

УДК: 524.312.3

МОЛОДЫЕ ОЧАГИ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ
В О-АССОЦИАЦИЯХ. I.

А. В. ОСКАНЯН

Поступила 26 марта 1990

Принята к печати 13 августа 1990

Проведено сравнение размеров ИК-кратных систем типа Трапеции и оптических кратных систем типа Трапеции. Статистический анализ показал, что размеры рассмотренных ансамблей существенно не отличаются друг от друга. Данный результат имеет значение для понимания эволюции кратных систем типа Трапеции, поскольку ИК-стадия предшествует оптической стадии. Предполагается, что некоторые комплексы ИК-источников такие, как W 3—IR, RCW 38—IR, RCW 57—IR и NGC 1976—Ori KL, являются протоскоплениями открытых скоплений типа OC с двумя и более кратными системами типа Трапеции.

1. Введение. Молодые очаги звездообразования (МОЗ) — ультракомпактные и компактные области H II, компактные ИК-источники, мазерные источники OH первого типа и мазерные источники H₂O связаны с ранними стадиями эволюции новообразованных O-звезд и встречаются в O-ассоциациях. Продолжительность жизни МОЗ оценивается в 10^4 — 15^5 лет (см., например, [1]). Продолжительность же жизни O-звезд на главной последовательности оценивается в 10^6 — 10^7 лет [2, 3], а O-ассоциаций в среднем в $1.5 \cdot 10^7$ лет (см., например, [4, 5]). Именно с относительной непродолжительностью стадии МОЗ связывается и их малочисленность в O-ассоциациях [6].

Поскольку по нашим данным заметная доля O-ассоциаций содержит МОЗ, то следует считать, что в каждой O-ассоциации, особенно на ранних стадиях их развития, рождаются МОЗ, с частотой, обеспечивающей их более или менее постоянное присутствие на ранних стадиях существования O-ассоциаций.

Особый интерес представляют входящие в состав некоторых МОЗ кратные системы типа Трапеции, наблюдаемые в основном в ближнем ИК-диапазоне. В отличие от кратных систем типа Трапеции, наблюдаемых в оптическом диапазоне, в дальнейшем изложении мы будем называть их

«ИК-кратными» (ИКК). По современным представлениям компактные ИК-источники являются новообразованными звездами, окруженными непрозрачными пылевыми оболочками. На более поздних стадиях эволюции пылевые оболочки рассеиваются и центральные звезды становятся наблюдаемыми в оптическом диапазоне. С этим эволюционным переходом связан следующий вопрос: происходит ли существенное изменение размеров кратных систем при переходе из ИК-стадии в оптическую? Например, в работе [7] приводится следующий результат диссертации С. А. Бейхмана. Среднее расстояние между звездным объектом и ближайшими двумя соседями для всех членов скопления равно 0.17 ± 0.04 пк для 14 ИКК-систем и 0.12 ± 0.01 пк для 13 кратных систем типа Трапеции. Приведенный результат указывает на то, что при переходе из ИК-стадии в оптическую не происходит существенного изменения размеров кратных систем.

2. *Цель работы.* Проведено статистическое исследование размеров ограниченного количества ИКК-систем и кратных систем типа Трапеции, входящих в О-ассоциации. Поскольку нам неизвестен список ИКК-систем, использованных С. А. Бейхманом в его диссертации, то не исключено, что некоторые из рассмотренных им систем находятся на больших расстояниях от Солнца и поэтому их компоненты не разрешаются полностью на составные части. Следовательно, то, что принимается за кратную систему одиночных источников, может оказаться скоплением кратных систем. Не исключено, что последнее может привести к определенной наблюдательной селекции в сторону увеличения размеров систем. Поэтому нами рассмотрены только те ИКК-системы, которые находятся на небольших расстояниях от Солнца и компоненты которых являются одиночными звездами.

3. *Использованный материал.* Список ИКК-систем, входящих в состав рассматриваемых О-ассоциаций, и их координаты приведены в табл. 1. В список включена также кратная система W 3 (OH), наблюдаемая, насколько нам известно, только в радиодиапазоне.

Ряд причин заставил нас не включить в указанный список источники W3, RCW 38—IR, RCW 57—IR и ρ Ori. Считается, что W3—IRS 5 является кратной системой [20], очень молодым звездным скоплением, линейные размеры которого сравнимы с размерами туманности KL в Орионе [11]. Кроме того, возможно, что каждая из конденсаций W3—IRS 1, W3—IRS 3, W3—IRS 4 и W3D содержит несколько О-звезд [10]. Следует отметить, что на южную часть комплекса W3 проектируется кратная система, обнаруженная на длине волны 9200 А [21] и совпадающая с пиком радиоизлучения, наблюдаемым на частоте 1.4 ГГц [22]. ИК-источник RCW 38—IRS 2 является либо сильно

покрасневшей звездой спектрального класса O4, либо группой звезд [23]. По-видимому, природа источников, входящих в комплексы RCW 38—IR и RCW 57—IR, такая же, что и у W3, поскольку их светимости на длине волны 20 μm , вычисленные на основе потоков, приведенных в [10, 23], одинакового порядка (10^8 — 10^9 Ян кпк²). Во всех вышеуказанных случаях, по-видимому, имеем дело со скоплениями ИКК-систем, а не с одиночными ИКК-системами. ИК-источники, входящие в состав комплекса ρ Ori [24], удалены друг от друга на расстояния ≈ 1 пк. В данном случае, вероятно, имеем дело с относительно широким скоплением.

Таблица 1

СПИСОК ИКК-СИСТЕМ В МОЗ

Название	α_{1950}	δ_{1950}	Литература
1	2	3	4
W3 (OH)			[8, 9, 10]
A ⁺	$2^{\text{h}}23^{\text{m}}16.50^{\text{s}} \pm 0.05^{\text{s}}$	$+61^{\circ}38'57.7'' \pm 0.4''$	
B	23 17.20 0.07	39 01.4 0.5	
C	23 17.25 0.07	38 52.9 0.5	
D	23 17.87 0.07	38 45.8 0.5	
E	23 15.10 0.07	38 51.9 0.5	
F	23 13.0 0.3	38 42 1	
G	23 12.5 0.5	38 15 2	
Ori KL			[11, 12]
BN ⁺	5 32 46.69 ± 0.03	-5 24 16.6 ± 0.5	
IRc2	32 47.03 0.05	24 23.2 0.7	
IRc3	32 46.51 0.05	24 23.9 0.7	
IRc4	32 46.78 0.05	24 28.0 0.7	
IRc5	32 46.70 0.05	24 33.0 0.7	
IRc6	32 46.70 0.05	24 20.2 0.7	
IRc7	32 46.85 0.05	24 24.0 0.7	
IRc8	32 47.26 0.05	24 28.6 0.7	
IRc9	32 46.40 0.05	23 52.7 0.7	

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4
OMC 2			[13, 14]
IRs1*	5 32 57 ± 0.1	-5 12 17 ± 1	
IRs2*	32 58.7 0.1	11 17 1	
IRs3 ⁺	32 59.1 0.1	12 10 1	
IRs4*	32 59.5 0.1	11 32 1	
IRs5*	33 00.1 0.1	12 08 1	
NGG 2071			[8, 15, 16]
IRs1 ⁺	5 44 30.6 ± 0.2	0 20 42 ± 1	
IRs2	44 31.2 0.2	20 48 2	
IRs3	44 30.6 0.2	20 48 2	
IRs4	44 31.2 0.2	20 54 3	
S140			[8, 17—19]
IRs1 ⁺	22 17 41.2 ± 0.2	+63 03 44 ± 1	
IRs2	17 41.1 0.2	04 02 1	
IRs3	17 42.7 0.2	03 47 1	
NW	17 41.4 0.4	03 51 3	
SE	17 42.6 0.4	03 40 3	
Сер А			[8, 17]
A1 ⁺ *	22 54 19.2	+61 45 44 ± 0.5	
A2*	54 19.0	45 48 0.5	
A3*	54 19.6	45 54 0.5	

Примечания к таблице. + — главная звезда; * — координаты объектов любезно предоставлены В. С. Аведисовой. Ошибки измерения координат для объектов OMC2—IRs1, IRs2, IRs4 и IRs5 приравнены к ошибкам измерения координат объекта OMC2 Rs3, а для объекта Сер А—A3 приравнены к объекту Сер А—A1.

На основе данных, опубликованных в ряде работ [25—32], составлен список кратных систем типа Трапеции, которые, вероятно, входят в состав рассмотренных О-ассоциаций. В табл. 2 приведены угловые расстояния (D_1^* , D_2^* , D_3^*), образуемые главными звездами и тремя наиболее близкими к ним звездами. Для вычисления среднеквадратичных ошибок использованы веса, приведенные в [33]. В случае ИКК-систем угловые расстояния и среднеквадратичные ошибки вычислены на основе данных, приведенных в табл. 1.

Таблица 2'

УГЛОВЫЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ КРАТНЫХ СИСТЕМ
ТИПА ТРАПЕЦИИ И ИКК-СИСТЕМ

Ассоциация	Кратная система	D_1'	D_2'	D_3'
Sgr OB 1	ADS 10991	5.8" ± 0.35"	10.7" ± 0.02"	
Sgr OB 4	ADS 11193	12.2 0.20	17.9 0.06	
Cyg OB 3	ADS 13312	2.0 0.03		42.5" ± 0.05"
	ADS 13374	6.7 0.15	9.0 0.50	11.4 0.10
	ADS 13376	8.9 0.24	11.0 0.27	20.3 0.16
	ADS 13368		12.5 0.98	
Cyg OB 1	ADS 13626	4.0 0.14	9.1 0.02	18.7 0.16
	ADS 13292		10.7 0.30	12.1 0.15
Lac OB 1	ADS 16095	22.4 0.04	48.5 0.24	
Cep OB 2	ADS 15184		11.8 0.04	19.9 0.05
	S 140—IR	7.1 3.12	10.3 1.76	10.6 0.93
Cep OB 3	Cep A	4.2 0.67	10.6 0.67	
Cas OB 4	ADS 307	9.6 0.12		
Cas OB 6	ADS 1877	14.8 0.27		
	ADS 1920	10.3 0.05		
	ADS 2161	2.2 0.04		
	W3 (OH)	6.2 0.45	7.2 0.48	11.5 0.41
	ADS 2165	0.3 0.03	11.1 0.40	20.2 0.05
Cam OB 1	ADS 2783	8.6 0.06	12.2 0.37	
Per OB 2	ADS 2843	12.7 0.10	32.8 0.10	91.0 0.52
Ori OB 1	ADS 4186	4.1 0.10		8.7 0.03
	KL	3.6 0.86	7.8 0.86	7.8 0.86
	OMC2	15.1 2.09	32.1 2.08	38.5 1.43
	NGG 2071—IR	6.0 2.24	10.8 3.74	15.0 3.59
Mon OB 1	ADS 5322	2.9 0.05	16.6 0.02	41.0 0.23
Mon OB 2	ADS 5165	3.1 0.22	6.7 0.23	12.5 0.06
Vel OB 1	ADS 5977		8.2 0.14	14.4 0.10

4. Расстояния между компонентами кратных систем типа Трапеции.

В качестве величин, характеризующих размеры кратной системы типа Трапеции, использованы значения расстояний «главная звезда кратной системы — три ближайшие к ней звезды». В табл. 3 приведены линейные расстояния между главной звездой кратной системы и тремя ближайшими к ней компонентами (D_1 , D_2 , D_3) и среднеквадратичные ошибки.

Таблица 3

ЛИНЕЙНЫЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ КРАТНЫХ СИСТЕМ ТИПА ТРАПЕЦИИ И ИКК-СИСТЕМ

Кратная система	$D_1 (10^{-2} \text{ пк})$	$D_2 (10^{-2} \text{ пк})$	$D_3 (10^{-2} \text{ пк})$
ADS 10991	4.37 ± 0.26	8.08 ± 0.02	
ADS 11193	12.95 0.21	18.43 0.06	
ADS 13312	2.25 0.03		47.42 ± 0.06
ADS 13374	7.50 0.17	10.05 0.58	12.72 0.11
ADS 13376	9.91 0.27	12.22 0.30	22.67 0.18
ADS 13368		13.92 1.09	
ADS 13626	3.30 0.12	7.46 0.02	15.43 0.13
ADS 13292		8.83 0.25	9.96 0.12
ADS 16095	6.51 0.01	14.09 0.07	
ADS 15184		4.01 0.01	6.77 0.02
S 140—IR	2.42 1.06	3.50 0.60	3.61 0.31
Сеп А	1.98 0.31	4.94 0.31	
ADS 307	12.36 0.15		
ADS 1877	17.26 0.31		
ADS 1920	11.95 0.06		
ADS 2161	2.51 0.05		
ADS 2165	0.31 0.03	12.96 0.47	23.50 0.06
W3 (OH)	7.22 0.52	8.36 0.56	13.42 0.48
ADS 2783	3.75 0.03	5.33 0.16	
ADS 2843	2.46 0.02	6.36 0.02	17.64 0.10
ADS 4186	1.00 0.02		2.12 0.01
Ori KL	0.87 0.21	1.88 0.21	1.89 0.21
OMC2	3.65 0.51	7.79 0.50	9.32 0.35
NGG 2071-IR	1.45 0.54	2.62 0.91	3.64 0.87
ADS 5322	1.01 0.02	5.76 0.01	14.22 0.08
ADS 5165	2.10 0.15	4.57 0.16	8.48 0.04
ADS 5977		5.78 0.10	10.12 0.07

Кратные системы, приведенные в табл. 3, разделены на две группы, в которые входят соответственно ИКК-системы и кратные системы типа Трапеции. Для каждой группы объектов вычислены средневзвешенные значения линейных расстояний главная звезда — три ближайших компонента (\bar{D}_1 , \bar{D}_2 , \bar{D}_3) и их среднеквадратичные отклонения (табл. 4).

Сравнение соответствующих средних значений расстояний между компонентами ИКК-систем и кратных систем типа Трапеции показывает, что размеры этих систем являются величинами одного порядка. Следовательно

но, при переходе из ИК-стадии в оптическую вряд ли происходит расширение кратных систем типа Трапеции.

Таблица 4

СРЕДНЕЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ
КРАТНЫХ СИСТЕМ ТИПА ТРАПЕЦИИ И
ИКК СИСТЕМ И ИХ СРЕДНЕКВАДРАТИЧНЫЕ ОТНОШЕНИЯ

Система	\bar{D}_1 (10^{-2} пк)	\bar{D}_2 (10^{-2} пк)	\bar{D}_3 (10^{-2} пк)
ИКК	1.96 ± 0.79	3.72 ± 1.02	4.68 ± 1.93
Трапеций	4.11 ± 0.67	5.74 ± 0.53	5.04 ± 2.18

5. *Возможные протоскопления открытых скоплений, не содержащих газовые туманности и имеющих в качестве своих ядер несколько кратных систем типа Трапеции.* Б. Е. Маркарян [27] обратил внимание на то, что О-скопления типа сп (ассоциирующиеся со светящимися газовыми туманностями) содержат только по одной кратной системе типа Трапеции, в то время как О-скопления типа ос (не ассоциирующиеся со светящимися газовыми туманностями) в ряде случаев содержат по две, иногда и по три кратные системы типа Трапеции, а в некоторых случаях цепочки. По-видимому, некоторые из известных ИК-комплексов являются протоскоплениями будущих ос скоплений с несколькими кратными системами типа Трапеции. Мы имеем в виду комплексы W3—IR, RCW 38—IR и RCW 57—IR, которые, как уже отмечалось, вероятно, являются скоплениями ИКК-систем. Кроме того, мы имеем в виду ИКК-систему Oгi KL, которая проектируется рядом с Трапецией Ориона и, по-видимому, вместе с ней образует будущее двухъядерное ос-скопление.

6. *Основные выводы:*

а) Эволюция кратных систем типа Трапеции из ИК-стадии в оптическую не сопровождается увеличением их размеров.

б) Некоторые из ИК-комплексов, W3—IR, Oгi KL и другие, вероятно, являются протоскоплениями ос-скоплений с несколькими кратными системами типа Трапеции.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

THE REGIONS OF ACTIVE STAR FORMATION IN O-ASSOCIATIONS. I

A. V. OSKANYAN

Sizes of IR Trapezium type systems and optical Trapezium type systems have been compared. Statistical analysis show that there are not essential differences between the dimensions of the considered ensembles. The given result may be significant to understand the evolution of Trapezium type systems, because the IR source phase precedes the optical phase. It is suggested that some IR source—complexes as W3—IR, RCW 38—IR, RCW 57—IR and NGC 1976—Ori KL are protoclusters of oc type clusters with two or more Trapezium type systems.

ЛИТЕРАТУРА

1. F. P. Israel, Ph. D. Thesis, Univ. Leiden, chapter VII, 1976.
2. J. Schraml, P. G. Mezger, *Astrophys. J.*, 158, 269, 1969.
3. L. F. Smith, P. Biermann, P. G. Mezger, *Astron. and Astrophys.*, 66, 65, 1978.
4. В. А. Амбарцумян, *Изв. АН СССР, Сер. физ.*, 14, 15, 1950.
5. A. Blaauw, *Annu. Rev. Astron. and Astrophys.*, 2, 213, 1964.
6. H. J. Habing, F. P. Israel, *Annu. Rev. Astron. and Astrophys.*, 17, 345, 1979.
7. C. G. Wynn—Williams, *Annu. Rev. Astron. and Astrophys.*, 20, 587, 1982.
8. M. Simon, M. Felli, L. Cassar, J. Fischer, M. Massi, *Astrophys. J.*, 266, 623, 1983.
9. R. H. Harten, *Astron. and Astrophys.*, 46, 109, 1976.
10. C. G. Wynn—Williams, E. E. Becklin, G. Neugebauer, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 160, 1, 1972.
11. R. Genzel, D. Downes, J. M. Moran, K. J. Johnston, J. H. Spencer, R. C. Walker, A. Haschick, L. I. Matveyenko, L. R. Kogan, V. I. Kostenko, B. Rönding, O. E. H. Rydbeck, I. G. Molsæev, *Astron. and Astrophys.*, 66, 13, 1978.
12. D. Downes, R. Genzel, E. E. Becklin, C. G. Wynn—Williams, *Astrophys. J.*, 244, 869, 1981.
13. R. Genzel, D. Downes, *Astron. and Astrophys.*, 72, 234, 1979.
14. I. Gatley, E. E. Becklin, K. Matthews, G. Neugebauer, M. V. Penston, N. Scofield, *Astrophys. J.*, 191, L121, 1974.
15. J. Bally, R. Predmore, *Astrophys. J.*, 265, 778, 1983.
16. S. E. Persson, T. R. Geballe, T. Simon, C. J. Lonsdale, F. Baas, *Astrophys. J.*, 251, L85, 1981.
17. C. A. Beichman, E. E. Becklin, C. G. Wynn—Williams, *Astrophys. J.*, 232, L47, 1979.
18. J. A. Hackwell, G. L. Graedel, R. D. Gehrz, *Astrophys. J.*, 252, 250, 1982.
19. H. L. Dinerstein, D. F. Lester, D. M. Rank, *Astrophys. J.*, 227, L39, 1979.
20. M. W. Werner, E. E. Becklin, I. Gatley, G. Neugebauer, K. Sellgren, H. A. Thronson, Jr., D. A. Harper, R. Loewenstein, S. H. Moseley, *Astrophys. J.*, 242, 601, 1980.

21. *M. Bestz, H. Elsasser, C. Poulakos, R. Weinberger, Astron. and Astrophys., 50, 41, 1976.*
22. *W. T. Sullivan, III, D. Downes, Astron. and Astrophys., 29, 369, 1973.*
23. *J. A. Frogel, S. E. Persson, Astrophys. J., 192, 351, 1974.*
24. *E. Falgarone, W. Gilmore, Astron. and Astrophys., 95, 32, 1981.*
25. *Б. Е. Маркарян, Сообщ. Бюракан. обсерв., 9, 3, 1951.*
26. *S. Sharpless, Astrophys. J., 119, 334, 1954.*
27. *Б. Е. Маркарян, Сообщ. Бюракан. обсерв., 5, 3, 1950.*
28. *В. А. Амбарцумян, Б. Е. Маркарян, Сообщ. Бюракан. обсерв., 2, 3, 1949.*
29. *Б. Е. Маркарян, Сообщ. Бюракан. обсерв., 11, 3, 1953.*
30. *В. А. Амбарцумян, Докл. АН АрмССР, 10, 205, 1949.*
31. *В. А. Амбарцумян, Научные труды, т. 2, ред. В. В. Соболев, Ереван, 1960, стр. 69.*
32. *В. А. Амбарцумян, Докл. АН АрмССР, 18, 73, 1953.*
33. *R. G. Attken, New General Catalogue of Double Stars Within 120° of The North Pole, vol. 1, II, Carnegie Inst. Washington, 1932.*