АСТРОФИЗИКА

ТОМ 31 ДЕКАБРЬ, 1989 ВЫПУСК 3

УДК: 524.3—325.4

CoKu Tau/1 — НОВЫЙ ОБЪЕКТ С ОПТИЧЕСКИМ БИПОЛЯРНЫМ ВЫБРОСОМ

Т. А. МОВСЕСЯН, Т. Ю. МАГАКЯН

Поступила 26 июля 1989
Принята к печати 15 сентября 1989

Приведены результаты спектрального исследования звезды CoKu Tau/1 вблизи DD/CZ Tau. Показано, что она является источником оптического биполярного выброса общей протяженностью около 20″. Определены поле лучевых скоростей в джете и электронная плотность. Светимость звезды очень низкая ($M_V = 13.^m3$). Предполагается, что она является объектом, подобным HH 30 и Th 28.

1. *Введение.* Молодые звезды в процессе своего развития проходят фазу интенсивного истечения вещества. По новым оценкам темпы потери массы составляют $10^{-9}\,M_\odot \leqslant M \leqslant 10^{-7}\,M_\odot$ / лет [1]. С этой фазой развития связаны многие нестационарные явления, наблюдаемые в областях звездообразования, к которым относятся молекулярные потоки, обнаруженные в радиодиапазоне в линиях молекулы CO. Исследование предполагаемых источников молекулярных потоков в инфракрасном диапазоне показало, что в основном это звезды средней и малой светимости, многие из которых очень слабы или вообще не наблюдаются в оптике. Интерес к этому явлению особенно возрос в последние несколько лет в связи с обнаружением оптических коллимированных потоков (джетов) у молодых звезд [2]. Можно сказать, что обнаружение джетов связало воедино многие объекты, наблюдаемые в темных облаках (звезды типа T Tau, кометарные туманности, молекулярные потоки, объекты Хербига—Аро и др.). Источниками оптических джетов являются также звезды средней и малой светимости, более того, половина источников из списка Мундта и др. [2] имеет светимость $L < L_\odot$ и только две звезды, связанные с джетами, являются Ae-Be звездами Хербига и имеют большую светимость—R Mon и предположительно 1548C27 [3, 4].

Среди всех источников джетов выделяются необычные объекты HH 30 и Th 28 [3, 5, 6], которые имеют следующие особенности:

1. Низкая светимость, $L < 0.01\ L_{\odot}$.

2. Эмиссионный спектр типа Хербига—Аро со сравнительно сильным (по сравнению с обычными объектами Хербига—Аро) непрерывным спектром.

3. Звездообразный объект в центре джета.

Спектральные исследования этих объектов показали, что у обоих джетов наблюдаются небольшие лучевые скорости. Это указывает на то, что в обоих случаях джеты направлены почти перпендикулярно лучу зрения. У Th 28 на некотором расстоянии от концов джета наблюдаются два дугообразных объекта Хербига—Аро, которые имеют тангенциальную скорость 320 км/с. У HH 30 такие образования не наблюдаются. Спектрополяриметрические наблюдения показали, что непрерывный спектр HH 30 поляризован (2.8%) при отсутствии поляризации в линиях [7].

В атласе ПЗС—изображений объектов Хербига—Аро [8] наше внимание привлек объект около звезды Hubble 4 в области DD/CZ Tau. Эта слабая ($19.^m3$ V) эмиссионная звезда была обнаружена и исследована Козиом и Кухи [9] и обозначалась в их обзоре как Tau/1. На прямых изображениях, полученных с узкополосными фильтрами, этот объект имеет вид слабой звезды, связанной с вытянутой узкой эмиссионной полосой. По всем наблюдательным характеристикам он напоминал HH 30 и Th 28, и мы включили его в программу спектральных исследований джетов на 6-м телескопе САО АН СССР.

2. *Наблюдения.* Спектральные наблюдения с длинной щелью проводились 24 января 1988 г. на 6-м телескопе БТА с помощью спектрографа UAGS и двумерной системы счета фотонов «КВАНТ». Длина щели спектрографа равна $2'$, ширина — $1''$. Щель была ориентирована вдоль джета. Наблюдения охватывали диапазон длин волн 6200—6900 А с разрешением 3 А. Спектры, представляющие из себя двумерные цифровые изображения размером 512×512 каналов, были обработаны с помощью автоматизированной системы обработки изображений АДА в Бюраканской обсерватории. В спектре отождествлены эмиссионные линии, характерные для джетов.

На рис. 1 приведен спектр звезды-источника биполярного джета и участок двумерного спектра, охватывающий эмиссионные линии H_α и [N II]. На рисунке Y-координата дана в каналах, где один канал соответствует $0.''5$ на небе. В спектре видны сильные эмиссионные линии H_α, [N II] 6548, 6584, [S II] 6716, 6731 и [O I] 6300, 6363, но последние сильно блендированы эмиссией ночного неба.

На двумерном спектре заметен также слабый непрерывный спектр источника на уровне 277-го канала. Лучевые скорости измерялись по ли-

нии H_α для нескольких спектральных разрезов с точностью ± 30 км/с. Электронная плотность была измерена по отношению линий [S II] 6716/ /[S II] 6731. В табл. 1 приведены гелиоцентрические лучевые скорости и

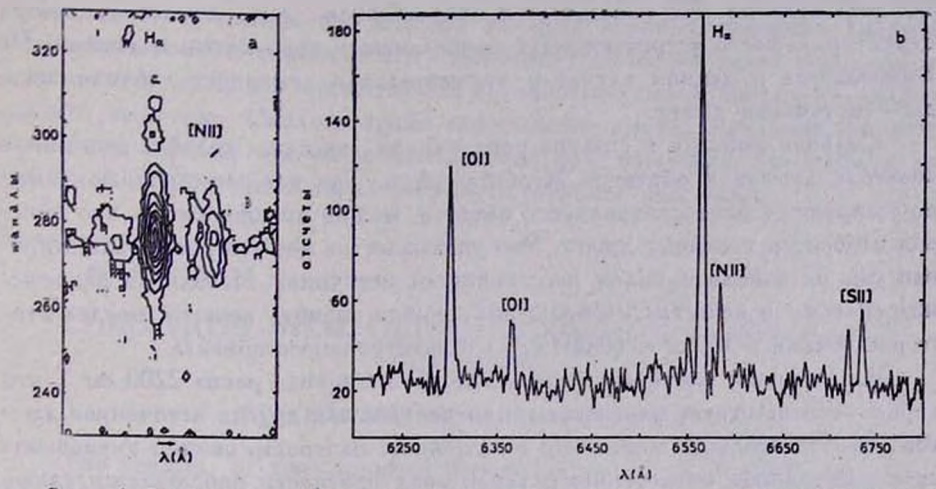

Рис. 1. Результаты спектральных наблюдений объекта. a — область двумерного спектра около H_α, [N II]; b — спектр центральной звезды.

электронные плотности для отдельных спектральных разрезов и их расстояние от источника джета в секундах дуги. Ширина разрезов соответствует 1.″5, т. е. они были получены усреднением 3 строк (каналов). Ширина эмиссионных линий в джете и источнике одинаковая и соответствует дисперсии скоростей 300 км/с.

Таблица 1

Канал	D	V_r (км/с)	N_e ($см^{-3}$)
260	8.5	64	860
270	3.5	52	1600
275	1	44	2200
280	1.5	40	1850
290	6.5	2	860
300	11.5	—12	560

Из таблицы видно, что лучевая скорость источника положительная, как у HH 30 и у Th 28. Разница V_r в джете (каналы 290—300) и контрджете (каналы 260—270) свидетельствует, что здесь мы действительно наблюдаем биполярный выброс из звезды CoKu Tau/1.

3. Выводы. Наблюдательные результаты, приведенные выше, указывают, что CoKu Tau/1 — новый случай биполярного коллимированного истечения из молодого звездного объекта. Морфологически он достаточно сходен с другими известными оптическими джетами, однако имеются и некоторые отличия. Не наблюдается характерная для джетов узловатая структура и часто встречающийся пробел между источником и джетом. Не наблюдается в данном случае и отражательная туманность вблизи звезды — источника джета.

Сильная эмиссия в спектре центральной звезды подобна эмиссии в спектрах джетов и объектов Хербига—Аро. Так как эмиссионные линии не уширяются близ центрального объекта, можно предположить, что эмиссия относится к самому джету. Это указывает на то, что джет коллимирован уже на довольно малом расстоянии от источника. Исходя из разрешения системы и качества изображений, можно оценить верхний предел этого расстояния в 300 а. е. (0.0015 пк) от центрального объекта.

Электронная плотность в центральном источнике равна 2200 $см^{-3}$, что хорошо соответствует плотностям, измеренным для других источников джетов [2]. Из таблицы видно, что электронная плотность сильно уменьшается с расстоянием от источника, такой спад плотности наблюдается также у HH 30 и Th 28 [5].

Но наиболее существенным аргументом в пользу сходства объекта CoKu Tau/1 с HH 30 и Th 28 является его очень низкая светимость. Обычно источниками коллимированных выбросов являются оптические или инфракрасные объекты со светимостями, подобными звездам типа T Tau. В данном случае расстояние до звезды CoKu Tau/1 составляет 160 пк [8], и его абсолютная величина оказывается равной — $M_V = 13.^m3$ (нижний предел).

Таким образом, представляется возможным выделить объекты HH 30, Th 28 и CoKu Tau/1 в отдельную подгруппу источников коллимированных потоков, характеризующуюся, прежде всего, особо низкой светимостью центральных звезд. Однако странно, что звезды такой низкой светимости способны создавать достаточно мощный ветер для формирования джетов. Так, для Th 28 скорость джета относительно звезды превосходит 300 км/с. Для CoKu Tau/1 и HH 30 полная скорость джета неизвестна, но о большой мощности джета у HH 30 свидетельствуют последние наблюдения, согласно которым он простирается на огромное расстояние — 0.1 пк [10].

Низкие светимости этих объектов можно было бы объяснить влиянием околозвездного пылевого диска, который экранирует большую часть света обычной звезды типа T Tau. Но в этом случае у данных источников должны были бы наблюдаться большие потоки в инфракрасном диапазоне, однако по данным, полученным с IRAS, светимость HH 30 и Th 28 крайне

низкая для T Tau звезд ($L_{bol} = 0.15\ L_{\odot}$), а CoKu Tau/1 был обнаружен только в полосе на 12 мкм [8, 11]. Конечно, существование дисков вокруг данных звезд вполне возможно, но их параметры еще неизвестны. Нам представляется, однако, что явление коллимированных выбросов связано не с анизотропией, определяемой наличием пылевого диска или других внешних факторов, а с анизотропной активностью самой звезды на ранних стадиях эволюции. Околозвездные газопылевые диски, в наличии которых во многих случаях нет оснований сомневаться, возможно могут быть не причиной, а следствием анизотропной активности источника.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

COKU TAU/1—NEW OBJECT WITH OPTICAL BIPOLAR OUTFLOW

T. A. MOVSISSIAN, T. Yu. MAGAKIAN

The results of the spectral investigation of star CoKu Tau/1 in the DD/CZ Tau field are presented. It has been shown that the object is the source of the optical bipolar outflow with full length near 20″. The radial velocity field and electron density are measured. The luminosity of the star is very low (M_V=13^{m}3). It seems that it is the object similar to HH 30 and Th 28.

ЛИТЕРАТУРА

1. *R. Mundt*, Astrophys. J., 280, 749, 1984.
2. *R. Mundt, E. W. Brugel, T. Buhrke*, Astrophys. J., 319, 275, 1987.
3. *E. W. Brugel, R. Mundt, T. Buhrke*, Astrophys. J. Lett., 287, L73, 1984.
4. *Т. Ю. Магакян, Т. А. Movсесян, В. Л. Афанасьев, А. А. Буренков*, Астрофизика, 30, 488, 1989.
5. *J. Krautter*, Astron. and Astrophys., 161, 195, 1986.
6. *Т. Ю. Магакян, Т. А. Movсесян, В. Л. Афанасьев, А. А. Буренков*, Письма в Астрон. ж., 2, 124, 1989.
7. *M. Cohen, G. P. Schmidt*, Astron. J., 86, 1228, 1981.
8. *K. M. Strom, S. E. Strom, S. C. Wolff, J. Morgan, M. Wenz*, Astrophys. J. Suppl. Ser., 62, 39, 1986.
9. *M. Cohen, L. V. Kuhi*, Astrophys. J. Suppl. Ser., 41, 743, 1979.
10. *R. Mundt*, Mitt. Astron. GS., 70, 100, 1987.
11. *M. Cohen, R. D. Schwartz*, Astrophys. J., 316, 311, 1987.