

УДК 524.312

КОМПЛЕКС ОВ—ЗВЕЗД В ТУМАННОСТИ CARINA

Г. М. ТОВМАСЯН, Р. Х. ОГАНЕСЯН, Р. А. ЕПРЕМЯН, Д. ЮГЕНЕН

Поступила 2 октября 1991

Принята к печати 29 ноября 1991

По результатам наблюдений, выполненных на космическом телескопе „Глазар“ на длине волны λ 1640 А, выявлено 29 ОВ-звезд, принадлежащих скоплениям Tr 16, Tr 14, Cr 228, Cr 232, Bo 11 и Tr 15, и показано, что первые четыре скопления составляют единый комплекс на среднем расстоянии около 2200 пк. На том же расстоянии в составе туманности Carina вне указанных скоплений находится еще 19 ОВ-звезд. Показано, что закон межзвездного поглощения внутри туманности Carinae отличается от нормального. Здесь $R_{1640} = 2.14$, тогда как при нормальном законе $R_{1640} = 1.75$. Показано, что разделение комплекса звезд на отдельные скопления и разделение по внешнему виду самой туманности на отдельные части обусловлено наличием внутри туманности значительного количества пыли, сконцентрированной в основном в четырех объемах конической формы с вершинами в центральной области туманности. Высказано предположение, что такую форму поглощающие облака могут иметь при их образовании нзрывным механизмом.

1. *Введение.* Туманность Carina (NGC 3372) является одной из наиболее хорошо изученных в южном небе. В этой туманности находится известная звезда η Car, претерпевшая взрыв в первой половине прошлого века. После взрыва произошло резкое падение яркости звезды, обусловленное, очевидно, поглощением ее излучения в образовавшейся после взрыва пылевой оболочке.

На туманность Carina проектируется несколько звездных скоплений, содержащих большое количество ОВ-звезд. Это скопления Tr 16, Tr 14, Tr 15, Cr 228 и Cr 232, а также небольшое скопление Bo 11. Эти скопления исследовались многими [1—22]. Для расстояний этих скоплений давались заметно отличающиеся друг от друга значения в пределах от 2.2 до 3.7 кпк. При этом некоторые авторы (Хербст [5] и Тернер и Моффет [9]) указывали, что скопления Tr 16, Tr 14 и Cr 228 находятся, возможно, на одинаковых расстояниях от нас. В работе [11] Тернер и др. более определенно утверждают, что эти скопления находятся на одинаковом расстоянии. Позже к тому выводу пришли

Тапиа и др. [12], причем к этой группе они добавили также скопления Tr 15 и Cr 232.

Согласно работам [5, 9, 11, 12], упомянутые скопления находятся в туманности Carina. Ранее расстояние самой туманности Carina было принято равным 2.7 кпк Шером [13].

Различные мнения были высказаны и о законе межзвездного поглощения в области туманности Carina. Фейнштейн и др. [1] и Форте [7] указывали на возможное отличие закона межзвездного поглощения в этой области от нормального. Хербст [5] на основе фотометрии звезд скоплений Tr 16 и Cr 228 утверждает, что в области туманности Carina $R_v = 5$ и заметно отличается от среднего по небу значения, равного 3.3 [14]. Позже, правда, Тернер и Морфат [9] утверждали, что закон межзвездного поглощения для звезд скоплений в туманности Carina нормален и $R_v = 3.2$.

Область в созвездии Киля, включающая в себя туманность Carina, была наблюдаена с помощью космического телескопа „Глазар“ [15] в вакуумном ультрафиолете, на длине волны λ 1640 А. Поскольку наблюдаемое излучение звезд на этой длине волны более сильно подвержено воздействию межзвездного поглощения, то эти наблюдения позволяют по новому рассмотреть проблему межзвездного поглощения в этой туманности и определить расстояния скоплений, наблюдаемых в ней. Большое воздействие межзвездного поглощения позволяет при этом и надежно выявлять члены соответствующих скоплений.

В настоящей работе нами было исследовано распределение звезд ранних спектральных классов и пылевой материи в области туманности Carina, а также исследован закон межзвездного поглощения в этой области на основе рассмотрения результатов ультрафиолетовых наблюдений, выполненных с помощью космического телескопа „Глазар“, именно тех звезд, которые находятся в пределах туманности.

2. *Наблюдательные данные.* Результаты наблюдений области туманности Carina на телескопе „Глазар“ изложены в работе [16]. В области туманности Carina с диаметром около 1° было наблюдаено 93 звезды. Распределение наблюдавшихся звезд в пространстве, как и в предыдущих работах [17—21], выполненных по результатам наблюдений на этом телескопе, исследовалось с помощью графика переменной экстинкции, т. е. графика зависимости $(m-M)_{1640}$ от $E(m_{1640}-V)$. Для построения этого графика по Q-методу Джонсона и Моргана [22] предварительно были определены фотометрические спектральные классы и классы светимостей тех наблюдавшихся звезд, для которых имелись спектральные и/или колориметрические данные. Таких звезд было 63.

Затем были определены абсолютные звездные величины M_V . При этом для звезд спектральных классов В2 и позднее были использованы таблицы [23]. В случае О-звезд бралось среднее значение из таблиц [24—26]. Для звезд же типов Вольфа-Райе использовались таблицы из работы [27]. Затем с помощью нормальных цветов $(m_{1640} - V)_0$, получаемых путем интерполяции из таблиц работы [28], определялись абсолютные звездные величины M_{1640} соответствующих звезд. Определенные нами фотометрические спектральные классы исследованных звезд в системе МК приведены в табл. 1. Нумерация звезд дана по работе [16].

Используя литературные данные о V -величинах, приведенных в работе [16], и приведенные там же значения m_{1640} были определены значения модулей расстояний $(m - M)_{1640}$ и избытков цвета $E(m_{1640} - V)$, с помощью которых были построены рассмотренные ниже графики переменной экстинкции.

В табл. 1 приведены также определенные нами значения A_{1640} наблюдавшихся звезд и их исправленные за поглощение модули расстояний. Значения поглощений на $\lambda 1640 \text{ \AA}$, A_{1640} , были рассчитаны с помощью выражения

$$A_{1640} = R_{1640} E(m_{1640} - V),$$

где R_{1640} — угловой коэффициент наклона линии на графике переменной экстинкции, вдоль которой располагаются точки, представляющие звезды, входящие в состав одной физической группы. В случае нормального закона межзвездного поглощения, когда

$$A_V = 3.3 E(B - V) [13] \text{ и } A_{1640} = 7.69 E(B - V) [29],$$

коэффициент R_{1640} равен 1.75. При ином законе межзвездного поглощения, а именно это имеет место в рассматриваемом случае, R_{1640} имеет другое значение. Ниже, при исследовании распределения звезд в туманности Carina, определены соответствующие значения R_{1640} для различных группировок звезд, с помощью которых и определены межзвездные поглощения A_{1640} индивидуальных звезд.

Среди наблюдавшихся звезд имеется некоторое количество двойных, компоненты которых из-за низкого углового разрешения „Глазара“ наблюдались вместе. В тех случаях, когда колориметрические и спектральные данные отдельных компонентов были известны, при расчете избытков цвета и абсолютных звездных величин использовались их интегральные видимые и абсолютные звездные величины. Тогда, когда второй компонент имеет заметно более поздний спектральный класс и его вкладом в наблюдаемое на $\lambda 1640 \text{ \AA}$ излучение можно пренебречь, в расчет брались данные только главного компонента.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ТИПЫ, МЕЖЗВЕЗДНЫЕ ПОГЛОЩЕНИЯ И ИСТИННЫЕ
МОДУЛИ РАССТОЯНИЯ ЗВЕЗД В НАПРАВЛЕНИИ
ТУМАННОСТИ CARINA

№	HD, CPD, Глазар°, LLNS**	Sp (MK)	A_{1640}	$(m_0 - M)_{1640}$	Примечания
1	2	3	4	5	6
87	92607	B0 IV	1.9	11.7	а
89	92644	B0.5 III	1.2	13.1	б
90	305443	B1.5 III	1.8	13.5	б
92	2218**	B1 IV	0.7	13.9	б
97	92740	O9.5 Iab	3.2	10.9	а, в
98	92741	B1.5 Ib	1.3	12.3	б
102	303225	B2 V	0.7	12.0	б
110	92877	B2 III	1.4	11.4	а
118	2387**	B1.5 IV	2.1	13.1	б
119	305437	B0 V	1.8	11.9	а
120	305438	O8 V	1.9	12.7	б
122	305535	B5 IV	1.0	10.6	г
125	305515	B2.5 III	1.8	12.9	б
128	305516	B0.5 V	1.4	12.9	б
129	305543	B0.5 V	3.6	11.6	Cr 228
132	93027	B0 V	2.6	11.2	Cr 228
133	93028	B0 III	2.1	12.2	Cr 228
134	93056	B1 V	2.2	11.1	Cr 228
135	305518	B0 IV	4.8	11.6	а
136	305556	B1.5 V	0.5	12.3	б
137	2617**	B0.5 V	1.7	13.9	б
139	93097	B0.5 V	3.1	11.9	Cr 228
141	93128/9	O3 V+O3 I	2.8	12.1	Tr 14, в
142	93130	O9 III	4.1	11.5	а
143	93131	B0 III (WN6)	2.8	10.9	Cr 228
144	93146	O6.5V+O9V	2.4	12.2	Cr 228
145	93160/1	O9 III	2.8	11.5	Tr 14, в
146	93162	O8 I(WN7)	4.2	12.0	Tr 16
148	305520	B1 Iab	2.7	13.9	б
149	305536	B0 V	2.7	11.3	Cr 228
151	93190	B0 IV _{pec}	4.3	11.1	а
152	93191	B9 III	0.2	9.2	г
154	93204/5	O3 V+O8 V	3.7	11.5	Tr 16, в

1	2	3	4	5	6
155	93206	B0Ib+O9 III	3.9	11.1	a, в
156	1042-59°	B1 V	2.7	12.3	Cr 228
158	305523	O9 III	3.8	11.9	Cr 228
159	93222	O8 III	3.0	11.7	Cr 228
160	93249	O9 III	1.8	12.9	Tr 15
161	2621**	B1.5 IV	3.3	11.5	Tr 16
162	2602**	B2 III	2.6	11.7	Cr 228
163	303311	O5 V	4.1	12.3	Cr 232
164	2615**	B2.5 IV	2.3	11.6	Tr 16
165	93250	O3 III	4.1	11.9	Cr 232
166	-59°2600	O6 V	4.0	11.5	Tr 16
167	305524	O5 V	5.4	11.9	б
168	305534	B0 V	3.0	11.8	Cr 228
169	-59°2603	O9.5 IV	2.8	11.6	Tr 16
170	2716**	O5 V	4.6	13.0	б
172	303308	O5 V	2.4	12.4	Tr 16
173	305533	B3 V	2.3	11.3	а
175	93342	B1.5 Ib	3.3	13.1	б
176	93343	O5 V+O5 V	4.8	12.4	Tr 16, в
177	1043-59°	O9.5 V	5.0	11.3	Tr 16
179	2721**	O5 V	5.1	12.1	Tr 16
181	93403	O9 III	3.7	11.1	а
182	305532	O5 V	5.3	12.9	б
185	93501	B1.5 III	4.3	11.2	а
186	303304	O5	5.8	12.1	б
187	93576	B0 IV	4.9	11.4	а
189	93620	B2.5 III	3.2	11.3	а
190	93632	O5 III	2.8	12.6	Bo 11
193	93695	B3.5 V	0.3	7.9	г
196	93737	B9.5 Ia	2.3	11.9	а

Примечания. а—член комплекса скопления;

б—звезда дальнего фона;

в—двойная звезда, при расчетах использованы суммарные значения V и M_V компонентов;

г—звезда ближнего фона.

3. Обсуждение

3.1. *Расстояния звездных скоплений в области туманности Carina.* Ниже, с помощью графиков переменной экстинкции, построенных по результатам наблюдений на „Глазаре“, определены расстояния скоплений, наблюдаемых на небе в пределах туманности Carina. Это скопления Tr 16, Cr 228, Tr 14, Cr 232, Tr 15 и Bo 11. Очертания скоплений взяты в соответствии с работой [8].

Скопление Tr 16. Это скопление содержит в своем составе известную звезду η Car. Ввиду того, что эта звезда представляет большой интерес, анализ результатов ее наблюдений будет представлен в отдельном сообщении. Предполагается, что скопление Tr 16 вместе со звездой η Car расположено в туманности NGC 3372.

График переменной экстинкции, построенный по данным десяти из наблюдавшихся в области этого скопления 12 звезд, представлен на рис. 1. График построен по данным звезд № 146, 154, 166, 169, 161, 164, 172, 176, 177 и 179 (HD 93162, 93204/5, 303308, 93343, CPD — 59°2600, — 59°2603, LLNS [30] 2621, 2615, 2721 и „Глазар“ 1043—59*). На графике не представлена звезда η Car ввиду неопределенности ее спектрального класса и, следовательно, абсолютной звездной величины.

Рассмотрение графика переменной экстинкции на рис. 1 показывает, что точки на этом графике достаточно хорошо располагаются вдоль прямой с угловым коэффициентом наклона R_{1040} (вычисленным по данным десяти точек), равным 2.30. Исправленный за поглощение модуль расстояния скопления Tr 16 по результатам наблюдений на λ 1640 А („Глазар“) оказывается равным 11^m50 , что соответствует расстоянию в 2000 пк. Среднеквадратичные отклонения модулей расстояний звезд от среднего значения составляют $\pm 0^m4$.

Скопление Cr 228. В области этого скопления на „Глазаре“ наблюдалось 17 звезд. График переменной экстинкции для этого скопления (рис. 2) построен по тем 15 звездам, для которых имелись соответствующие спектральные и колориметрические данные. Это звезды № 129, 132, 133, 134, 139, 143, 144, 148, 149, 155, 156, 158, 159, 162 и 168 (HD 305543, 93027, 93028, 93056, 93097, 93131, 93146, 305536, „Глазар“ 1042—59**, 93206, 305523, 93222, LLNS 2602 и HD 305534).

*) Колориметрические данные взяты из работ [1], в которой эта звезда указана под номером 9.

**) Колориметрические данные взяты из работ [4], в которой эта звезда указана под номером 19.

Рассмотрение этого графика показывает, что звезды № 148 и 155 являются, очевидно, звездами фона. Тринадцать звезд — членов скопления Cr 228 на графике переменной экстинкции располагаются с небольшим разбросом вдоль прямой с угловым коэффициентом наклона R_{1640} , равным 2.23. Исправленный за поглощение модуль расстояния скопления Cr 228, определенный по его 13 звездам, наблюдавшимся на „Глазаре“, почти равен исправленному за поглощение модулю расстояния Tr 16— 11^m58 . Среднеквадратичные отклонения от среднего значения здесь чуть больше и равны $\pm 0^m45$. Расстояние скопления равно около 2100 пк.

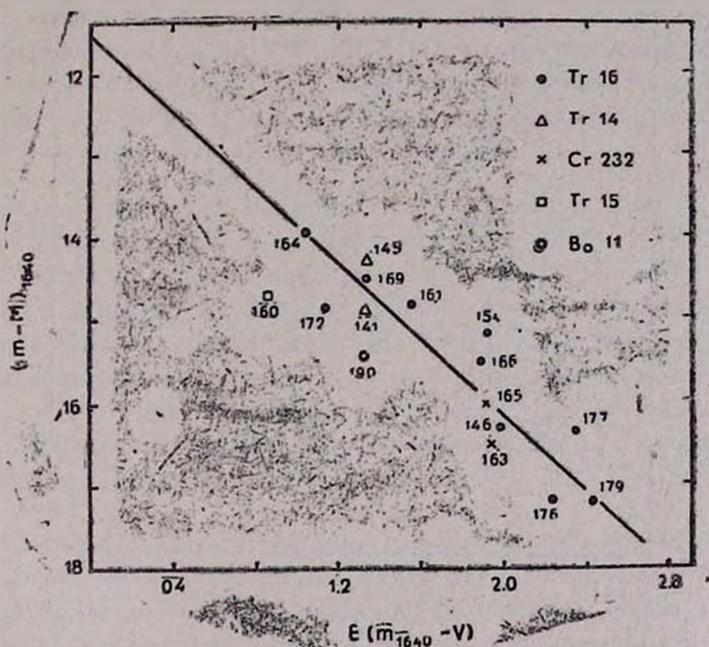


Рис. 1. График зависимости $(m-M)_{1640}$ от $E(m_{1640}-V)$, построенный по данным звезд скоплений Tr 16, Tr 15, Tr 14, Cr 232 и Во 11.

Скопление Tr 14. В этом скоплении, расположенном на небе близ скопления Tr 16, с помощью „Глазара“ наблюдались две звезды—№ 141 и 145 (HD 93128/9 и 93160/1). Они представлены на рис. 1. По расположению этой пары звезд на графике переменной экстинкции ничего нельзя сказать о значении R_{1640} . Если допустить, что R_{1640} здесь, как обычно, равен 1.75, то исправленный за поглощение модуль расстояния скопления, определяемый по этим двум звездам, оказыва-

ется равным $12^{\text{m}}27$. Однако, поскольку скопление находится на небе в туманности Сагпа и очень близко от скопления Тг 16, то естественно предположить, что значение R_{1640} здесь такое же, что и для скопления Тг 16. Тогда исправленный за поглощение модуль расстояния оказывается равным $11^{\text{m}}55$. Это значение прекрасно совпадает со значением модуля расстояния скопления Тг 16. Поэтому мы заключаем, что скопление Тг 14 находится от нас на том же расстоянии, что и скопление Тг 16.

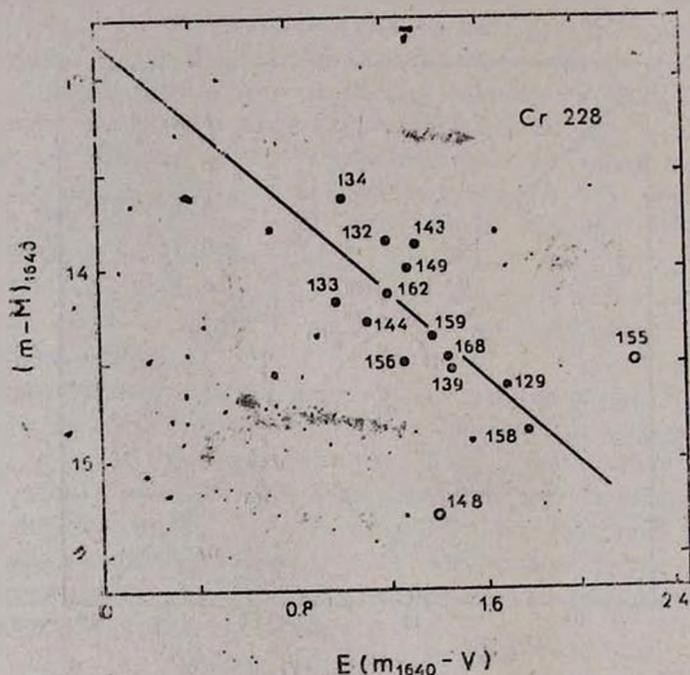


Рис. 2. График зависимости $(m-M)_{1640}$ от $E(m_{1640}-V)$, построенный по данным звезд скопления Cr 228.

Скопления Cr 232. Это скопление расположено между двумя уже рассмотренными скоплениями Тг 16 и Тг 14, у северной границы туманности Сагпа. Эти три скопления расположены на небе настолько тесно друг к другу, что Фейнштейн и др. [1] высказали предположение, что они составляют одну группу. В этом скоплении на „Глазаре“ наблюдались две звезды, № 163 и 165 (HD 303311 и 93250). Определить по этим двум звездам (см. рис. 1) значение R_{1640} не представляется возможным. Полагая, что $R_{1640}=1.75$, для исправленного за по

глошение среднего модуля расстояния этих двух звезд получаем 12^m86 . Если же и здесь принять, что $R_{1040} = 2.30$, то исправленное за поглощение среднее значение модуля расстояния оказывается равным 11^m85 , что не сильно отличается от модулей расстояний скоплений Tr 16, Cr 228 и Tr 14. Так что и это скопление находится на том же расстоянии, что и первые три скопления.

Скопление Tr 15. Из звезд этого скопления наблюдалась только одна звезда, № 160. Рассмотрение графика переменной экстинкции (рис. 1), на котором проставлена точка, соответствующая этой звезде, показывает, что это скопление явно находится дальше скопления Tr 16. Если значение R_{1040} здесь обычное, то получается, что это скопление находится на расстоянии 4300 пк. Приняв, что значение R_{1040} для этого скопления тоже равно 2.30, получаем, что расстояние скопления равно около 3500 пк. Таким образом, это скопление находится дальше других рассмотренных выше скоплений.

Скопление Vo 11. В пределах туманности Carina, у ее юго-восточного края, расположено еще одно очень небольшое, компактное скопление Vo 11. На телескопе „Глазар“ в этом скоплении наблюдалась только одна звезда № 190 (HD 93632). Из рис. 1 видно, что эта звезда находится дальше скопления Tr 16. Если принять, что звезда № 190 подвергается поглощению по такому же закону, что и другие звезды, наблюдаемые через эту туманность, то ее расстояние равно около 3300 пк. Таким образом, скопление Vo 11 находится дальше туманности Carina.

3.2. Комплекс звезд ранних спектральных типов в туманности Carina. Итак, четыре из шести расположенных в пределах известной туманности Carina звездных скоплений, Tr 16, Tr 14, Cr 228 и Cr 232, находятся на одном и том же расстоянии от нас.

Таким образом, полученные с помощью „Глазара“ результаты подтверждают выводы, сделанные в работах [5, 9, 11, 12]. По данным „Глазара“, однако, это расстояние меньше и равно около 2000 — 2100 пк. Так что наблюдаемые в составе туманности Carina четыре скопления, действительно, составляют единый комплекс. Дальше туманности расположены скопления Tr 15 и Vo 11.

Видимое разделение единого комплекса звезд, находящихся в объеме туманности Carina, на отдельные скопления, так же, как, частично, и разделение самой туманности на отдельные части, является, по всей видимости, результатом воздействия поглощения пылевого облака.

Среди наблюдавшихся на телескопе „Глазар“ в направлении на туманности Sagina 93 звезд, помимо 29 звезд, обнаруженных в составе известных скоплений, еще для 34 звезд имеются спектральные и колориметрические данные и, следовательно, можно определить их рас-

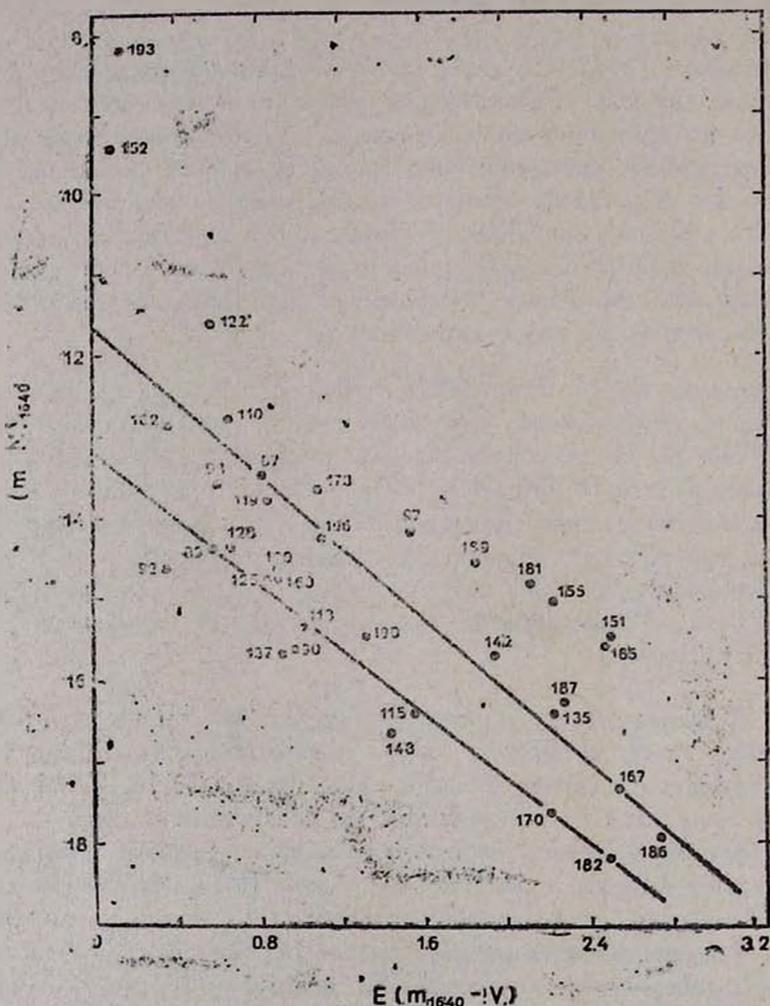


Рис. 3. График зависимости $(m-M)_{1640}$ от $E(m_{1640}-V)$, построенный по данным звезд, не входящим в составы скоплений, наблюдаемых в области туманности Sagina.

стояния. Некоторые из них могут, очевидно, находиться в объеме туманности и принадлежать обнаруженному комплексу. Для их выделения был составлен график переменной экстинкции по этим 34 наблю-

давшимся здесь звездам. Этот график представлен на рис. 3. Из рассмотрения этого графика видно, что 14 звезд, № 87, 97, 98, 102, 110, 119, 135, 136, 142, 176, 173, 186, 187 и 196, находятся на расстоянии комплекса скоплений. Действительно, угловой коэффициент наклона линии на графике переменной экстинкции, вдоль которой расположены точки, соответствующие этим звездам, равен 2.03 и среднее расстояние этих звезд оказывается около 2300 пк. Так что эти 14 звезд находятся внутри туманности Carina. Пять из этих звезд, № 119, 135, 142, 167 и 173, находятся на небе между скоплениями Tr 16 и Cr 228. Девять звезд расположены в основном по периферии туманности.

Остальные звезды, наблюдавшиеся на небе в области туманности, как видно из рис. 3 расположены вне туманности. Восемь звезд, № 122, 151, 152, 155, 181, 185, 189 и 193, являются звездами ближнего фоза. Как показано в работе по исследованию звезд ранних типов в области Киля [32], пять из этих восьми звезд, № 151, 155, 181, 185 и 189, находятся на расстоянии туманности Carina. Это означает, что они находятся у ближней к нам границы туманности. Девятнадцать звезд явно находятся дальше туманности. Среди них и звезды № 160 в скоплении Tr 15, и № 190 в скоплении Bo 11. Из этого графика явно видно, что эти звезды находятся вне туманности Carina, на расстоянии около 3500 пк.

Таким образом, в составе комплекса внутри туманности Carina наблюдения на „Глазаре“ выявили в общей сложности 41 звезду. Это число может быть увеличено, когда и для других наблюдавшихся здесь звезд будут известны достоверные спектральные и *UBV* данные.

Полученный результат о том, что в туманности Carina находятся 41 звезда спектрального типа ОВ, позволяет повторить сделанные выше расчеты по всем этим звездам.

Значение R_{1610} , определенное по этим звездам, оказывается равным 2.14. Исправленный за межзвездное поглощение средний модуль расстояния этих звезд равен 11^m73 . Соответствующее расстояние равно около 2200 пк. Среднеквадратичные отклонения исправленных за поглощение модулей расстояний индивидуальных звезд от среднего значения составляют всего $\pm 0^m40$, что соответствует ± 450 пк.

Таким образом, туманность Carina, вместе с содержащимися в ней ОВ-звездами, выделенными ранее в отдельные скопления, находится на расстоянии 2000 пк. Это меньше, чем все ранние определения как расстояний отдельных скоплений, находящихся в объеме туманности [1—12], так и расстояния самой туманности. Только в работе Ть и др. [8] такое же расстояние в 2200 пк дается для скопления Cr 228.

В линейной мере размер всего комплекса равен ~ 40 пк.

3.3. *Закон межзвездного поглощения в туманности Carina.* Как мы видели выше, значение R_{1040} , определяющее наклон линии на графике переменной экстинкции, вдоль которой располагаются точки, представляющие звезды, составляющие физическую группу звезд, оказалось равным 2.30 и 2.23 для звезд скопления Tr 16 и Сг 228. И по данным всех 41 наблюдавшейся с помощью „Глазара“ звезды раннего класса значения R_{1040} оказалось равным 2.14. Этот результат с очевидностью говорит о том, что закон межзвездного поглощения в направлении на туманность Carina отличается от нормального, в случае которого $R_{1010} = 1.75$.

Весьма интересно, что значения R_{1040} , определяемые по звездам, находящимся дальше туманности и наблюдающимся сквозь нее (см. рис. 3), также отличаются от 1.75. Для следующей группы из 10 звезд (89, 118, 120, 125, 128, 160, 170, 175, 182 и 190) $R_{1010} = 2.11$. Среднее расстояние звезд этой группы равно 3800 пк. А для последней группы из четырех звезд (№ 90, 92, 137 и 148) $R_{1040} = 1.88$ и среднее расстояние равно около 6000 пк. Полученные значения R_{1040} меньше, чем для группы звезд, расположенных внутри туманности, но больше, чем в случае нормального закона межзвездного поглощения. Это, очевидно, может объясняться тем, что на аномальное поглощение излучения этих звезд, происходящее при прохождении их излучения через пылевую массу туманности с необычными свойствами, накладывается обычное поглощение, имеющее место в пространстве от туманности до этих звезд и в объеме системы самих этих звезд.

Точки, представляющие на рис. 3 звезды № 97, 151, 155, 181, 185, 189, расположенные ближе туманности, уже показывают, что определяемое по ним значение R_{1040} меньше, чем для звезд туманности. R_{1040} для этих звезд равно 1.65. При этом их расстояние оказывается равным около 2000 пк, т. е. эти звезды также входят в состав комплекса, находясь на переднем фронте туманности. Таким образом, общее число обнаруженных на „Глазаре“ звезд ранних спектральных классов в составе туманности Carina равно 46.

Значение R_{1040} для звезд переднего фронта туманности говорит о том, что закон межзвездного поглощения в их случае нормален, т. е. поглощение их излучения обусловлено пылевой материей, находящейся в пространстве до туманности, а не пылью в составе самой туманности. В работе [32] показано, что для звезд, наблюдавшихся в созвездии Киля и не входящих в туманность Carina, $R_{1040} = 1.75$ и что, следовательно, закон поглощения вне туманности нормален.

Как мы уже отмечали, ранее высказывались подозрения о том,

что в туманности Carina закон межзвездного поглощения аномален [1, 7]. Наиболее убедительно об этом утверждал Хербст [5]. Однако позднее Тернер и Моффат [9] отрицали это. Утверждение Тернера и Моффата о том, что в скоплениях Tr 16, Tr 14 и Cr 228 закон межзвездного поглощения нормален, обусловлено, по-видимому, тем, что некоторые звезды, включенные ими в анализ, могут быть звездами фона, что и искажает реальную картину. Действительно, график переменной экстинкции (рис. 4), построенный по фотометрическим данным Тернера и Моффата [9] для 19 звезд, которые по данным „Глазара“ являются членами комплекса в туманности Carina, показывает, что закон межзвездного поглощения здесь аномален. Значение R_V , определенное по графику рис. 4, получается равным 4.71, тогда как при нормальном законе $R_V = 3.0 + 3.3$. Средний модуль расстояния при этом оказывается равным $11^m 78 \pm 0^m 45$, что прекрасно согласуется с результатом, получаемым по ультрафиолетовым данным для всех звезд комплекса. При этом разброс значений здесь больше, чем при использовании ультрафиолетовых данных.

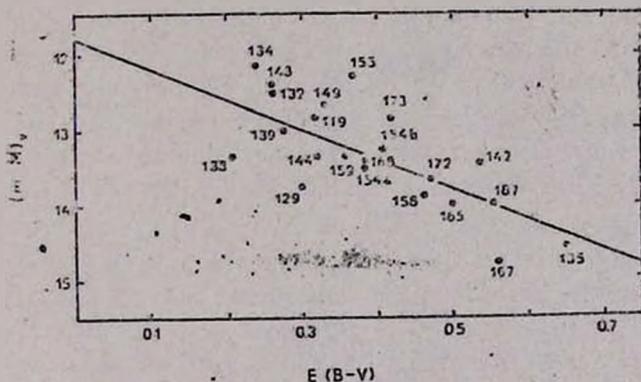


Рис. 4. График зависимости $(m-M)_V$ от $E(B-V)$, построенный по данным звезд комплекса из работы [9].

Итак, аномальность закона межзвездного поглощения с очевидностью проявляется, когда рассматриваются только звезды, находящиеся в объеме туманности Carina. При рассмотрении вообще всех звезд, наблюдаемых в направлении созвездия Киля, определяется некоторое усредненное значение R и картина сглаживается, поскольку для областей вне туманности Carina закон межзвездного поглощения нормален.

Таким образом, закон межзвездного поглощения аномален только в объеме туманности Carina. Следовательно, пылевое вещество в пре-

делах туманности имеет иные, чем у обычной межзвездной пыли, характеристики.

3.4. *Распределение поглощающей материи.* Полученные с помощью „Глазара“ данные позволяют исследовать и распределение пылевой материи в наблюдавшейся области.

Для исследования распределения пылевой материи использованы результаты подсчетов поглощений индивидуальных звезд, приведенные в табл. 1, графики переменной экстинкции (рис. 1—3) и карты наблюдавшихся ОВ-звезд (рис. 5) и распределения значений поглощения A_{1040} индивидуальных звезд по наблюдавшейся области (рис. 6).

Рассмотрение рис. 5 выявляет любопытную особенность распределения звезд ранних спектральных классов по поверхности туманности Сагита: основная масса звезд распределена в двух секторах—северном, в котором находятся скопления Tr 16, Tr 14, и Cr 232, и южном, где находится скопление Cr 228. Если исключить из рассмотрения звезды ближнего фона, то оставшаяся часть звезд распределена в основном в трех цепочках. Одна цепочка состоит из звезд № 167, 170, 173, 180, 182, 185, 187 и 190 и тянется от центральной области туманности на юго-восток (цепочка I), вторая цепочка (цепочка II) направлена из центральной области туманности на запад и содержит звезды № 142, 137, 128, 125, 119, 107, 99, 89 и 87. В третьей, несколько более широкой цепочке (цепочка III), начинающейся несколько дальше от центра туманности и направленной на юго-запад, имеется десять звезд. Это звезды № 122, 120, 118, 113, 110, 105, 98, 92, 90 и 80.

На первый взгляд, можно было бы подумать, что просто такова структура распределения звезд в туманности. Однако в состав этих цепочек входят и звезды, расположенные дальше туманности. Это звезды № 167, 170, 182 и 190 в цепочке I, звезды № 137, 128, 125 и 89 в цепочке II и звезды № 120, 118, 98, 92 и 90 в цепочке III. Это убедительно говорит о том, что наблюдаемая картина обусловлена наличием поглощающей материи. При этом поглощающая материя оказывается сосредоточенной в нескольких секторах, сходящихся в центральной области туманности. Это, со своей стороны, убедительно говорит о том, что эта поглощающая пыль находится в составе самой туманности Сагита. Звезды же в составе туманности и расположенные за ней наблюдаются в относительно прозрачных просветах.

Судя по значениям поглощений A_{1040} у звезд, расположенных по периферии восточного сектора поглощающего облака и „смывающего“ восточную сторону скопления Tr 16, это пылевое облако наиболее плотное.

Здесь значения A_{1040} доходят до $\sim 5^m$. По краям западного сектора поглощающей области, проходящей по западной стороне скоплений Tr 16 и Tr 14, поглощение несколько меньше. Здесь оно порядка 3^m5 — 4^m2 и только в случае звезды № 135, расположенной ближе к центру туманности, равно почти 5^m .

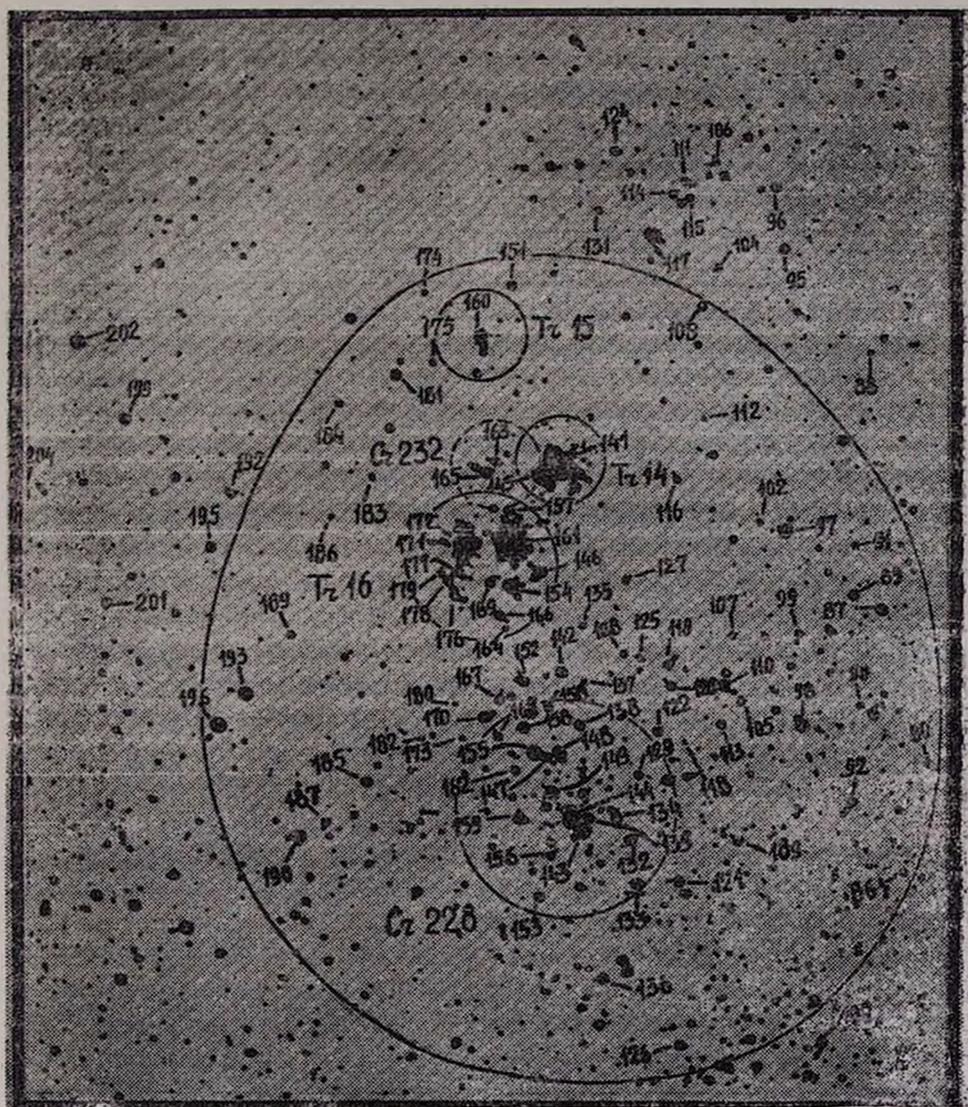


Рис. 5. Карта на звездных скоплениях ОВ-звезд в области туманности Carina.

Следует отметить, что эти два сектора с наибольшим поглощением достаточно хорошо совпадают по положению на небе с областями большого поглощения в визуальных лучах [31], которые, в свою очередь, совпадают по положению с обнаруженными здесь молекулярными облаками [33].

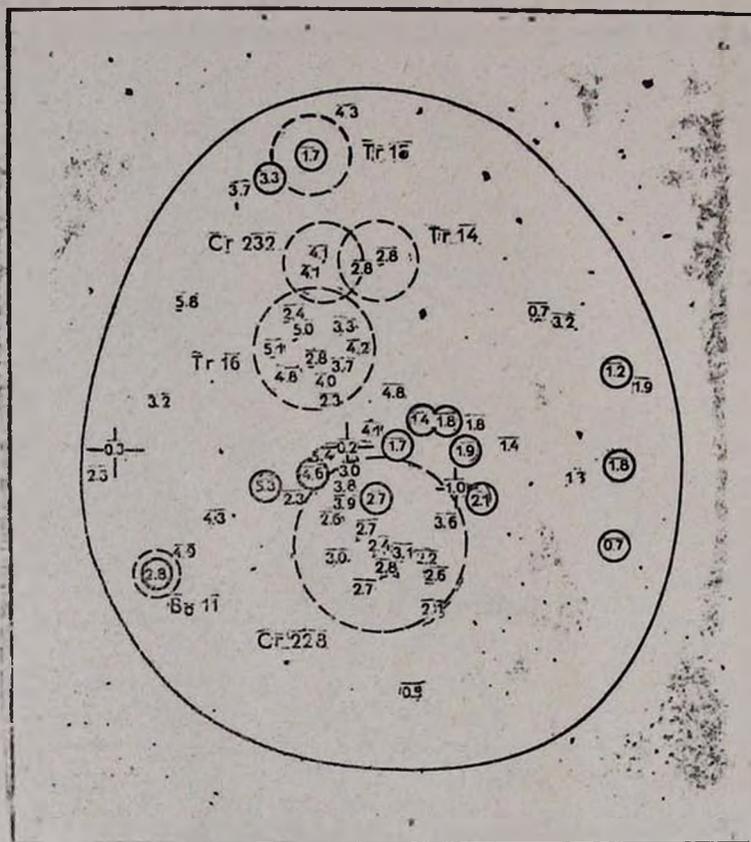


Рис. 6. Распределение поглощений A_{1640} излучения звезд на $\lambda 1640 \text{ \AA}$ в области туманности Carina. Значения поглощений звезд переднего фона указаны в открытых крестах, а заднего фона — в кружках.

В южной половине туманности Carina, где поглощение вообще небольшое, также выделяются два поглощающих облака в виде секторов. Юго-восточный из них ограничен цепочкой I и подобием цепочки, образованной из скопления Сг 228 и звезд № 136 и 126. Юго-западный поглощающий сектор ограничен этой же южной цепочкой и цепочкой III.

Очевидно, что поглощение в средних частях этих секторов настолько велико, что там звезды вообще не наблюдаются. Наличие поглощающей материи в этих секторах определяет и внешний вид самой туманности Carina. Светящаяся масса туманности отсутствует именно в этих местах.

Выявленная структура распределения пылевой материи в туманности Carina, в полном соответствии с механизмом Амбарцумяна [34] об образовании звездных ассоциаций, наводит на мысль о взрывном образовании поглощающей материи в этой интересной туманности. Вывод о расширении туманности Carina, сделанный Дикел [31], не противоречит этому заключению.

Рассмотрение графиков переменной экстинкции (рис. 1, 3, 4) показывает, что минимальное поглощение излучения у звезд комплекса составляет около 2^m0 . Это означает, что в пространстве до туманности Carina имеется межзвездная пыль, которая обуславливает это поглощение. При этом это поглощение больше в северной части туманности и заметно меньше в южной части. Поглощение здесь, у звезды № 136, составляет всего 0^m5 . В пределах скопления Tr 16, в котором находится звезда η Car, поглощение доходит до 5^m4 . В пределах скопления Cr 228 поглощение меньше этого, оно здесь доходит до 4^m . Это дополнительное поглощение, очевидно, обусловлено пылью в составе самих скоплений.

Таким образом, на внешний вид туманности Carina и распределение звезд ранних классов в ней определенное воздействие, действительно, имеет специфическое конусообразное распределение пылевого вещества в ней.

При этом очевидно, что описанная структура распределения пылевого вещества в туманности не может быть обусловлена взрывом звезды η Car, расположенной у восточного края скопления Tr 16. И поэтому вряд ли специфические поглощающие свойства пылевых частиц в этой туманности как-то связаны с взрывом η Car.

4. *Заключение.* На основе результатов наблюдений области туманности Carina, выполненных с помощью космического телескопа „Глазар“, удалось, благодаря тому, что межзвездное поглощение имеет большое воздействие на излучение звезд на длине волны λ 1640 А, чем в видимом диапазоне, выявить членов известных скоплений Tr 16, Tr 14, Cr 228, Cr 232, Bo 11 и Tr 15 и показать, что четыре из этих шести скоплений, за исключением Tr 15 и Bo 11, находятся в объеме туманности и составляют единый комплекс. Среднее расстояние комплекса, определенное по 27 звездам—членам скоплений и 14 другим звездам, также находящимся внутри туманности, равно около $2200 \pm$

450 пк. Очевидно, что таково же и расстояние самой туманности Carina.

17 из наблюдавшихся на небе в области туманности Carina звезд, для которых были определены расстояния, находятся вне пределов туманности. Три из них находятся ближе туманности. Четырнадцать звезд находятся дальше и наблюдаются сквозь туманность.

Показано, что закон межзвездного поглощения в области туманности Carina отличается от нормального. Если в случае нормального закона межзвездного поглощения коэффициент R_{1640} , определяемый с помощью графика переменной экстинкции, равен 1.75, то в случае звезд, находящихся в туманности Carina, этот коэффициент равен 2.14. Значение R_V , определенное по звездам, находящимся по данным „Глазара„ внутри туманности, оказывается равным 4.0. При нормальном же законе межзвездного поглощения R_V в среднем по небу равно 3.0 + 3.3.

В пространстве до туманности Carina межзвездная пыль вводит поглощение в 1^m5-2^m на λ 1640 А. Поглощение меньше на южном краю туманности.

В самой туманности пыль распределена в конусообразных объемах, вершины которых расположены в центральной области туманности. Это своеобразное распределение пыли обуславливает видимое распределение наблюдаемых на небе в пределах туманности OB звезд, находящихся в самой туманности и расположенных дальше нее.

Высказано предположение, что такое специфическое распределение пылевой материи в туманности может быть в результате взрывного процесса. Такое представление находится в соответствии с моделью Амбарцумяна [34] об образовании звездных ассоциаций.

Бюраканская астрофизическая обсерватория

Женевская обсерватория

OB STAR COMPLEX IN THE CARINA NEBULA

H. M. TOVMASSIAN, R. KH. HOVHANNESIAN, R. A. EPREMIAN
D. HUGUENIN

Twenty nine OB stars belonging to star clusters Tr 16, Tr 14, Cr 228, Cr 232, Bo 11 and Tr 15 are detected by observations with the space telescope Glazar. It is shown that all these clusters, except the last two compose a single complex at a mean distance of 2200 pc and that out of these clusters there are 19 more OB stars at the same distance. It is shown that the interstellar absorption law is abnormal within the Carina nebulae. R_{1640} equals to 2.14 here instead of 1.75 in the

case of normal absorption law. It is shown that the division of the single star complex to separate clusters and also the division of the nebulae itself to separate parts is due to the presence of a large amount of dust within the nebulae, which is concentrated mainly in four volumes of conical form with apexes in the central region of the nebulae. It is suggested that absorbing clouds may have such appearance in the case of their origin by an explosive event.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Feinstein, H. G. Marraco, J. C. Muzzio, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* 12, 331, 1973.
2. N. R. Walborn, *Astrophys. J.*, 179, 517, 1973.
3. A. F. J. Moffat, N. Vogt, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 20, 125, 1975.
4. A. Feinstein, H. G. Marraco, J. C. Forte, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 24, 389, 1976.
5. W. Herbst, *Astrophys. J.*, 208, 923, 1976.
6. R. M. Humphreys, *Astrophys. J., Suppl. Ser.*, 38, 309, 1978.
7. J. C. Forte, *Astron. J.*, 83, 1197, 1978.
8. P. S. The, R. Bakker, A. Antalova, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 41, 93, 1980.
9. D. G. Turner, A. F. J. Moffat, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 192, 283, 1980.
10. A. Feinstein, M. P. FitzGerald, A. F. J. Moffat, *Astron. J.*, 85, 708, 1980.
11. D. G. Turner, G. R. Grievs, W. Herbst, W. E. Harris, *Astron. J.*, 85, 1193, 1980.
12. M. Tapla, M. Roth, H. Marraco, M. T. Rutz, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 232, 661, 1988.
13. D. Sher, *Quart. J. RAS.*, 6, 299, 1965.
14. К. У. Аллен, *Астрофизические величины*, Мир, М., 1977, стр. 376.
15. Г. М. Товмасын, Ю. М. Ходжоянц, М. Н. Крмоян, А. Л. Кашин, А. Э. Захарян, Р. Х. Оганесян, М. А. Мкртчян, Г. Г. Товмасын, Д. Ююнен, В. В. Бутов, Ю. В. Романенко, А. И. Лавейкин, А. П. Александров, *Письма в Астрон. ж.*, 14, 289, 1988.
16. Г. М. Товмасын, Р. Х. Оганесян, Р. А. Епремян, Д. Ююнен, А. А. Волков, С. К. Крикалов, *Астрофизика*, 35, 167, 1991.
17. Г. М. Товмасын, Р. Х. Оганесян, Р. А. Епремян, Д. Ююнен, А. С. Викторенко, А. А. Серебров, *Астрон. ж.*, 68, 942, 1991.
18. Г. М. Товмасын, Р. Х. Оганесян, Р. А. Епремян, Д. Ююнен, *Астрофизика*, 33, 229, 1991.
19. H. M. Tovmassian, R. A. Epremtan, R. Kh. Nouhannessian, D. Huguenin, Yu. M. Khojayants, M. N. Krmoyan, A. L. Kashtn, S. I. Serova, A. P. Alexandrov, Yu. V. Romanenko, *Astrophys. Space Sci.*, 1991 (в печати).
20. H. M. Tovmassian, R. Kh. Nouhannessian, R. A. Epremtan, D. Huguenin, *Astron. Astrophys.*, 1991 (в печати).
21. Г. М. Товмасын, Р. Х. Оганесян, Р. А. Епремян, Д. Ююнен, *Астрофизика*, 34, 301, 1991.

22. *H. L. Johnson, W. W. Morgan*, *Astrophys. J.*, 122, 142, 1955.
23. *D. M. Gottlieb*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 38, 287, 1978.
24. *N. R. Walborn*, *Astron. J.*, 77, 315, 1972.
25. *P. S. Conti, C. D. Garman, C. de Loore, D. Vanderveen*, *Astrophys. J.*, 274, 302, 1983.
26. *L. Balona, D. Crampton*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 166, 203, 1974.
27. *P. S. Conti, A. B. Underhill*, *O-stars and W-R stars*, NASA, 1983.
28. *D. J. Carnochan*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 201, 1139, 1982.
29. *G. I. Thompson, K. Nandy, C. Jamar, A. Monfils, L. Houziaux, D. J. Carnochan, R. Wilson*, *Catalogue of Stellar Ultraviolet Fluxes*, The Science Research Council, 1978.
30. *L. O. Loden, K. Loden, B. Nordstrom, A. Sundeman*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 23, 283, 1976.
31. *H. R. Dickel*, *Astron. and Astrophys.*, 31, 11, 1974.
32. *Г. М. Товмасын, Р. Х. Оганесян, Р. А. Епремян, Д. Юсепян*, *Астрофизика*, 36, № 2, 1993.
33. *H. R. Dickel, J. V. Wall*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 20, 125, 1975.
34. *Б. А. Амбарцумян*, *Астрофизика и эволюция звезд*, Изд. АН. Арм. ССР, Ереван, 1947.