

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗВЕЗД С ЭМИССИОННЫМИ ЛИНИЯМИ И ИНФРАКРАСНЫМИ ИЗБЫТКАМИ. II

Продолжен обзор фотометрии и поляриметрии звезд с эмиссионными линиями и инфракрасными избытками, выполненных синхронно в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра на 1-м телескопе АФИФ в 1985–2005 гг. В конце дан общий список литературы для частей I и II.

В продолжение обзора укажем *на новые результаты наблюдений* (которые пока не опубликованы или опубликованы в сжатом виде) ряда объектов, полученные по аналогичной программе (см. часть I).

***Впервые получены инфракрасные наблюдения HD 216629 [5], BNJ 71[5, 10]. Явления переменности наблюдаемых характеристик впервые были зафиксированы у шести из объектов программы: MWC 84, MWC 137, MWC 342, MWC 623, MWC 930 [5, 10-13].

***Регулярные изменения блеска были отмечены для MWC 84 (11.^d7), MWC 137(4.^d07), MWC 297 (25^d), MWC 314 (4.16), MWC 342 (132^d), MWC 623 (5.^d1), MWC 930 (58.^d4) (данные в печати).

***Сформулированы гипотезы о природе объектов программы [3, 10–27] и оценены физические характеристики звезд и оболочек. Предположение о двойственности ядра системы впервые отмечено для MWC 297[11]. Исходя из полученных антикорреляций между УФ и ИК можно предположить, что УФ-переменность MWC 297 обусловлена тонкой пылевой оболочкой, состоящей из частиц с характерным размером 0,05 мкм. MWC 84, MWC 930, как и MWC 623, являются возможно двойными системами, состоящими из горячего карлика и холодного гиганта. Детальные исследования данных объектов представлены в работе [12].

***Поляриметрические наблюдения выполнены впервые: *MWC 84, MWC 137, MWC 349, MWC 863, MWC 930, BHJ 71, HD 216629, GRL 2413, BD -4° 4474* [6, 10, 13, 15–17].

*** На основании наблюдений AS 501 и исследований околозвездного поглощения в локальной области обосновано, что звезда AS 501 (V 627 Cas) не принадлежит к классу звезд типа Т Тельца, а является красным гигантом (возможно, симбиотической звездой). Это подтверждают также изменения степени поляризации и позиционного угла с периодом 2.3 года, зависимость между поляризацией излучения и ИК избытком цвета. Оценка расстояния до V 627 Cas также противоречит принадлежности объекта к Т-ассоциации, содержащей молодую звезду DI Ser [13,14].

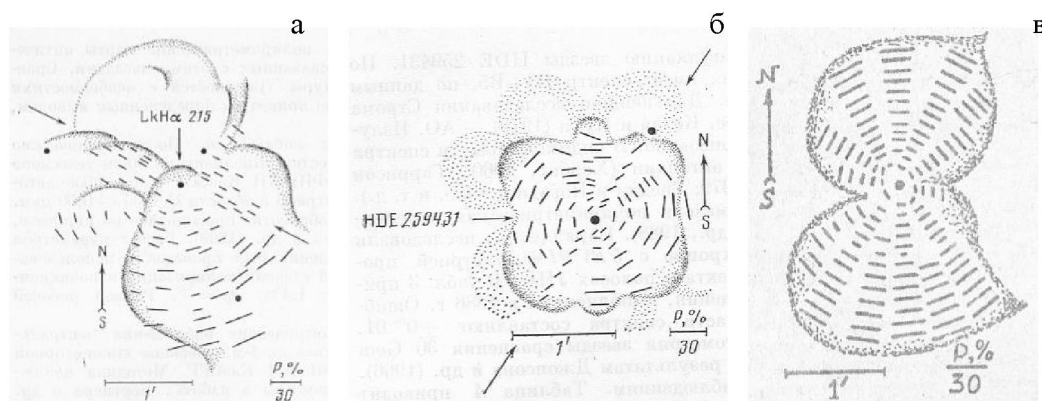
***Сопоставление рядов наблюдений поляризации излучения В[е] звезд, звезд типа Ae/Ве Хербига (НАЕВЕ) и Т Тельца [6] выявило большие отличия для звезд типа НАЕВЕ и Т Тельца по амплитуде и временному интервалу переменности параметров поляризации, по соотношению между поляризацией излучения в континууме и линии H_{α} . Физические условия в оболочках peculiar В [е] звезд с сильными инфракрасными избытками цвета сходны с условиями в оболочках звезд типа НАЕВЕ.

НАЕВЕ звезды с биполярными истечениями. Поляризация излучения центральных звезд (LkH $_{\alpha}$ 215, HDE 259431, LkH $_{\alpha}$ 208) [23–27] связана с наличием околозвездного пылевого диска, переменность параметров ($\Delta P \sim 2-3\%$, $\Delta \theta \sim 30^\circ$), вероятно, с диском не связана. На это указывает тот факт, что мы наблюдаем для этих объектов быструю переменность на временах порядка часов. Значительная переменность поляриза-

ции в линии H_{α} свидетельствует, как и в случае Z СМа, об изменении соотношения между томсоновским рассеянием в газовой оболочке и рассеянием на пыли в диске и полярных шапках или об изменении электронной концентрации. Корреляция степени поляризации в линии H_{α} с таковой в полосе U [24] указывает на общую природу поляризации в УФ и водородной линии. Переменность спектра в области H_{α} [25] приводит к выводу о потере массы звездой как наиболее важном механизме активности.

Существует связь между поляризацией излучения звезд и изменениями их блеска: при повышенном блеске максимум поляризации излучения находится в красной области, понижение блеска звезд сопровождается смещением данного максимума в синюю область спектра [23]. Это указывает наличие у данных объектов заметной компоненты поляризации, возникающей в замагниченной газовой оболочке. С этим согласуется наблюдаемый поворот плоскости поляризации ($\Delta \theta$ до 30°).

Сопоставление поляриметрических данных для туманностей (см. рисунок) и центральных звезд привело к открытию *протяженных* околозвездных оболочек. Поляриметрические карты туманностей, окружающих НАЕВЕ звезды, существенно отличаются от аналогичных карт обычных отражательных туманностей (см. рисунок). Если в обычных отражательных туманностях видна радиальная симметрия, то в *биполярных туманностях, окружающих изолированные* звезды типа НАЕВЕ, часто наблюдается выделенное направление векторов поляризации. В туманностях NGC 2245, NGC 2247 (см. рисунок, а, б) [23] присутствует полоса, где векторы располагаются параллельно друг другу в направ-



Поляриметрические карты туманностей NGC 2245, NGC 2247, Ced 62

лении плоскости поляризации для центральных звезд. Степень поляризации в «полосах» не превышает 10%, а вдоль главной оси туманности растет равномерно с удалением от центральной звезды до 30–40 %. В туманности CED 62 (центральная звезда LkH_α 208) в непосредственной окрестности центральной звезды ориентация E-векторов напоминает «эллиптическую» схему (см. рисунок, в) [28]. Очевидно, поляризация в диске складывается с поляризацией в отражательной туманности. Там, где их вклад сравним, следует ожидать максимального отклонения от центральной симметрии.

Согласно расчетам [29], если рассеивающая пыль является средой умеренно оптически толстой (когда доминирует рассеяние вперед), то в области с максимальной экстинкцией вектор поляризации ориентируется параллельно плоскости поляризации звезды. А максимальное поглощение в окрестности молодых звезд как раз и достигается в плоскости околзвездного диска. «Эллиптическая» схема свойственна более тонкой, уже диссипирующей протяженной оболочке.

В заключение можно сделать следующие выводы. Опираясь на новые результаты наблюдений, мы предложили необходимые критерии для сортировки этих звезд на различные физические и эволюционные типы. Одним из важнейших критериев, определяющих стадию эволюционного развития молодых объектов, являются характеристики их околзвездных оболочек. Так, в работе [30] на основе анализа оптической толщины силикатной особенности на 10 мкм молодых звезд была предложена схема эволюции пылевой околзвездной оболочки. В работе [31] эта схема была рассмотрена применительно к поляризации излучения молодых звезд (с учетом всех наших данных). В новой версии схемы удастся объяснить характер переменности параметров поляризации, вид волновой зависимости и ряд механизмов возникновения поляризации, предложенных для интерпретации наблюдательных данных (подробнее см. в работе [32]). Итоговая схема («диаграмма») выглядит так:

1) нормальные ИК-источники (без истечения вещества) в областях звездообразования; 2) инфракрасные источники со свойствами молодых звезд; 3) звезды типа Т Тельца и ИК-источники с сильным истечением вещества; 4)

нормальные звезды типа Т Тельца (без экстремального истечения вещества); 5) звезды типа HAEBE и типа Т Тельца с оболочками типа переходных структур; 6) изолированные HAEBE звезды.

Исследование [31] положения звезд разных типов на двухцветной диаграмме IRAS показателей цвета 12–25 – 25–60 мкм подтверждает предложенную схему эволюции пылевых околзвездных оболочек около молодых звезд. Данная диаграмма может быть использована для грубого разделения молодых объектов по стадиям эволюции их оболочек [31].

ЛИТЕРАТУРА

1. Dzhakusheva K.G., Kuratov K.S., Mukanov D.B., Bergner Yu.K., Yudin R.V., Yutanov N.Yu. Bipolar nebula and Ae/Be Herbig's Stars // CATALOG of Infrared Observations / D.Y.Gessari, M.Schmitz, J.M.Mead (eds) NASA. Washington. 1993. 1294p.
2. Dzhakusheva K.G., Kuratov K.S., Mukanov D.B., Bergner Y.K., Yudin R.V., Yutanov N.Yu. Eight-color photometry and polarimetry of Ae/Be stars at ASSY // Infrared spectral region of stars / Jasehek C., Andriillat Y. (eds). Montpellier, 1990. P. 313-317.
3. Bergner Yu.K., Miroshnichenko A.S., Yudin R.V., Yutanov N.Yu., Dzhakusheva K.G., Kuratov K.S., Mukanov D.B. Nova Vulpeculae No. 2 1984 in 1985 // Astrophysics and Space Science. 1988. V.149. P. 63-71.
4. Bergner Yu.K., Krivzov A.A., Kozlov V.P., Miroshnichenko A.S., Yudin R.V., Yutanov N.Yu., Dzhakusheva K.G., Kuratov R.S., Mukanov D.B. HAEBE star MWC 297. I. Quasi-synchronous UBVRJHK-photometry // Astrophysika. 1988. V. 28. P. 529-539.
5. Bergner Yu.K., Miroshnichenko A.S., Yudin R.V., Yutanov N.Yu., Dzhakusheva K.G., Kuratov K.S., Mukanov D.B. Observations of emission-line stars with IR excess. I. Multicolor photometry HAEBE stars // Peremennyye zvezdy. 1993. V. 23. P. 163-170.
6. Andabaeva, L.E., Dzhakusheva, K.G., Kuratov, K.S. Continuum and emission line polarization of young stars // Izvestiya NAS RK. Ser. phys-mat. 1994. №. 4. P. 23-28.
7. Zickgraf F.J., Shulte-Ladbeck R.E. Polarization characteristics of galactic B[e] stars // Astron. & Astrophys. 1989. V. 214. P. 274-284.
8. Deeming T.J. Fourier analysis with unequally-spaced data // Astrophys. Space Sci. 1975. V. 36. P. 137.
9. Dolginov A.Z., Gnedin Yu.N., Silantjev N.A. // Spreading and polarization of radiation in interstellar space. Moscow, 1979.
10. Dzhakusheva K.G., Kuratov K.S., Mukanov D.B., Andabaeva L.E. Observations IL CEP, BYJ 71 at infrared and optical wavelength // Izvestiya Ser. Phys.-mat. NAS RK. 1995. № 4. C. 35-42.
11. Bergner Yu.K., Yudin R.V. et al. MWC 342 – young object // Astrophysika. 1990. V. 32 P. 203-2 10.
12. Bergner Yu.K., Miroshnichenko A.S., Yudin R.V., Kuratov K.S., Mukanov D.B., Sheikina T.A. Observations of emission-

line with IR excesses. II. Multicolor photometry of B [e] stars. // *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* 1990. V. 112. P. 221-228.

13. *Bergner Yu.K., Yudin R.V., Yutanov N. Yu., Miroshnichenko A.S., Dzhakusheva K.G., Kuratov K.S., Mukanov D.B.* Multicolor photometry HAEBE stars // *Sov. Astron. Tsirc.* 1985. N 1396.

14. *Bergner Yu.K., Yudin R.V., Yutanov N.Yu., Kuratov K.S., Mukanov D.B.* Evolution status of V 627 Cas (AS 501) // *Pisma in S. A. J.* 1988. V. 14. P. 616-622.

15. *Yudin R.V.* Circumstellar environment of the B[e] star MWC 349 // *In Pulsation, Rotation and Mass-Loss in Early-Type Stars* / Ed. L.A. Balona. 1994. London. P. 394-395.

16. *Bergner, Yu.K., Miroshnichenko, A.S., Yudin, R.V., Yutanov, N. Yu., Dzhakusheva K.G., Kuratov, K.S., Mukanov, D.B.* Multicolor polarimetry T Tau type and HAEBE stars // *Pisma in Sov. Astron. J.*, 1987. V. 13. P. 208-213.

17. *Bergner Yu.K., Miroshnichenko A.S., Yudin R.V., Yutanov N.Yu., Mukanov D.B.* The interstellar extinction around DI Cep and AS 501 // *Sov. Astron. Tsirc.* 1986. N 1459.

18. *Bergner Yu. K., Miroshnichenko A.S., Yudin R.V., Yutanov N.Yu., Dzhakusheva K.G., Kuratov K.S., Mukanov. D.B.* Observation of the bright IR source in Cassiopee // *Sov. Astron. Tsirc.* 1989. N1538.

19. *Bergner Yu.K., Yudin R.V., Yutanov N.Yu., Dzhakusheva K.G., Kuratov K.S. et al.* Infrared outburst of DI CEP // *Peremennye zvezdy.* 1989. V.22. P. 890-895.

20. *Bergner Yu.K., Miroshnichenko A.S., Kuratov K.S.* // *Pisma in Astron. J.* 1997. V. 23. P. 118-124.

21. *Bergner Yu.K., Miroshnichenko A.S., Gray R.O., Vieira S.L.A., Kuratov K.S.* // *Astron. Astrophys.* 1999. V. 347. P. 137-144.

22. *Dzhakusheva K.G.* V594CAS in 1987-1991 // *Izvestia Ministry Educ. Sci., Ministry Educ. Sci., ser. phys.-mat.* 2003. N 4. P. 35-42.

23. *Dzhakusheva K.G., Kuratov K.S., Mukanov D.B., Bergner Yu.K., Miroshnichenko A.S., Yudin R.V., Yutanov N.Yu.* Observations of bipolar nebulae and associated with HAEBE stars // *Pisma Sov. Astron. J.* 1988. V. 14. P. 744-749.

24. *Dzhakusheva, K.G.* Spectral polarimetry of HAEBE stars. 1. MWC 147 // *Izvestia Minist. Educ. & Sci. Ser. phys.-mat.* 2004. N 4. P. 37-40.

25. *Yudin R.V.* // *Astron. & Astroph. Supp. Ser.* 2000. V. 144. P. 285.

26. *Dzhakusheva, K.G., Rspaev F.K.* HAEBE star Likh α 208 // *Sov. Astron. Tsirc.* 1991. N 1551.

27. *Andabaeva L., Dzhakusheva K.G., Kuratov K.S., Turdaliev B.J.* HAEBE stars and bipolar objects // *Problems of physics of stars.* Nauka, 1992. P. 20-28.

28. *Andabaeva L.E., Dzhakusheva K.G.* CED 62 – young bipolar object // *Sov. Astron. Tsirc.* 1992. N1553.

29. *Notni P.* // *Astron. Nahr.* 1985. S. 306-317.

30. *Cohen M., Witteborn F.C.* // *Astrophys J.* 1985. V. 294. P. 345-358.

31. *Yudin R.V.* Polarization and IRAS far-infrared colour index of the young stellar objects. Evolutionary aspect // *Infrared spectral region of stars* / Jaschek C., Andriillatt Y. (eds). Montpellier. 1990. P. 400-405.

32. *Dzhakusheva K.G.* Modern evolutionary sequence of young stellar objects // *Izvestia Minist. Educ. & Sci., ser. phys.-mat.*, 2002. N4. P. 38-41.

Резюме

Шағын массалар мен жас жұлдыздар белсенділігінің пайда болуын бақылау нәтижесіне қысқаша шолу жасалады.

Summary

The survey of photometric and polarimetric measurements for the emission-line stars with infrared excesses performed in 1985-2005 at the FAI telescopes synchronously in ultraviolet, visible and infrared ranges (0,3-2,5mm) is prolonged.

*Астрофизический институт
им В. Г. Фесенкова МОН РК,
г. Алматы*

Поступила 10. 04. 2006 г.