ 6300 [OI] в спектре PV Сер со временем. Квадратики - данные Козна и др. [6]; кружки - наши данные; треугольники - данные из [17].

один спад к концу 1982г., и фотометрические данные [17], как уже говорилось выше, дают основание думать о некотором поярчании звезды в этот период. К сожалению, спектральные данные за последующие годы не столь полны, а фотометрические практически отсутствуют. Отметим еще одно интересное обстоятельство: эмиссия H_{α} более ни разу не достигает таких больших эквивалентных ширин, как в максимуме 1979г., оставаясь примерно вдвое слабее. Для запрещенных эмиссий это не так; поэтому отношение $H_{\alpha}/[SII]$ стало существенно меньше.

Сравнивая профили линий в наших спектрах, а также со статьей [10], мы можем видеть из рис.2, что после того, как в спектре PV Сер появились хорошо выраженные многокомпонентные запрещенные линии, их структура остается более-менее стабильной. Складывается также впечатление, что в 1985г. в линиях [OI] и [SII] высокоскоростные (т.е. имеющие большее синее смещение) компоненты были сильнее низкоскоростных, а в 1986г. такая

картина сохранялась только в линиях [OI]. Для более позднего периода, к сожалению, данные по [OI] отсутствуют или имеют недостаточное разрешение, но по линиям [SII] ситуация та же - низкоскоростные компоненты сильнее высокоскоростных. Кроме того, можно предполагать некоторые колебания

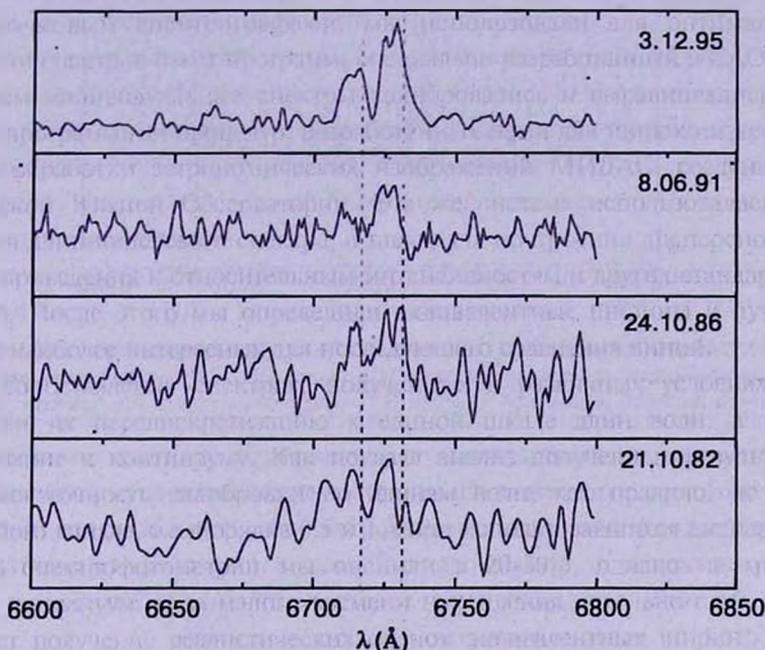


Рис.2. Изменения профилей линий [SII] в спектре PV Сеп со временем. Указаны даты наблюдений. Все спектры для удобства нормированы к континууму. Пунктирные линии соответствуют лабораторной длине волны.

электронной плотности. Таким образом, вполне логичным представляется заключение, что в ходе последней эрупции PV Сеп, имевшей место в 1976г, звездой был выброшен ряд сгустков, которые теперь мы наблюдаем в запрещенных линиях. Это подтверждается также данными спектроскопии в ближнем ИК-диапазоне в 1988г. [21,22], согласно которым разрешенные эмиссии CaII и OI в спектре PV Сеп имеют практически нулевую лучевую скорость, а запрещенные линии [FeII] сильно смещены в синюю сторону (до -300 км с^{-1}) и имеют широкие сложные профили, по виду схожие с профилями [OI]. Очень возможно, что с течением времени физические параметры сгустков изменяются, что отражается и на характеристиках запрещенных линий, но к настоящему моменту объем данных достаточного разрешения недостаточен для каких-либо определенных выводов такого рода.

Коллимированный поток. Существование биполярного направленного истечения из PV Сеп в настоящее время общеизвестно. Поток имеет направление примерно север-юг, явные признаки прецессии и в целом простирается на 2.6 пк [12]. Однако в непосредственных

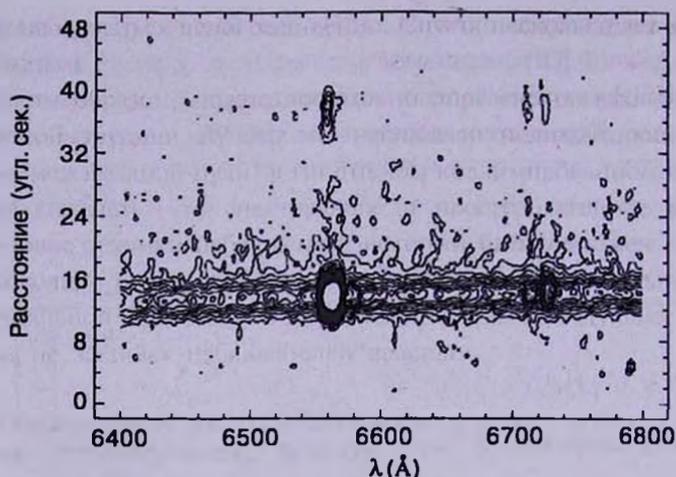


Рис.3. Изолинии области H_{α} и λ 6716,6731 [SII] (длиннощелевой спектр от 3.12.95г.). Север сверху. Хорошо заметен эмиссионный HH-сгусток HH215 P1, а также следы отражательной туманности и слабой рассеянной эмиссии H_{α} к северу от непрерывного спектра звезды.

окрестностях звезды признаки оптического потока пока не наблюдались. Тщательное рассмотрение нашего длиннощелевого спектра, казалось бы, подтверждает это заключение, так как все основные эмиссии пространственно не превосходят 6-7" вокруг непрерывного спектра звезды, и, кроме того, нет каких-либо заметных признаков изменения лучевых скоростей от северной стороны звезды к южной.

Однако сравнение изображений объекта в эмиссии H_{α} и континууме, построенных по мультиспектральным спектрам, показывает некоторое различие между

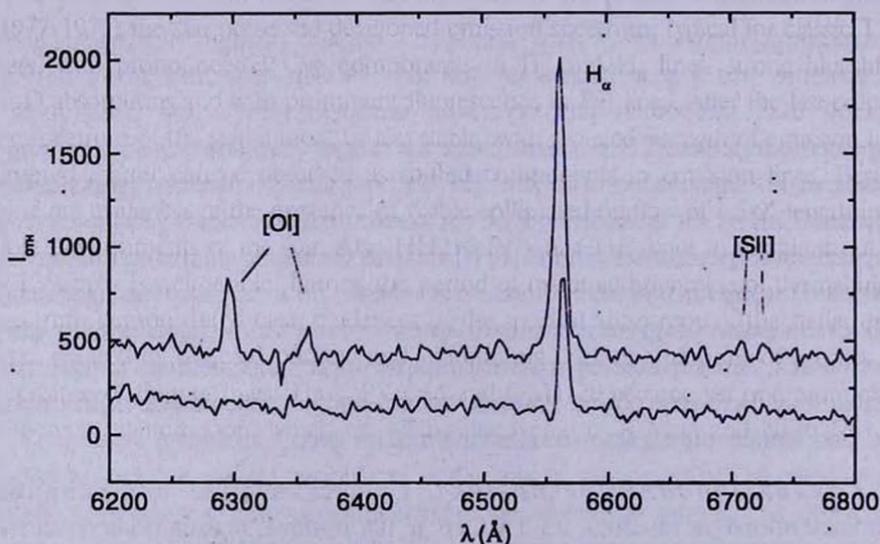


Рис.4. Спектры PV Сер (верхняя линия) и участка туманности на 7" к северу (нижняя линия) от 27.7.81 в условных интенсивностях. Хорошо заметно изменение профиля H_{α} и общее ослабление эмиссионных линий.

ними. А именно, в континууме PV Сер является чисто точечным объектом, в то время как в H_{α} звезда выглядит удлиненной и даже как бы расщепленной на два компонента на расстоянии примерно 1.5-2" друг от друга (рис.5). Такая картина наблюдается на обоих наших спектрах, что и дает основание считать ее реальной. Это явление может быть интерпретировано как крошечный эмиссионный джет, исходящий из звезды. Дополнительное подтверждение этому дает анализ профилей H_{α} : помимо основного, в них можно усмотреть наличие дополнительных смещенных компонентов, интенсивность которых меняется по разные стороны от звезды. Разумеется, окончательно сделать вывод о существовании "микроджета" вблизи PV Сер можно будет только после проведения дополнительных наблюдений.

Кроме того, на нашем длиннощелевом спектре хорошо заметен HН-сгусток, описанный впервые в [10] и впоследствии обозначенный в [12] как HН215 P1. Он проявляется в виде резкого усиления линий H_{α} , [SII] и [OI] на расстоянии 20" к северу от звезды и имеет размеры 6".5 (см. рис.3). Это в точности соответствует положению и размерам объекта HН215 P1 на прямом изображении, приведенном в статье [12]. Интересно, что каких-либо заметных колебаний физических параметров в этом сгустке не видно. Лучевая скорость его по линиям [SII] получается -265 км с^{-1} , что несколько больше значения -225 км с^{-1} ,

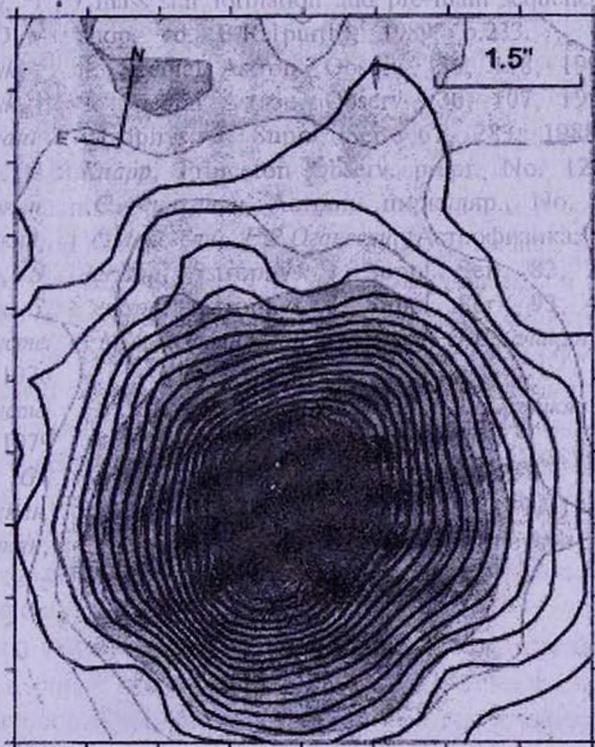


Рис.5. Изображения объекта в эмиссии H_{α} (изолинии) и красном континууме (полутона), восстановленные по мультиспектральному спектру от 27.5.92. Туманность видна только в континууме.

приводимого в [10]. По H_{α} скорость несколько меньше: -185 км с^{-1} . Есть еще одна особенность: линия H_{α} в спектре HH215 P1 выглядит одиночной, а не расщепленной на компоненты с положительным и отрицательным смещением, как в работе [10]. Этому есть простое объяснение: очевидно, что компонент H_{α} с положительной лучевой скоростью происходит от рассеяния звездного спектра в отражательной туманности. Между тем, яркость туманности с 1985г. до 1995г. снизилась довольно существенно, и, таким образом, роль отраженных компонентов в спектре также сильно упала. Электронная плотность сгустка HH215 P1, оцененная по линиям [SII], составляет около 300 см^{-3} .

Туманность GM1-29. Как хорошо известно, получение детальных спектров слабых отражательных туманностей даже сейчас представляет собой непростую наблюдательную задачу. Тем более трудным делом это было несколько десятилетий назад. Поскольку же туманность GM1-29 морфологически очень напоминает знаменитую кометарную туманность NGC2261 (см, в частности, рис.1 в статье [11]), крайне интересно было сравнить эти объекты и на предмет спектральной асимметрии, столь ярко выраженной у NGC2261 [23-25].

Впервые заключение о различии между спектрами PV Cep и GM1-29 и его объяснение с точки зрения спектральной асимметрии было сделано в статье [6]. Действительно, в мае 1979г. в спектре туманности, на $15''$ к северу от звезды, при общем сходстве со спектром звезды, были заметно ослаблены эмиссии H_{α} и H_{β} и практически отсутствовали запрещенные линии [SII], [OI], очень сильные в спектре PV Cep.

Наши ранние фотографические спектры дают примерно ту же картину - в спектре туманности хорошо заметны эмиссионные линии H_{α} и H_{β} , а также различимы самые сильные из линий FeII и абсорбции NaD. Более далеко идущих сравнений они, к сожалению, сделать не позволяют. Однако сканы от 27-28 июля 1981г., имеющие, несмотря на общее ослабление блеска объекта к этому периоду, более хорошее отношение сигнал/шум, довольно четко подтверждают существование спектральной асимметрии. А именно, помимо полного отсутствия запрещенных линий, в спектре туманности, уже на расстоянии всего $7''$ к северу от звезды, у линии H_{α} не только резко снижается интенсивность и эквивалентная ширина (с $90-100\text{\AA}$ до 40\AA), но и профиль становится заметно уже и, главное, в нем появляется несомненный компонент типа P Cug с лучевой скоростью до -400 км с^{-1} (из-за невысокого спектрального разрешения и по другим причинам это значение следует считать лишь оценочным). Все это хорошо видно из рис.4. Подобная особенность делает GM1-29 поразительно сходной с туманностью Ver 48, рассмотренной в статьях [26,27].

Общее качество мультизрачковых спектров 1992г., к сожалению, не позволяет детально изучить профили линий в спектре туманности. Однако построенные по ним карты объекта в континууме и H_{α} -эмиссии подтверждают

построенные по ним карты объекта в континууме и H_{α} -эмиссии подтверждают факт резкого ослабления эмиссионной линии в туманности. Действительно, как видно из рис.5, эмиссия H_{α} практически сконцентрирована в звезде, в то время как на карте в континууме видны и звезда, и туманность, и отделяющая ее от звезды темная полоса, хорошо заметная на прямых изображениях. Вид туманности, в общем, согласуется с прямыми изображениями, относящимися к 1993г. [13] (напомним, что туманность переменная и ее форма и ориентация относительно центральной звезды меняются год от года).

Что же касается нашего длиннощелевого спектра, то к 1995г. яркость туманности, как уже указывалось выше, настолько снизилась, что о ее спектре можно судить весьма приблизительно. Интегральный спектр участка между PV Сер и HH215 P1 показывает очень слабый континуум и следы эмиссий H_{α} и [SII] (см. рис.3). Скорее всего, это рассеянный спектр звезды, так как приблизительные оценки лучевых скоростей эмиссионных линий дают сходные значения.

Подводя итоги, мы можем сделать следующие выводы. В спектре GM1-29 в эпоху повышенной яркости действительно присутствовали признаки спектральной асимметрии, происходящей вследствие коллимированного истечения из центральной звезды, и проявляющиеся в первую очередь в изменении интенсивностей и профилей бальмеровских линий. Ослабление же в туманности запрещенных эмиссий означает, главным образом, отсутствие наблюдаемого оптического коллимированного джета в непосредственных окрестностях звезды. Подобное явление характерно и для ряда других кометарных туманностей. В то же время существование спектральной асимметрии делает GM1-29 одним из немногих объектов, для которых открывается возможность изучения спектральных характеристик расширяющейся оболочки звезды под разными углами к коллимированному потоку благодаря туманности, играющей роль зеркала.

4. Заключение. Рассматривая вместе все явления, наблюдавшиеся в системе PV Сер за последние 25 лет, мы видим, что они довольно четко вписываются в общую картину очередного цикла звездной активности. Вначале наблюдалось сильное повышение блеска звезды в непрерывном спектре, сопровождающееся заметной спектральной переменностью и четко выраженными признаками значительной потери массы. Затем темпы потери массы постепенно снижаются, плотность расширяющейся оболочки начинает уменьшаться. Позднее появляются хорошо заметные компоненты запрещенных линий, имеющие большую отрицательную лучевую скорость, согласующуюся со скоростью HH-объектов в направленном потоке PV Сер. Вполне очевидно, что эти компоненты принадлежат новому HH-сгустку (или сгусткам), который еще не удалился от звезды на достаточное расстояние,

чтобы наблюдаться непосредственно. Спустя несколько лет это должно стать возможным.

Таким образом, можно достаточно определенно заключить, что в ходе очередной эрупции PV Cep мы наблюдали полный процесс образования новой "межзвездной пули" в гигантском коллимированном потоке. Остается только сожалеть, что спектральное и пространственное разрешение при том уровне техники наблюдений, который был возможен в конце 70-х гг., не позволило более подробно исследовать эту замечательную систему при максимальной яркости. Можно надеяться, что следующее повышение ее блеска не застанет наблюдателей врасплох.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
им. В.А.Амбарцумяна, Армения

SPECTRUM OF PV Cep AND GM1-29 (RNO125) IN 1976-1997

T.Yu.MAGAKIAN, T.A.MOVSESIAN

Basic spectral features of the T Tau star PV Cep and of related with it variable nebula GM1-29 are described. Their changes on the 1976-1997 time span are studied by observations on 6-m telescope and literature. In the period of maximal brightness (1977-1979) the star possessed developed emission spectrum, typical for classic T Tau stars, with pronounced P Cyg components in H_{α} and H_{β} lines, strong blueshifted NaD absorptions and with prominent fluorescence in FeI lines. After the last eruption the spectrum of the star is more or less stable, with reduced strength of emission lines. Erupted matter can be observed as shifted components in emission lines. Besides, there are evidences of the existence of visible collimated outflow of 1.5-2" length in the close environments of the star. Also HH215 P1 - first HH-knot in the giant outflow of PV Cep - is well visible. During the period of maximal brightness of the nebula its spectrum demonstrated clear evidences of the spectral anisotropy of the stellar envelope, created by directed outflow and manifesting itself as variations of profiles and intensities of Balmer lines. Thus, PV Cep and GM1-29 became yet one more object with such phenomenon, which was firstly discovered in R Mon and NGC2261.

ЛИТЕРАТУРА

1. *А.Л.Гюльбудагян, Т.Ю.Магакян*, Письма в Астрон. ж., **3**, 113, 1977.
2. *А.Л.Гюльбудагян, Т.Ю.Магакян, А.С.Амирханян*, Письма в Астрон. ж., **3**, 162, 1977.
3. *M.Cohen, L.V.Kuhi, E.A.Harlan*, *Astrophys. J. Lett.*, **215**, 127, 1977.
4. *Т.Ю.Магакян*, "Исследование кометарных туманностей и их ядер", Кандидатская диссертация, Бюракан, 1979.
5. *Т.Ю.Магакян*, Письма в Астрон. ж., **7**, 398, 1981.
6. *M.Cohen, L.V.Kuhi, E.A.Harlan, H.Spinrad*, *Astrophys. J.*, **245**, 920, 1981.
7. *R.M.Levreault, C.B.Opal*, *Astron. J.*, **93**, 669, 1987.
8. *T.M.Gledhill, R.F.Warren-Smith, S.M.Scarrott*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, **229**, 643, 1987.
9. *T.P.Ray*, *Irish. Astron. J.*, **18**, 21, 1987.
10. *T.Neckel, H.J.Staude, M.Sarcander, K.Birkle*, *Astron. Astrophys.*, **175**, 231, 1987.
11. *S.M.Scarrott, C.D.Rolph, C.N.Tadhunter*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, **249**, 131, 1991.
12. *B.Reipurth, J.Bally, D.Devine*, *Astron. J.*, **114**, 2708, 1997.
13. *M.Gomez, S.J.Kenyon, B.A.Whitney*, *Astron. J.*, **114**, 265, 1997.
14. *G.H.Herbig*, "Low mass star formation and pre-main sequence objects" (Proceed. ESO workshop, ed. B.Reipurth), 1989, p.233.
15. *V.V.Vlasyuk*, *Bull. Special Astron. Observ.*, **36**, 118, 1993.
16. *V.V.Vlasyuk*, *Bull. Special Astron. Observ.*, **36**, 107, 1993.
17. *R.M.Levreault*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **67**, 283, 1988.
18. *R.K.Ulrich, G.R.Knapp*, *Princeton Observ. prepr. No. 120*, 1984.
19. *Т.Ю.Магакян, А.С.Амирханян*, Астрон. циркуляр., No. 1038, **5**, 1979.
20. *Т.Ю.Магакян, Т.А.Мовсесян, Е.Р.Оганесян*, *Астрофизика*, **42**, 165, 1998.
21. *F.Hamann, S.E.Persson*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **82**, 285, 1992.
22. *F.Hamann, S.E.Persson*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **93**, 485, 1994.
23. *Дж.Л.Гринстейн, М.А.Казарян, Т.Ю.Магакян, Э.Е.Хачикян*, *Астрофизика*, **12**, 587, 1976.
24. *Дж.Л.Гринстейн, М.А.Казарян, Т.Ю.Магакян, Э.Е.Хачикян*, *Астрофизика*, **15**, 615, 1979.
25. *V.F.Jones, G.H.Herbig*, *Astron. J.*, **87**, 1223, 1982.
26. *Т.Ю.Магакян, Э.Е.Хачикян*, *Астрофизика*, **28**, 139, 1988.
27. *Т.Ю.Магакян, Т.А.Мовсесян*, 2001 (готовится к печати).