

Г. А. Гурздяв

Звездные ассоциации Ориона и Единорога

(Представлено В. А. Амбарцумяном 9 XI 1948)

§ 1. *Введение.* В последнее время В. А. Амбарцумян обратил внимание на существование нового вида звездных систем, названных им *звездными ассоциациями* (¹). Дело в том, что вокруг некоторых скоплений существуют группы горячих звезд, которые являются ассоциациями слабо связанных между собой отдельных членов. Звездные скопления являются ядрами этих ассоциаций. Иногда мы встречаем рассеянные группы однотипных звезд (например, типа Т Тельца), которые также называются звездными ассоциациями, но, повидимому, не имеют ядер в виде звездных скоплений. Ассоциации динамически неустойчивы и должны распасться за несколько десятков миллионов лет. С другой стороны, образование звездных ассоциаций и скоплений не могло произойти путем объединения ранее независимых друг от друга звезд (¹). Отсюда следует, что члены ассоциаций так же молоды, как сами ассоциации; они формируются в процессе возникновения ассоциации. Поскольку средний возраст звезд Галактики измеряется по крайней мере несколькими миллиардами лет (²), то этим доказывается, что образование всех звезд не произошло одновременно. Это обстоятельство дает возможность, изучая звезды в ассоциациях, составить представление о состояниях звезд в период непосредственно после их образования.

Круг задач, которые можно решать с помощью изучения звездных ассоциаций, весьма широк. В настоящей статье мы попытаемся поставить некоторые такие задачи на одном частном примере. Именно, мы подвергли изучению известную группу звезд типов О и В в созвездиях Ориона и Единорога. Основным вопросом при этом является — образуют ли указанные звезды ассоциацию или несколько ассоциаций.

§ 2. *Видимое и пространственное распределение звезд.* Как известно, открытое звездное скопление Трапеции находится почти в центре большой туманности Ориона (NGC 1976). Экваториальные координаты его: $\alpha = 5^{\text{h}} 20^{\text{m}}$, $\delta = -5^{\circ} 27'$. Галактические координаты: $l = 176^{\circ}$, $b = -19^{\circ},5$. Расстояние туманности Ориона, или — что тоже самое, скопления Трапеции, определено многими исследователями раз-

личными методами. Повидимому ее параллакс близок к определению Тремплера— $\pi=0''.0026$ (^{3,4}). Диаметр скопления Трапеции по Тремплеру равен $15'$ или 1.2 парсек. Число звезд быстро убывает с расстоянием от центра; в круге с радиусом в $1'$ — 42 звезды, в $2'$ — 62 звезды до 15^m . Необходимо иметь в виду, что скопление Трапеции находится за туманностью Ориона, которая производит поглощение.

В центре этого скопления находятся известные четыре звезды Трапеции: θ^1 Ori A, θ^1 Ori B, θ^1 Ori C и θ^1 Ori D. Все они являются спектрально двойными звездами.

Освещение туманности Ориона обусловлено, в основном, этими четырьмя звездами. Но вопреки правилу, согласно которому диффузные туманности и освещающие их звезды не имеют между собою никакой генетической связи (^{5,6}). Струве и Титус считают вероятным, что в данном случае эти звезды и туманность являются физически связанной системой (⁷). Исходя из этого, они объясняют различие в радиальных скоростях этих четырех звезд (равная в среднем $+33$ км/сек) и туманности [равная по Морру $+17,5$ км/сек (⁸)] гравитационным красным смещениям звезд Трапеции. Отсюда делается вывод, что эти звезды, вероятно, очень массивны.

Близ скопления Трапеции, приблизительно на 2° северо-западнее от него, находится открытое скопление NGC 1981. Экваториальные координаты его: $\alpha=5^h 30^m.2$, $\delta=-4^\circ 30'$; галактические координаты: $l=175^\circ.7$, $b=-17^\circ.5$. Это скопление находится вне туманности Ориона и, следовательно, свободно от избирательного поглощения туманности. Видимый диаметр по Тремплеру равен $25'$, число звезд— 13 , тип II 3 р. Расстояние скопления равно 490 парсек (⁹).

Открытое звездное скопление NGC 2264 находится в созвездии Единорога (Monoceros), близ Ориона. Экваториальные координаты его: $\alpha=6^h 35^m.5$, $\delta=+9^\circ 59'$, галактические координаты: $l=170^\circ.6$, $b=+3^\circ 7'$. Видимый диаметр, по Шапли, равен $30'$, число звезд— 30 (¹⁰). Тремплер оценивает расстояние этого скопления в 450 парсек (⁹) (оценка, данная Шапли, очень неуверенная). В скопление входят известная переменная звезда S Единорога, а также несколько двойных звезд.

Вокруг скопления Трапеции, NGC 1981 и NGC 2264, на огромных расстояниях разбросаны много ярких звезд ранних спектральных типов. Для того, чтобы выяснить вопрос, связаны эти звезды с системами Трапеция—NGC 1981 и NGC 2264, или же они являются звездами фона, рассмотрим их видимое распределение на небесной сфере. Если вокруг скопления Трапеция—NGC 1981 и NGC 2264 будет обнаруживаться хотя бы некоторая концентрация звезд, то это будет свидетельствовать о существовании звездной ассоциации.

Поскольку фон неба с точки зрения межзвездного поглощения и звездных плотностей не равномерный, для уверенности в обнаружении звездной ассоциации, необходима настолько сильная концентра-

ция звезд, чтобы никакие непредвиденные факторы не могли бы внести существенные изменения в наши заключения.

Для этой цели мы взяли площадку с границами $\alpha = 3^h$ до $\alpha = 8^h$ и $\delta = +20^\circ$ до $\delta = -20^\circ$. На этой площадке, занимающей 3000 квадр. град., мы взяли все звезды ранних спектральных типов (до типа B_7), входящих в каталог колор-индексов Стеббинса, Гуфера и Уитфорда⁽¹¹⁾. Для звезд этого каталога известно межзвездное поглощение. Это дает нам возможность исследовать также распределение звезд по расстояниям. Несмотря на то, что последние определяются недостаточно точно, это может дать некоторые дополнительные результаты.

Из упомянутого каталога, в указанных интервалах координат, мы выбрали 207 звезд спектрального типа $O_6 - B_7$ (звезды, ранее O_6 , не встречаются). Расположение этих звезд на небесной сфере приведено на рис. 1, где по осям нанесены прямые восхождения и склонения звезд.



Рис. 1.

Даже беглый взгляд на этот рисунок указывает на явную концентрацию звезд в некоторых частях области. Для более наглядной иллюстрации, мы построили кривые распределения звезд по α и по δ . Эти кривые приведены на рис. 2 и 3, где по оси абсцисс обозначены координаты (прямое восхождение—на рис. 2 и склонение—на рис. 3), а по оси ординат—число звезд.

Из этих кривых видно, что в данном случае мы имеем дело с такой концентрацией звезд в двух частях исследуемой области, которая не может быть делом случая.

Падение звездной плотности от центра до краев рассматриваемой области так велико, что оно не может быть объяснено также локальным межзвездным поглощением.

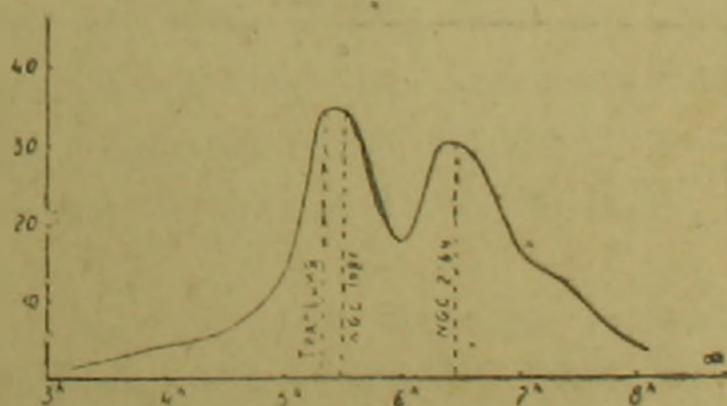


Рис. 2.

Для выяснения наличия влияния

межзвездного поглощения, спроектируем все звезды на плоскость, перпендикулярную к плоскости Галактики, т. е. нанесем на прямоугольную координатную систему x, z . Для этого воспользовавшись модулями расстояния для каждой звезды отдельно, исправленными на межзвездное поглощение⁽¹¹⁾, мы по формуле

$$\log r = 0.2 (m_0 - M) + 1$$

определили их расстояние, а затем

$$x = r \cos b \cdot \cos (l - l_c)$$

$$z = r \sin b,$$

где l_c — галактическая долгота центра площади.

Среди рассмотренных звезд встречаются и такие, которые находятся на больших расстояниях (до 2500 парсек и более). Мы их отбросили, ограничившись звездами, расстояния которых не выше 1000 парсек (рис. 4).

На рисунке 4 обращают на себя внимание следующие обстоятельства:

1. Несмотря на многочисленные ошибки в определении расстояний звезд (ошибка в оценке видимой и абсолютной величин, спектрального типа, поглощения и т. п.) в распределении ярких звезд по расстояниям обнаруживается такое же сгущение, как и в видимом распределении (рис. 1). Это также свидетельствует о существовании реального сгущения звезд в пространстве.

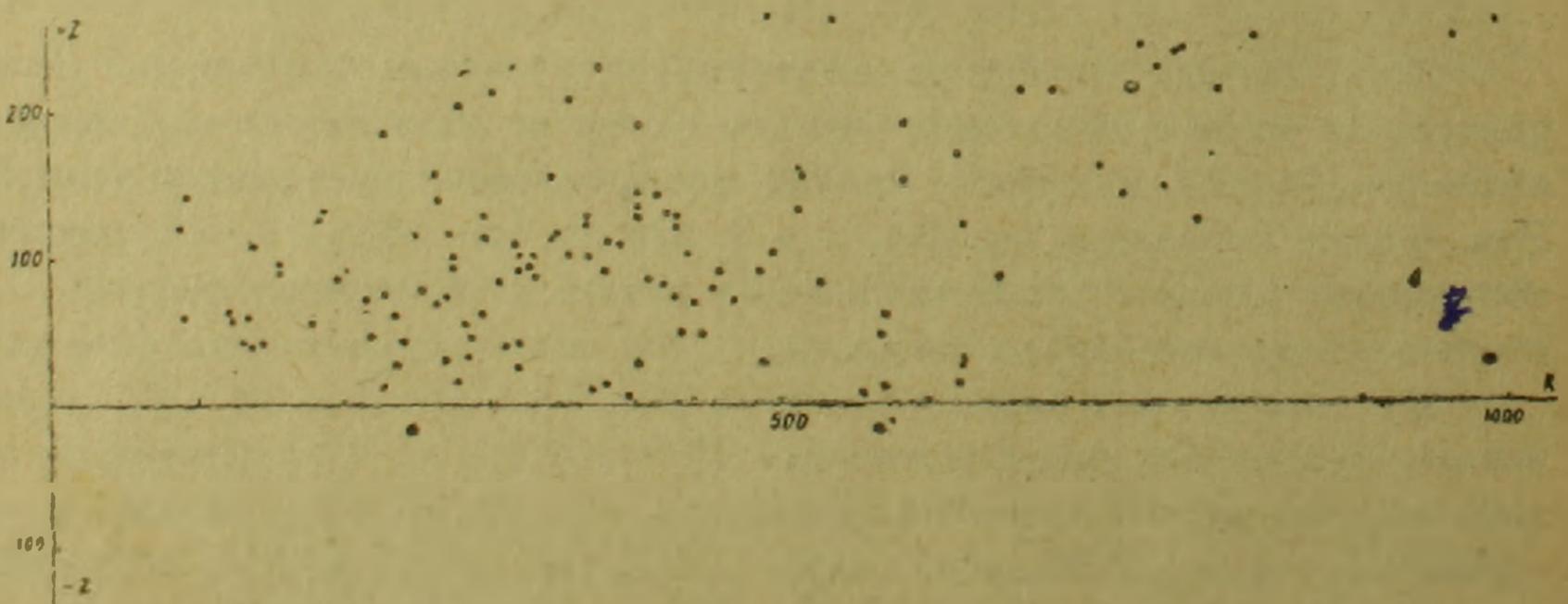


Рис. 4.

2. Как видно из рис. 4, хотя и встречаются звезды, находящиеся около галактической плоскости, но их основная масса распределена выше этой плоскости. Кроме того, выбранная нами группа звезд рас-

положена слоем, почти параллельным галактической плоскости. Это делает невероятным систематическое изменение в поглощении.

Как очевидно из рис. 1 и 2, имеются две концентрации звезд: одна вокруг скопления Трапеции и NGC 1981, другая вокруг NGC 2264. Назовем первую группу ассоциацией Ориона, вторую — ассоциацией Единорога. Таким образом ассоциация Ориона обладает, повидимому, двумя ядрами, являющимися звездными скоплениями (в § 3 увидим, что расстояние этих трех объектов — скопления Трапеции, NGC 1981 и ассоциации Ориона, одного порядка). На рис. 1 через I обозначено скопление Трапеции, II — NGC 1981, III — NGC 2264.

Следует обратить внимание на то, что скопление Трапеции расположено несколько в стороне от центра ассоциации. Кроме того, непосредственно вблизи Трапеции яркие звезды не обнаруживаются. Это вызывает сомнения в принадлежности скопления Трапеции к системе ассоциации. Но, возможно, что асимметричное расположение Трапеции вызвано поглощающим действием туманности Ориона.

Небезынтересно рассмотреть распределение звезд в проекции на направление соединяющее скопление Трапеции и NGC 2264. Кривая распределения приведена на рис. 5. Там же указаны места трех скоплений. Эта кривая вновь демонстрирует наличие по крайней мере двух ассоциаций в рассматриваемой области.

§ 3. Распределение модулей

расстояний. В низких галактических широтах и при условии, что звезды распределены равномерно, закон распределения модулей расстояний звезд должен представлять из себя плавно возрастающую кривую. Если эта кривая, начиная с некоторого значения модуля расстояния, испытывает внезапный скачок вниз, то это свидетельствует о существовании некоторого сгущения

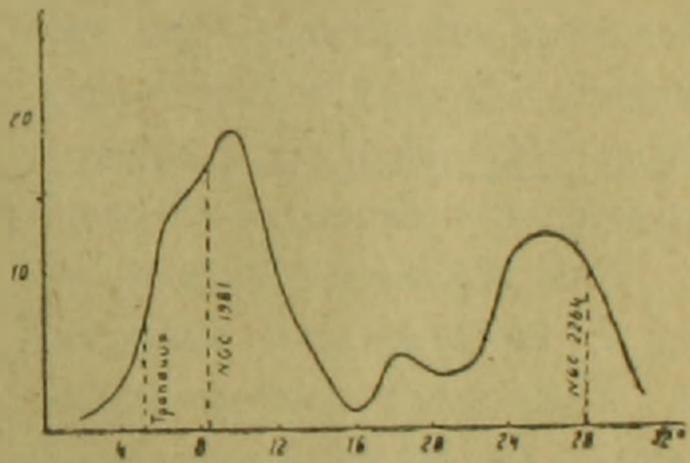


Рис. 5.

звезд, причем модуль расстояния этого сгущения примерно равен модулю, соответствующему максимуму кривой распределения. Этот метод давно применяется для определения расстояния открытых скоплений.

Можно построить аналогичную кривую и для звезд в окрестностях скоплений Трапеции и NGC 1981 и NGC 2264, так как модули расстояния, исправленные за межзвездное поглощение, нам известны⁽¹¹⁾. На рис. 6 и 7 приведены эти кривые распределения модулей расстояний для звезд в окрестностях Трапеции и NGC 1981 и NGC 2264 отдельно.

Из этих кривых видно, что в обоих случаях звезды с модулем расстояний порядка 8^m явно преобладают. Это значит, что на расстояниях, соответствующих этому значению модуля, звездная плотность испытывает сильное увеличение. Однако, концентрация звезд в данном

случае имеет место в огромном объеме пространства, характерном для звездной ассоциации.

Таким образом, как видимое распределение звезд (§ 2), так и кривая распределения модулей расстояний этих звезд, указывает на то,

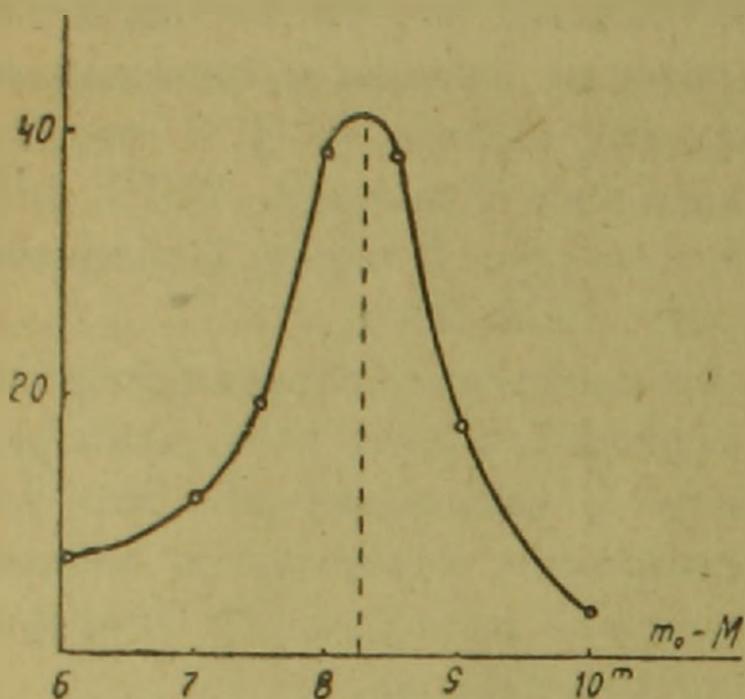


Рис. 6.

что вокруг скопления Трапеции и NGC 1981 с одной стороны и NGC 2264—с другой, существуют звездные ассоциации из звезд ранних спектральных типов ($O_6 - B_7$).

Для ассоциации Ориона — соответствующий модуль расстояния равен $8^m.20$. Этому соответствует расстояние в 440 парсек. Учитывая дисперсию абсолютных величин порядка $\pm 0.35^m$ (12,13), получим, что центр ассоциации Ориона, а следовательно и скопление Трапеции, находятся на расстоянии от 380 до

510 парсек. Примем, как наиболее вероятное расстояние, значение, равное 450 парсек. Эта оценка близка⁽³⁾ к значению расстояния скопления Трапеции, а также туманности Ориона. С другой стороны, расстояние скопления NGC 1981 равно 490 парсек. Таким образом, представляется вероятным, что туманность Ориона и скопления и NGC 1981 находятся внутри ассоциации в качестве ее ядер.

Аналогичным образом, из рис. 7 найдем — для ассоциации Единорога — оптимальный модуль расстояний, равный $8^m.40$. Этому соответствует расстояние центра ассоциации, равное 480 парсек. Расстояние же скопления NGC 2264, как видели выше, равно 450 парсек. Поэтому, весьма вероятно, что скопление NGC

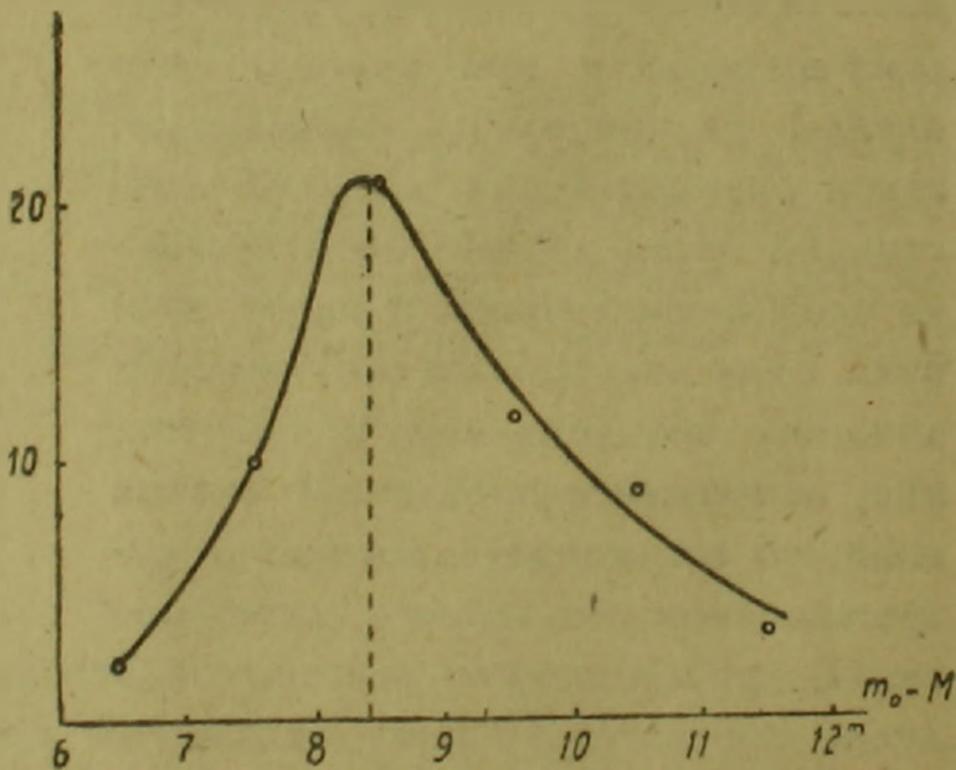


Рис. 7.

2264 находится внутри ассоциации Единорога, в качестве ее ядра.

Обращает на себя внимание и то, что обе эти ассоциации находятся на почти одинаковом расстоянии.

§ 4. *Размеры ассоциаций.* На рис. 1 пунктирными линиями начерчены приблизительные границы ассоциаций Ориона и Единорога. Обе они вытянуты по галактической долготе (галактический экватор на рис. 1 проходит под углом приблизительно 45° к горизонтальной линии). Имеем следующие приблизительные размеры ассоциаций: для Ориона — $15^\circ \times 10^\circ$, для Единорога — $12^\circ \times 8^\circ$. Если принять средний па-

раллакс ассоциаций равным $0''.0022$, то это означает, что размеры в парсеках будут: для Ориона— 120×80 парсек, для Единорога— 75×65 . Во всяком случае линейные размеры ассоциаций больше 50 парсек.

§ 5. *Подсистемы звезд разных типов в ассоциациях.* Нами изучено распределение членов ассоциаций по небу в зависимости от спектральных подразделений. Мы разделили все звезды в ассоциациях Ориона и Единорога на следующие четыре группы: O_6-V_0 , V_1-V_2 , V_3-V_4 и V_5-V_7 . Получаем, таким образом, четыре распределения. Лучше всего рассмотреть распределение в проекции на линию, соединяющую Трапецию с NGC 2264. Результаты, в виде графиков, приведены на рис. 8, где по оси абсцисс обозначены расстояния в градусах, а по оси ординат—проценты.

Эти графики показывают, что звезды ранних типов обнаруживают тенденцию сгущаться в центральных частях ассоциаций, а звезды поздних подтипов расположены также на перифериях. Изменение размеров подсистемы, состоящей из данного типа звезд, происходит параллельно с изменением спектрального типа. Для более наглядной иллюстрации этой закономерности, на рис. 9 приведены кривые зависимости диаметров ассоциаций Ориона и Единорога от спектрального типа звезд. При этом диаметр системы, состоящей из звезд типа O_6-V_0 в обоих случаях приняты равными единице.

Аналогичное явление наблюдается и при проектировании на другие направления.

§ 6. *Объяснение зависимости между спектральным типом и диаметром локальной системы.* Могут быть два объяснения зависимости между спектральным типом звезд и диаметром соответствующей подсистемы.

1. Если пекулярные скорости, т. е. скорости вылета звезд из ядра, в котором они образовались, для всех спектральных типов одинаковы, а ускорениями при движении вне ядра можно пренебречь, то рис. 9 будет указывать нам последовательность образования звезд. Так, например, в этом случае следует считать, что звезды типа V_5-V_7 образовались раньше, чем звезды V_3-V_4 .

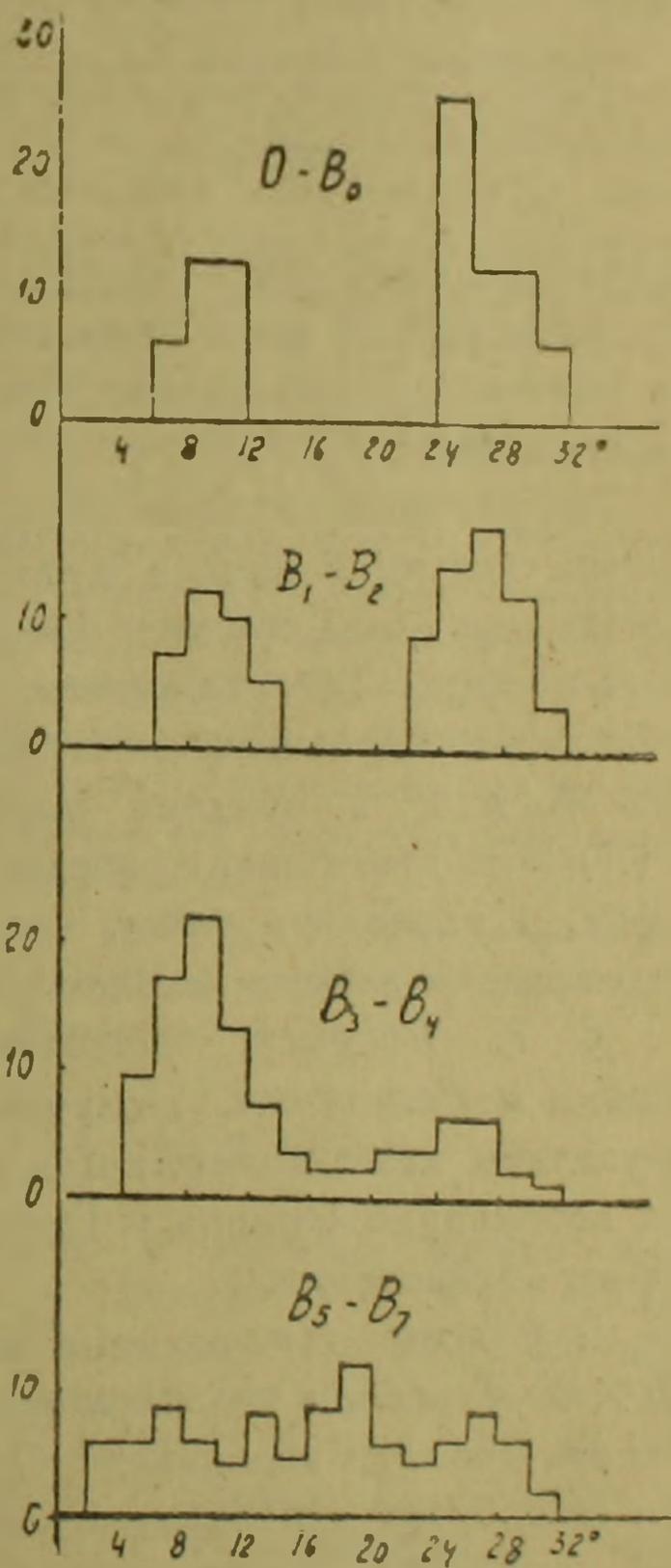


Рис. 8.

Следовательно, звезды $O_6 - B_0$ являются самыми молодыми в рассматриваемой ассоциации.

2. Если все звезды образовались практически одновременно, то обнаруженная зависимость может быть объяснена различием пекулярных

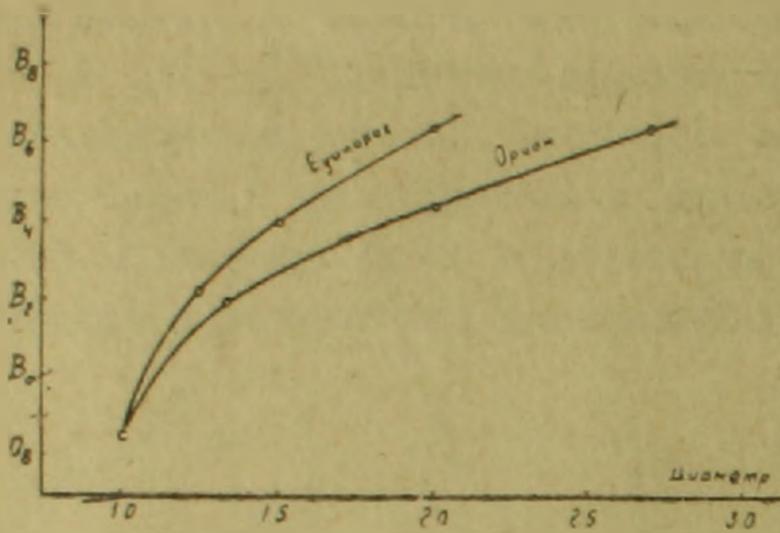


Рис. 9.

скоростей звезд различного спектрального типа. Известно, что звезды поздних спектральных типов обладают сравнительно большими пекулярными скоростями, чем звезды ранних спектральных типов. Качественно кривая на рис. 9 согласуется с этим; при переходе к более поздним типам возрастает диаметр системы, который должен быть пропорционален средней пекулярной скорости. В таком предположении на основании рис. 9 мы можем составить представление об относительных значениях необходимых пекулярных скоростей. Эти значения приведены в табл. 1.

Полученные отношения пекулярных скоростей близки к данным о движениях звезд соответствующих типов вообще. Так, например, отношение пекулярных скоростей звезд типа А и В в среднем порядка 1,7⁽¹⁴⁾, хотя отношения приведенных в табл. 1 несколько выше, чем наблюдаемые в действительности.

§ 7. *Возраст ассоциаций Ориона и Единорога.* Полученные результаты дают возможность оценить приблизительный возраст звездных ассоциаций Ориона и Единорога, т. е. промежуток времени со дня их образования.

В § 4 мы для размера ассоциации Ориона получили значение 120×80 парсек, а для Единорога 75×65 . Можно круглыми цифрами принять диаметр ассоциации Ориона равным 100, а Единорога—70 парсек. Это будет одновременно диаметр системы $B_6 - B_7$ (см. предыдущий параграф). Приняв среднюю пекулярную скорость звезд типа $B_6 - B_7$ равная 10 км/сек , получим продолжительность расширения системы $B_6 - B_7$, и следовательно, возраст ассоциации Ориона, порядка 5 миллионов лет и Единорога—3,5 миллиона лет.

Бюраканская Астрофизическая Обсерватория
Академии Наук Армянской ССР
Ереван, 1948, октябрь.

Таблица 1

Спект. тип.	Пекулярная скорость	
	Орион	Единорог
$O_6 - B_0$	1	1
$B_1 - B_2$	1,30	1,25
$B_3 - B_4$	2,00	1,50
$B_6 - B_7$	2,70	2,00

Օրիոնի եւ Միեղջյուրի աստղային ասոցիացիաները

Ներկա աշխատութեան մեջ ցույց է տրված, որ Օրիոնի և Միեղջյուրի համաստեղութիւններում կան աստղային ասոցիացիաներ, որոնք բաղկացած են O և B տիպի հսկաներից: Աստղային ասոցիացիաները, ըստ Վ. Հ. Համբարձումյանի, իրենցից ներկայացնում են այնպիսի աստղային սիստեմներ, որոնք ունեն շատ ավելի փոքր աստղային խտութիւն, քան Գալակտիկայի տվյալ կետի ընդհանուր դաշտի խտութիւնն է, բայց որոնք բաղկացած են միայն որոշակի ֆիզիկական տիպի աստղերից, օրինակ, T ծուլի, Վոլֆա-Ռայե, O և B տիպի աստղերից և այլն: Վերջին տիպին պատկանող ասոցիացիաները հաճախ իրենց կենտրոնում ունենում են կորիզ, որն իրենից ներկայացնում է բաց աստղակույտ: Վերոհիշյալ Օրիոնի և Միեղջյուրի ասոցիացիաները պատկանում են հենց այս տիպին. նրանց մեջ մտնող աստղերը, թվով 200, O₃-O₇ սպեկտրալ տիպի են: Բացի այդ, որպես կորիզ, Օրիոնի ասոցիացիայի մեջ են մտնում Տրասլեցիայի և NGC 1981, իսկ Միեղջյուրի մեջ՝ NGC 2264 բաց աստղակույտերը:

Նկատված է նաև մի հետաքրքիր օրինաչափութիւն՝ ասոցիացիաների մեջ մտնող աստղերի բաշխվածութեան նկատմամբ: Պարզվում է, որ ասոցիացիաների կենտրոնում կենտրոնացված են ամենից վաղ սպեկտրալ տիպին պատկանող աստղերը (O—B₀), որոնց շուրջը դասավորված են մնացած տիպի աստղերը: Այլ խոսքով՝ որոշակի կապ գոյութիւն ունի սպեկտրալ տիպի և տվյալ սպեկտրալ տիպի աստղերից բաղկացած Լեթաստեմի տրամագծի միջև: Այս հանգամանքը բացատրվում է տարբեր տիպի աստղերի սեփական (պեկուլյար) արագութիւնների միջև եղած տարբերութեամբ:

Վերջում որոշված են ասոցիացիաների հասակները. ստացված է Օրիոնի համար՝ 6, Միեղջյուրի համար՝ 3.5 միլիոն տարի:

Անհրաժեշտ է նշել, որ աստղային ասոցիացիաները, որոնց վրա առաջին անգամ ուշադրութիւն է դարձրել Վ. Հ. Համբարձումյանը, իրենցից ներկայացնում են բոլորովին նոր և առանձնահատուկ աստղային սիստեմներ: Նրանք դինամիկական տեսակետից շատ անկայուն են և ունեն շատ կարճ կյանք՝ մի քանի տասնյակ միլիոն տարի: Դա նշանակում է, որ ասոցիացիաների և, հետևաբար, աստղերի առաջացումը շարունակվում է նաև ներկայումս: Այս հանգամանքն ունի կոսմոգոնիական նշանակութիւն, որովհետև նա հնարավորութիւն է տալիս, ուսումնասիրելով ասոցիացիաների մեջ մտնող աստղերը, գաղափար կազմել աստղերի առաջացման սկզբնական էտապի մասին:

Այստեղից հետևում է, որ ասոցիացիաները հանդիսանում են շատ արգասաբեր օբեկտներ՝ աստղային աշխարհի վերաբերյալ մեր գիտելիքների հարստացման գործում և այդ իսկ պատճառով նրանց հետազոտումն աստիճանաբար ընթացում է:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. В. А. Амбарцумян. Эволюция звезд и Астрофизика, Ереван, 1948.
2. В. А. Амбарцумян. Астр. ж., 14, 207, 1937. 3. R. Trumpler. P. A. S. P., 43, 255, 1933. 4. R. Trumpler. Lick. Obs. Bull., 14, 159, 1930. 5. E. Hubble. Ap. J., 56, 400, 1922, 6. В. А. Амбарцумян и Ш. Горделадзе. Бюлл. Абастуманской Обсерв. 2, 37, 1938.
7. O. Struve a. J. Titus. Ap. J., 99, 84, 1944. 8. J. Moore. Pub. Lick. Obs. 18, 213, 1932. 9. R. Trumpler. Lick. Obs. Bull. 14, 420, 1930. 10. H. Shapley. Star clusters N. Y. 1930. 11. J. Stebbins, C. Huffer a. A. Whitford. Ap. J. 91, 20, 1940. 12. А. Шайн. Курс Астр. и зв. астр. 249, 1935. 13. R. Wilson A. J. 41, 169, 1932. 14. Б. Воронцов-Вельяминов. Новые звезды и галактические туманности, М.—Л., 1935.

