

УДК 524.45

АССОЦИАЦИЯ SER OB1A НА ЭТАПЕ DR2 GAIA

© 2019 Е. Л. Ченцов*

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

Поступила в редакцию 27 ноября 2018 года; после доработки 10 декабря 2018 года;
принята к публикации 10 декабря 2018 года

В свете новых астрометрических и имеющихся спектроскопических данных обсуждаются строение и кинематика ассоциации Ser OB1A и ставится вопрос о коррекции ее границ.

Ключевые слова: *рассеянные звездные скопления и ассоциации: индивидуальные: Ser OB1A*

Большая статья Каптейна 1914 г. [1], ставшая истоком концепции звездной ассоциации, озаглавлена осторожно: «Относительно индивидуальных параллаксных ярких галактических гелиевых звезд...» [1]. Дело в том, что использованный в ней способ получения параллаксных применен только для движущихся скоплений. Чтобы воспользоваться им, Каптейн объединил в отдельные группы OB-звезды, показывающие признаки скученности и общности движения. Сегодня, через сто с небольшим лет, для многих из этих звезд годовые параллаксы измерены непосредственно и весьма точно с помощью заатмосферной астрометрической обсерватории «Гайя» и представлены во 2-м выпуске ее архива (Gaia Data Release 2 от 25.04.2018, далее DR2¹).

Новые параллаксы имеются и для звезд в районе ассоциации Ser OB1A. Ниже описано их использование для подтверждения и уточнения параметров этого звездно-газо-пылевого комплекса.

Наш интерес к ассоциации Ser OB1A из списка «новых OB-ассоциаций» Мельник и Ефремова [2] связан с исследованием входящей в нее уникальной физической пары звезд LBV, HD 168607 (B8.5 Ia-0) и HD 168625 (B5.0 Ia-0) [3]. Первоначально они и были в центре внимания, а относительно стабильные члены группы использовались для оценки их параметров (скоростей центров масс, светимостей и др.). Однако актуальна и обратная задача — выявить вероятное влияние их мощных ветров и радиации (особенно в прошлом, на стадии O-звезд) на окружающую газопылевую среду и даже на звездообразование в ней. И для начала необходимо описать строение и кинематику комплекса Ser OB1A.

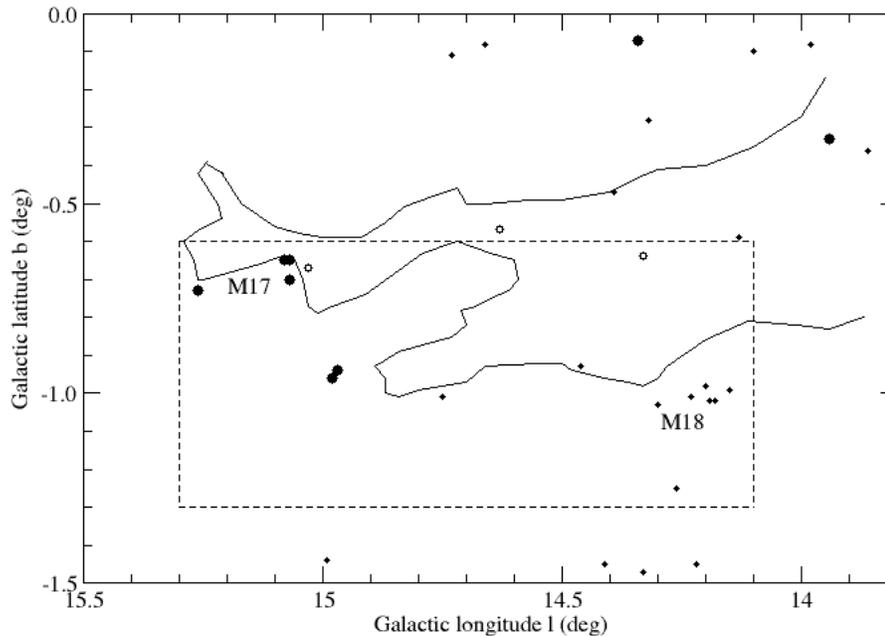
Главный элемент его — гигантское молекулярное облако, простирающееся к юго-западу от туманности Омега параллельно галактическому экватору (M 17 SWex). На рисунке внешний контур облака по [4] наложен на прямоугольник Ser OB1A по [2]. Последний выделен из участка Млечного Пути, также прямоугольного, обозначенного в каталоге Хэмфрис [5] как Ser OB1, и покрывает на небе всего лишь 5% его площади. Однако и «новая», сильно уменьшенная ассоциация заметно структурирована. Как показано в работе [3], в ней кроме OB-звезд сконцентрированы также холодный газ и космическая пыль. Но по крайней мере звезды распределены в картинной плоскости неравномерно.

На рисунке отмечены положения 29 вероятных членов ассоциации, OB-звезды ярче 11^m, параллаксы которых имеются в DR2 и соответствуют удаленностям от 1.3 до 1.9 кпк. Спектральные классы в системе МК для 11 из них найдены по нашим спектрам высокого разрешения и приведены в работе [3, 6], для остальных взяты из Мичиганского спектрального обзора [7]. Молодые звезды: O (2–5 млн лет) и гипергиганты B (около 7 млн лет) отмечены на рисунке кружками, а звезды B Ib–III (средний возраст 15 млн лет) — точками. Видно, что первые располагаются в основном у северных окончаний молекулярного облака, вторые — у южной границы ассоциации. Не различаются ли эти группы звезд также и удаленностью от нас?

Расстояния, принятые нами для Ser OB1A в работе [3] и Хэмфрис для Ser OB1 в работе [5], практически одинаковы (2.1 и 2.2 кпк соответственно), что естественно, т.к. обе величины найдены методом спектральных параллаксных при одном и том же значении коэффициента перехода от селективного поглощения к полному, $R = 3.0$. Gaia «приблизил» звезды Ser OB1A: по данным DR2

*E-mail: echen@sao.ru

¹<http://gea.esac.esa.int/archive/>



Участок неба с ассоциацией Ser OB1A и молекулярным облаком M 17 SWex в галактических координатах. Штриховая линия — граница Ser OB1A согласно [2], непрерывная линия — внешний контур M 17 SWex по [4], колечки — мазеры, точки — звезды V Ib–III, кружки — звезды O и V Ia–0.

расстояние до ассоциации в целом около 1.6 кпк. Кстати, согласно [2], Ser OB1A удалена от нас на 1.5 кпк. Вероятная причина нашего завышения удаленности — недоучет межзвездного поглощения. Действительно, диаграмма $CE - (V - M_v)$ для скопления M 18 (NGC 6613) дает $R = 4.2$. После пересчета с этим значением R систематическое расхождение расстояний, «спектроскопических», $d(\text{Sp})$, и «тригонометрических», $d(\pi)$, исчезло, а средняя величина отклонений $d(\text{Sp})$ от $d(\pi)$ составила ± 0.25 кпк.

Используя далее только $d(\pi)$, мы нашли средние расстояния до групп звезд в отдельных участках ассоциации и ее окрестностей, а также разброс расстояний в каждой из групп. Результаты собраны в таблице.

Для относительно компактных участков во второй колонке таблицы приведены галактические координаты их центров, для более протяженных — границы по галактическим долготе и широте. В 3-й колонке — числа использованных звезд. 4-я и 5-я колонки содержат средние расстояния и средние отклонения от них для индивидуальных звезд.

Попутно по рассеянному скоплению M 18 (NGC 6613) была проконтролирована (и под-

тверждена!) точность данных DR2. Расстояния 20 вероятных членов скопления заключены в интервале $1.44 < d(\pi) < 1.75$ кпк, среднее расстояние — 1.58 кпк. Среднее отклонение от него для одной звезды, 0.08 кпк, совпадает со средней ошибкой $d(\pi)$, соответствующей приведенным в DR2 погрешностям параллаксов.

Вокруг M 18 выделен участок протяженностью около 1° по галактической широте. В указанных границах вне скопления для 8 звезд расстояния в среднем те же, что и для M 18, но их разброс вдвое больше. Спектральные классы звезд скопления и его окружения также близки друг к другу: B2–4 II, III и B2–8 Ib, II, III соответственно. Возможно, M 18 — один из тех объектов, которые, по мнению Гармани [8], «не следует путать с классическими рассеянными скоплениями, они, скорее, — лишь уплотнения внутри ассоциаций».

В средней части прямоугольника Ser OB1A плотность B-звезд понижена по сравнению с его южным и северным краями, причем здесь встречаются лишь звезды поздних подклассов B и классов светимости II–III. Это подмечено еще в обзоре И. Проник, выполненном с помощью объективной призмы [9]: скопления звезд B1–B3

Средние расстояния до групп звезд в разных участках Ser OB1A и средние отклонения от них для отдельных звезд

Участок	l/b , deg	N	$d(\pi)$, кpc	$\Delta d(\pi)$, кpc
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
М 18	14.2/−1.0	20	1.58	0.08
Южный край Ser OB1A вне М 18	14.0–14.4/ (−0.4 – 1.5)	8	1.57	0.16
IC 4701	14.1/−0.2	8	1.56	0.19
Середина Ser OB1A	14.4–14.9/ (−0.6–1.3)	8	1.63	0.12
Южнее М 17	15.0/−0.7	7	1.72	0.16
М 17	15.1/−0.7	8	1.81	0.10
Севернее М 17	15.4/−0.7	9	2.03	0.19

около М 18 и звезд О около М 17 и отсутствие звезд О–В3 между ними. Также и по всей полосе молекулярного облака М 17 SWex, где происходит активное образование звезд с массами 2–8 M_{\odot} , не наблюдается молодых массивных ($M \geq 20 M_{\odot}$) OB-звезд [10]. Последние формируются на северных оконечностях М 17 SWex. Это, в частности, полтора десятка О-звезд и пара В-гипергигантов в комплексе М 17, в свою очередь влияющие своими ветрами и излучением на звездообразование в облаке [3, 11]. Примечательно, что значения $d(\pi)$ в двух нижних строках таблицы совпадают с таковыми для ближайших к М 17 мазеров молекулярного облака (1.83 кпк и 1.98 кпк по [12]).

Для ассоциации Ser OB1B, соседней с исследуемой, в работе [2] отведена на порядок меньшая площадь на небе, она ограничена ядром комплекса М 16. Не следует ли границы Ser OB1A также сузить до комплекса М 17, а оставшееся за ними отнести к галактическому фону? Такое предложение вроде бы поддерживается тем, что комплекс выделен не только удаленностью и возрастом его звезд, но и их кинематикой (гелиоцентрические

скорости $V_r \sim 10 \text{ км с}^{-1}$ для М 17 и -12 км с^{-1} для М 18), а также концентрацией в нем межзвездной пыли (среднее значение $A_V \sim 6^{\text{m}5}$, в то время, как в остальной ассоциации только $1^{\text{m}2}$).

Но «системообразующая» функция молекулярного облака противится этому и даже побуждает несколько расширить границы Ser OB1A. Почему бы, в частности, не включить в нее область III IC 4701? В работе [13] она описана как «слабая туманность на фоне малого звездного облака». Имеется в виду Малое облако Стрельца, М 24. В отличие от туманности Омега, IC 4701 находится вне прямоугольника Ser OB1A, но так же, как она, — в контакте с молекулярным облаком: на прямых снимках видны темные «шупальца», протянувшиеся от пылевой полосы М 17 SWex к туманности. В качестве возбуждающей звезды в работе [13] названа HD 167633 O6.5 V((f)), а в работе [14] — LS 4875 OB—. Их удаленности по DR2 сильно различаются: 1.90 кпк и 1.56 кпк соответственно.

Есть и другие свидетельства связанности, «ассоциированности» звезд, газа и пыли в Ser OB1A. Очевидный контакт комплекса М 17 с облаком М 17 SWex подтверждается, кроме отмеченного выше совпадения расстояний до звезд и мазеров, еще и равенством (в пределах ошибок) лучевых скоростей звезд и горячего газа М 17 (10 км с^{-1} [3]) и мазеров (8 км с^{-1} [12]), а также близостью по величине и направлению их собственных движений (DR2 и [12] соответственно).

Более того, собственные движения по DR2 подобны для всех звезд, усредненные расстояния до которых включены в таблицу. Все векторы μ направлены к югу от галактического экватора (и от полосы молекулярного облака), их величины, 1–2 mas, соответствуют на расстоянии Ser OB1A 8–15 км с^{-1} .

Красный компонент профиля межзвездной линии Na I(1), представляющий холодный газ в объеме ассоциации, в спектрах всех этих звезд показывает одну и ту же лучевую скорость: $7 \pm 1 \text{ км с}^{-1}$ [3]. Близкая скорость получена в работе [3] и для звезд северной части Ser OB1A. Для звезд южной части ассоциации — по немногим пока оценкам — она намного ниже. Однако это различие естественно увязать с тем, что южные звезды заметно ближе северных (верхние и нижние строки таблицы): ранее сформировавшиеся звезды успели дальше отойти от «родительского» облака.

Исследование ассоциации Ser OB1A нельзя считать законченным. Без дополнительных наблюдательных данных трудно выбрать вариант корректировки ее размера и формы. Не ясно даже, нужна ли она вообще. Пока астрометрия «обгоняет» спектроскопию: для многих звезд в

поле ассоциации стали известны параллаксы и собственные движения, но еще предстоит получить лучевые скорости по фотосферным, ветровым и межзвездным линиям их спектров. То есть требуются спектры высокого разрешения ее членов, близких к молекулярному облаку и обеспеченных астрометрическими данными DR2. В дополнение к расстояниям и собственным движениям звезд они дадут надежные лучевые скорости для их центров масс и для облаков межзвездного газа, а также параметры звезд, необходимые для оценки их возрастов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Автор благодарит за финансовую поддержку Российский Фонд Фундаментальных Исследований (18-02-00029 а).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. J. C. Kapteyn, *Astrophys. J.* **40** (1914).
2. A. M. Mel'nik and Y. N. Efremov, *Astronomy Letters* **21**, 10 (1995).
3. E. L. Chentsov and O. V. Marieva, *Astrophysical Bulletin* **71**, 279 (2016).
4. B. G. Elmegreen, C. J. Lada, and D. F. Dickinson, *Astrophys. J.* **230**, 415 (1979).
5. R. M. Humphreys, *Astrophys. J. Suppl.* **38**, 309 (1978).
6. E. L. Chentsov, E. G. Sendzikas, and M. V. Yushkin, *Astrophysical Bulletin* **73**, 430 (2018).
7. N. Houk and M. Smith-Moore, *Michigan Catalogue of Two-dimensional Spectral Types for the HD Stars. Volume 4, Declinations $-26^{\circ}0'$ to $-12^{\circ}0'$* . (1988).
8. C. D. Garmany, *Publ. Astron. Soc. Pacific* **106**, 25 (1994).
9. И. И. Проник, *Изв. Крымской астрофиз. обс.* **23**, 46 (1960).
10. M. S. Povich, L. K. Townsley, T. P. Robitaille, et al., *Astrophys. J.* **825**, 125 (2016).
11. M. S. Povich, E. Churchwell, J. H. Bieging, et al., *Astrophys. J.* **696**, 1278 (2009).
12. M. J. Reid, K. M. Menten, A. Brunthaler, et al., *Astrophys. J.* **783**, 130 (2014).
13. C. S. Gum, *Memoirs of the Royal Astronomical Society* **67**, 155 (1955).
14. H. M. Johnson, *Publ. Astron. Soc. Pacific* **85**, 586 (1973).

Association SER OB1A on the Stage DR2 GAIA

E. L. Chentsov

In the light of new astrometric and available spectroscopic data, the structure and kinematics of the Ser OB1A association are discussed and the issue of correcting its boundaries is put.

Keywords: *open clusters and association: individual: Ser OB1A*