

УДК: 524. 5-355

СПЕКТРАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА  
С КОЛЛИМИРОВАННЫМ ВЫБРОСОМ 1548 C27

Т. Ю. МАГАКЯН, Т. А. МОВСЕСЯН, В. Л. АФАНАСЬЕВ, А. Н. БУРЕНКОВ

Поступила 1 ноября 1988

Принята к печати 15 января 1989

Приведены результаты спектральных наблюдений на 6-м телескопе объекта 1548 C27 — кометарной туманности, связанной с оптически коллимированным выбросом. Показано, что центральная звезда туманности относится, вероятнее всего, к классу Ae/Be—звезд Хербига и имеет сильную спектральную переменность. Выброс имеет постоянную лучевую скорость на всем протяжении и состоит из отдельных сгустков. В целом объект напоминает NGC 2261.

*1. Введение.* Небольшая кометарная туманность 1548 C27, расположенная вблизи диффузной туманности и звездного скопления NGC 6820/23, была обнаружена в ходе выполнения обзора неба в ближнем ИК—диапазоне NIPSS [1]. Тогда же при фотографировании ее в полосе  $H_\alpha$  была замечена длинная струя, исходящая из конуса туманности. Как стало ясно впоследствии, эта струя является коллимированным выбросом (джетом). Аналогичные джеты затем были найдены у других молодых звезд [2]. Таким образом, выброс в 1548 C27 оказался первым обнаруженным примером этого неожиданного и в высшей степени интересного явления.

Объект 1548 C27 подвергся довольно подробным фотометрическим и спектральным исследованиям [2,3]. В частности, было установлено, что в вершине конуса туманности находится эмиссионная звезда, в спектре которой наблюдается сильнейшая линия  $H_\alpha$  и ряд других эмиссий. Профили некоторых линий имеют вид типа P Cyg и указывают на потерю вещества звездой. Хотя расстояние и спектральный класс звезды пока надежно не определены, первые оценки указывают, что она имеет довольно высокую светимость и по спектру относится к раннему классу. Во всяком случае несомненно, что 1548 C27 является объектом на ранней эволюционной стадии. Морфологически туманность 1548 C27 и связанный с ней джет напоминают NGC 2261, а также объект Наго 6—5B и являются хорошим примером непосредственно наблюдаемой взаимосвязи звезда — кометарная туманность — коллимированный поток. В джете можно заметить отдельные сгущения, в целом он протягивается на расстояние порядка  $4.''5$  почти

прямолинейно [2]. Лучевая скорость в джете неизменна [4], однако деталь-ные спектры джета не были опубликованы.

Таблица 1

## СКАНЫ ОБЪЕКТА 1548С27

Дата	Спектр. диапазон(А)	Разрешение(А)	Время накопления (мин)
14.6.86	5350—7250	4	21
15.6.86	3400—5050	3	29
15.6.86	5900—6900	2	27
24.10.86	5800—6800	2	32
27.10.86	6200—6900	3	101

*Примечание.* Спектр от 27.10.86 получен с двумерной системой счета фотонов в первичном фокусе БТА.

В объекте наблюдается заметная поляризация: 6% в полосах  $V$  и  $I$  [3], причем электрический вектор направлен параллельно оси туманности. Нужно отметить, что во всех других известных случаях у туманностей, связанных с коллимированными выбросами, электрический вектор направлен перпендикулярно к направлению выброса [2].

**2. Наблюдения.** Вышеописанные характеристики объекта 1548 С27 позволили включить его в программу спектральных наблюдений коллимированных выбросов на 6-м телескопе САО АН СССР. Основной задачей являлось получение точных лучевых скоростей линий в спектрах звезды и джета, а также изучение синей области спектра звезды. Спектры объекта были получены в 1986 г.: с 1000—канальным ТВ—сканером в фокусе Несмита (для центральной звезды) и в режиме спектроскопии с длинной щелью с двумерной системой счета фотонов в первичном фокусе (щель была ориентирована вдоль джета). Сведения о полученных спектрах приведены в табл. 1. Качество изображений в период наблюдений было хорошим (0.''5 — 1.''5). Обработка результатов наблюдений была выполнена в БАО с помощью автоматизированной системы АДА.

*а) Звезда.* Говоря в дальнейшем о спектре звезды, следует указать, что реально наблюдалось яркое сгущение в туманности, поскольку звезда практически не отделяется, особенно в красной области спектра, от чрезвычайно тесно связанной с ней туманности (так же, как и в случае R Моп).

На рис. 1 показан типичный спектр звезды в красной области в относительных интенсивностях. По общему виду он почти не отличается от спектров, описанных в [3,4]. Хорошо заметны эмиссии  $H_{\alpha}$ , [OI] и более слабые Fe II. На скане, полученном в синей области спектра, видны лишь

$H_\beta$ , имеющая профиль типа Р Суг, и  $\lambda$  4921 FeII. Несмотря на достаточно высокое отношение сигнал/шум, уверенно отождествить какие-либо другие линии (в частности,  $H_\gamma$ , H и K CaII) в более коротковолновой части

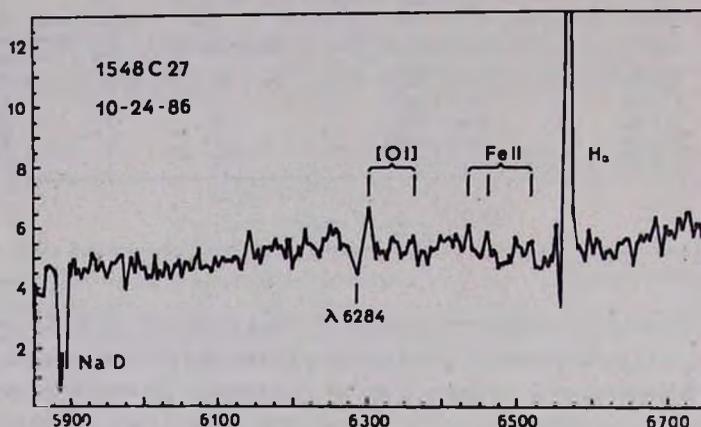


Рис.1. Спектр объекта 1548C27 в красной области.

спектра не удается. Поэтому уточнить спектральный класс звезды в 1548 C27 не представляется возможным, но, судя по форме континуума, он должен быть не позднее F. Сведения об эквивалентных ширинах и лучевых скоростях (гелиоцентрических) наиболее заметных линий приведены в табл.2, а профили  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$  и Na D показаны на рис.2.

Таблица 2

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ И ЛУЧЕВЫЕ СКОРОСТИ ОСНОВНЫХ  
ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ 1548C27(ЗВЕЗДЫ)

Линия	14.6.86		15.6.86		24.10.86	
	EW, А	$V_r$ , км/с	EW, А	$V_r$ , км/с	EW, А	$V_r$ , км/с
6563 $H_\alpha$ (эмисс.)	62.	+153	66.	+153	40.	+121
6516 FeII	2.2	+67	2.0		1.0	+92
6432 FeII					0.9	+111
6364 [O I]	+	-144	+		+	
6300 [O I]	4.0	-15	+		1.5	+169:
( $D_1+D_2$ ) NaI (абс.)	6.2	-123			8.3	-152
4861 $H_\beta$ (эмисс.)			8.8	+321		

Наши спектры подтверждают сильную переменность профиля линии  $H_\alpha$ : 15 июня 1986 г. абсорбционный компонент практически отсутствовал, а 24 октября он очень заметен (рис.2.) Из табл.2 видно, что меняется

также и эквивалентная ширина эмиссии  $H_\alpha$ ; это, вероятнее всего, вызвано переменностью абсорбционного компонента. Отметим, однако, что и другие линии 24 октября имеют меньшие значения эквивалентных ширин. Во

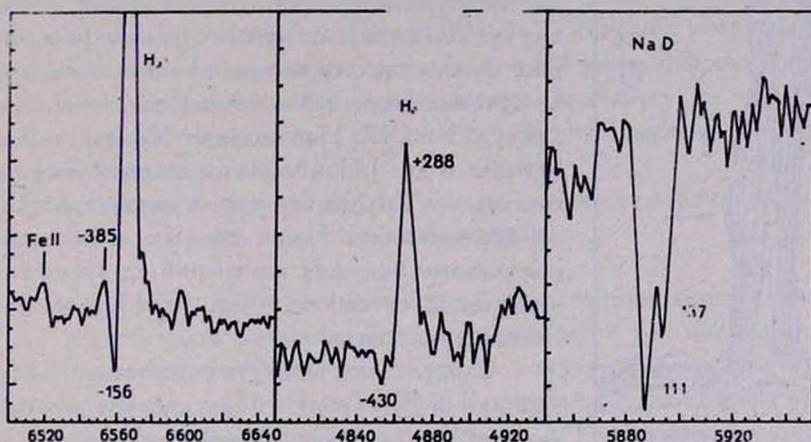


Рис.2. Профили линий  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$  и NaD в спектре звезды (сканы от 15.6.86 и 24.10.86).

всяком случае, измеренные значения  $W_\lambda$  для  $H_\alpha$  и  $H_\beta$  согласуются с данными, приведенными в [3]. Следует указать, что по нашим данным полная ширина линии  $H_\alpha$  еще больше, чем в [3] и составляет около 30Å, что соответствует 1300—1400 км/с.

В спектре объекта, полученном с длинной щелью, линия  $H_\alpha$  у звезды также имеет ясно выраженный абсорбционный компонент, который, однако, не опускается ниже уровня континуума. Впрочем, это может быть следствием меньшего спектрального разрешения. Трудности учета фона неба мешают подсчитать эквивалентную ширину, но, судя по общему виду спектра, он почти не изменился за трое суток.

Из абсорбционных линий хорошо заметны также сильный дублет NaD и межзвездная диффузная полоса  $\lambda$  6284. Линии NaD имеют, несомненно, оболочечное происхождение. Профили типа P Cyg у эмиссий Fe II, отмечавшиеся в [4], неразличимы при данном разрешении.

Обращаясь к рассмотрению лучевых скоростей, мы обнаруживаем значительно более существенные расхождения с данными предыдущих наблюдений. Это относится, в первую очередь, к линиям бальмеровской серии и NaD. Достаточно сопоставить значения для основного пика эмис-

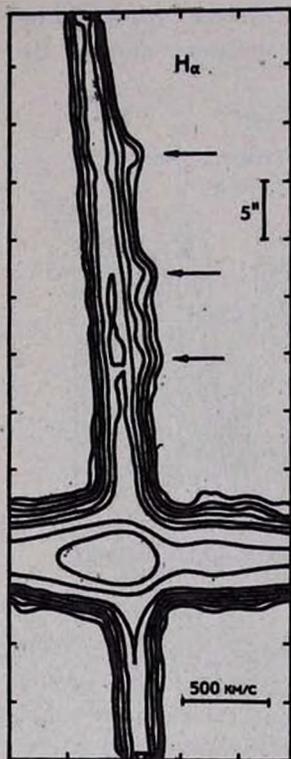


Рис.3. Контуры линии  $H_{\alpha}$  в спектре джета 1548C27. Конденсации в джете обозначены стрелками.

ти NGC 6820. В связи с этим линии джета оказываются наложенными на линии туманности.

На рис.3 показаны изолинии  $H_{\alpha}$ . Хорошо видно, что по всей длине джета к узкой эмиссии фона с коротковолновой стороны примыкает заметная смещенная эмиссия, принадлежащая выбросу. Помимо  $H_{\alpha}$ , аналогичная структура наблюдается также в линиях [S II]; есть признаки джета и в линии  $\lambda 6300$  [OI]. На нашем спектре, однако, нет никаких следов линии  $\lambda 6584$  [N II], упомянутой в [4].

Джет отчетливо прослеживается до расстояния  $49'$  от звезды, что соответствует его виду на прямых снимках. В нем хорошо заметны три

сии  $H_{\alpha}$ :  $+39$  км/с [4] и  $+120 \div +150$  км/с (наши данные). И в других случаях расхождения достигают  $70-100$  км/с, а то и больше, что, конечно, намного превосходит ошибки наблюдений. В то же время оценки  $V$ , для линий Fe II близки к значениям, приведенным в [4], что указывает на отсутствие крупных систематических ошибок. Таким образом, можно сделать вывод о заметной переменности лучевых скоростей основных спектральных деталей у 1548 C27. Наблюдения Крэйна и др. [3], Мундта и др. [4] и наши разделены несколькими годами, что затрудняет оценку характерного времени переменности. Наши данные, в частности, не показывают больших изменений за время порядка нескольких суток, но, судя по [3], они все же иногда происходят.

Следует подчеркнуть отсутствие запрещенных линий [S II] и [N II] в спектре звезды. В то же время в нем хорошо заметны линии [OI], но нет полной уверенности, что они принадлежат объекту, а не окружающей фоновой туманности. В спектре, приведенном в [3], они хорошо видны, а в [4] их присутствие не указывается. Вопрос не могут прояснить и данные о лучевых скоростях, которые сильно различаются от спектра к спектру. К тому же скорость по линии  $\lambda 6300$  искажается наложением близлежащей полосы  $\lambda 6284$ .

*б) Джет.* Спектроскопия джета осложняется тем обстоятельством, что объект 1548 C27 наблюдается на фоне довольно яркой диффузной туманности

конденсации на расстоянии 22", 30" и 44" от звезды. Все они также видны на прямых снимках, причем последняя из них совпадает с концом джета. Помимо эмиссионных линий, до расстояния в 15" от звезды можно различить также непрерывный спектр отражательной туманности.

Физические условия вдоль джета, судя по интенсивностям линий, меняются мало. Отношение интенсивностей линий  $\lambda 6717/\lambda 6730$  [SII] составляет около 1.1, то есть  $N_e$  порядка  $300 \text{ см}^{-3}$ . Лучевая скорость вдоль джета также почти не меняется и составляет — 151 км/с. Ширина линий не превосходит инструментальный профиль, что указывает на небольшую дисперсию скоростей в джете. Все эти результаты хорошо согласуются с данными Мундта и др. [4].

Таким образом, данный выброс можно отнести к джетам невысокой плотности и достаточно большого возбуждения.

3. *Обсуждение.* Хотя точных сведений о расстоянии объекта 1548 С27 нет, оно должно быть большим. Это подтверждается как предполагаемой связью с туманностью NGC 6820, так и наличием в спектре звезды диффузной межзвездной полосы  $\lambda 6284\text{A}$ . Ее эквивалентная ширина (усредненная по имеющимся спектрам) составляет 1.8 А. Расстояние, соответствующее этому значению, будет порядка 2.0 кпк [5]. Это указывает, что джет в 1548 С27 — один из наиболее длинных среди известных к настоящему времени. Длина его (при данном расстоянии) будет 0.45 пк, что является большим, но правдоподобным значением (ср. с [4]). При данной оценке расстояния до объекта его видимый блеск вполне соответствует предположительному спектральному классу А. Точно оценить светимость нельзя из-за неизвестного поглощения, но она должна быть не менее  $15L_{\odot}$ . Если учесть существенные отличия спектра звезды от типичных спектров звезд класса Т Тау [4] и ее высокую светимость, объект с достаточной уверенностью можно отнести к классу Ae/Be—звезд Хербига. Тогда аналогия между 1548 С27 и R Моп становится еще более ярко выраженной, так как и вблизи R Моп наблюдается оптический коллимированный выброс [6].

В заключение необходимо отметить, что исследования 1548 С27 лишь раз доказывают, что явление кометарной туманности непосредственно связано с анизотропным выбросом вещества из звезд на ранней эволюционной стадии, как это предполагалось Амбарцумяном [7] еще в 1955 г.

Бюраканская астрофизическая  
обсерватория

Специальная астрофизическая  
обсерватория

SPECTRAL INVESTIGATION OF 1548 C27:  
OBJECT WITH COLLIMATED OUTFLOW

Т. Ю. МАГАКЯН, Т. А. МОВСЕССИАН, В. Л. АФАНАСЕВ, А. Н. БУРЕНКОВ

Results are presented of spectral observations on 6-meter telescope for 1548 C27 object — cometary nebula connected with optical collimated outflow. It has been shown that the central star of the nebula most probably belongs to Herbig Ae/Be stars class and has strong spectral variability. Jet has constant radial velocity on all length and consists of separated condensations. As a whole the object is similar to NGC 2261.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *E.R.Craze, G.O.Boeshaar, P.L.Byard, Astron.J., 86, 751, 1981.*
2. *R.Mundt, T.Bührke, J.W.Fried, T.Neckel, M.Sarcander, J.Stocke, Astron. and Astrophys., 140, 17, 1984.*
3. *E.R.Craze, D.E.Turnshek, D.A.Turnshek, B.T.Lynds, E.J.O'Neil, Steward observ. Prepr. No.413, 1983.*
4. *R.Mundt, E.W.Brugel, T.Bührke, Astrophys.J., 319, 275, 1987.*
5. *К.У.Аллен, Астрофизические величины, Мир, М., 1977.*
6. *E.W.Brugel, R.Mundt, T.Bührke, Astrophys.J., 287, L73, 1984.*
7. *В.А.Амбарцумян, Вопросы космогонии, 4, 76, 1955.*