

6. Г. М. Товмасян, Э. Ц. Шахбазян, Р. А. Кандальян, Сообщ. Бюраканской обс. (в печати).
7. J. D. Kraus, B. H. Andrew, *Ap. J.*, 159, L41, 1970.
8. В. А. Саманян, Р. А. Кандальян, *Астрофизика*, 14, 687, 1978.
9. R. A. Sramek, H. M. Tovmashian, *Ap. J.*, 207, 715, 1976.
10. J. W. Sulentic, *A. J.*, 81, 582, 1976.
11. Г. М. Товмасян, Вопросы физики и эволюции Космоса, ред. Л. В. Мирзоян, Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1978.
12. R. A. Kandallian, J. A. Stepanian, The Thesis of Report at 11 European Conference of Young Radio Astronomers, Manchester, 1978.
13. I. I. K. Pauliny-Toth, K. J. Kellerman, M. M. Davis, E. B. Fomalont, D. B. Shaffer, *A. J.*, 77, 265, 1972.
14. V. H. McCutchen, P. C. Gregory, *A. J.*, 83, 556, 1978.

УДК 523.035.25

НАБЛЮДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ХЕРБИГА—АРО НА ЧАСТОТЕ 3.66 ГГц

Объекты Хербига-Аро (НН) [1] в радиодиапазоне мало изучены. Имеются лишь некоторые сведения об их излучении в линиях межзвездных молекул [2—4], а в непрерывном спектре они почти не исследовались. Между тем, эти объекты имеют ряд пекулярных особенностей в оптическом диапазоне и, вероятно, связаны с областями, где протекают процессы звездообразования [5—7].

В связи с этим в мае 1978 г. на северном секторе радиотелескопа РАТАН-600 на частоте 3.66 ГГц нами наблюдались некоторые объекты НН (НН1 и цепочка НН (7, 8, 9, 10, 11), с целью обнаружения их радиоизлучения в непрерывном спектре.

В качестве опорных источников наблюдались PKS 1830—21, 3C 286, 3C 161 и NGC 7027. По данным радиоизлучения этих источников были построены калибровочные кривые, с помощью которых осуществлялся переход от антенной температуры к плотности потока.

Цепочка объектов НН (7, 8, 9, 10, 11) полностью попадает в диаграмму направленности антенны на частоте 3.66 ГГц, однако от нее на уровне шумов радиометра не выделялся сигнал ≥ 80 мЯн.

Объект НН1 наблюдался методом скольжения [8]. В этом случае величина выходного сигнала не превышала 20 мЯн.

С другой стороны, нетрудно оценить ожидаемый поток радиоизлучения от НН1 в предположении, что в нем распределение электронов обладает сферической симметрией и радиоизлучение имеет тепловой характер.

Пусть электронная концентрация $n_e = n_0 = \text{const}$ внутри сферы радиуса R и $n_e = 0$ вне этой сферы. Найдем ту граничную частоту ν_0 , где

происходит переход от оптически толстой области к оптически тонкой, то есть для которой оптическая толщина ионизованного газа $\tau = 1$. Согласно [9] это условие можно записать в следующем виде:

$$2n_0^2 Rf = 1, \quad (1)$$

где $f = 8.235 \cdot 10^{-2} T_e^{-1.35} \nu^{-2.1}$ (см⁶пс⁻⁴), частота ν в ГГц, R — в парсеках. Согласно [6] в HH1 $n_0 = 3.2 \cdot 10^4$ см⁻³, электронная температура $T_e = 10\,200$ К и $R = 0.004$ пс. Тогда частота, при которой удовлетворяется (1), будет: $\nu_0 \approx 1.7$ ГГц.

Плотность потока теплового излучения ионизованного газа в зависимости от частоты имеет следующий вид [9]:

$$S_\nu \sim \begin{cases} \nu^{-0.1} & \text{при } \nu > \nu_0 \\ \nu^2 & \text{при } \nu < \nu_0. \end{cases} \quad (2)$$

Поскольку наши наблюдения выполнялись на $\nu = 3.66$ ГГц намного $> \nu_0$, то для плотности потока можно использовать выражение [9]:

$$S_\nu = g \nu^{-0.1}; \quad g = 21.96 \cdot 10^{16} \pi k R^3 n_0^2 T_e^{-0.35} / c^2 D^2, \quad (3)$$

где k — постоянная Больцмана, c — скорость света, D — расстояние до облака, равное 500 пс для HH1 [6]. Тогда ожидаемая плотность потока от HH1 на частоте 3.66 ГГц будет: $S_{3.66} \approx 100$ мЯн.

Конечно, истинные параметры облака могут отличаться от принятых в расчетной модели. Однако порядок величины излучения не может быть ниже вычисленной величины. Поэтому, даже учитывая возможность больших ошибок в принятых параметрах, можно утверждать, что во всяком случае реальный уровень потока радиоизлучения HH1 не превышает ожидаемый уровень теплового излучения. Возможно, в частности, что принятая электронная температура является завышенной.

На частоте 3.66 ГГц для радиосветимости HH1 получается $L_{3.66} \leq 6 \cdot 10^{18}$ эрг/с, то есть значение, не превосходящее радиосветимости звезд типа Т Тау [9].

The Observations of Herbig-Haro Objects at 3.66 GHz. The results of the first observations of Herbig-Haro objects (HH1 and the chain HH (7, 8, 9, 10, 11)) at 3.66 GHz carried out on the radio telescope RATAN — 600 are presented.

22 февраля 1979

Бюранская астрофизическая
обсерватория

Р. А. КАНДАЛЯН
В. А. САНАМЯН

ЛИТЕРАТУРА

1. G. H. Herbig, Bull. Lick Obs., 658, 1974.
2. C. J. Lada, C. A. Guttleb, M. M. Litvak, A. E. Lilley, Ap. J., 194, 609, 1974.
3. K. Y. Lo, M. Morris, J. M. Moran, A. D. Huschick, Ap. J., 204, L21, 1976.
4. D. Dickinson, G. Kojolan, S. E. Strom, Ap. J., 191, L93, 1974.
5. В. А. Амбарцумян, Научные труды, т. 2, Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1960.
6. K. Y. Lo, B. F. Burke, A. D. Haschick, Ap. J., 202, 81, 1975.
7. K. H. Bohm, W. A. Stegmund, R. D. Schwartz, Ap. J., 203, 390, 1976.
8. А. Б. Берлин, Н. А. Есепкина, Ю. К. Зверев, А. В. Игуров, Н. А. Кийдановский, А. И. Копылов, Э. И. Коркин, Л. В. Корнякова, Н. М. Липовки, М. Миняйцев, Ю. Н. Парийский, Н. С. Соболева, А. А. Стоцкий, Г. М. Тимофеев, А. Н. Черков, О. Н. Шварис, Письма АЖ, 2, 405, 1976.
9. F. M. Oflon, Ph. D. Thesis, Univ. Leiden, 1977.

УДК 523.821

ФОТОМЕТРИЯ НЕКОТОРЫХ ЭМИССИОННЫХ ЗВЕЗД ПОЗДНИХ ТИПОВ В ДИАПАЗОНЕ 1.47—2.39 МКМ

С помощью инфракрасного фотометра, описанного ранее [1], в Бюрянской астрофизической обсерватории за время с сентября 1978 г. по март 1979 г. были выполнены измерения инфракрасного излучения некоторых эмиссионных звезд поздних типов. Для изучения были отобраны звезды с сильным инфракрасным излучением в диапазоне 1—2 мкм, инфракрасные спектры которых содержат детали, обусловленные ненаблюдаемыми в оптическом диапазоне молекулами.

Список звезд, включенных в программу наблюдений, приводится в табл. 1. Методика наблюдений и использованные фильтры те же, что и в [1]. В качестве стандарта принята звезда ϵ Cyg (K0 III). Измеренные цвета $\{I\} - [1.54] - \{I\} - [1.54]_{\text{Cyg}}$, исправленные за атмосферное поглощение, приводятся в табл. 2 и на рис. 1. В табл. 3, а также на рис. 1 приводятся цвета исследованных звезд, рассчитанные при предположении, что их излучение происходит по планковскому закону с некоторой цветовой температурой T_c , соответствующей их спектральному классу.

В результате выполненных наблюдений можно отметить следующее:

а) Во всех исследованных звездах видны характерные для гигантов класса M [2] полосы поглощения водяного пара в области длин волн 1.4 и (или) 1.9 мкм.

б) Во всех включенных в программу наблюдений звездах, кроме R Ari, наблюдается влияние полосы поглощения CO на интенсивность излучения на длине волны 2.39 мкм. Наибольшее отношение интенсивности поглощения в полосах CO к H₂O наблюдается у R Cyg. Это звезда с при-