

ЗВЕЗДНЫЕ АССОЦИАЦИИ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЗВЕЗД*

Как известно, наша Галактика — звездная система, в которой мы живем,— состоит из десятков миллиардов звезд. Солнце со своей планетной семьей — один из членов Галактики. Все эти звезды совершают движение вокруг центра тяжести Галактики. Среди них часто встречаются двойные, тройные и многократные звезды, состоящие из тел одного порядка массы. Компоненты двойной звезды составляют звездную пару, которая, помимо общего движения вокруг центра Галактики, имеет еще движение обеих ее составляющих вокруг центра тяжести пары.

Еще более внушительную картину представляют собой звездные скопления, состоящие из большого числа звезд. Каждая из звезд, входящих в звездное скопление, совершает два движения — одно вокруг центра тяжести скопления, другое — вместе со скоплением вокруг общего центра Галактики. Звездные скопления являются, так сказать, коллективными членами Галактики.

Звездные скопления делятся на два типа — открытые звездные скопления и шарообразные. Первые являются менее плотными объектами в том смысле, что число звезд в них на единицу объема, занимаемого скоплением, относительно мало. Обычно они состоят из нескольких десятков, самое большее из нескольких сот членов. Открытые скопления обращаются вокруг центра Галактики по орбитам, близким к круговым, и при своем движении мало удаляются от плоскости симметрии Галактики. Состоят они главным образом из звезд относительно высокой светимости; карликов в их составе очень мало. Шарообразные звездные скопления резко отличаются от открытых скоплений. Каждое из них состоит из десятков тысяч, а возможно и из сотен тысяч звезд. Орбиты шаровых скоплений вокруг центра Галактики сильно отличаются от круговых. При своем движении по орбите они могут удаляться от плоскости симметрии Галактики на большие расстояния, иногда на тысячи парсек. Шарообразные звездные скопления весьма богаты звездами

* Изв. АН СССР, серия физическая, **14**, № 1, 15, 1950.

низкой светимости (карликами и, вероятно, субкарликами, открытие которых — результат исследований советского астронома П. П. Паренана) и вовсе не содержат горячих сверхгигантов.

Несмотря на столь большие различия между ними, скопления и того и другого типа всегда резко выделяются на фоне того галактического звездного поля, в которое они погружены, в виде сильных сгущений. На фотографиях неба они всегда выходят в виде весьма заметных «звездных куч» (рис. 1; см. вклейку к статье).

Всякое звездное скопление движется в общем поле притяжения Галактики. Это поле не однородно, поэтому звезды, находящиеся в разных частях скопления, получают различное ускорение. Это означает, что общее поле притяжения Галактики стремится растянуть и разрушить скопление. Такое воздействие со стороны всей Галактики на скопления похоже на приливное воздействие Солнца (или Луны) на жидкую оболочку Земли и может быть названо приливым воздействием. Если приливная сила превзойдет по величине силу притяжения между звездами скопления, скопление не сможет дальше сохраняться как целое, — оно немедленно начнет разрушаться. Легко подсчитать, при каких условиях приливные силы превзойдут внутренние силы притяжения между звездами скопления. Это будет тогда, когда средняя плотность скопления станет ниже некоторой критической плотности, которая по величине порядка средней плотности Галактики. Это означает, что для разрушения скопления необходимо, чтобы его плотность сделалась ниже плотности того общего галактического звездного поля, в котором оно движется.

Отсюда, казалось, следовал вывод, что такие скопления вообще не должны существовать. Кроме того, звезды такого скопления вследствие низкой его плотности по сравнению с окружающим фоном терялись бы среди этого фона. Такое скопление было бы трудно обнаружить на прямых снимках неба. До последнего времени вопрос о возможности существования системы с такой низкой плотностью и не ставился.

В 1947 г. мы обратили внимание на два факта, выяснившиеся из наблюдений.

Среди свыше десятка тысяч переменных звезд, известных в настоящее время астрономам, есть несколько десятков звезд, принадлежащих к типу Т Тельца. Звезды этого типа отличаются полной неправильностью в изменении блеска и обнаруживают в спектре яркие линии. Они принадлежат к числу карликов спектральных типов G—K—M. Оказалось, что звезды типа Т Тельца не разбросаны сколько-нибудь равномерно по небу, а расположены гнездами в определенных участках неба, диаметром каждый около десяти градусов. Среди звезд этого типа особенно выделяются две группы звезд: одна в Тельце — Возничем, другая

в Орле — Змееносце. Такое сосредоточение известных звезд типа Т Тельца в определенных областях неба не может быть объяснено условиями наблюдений. Оно указывает на существование в Галактике реальных группировок звезд этого типа.

Однако наличие таких группировок не может быть и результатом случайных флуктуаций в распределении звезд типа Т Тельца в галактическом пространстве. Следовательно, между членами каждой такой группы существует какая-то связь. Зная расстояние между звездами в этих группах, можно оценить диаметры и плотность групп. Эта плотность оказывается в сотни раз меньшей, чем плотность того галактического поля, в которое эта группа звезд погружена. Само собой разумеется, что на прямых снимках неба звезды, составляющие такие группы, совершенно теряются среди тысяч звезд фона. Поэтому такие группы нельзя причислять к обычным звездным скоплениям; им было дано наименование Т-ассоциаций. Было обнаружено затем, что наряду с переменными звездами типа Т Тельца, в тех же участках неба имеется по несколько десятков звезд-карликов тех же спектральных типов G—K—M с яркими линиями, однако не обнаруживающих заметного изменения блеска. Несомненно, что эти звезды связаны с остальными членами группы, так что их также можно считать членами Т-ассоциации. Но и с учетом этих членов средняя плотность ассоциации получается во много раз меньшей, чем плотность общего звездного поля, в котором она находится. Как мы видели, такая система звезд не может долго существовать в Галактике и в случае возникновения должна немедленно начать разрушаться. Между тем такие системы Т-ассоциаций мы наблюдаем. Остается допустить, что Т-ассоциации являются группами звезд, недавно возникших и в настоящее время расходящихся под влиянием приливных сил, исходящих от Галактики в целом.

Еще больший интерес представляют данные о рассеянных группах звезд спектральных типов O и B — горячих сверхгигантов.

Было известно уже раньше, что открытое скопление NGC 6231 в Скорпионе и двойное скопление η и ζ в Персее окружены каждое группой из двух-трех десятков сверхгигантов высокой температуры. Диаметр группы, окружающей двойное скопление η и ζ Персея, достигает в проекции 5 градусов дуги, что во много раз превосходит диаметр каждого из этих скоплений. Указанные два скопления образуют как бы два ядра в этой большой ассоциации звезд типов O и B. Линейный диаметр этой ассоциации порядка 170 парсек. Это — небольшой диаметр по сравнению с диаметрами других звездных скоплений, открытых и шарообразных. И в этом случае ассоциация представляет собой настолько разреженную группу звезд, что она никак не выделяется (за исключением, разумеется, ее ядер) на прямых фотографических снимках, на

которых видны все звезды, но представит собой заметное сгущение, если мы нанесем на карту только звезды типов О и В.

Правда, звезды типов О и В обладают самыми высокими абсолютными яркостями. Но на фотографиях мы их видим затерянными среди тысяч других звезд, обладающих низкой абсолютной яркостью, но находящихся на более близком расстоянии и по видимой звездной величине часто не уступающих членам ассоциации. Это привело к мысли, что если такого же рода ассоциации горячих сверхгигантов, или, как мы их назвали, О-ассоциации, имеются во внешних галактиках, то для земного наблюдателя они не будут теряться на общем звездном фоне этих галактик, так как, с одной стороны, фон этот состоит из абсолютно слабых звезд и, с другой стороны (поскольку все звезды любой внешней галактики практически одинаково удалены от нас), соотношения между видимыми яркостями этих звезд остаются такими же, как соотношения между их абсолютными яркостями, если пренебречь небольшими колебаниями в поглощении. Получается несколько парадоксальное положение, при котором ассоциации в своей Галактике обнаруживать труднее, чем в ближайших внешних галактиках.

Эти же соображения приводят также к выводу, что О-ассоциация вокруг h и χ Персея должна представляться наблюдателю, смотрящему из какой-либо внешней галактики, в виде гигантского звездного скопления диаметром в 170 *парсек*, ассоциация в Скорпионе — в виде скопления диаметром в 30—40 *парсек*. Заметим, что диаметры обычных открытых скоплений в Галактике редко превышают десять парсек и всегда меньше двадцати парсек.

Как раз в отношении одной из двух ближайших к нам внешних галактик — Большого Магелланова Облака — наблюдения показали, что, наряду с открытыми звездными скоплениями диаметром до 20 *парсек*, в ней существует небольшое число (около 15) гигантских скоплений диаметром более 30 *парсек*. В частности, широко известно гигантское скопление NGC 1910 в Большом Магеллановом Облаке, диаметр которого порядка 70 *парсек*. Это скопление состоит из горячих сверхгигантов. Между прочим в него входит звезда S Золотой Рыбки, обладающая наивысшей абсолютной яркостью из всех известных до настоящего времени звезд, принадлежащая к типу звезд Р Лебеда, отличающихся, в частности, тем, что из них происходит непрерывное и притом весьма мощное истечение вещества. Нет никаких сомнений, что скопление NGC 1910, так же как и другие гигантские скопления в Большом Магеллановом Облаке, не являются обычными «открытыми скоплениями», а являются О-ассоциациями, примеры которых мы видели и в нашей Галактике.

В других, более отдаленных галактиках неправильной формы, как и в поздних спиральных, мы также встречаем подобного рода образова-

ния. В частности, спиральные ветви галактик типа Sc состоят из отдельных сгущений, которые содержат голубые звезды высокой светимости, т. е. звезды типов O и B. В некоторых случаях спектр этих сгущений состоит из ярких линий, характерных для газовых туманностей. (Это — галактики, у которых спиральные ветви сильно развиты и ядро сравнительно мало). В этих случаях сгущение содержит большую диффузную газовую туманность. Но известно, что свечение больших диффузных туманностей вызывается обычно группами звезд O и B. Таким образом, в обоих случаях сгущения в ветвях поздних спиралей по существу являются звездными ассоциациями.

Кстати, возвращаясь к нашей Галактике, отметим, что в туманности Ориона и вокруг нее находится целая группа звезд типов O и B, расположенная от нас на расстоянии 450 *парсек* и составляющая O-ассоциацию. Интересно, что и в этой ассоциации, как и в других ассоциациях, состоящих из звезд высокой светимости, имеются ядра в виде открытых скоплений. В частности, несомненно, что открытое скопление, окружающее Трапецию Ориона, кратную звезду, часто привлекавшую к себе внимание астрономов, и наблюдаемое лишь на фотографиях через фильтры, не пропускающие излучения туманности, является ядром O-ассоциации в Орионе.

Исследования, произведенные на Бюраканской астрофизической обсерватории Академии наук Армянской ССР выявили в нашей Галактике двадцать O-ассоциаций, расположенных от нас на разных расстояниях. Некоторые из этих ассоциаций, помимо звезд, содержат газовые туманности. Таковы, например, ассоциации Единорога II, Стрельца I, Ориона, Киля. В других случаях хотя и можно обнаружить туманность, проектирующуюся на ту же область неба, что и O-ассоциация, однако связь этой туманности с ассоциацией еще требуется доказать.

Плотность O-ассоциаций, как уже говорилось выше, по порядку величины ниже плотности того галактического звездного поля, в которое они погружены. Поэтому они не могут быть стационарными образованиями. Они должны собой представлять только что образовавшиеся и теперь распадающиеся группы звезд. Легко показать, что образование ассоциации не могло быть следствием внезапного разрушения какой-либо стационарной системы, отдельных звезд или других тел, с механической точки зрения эквивалентных звездам.

Единственным возможным объяснением существования ассоциаций является предположение, что ее члены, т. е. входящие в нее звезды, сформировались в ней как динамические единицы. Принимая во внимание, что дифференциальное галактическое вращение должно разрушать ассоциацию, легко оценить верхнюю границу их возраста. Для обычных ассоциаций она получается порядка нескольких десятков миллионов

лет, что представляет собой весьма малую величину по сравнению с возрастом Галактики, который измеряется по меньшей мере миллиардами лет. Если же предположить, что, помимо приливной силы, существуют и другие силы, приводящие к расхождению звезд, например, если предположить, что звезды сформировались в какой-либо небольшой области пространства и потом были выброшены оттуда, то вместо 50—60 миллионов лет получаются возрасты порядка лишь 10—20 миллионов.

Мы приходим к выводу, что *звезды, составляющие как О-ассоциации, так и Т-ассоциации, чрезвычайно молоды.*

Но имеются и независимые доказательства крайней молодости звезд, входящих в О-ассоциации. Звезды типов О и В и Вольфа-Райе являются наиболее массивными из всех известных нам звезд. Их массы в десять, а иногда и в несколько десятков раз больше массы Солнца. С их поверхности происходит мощное истечение вещества. В случае, например, звезд типов Вольфа-Райе и Р Лебеда это истечение происходит непрерывно, в случае звезд типа В оно то усиливается, то ослабляется, в связи с чем у них то появляются, то исчезают яркие линии в спектрах.

Итак, звезды упомянутых типов имеют наибольшие среди всех звезд массы и вместе с тем интенсивно теряют эту массу. Ясно, что они не могли образоваться из звезд других типов, находящихся в других состояниях, а возникли из каких-то тел незвездной природы. Интенсивность выбрасывания вещества доказывает, что это возникновение звезды произошло совсем недавно.

Таким образом, не вызывает никаких сомнений, что звезды в ассоциациях сформировались очень недавно. Это приводит нас к фундаментальному выводу о том, что *формирование звезд продолжается в Галактике и в нашу эпоху.* Другой важный вывод заключается в том, что *возникновение звезд происходит группами, ассоциациями.*

Встает вопрос: достаточен ли механизм образования звезд через звездные ассоциации для объяснения происхождения всех звезд, населяющих Галактику? Хотя мы и не знаем пока подробности этого механизма, все же мы можем попытаться рассмотреть этот вопрос.

Для этого прежде всего следует принять во внимание результаты выполненного Б. В. Кукаркиным исследования строения Галактики. Согласно работе Б. В. Кукаркина, исследуя по отдельности распределение в Галактике звезд различных физических типов (например, звезд типа А или короткопериодических цефеид, или новых звезд), мы замечаем, что эти подсистемы имеют часто разную структуру, т. е. соответствующие типы звезд показывают разное распределение в пространстве и в пространстве скоростей. Однако можно выделить группы подсистем,

весьма похожие друг на друга по пространственному распределению звезд. Это, например, «плоские» подсистемы, т. е. подсистемы тех типов звезд, которые сосредоточены преимущественно вблизи плоскости симметрии Галактики (сильно сплюснены). Звезды типов О, В, А, долгопериодические цефеиды, красные сверхгиганты — все они составляют плоские подсистемы. Короткопериодические цефеиды и субкарлики, открытые П. П. Паренаго, составляют сферические подсистемы. Существуют и промежуточные подсистемы. Например, подсистемы карликов спектральных типов G и K и, может быть, M принадлежат к промежуточному типу.

Фазовое распределение каждой из подсистем стационарно. Это распределение должно подвергаться медленным изменениям в результате сближений звезд между собой, так как при сближениях значения интегралов движения (элементов галактических орбит) сближающихся звезд будут вообще меняться. Однако возраст звезд в Галактике мал по сравнению с временем релаксации. Поэтому влиянием сближений за время жизни звезд можно пренебречь. Следовательно, подсистемы не меняют со временем своего пространственного распределения: открытые системы не превращаются в сферические, и наоборот. Поэтому звезды, входящие, скажем, в какую-либо плоскую подсистему, не могут превращаться в звезды другого физического типа, составляющие, скажем, сферическую подсистему. Иными словами, звезды, принадлежащие к подсистемам разного типа, не могут являться разными этапами развития одинаковых объектов.

При изменении состояния звезды соответствующий этому состоянию тип подсистемы не меняется сколько-нибудь значительно.

В связи с этим обращает на себя внимание тот факт, что типам звезд, встречающимся в О-ассоциациях, всегда соответствуют плоские подсистемы, а тем типам, которые встречаются и, по-видимому, возникают в Т-ассоциациях, — промежуточные подсистемы.

Непосредственно возникает мысль, что все звездное «население» плоских подсистем образовалось в О-ассоциациях, а все «население» промежуточных подсистем — в Т-ассоциациях.

Это означает, что звезды, возникающие в Т-ассоциациях, должны уходить из них с большими скоростями (это приводит к относительно большой дисперсии скоростей в подсистемах звезд, возникающих в этих ассоциациях), а из О-ассоциаций звезды должны уходить с малыми скоростями.

Сделаем грубую прикидку. Если мы уже знаем в окрестностях Солнца (на расстояниях до 3 000 парсек) двадцать О-ассоциаций, то, вероятно, их общее число в Галактике порядка 10^3 . Если время жизни

ассоциаций принять порядка 10^7 лет, это означает, что в каждые 10^4 лет появляется одна О-ассоциация. За время жизни Галактики порядка 10^{10} лет должно было появиться и рассеяться 10^6 О-ассоциаций. Если полное число звезд, возникающих в каждой О-ассоциации, порядка нескольких сот или 10^3 , то получается, что за время жизни Галактики общее число звезд, возникших в О-ассоциациях, окажется порядка нескольких сот миллионов или одного миллиарда. Этого количества вполне достаточно для объяснения происхождения всего звездного населения плоских подсистем.

Такой же расчет для Т-ассоциаций делается еще менее уверенно. Заметим, что Т-ассоциаций в Галактике, вероятно, гораздо больше, чем О-ассоциаций. Мы знаем только две-три такие ассоциации лишь благодаря тому, что они состоят из слабых карликов и обнаружение их на больших расстояниях связано с трудностями. Учитывая эту небольшую дальность видимости Т-ассоциаций и производя соответствующие расчеты, мы приходим к выводу о том, что число звезд, возникших в них, должно быть на один порядок выше, чем число звезд, возникших в О-ассоциациях. Это дает возможность объяснения происхождения всех карликов, входящих в промежуточные подсистемы, кроме самых слабых (слабее абсолютной величины +11).

С другой стороны, совершенно очевидно, что звезды сферических подсистем не возникают в известных нам звездных ассоциациях. Вопрос об их возникновении требует отдельного рассмотрения.

В полном согласии с обнаружением двух основных типов звездных ассоциаций и представлением о возникновении звездного населения подсистем одинакового типа из ассоциаций одинакового типа находится результат последнего большого исследования П. П. Паренаго, согласно которому звезды всех плоских подсистем имеют почти одинаковые дисперсии скоростей и одинаковые другие статистико-кинематические характеристики. Это же справедливо и для различных промежуточных подсистем. Если мы будем рассматривать все статистико-кинематические параметры как функцию спектрального типа на главной последовательности, то, согласно Паренаго, эти функции терпят разрыв где-то в типах F—G, оставаясь постоянными до и после точки разрыва. Этот разрыв, очевидно, связан с переходом от звезд, возникших в О-ассоциациях, к звездам, возникшим в Т-ассоциациях.

Зарождаясь в ассоциациях, звезды не остаются после этого неизменными, а продолжают развиваться. Их состояние меняется. Об отдельных сторонах этих изменений говорят, например, следующие факты:

1) подавляющее большинство О-звезд (около 90%) входит в О-ассоциации (Г. А. Гурзадян). Это означает, что, пока О-звезды успевают уйти из ассоциации (за время порядка 10^7 лет), их спектральный

тип успеваает измениться. То же самое относится и к звездам типа Р Лебеда.

2) Долгопериодические цефеиды, также составляющие плоскую подсистему, никогда (или почти никогда) не входят в О-ассоциации. С другой стороны, надо полагать, что они, как члены плоской подсистемы, возникли в ассоциациях. Следовательно, долгопериодические цефеиды являются продуктом дальнейшего развития сверхгигантов, возникающих в звездных ассоциациях.

3) Так как желтые и красные гиганты и сверхгиганты образуют плоские подсистемы, то следует думать, что они образуются из объектов, возникающих в О-ассоциациях. Наличие красных сверхгигантов в ассоциации вокруг β и γ Персея доказывает, что, по крайней мере в некоторых случаях, превращение сформировавшейся звезды в сверхгигант низкой температуры происходит за весьма короткий промежуток времени. Это находится в полном согласии с представлениями В. В. Соболева о том, что красные сверхгиганты отличаются от звезд типов О и В лишь наличием протяженной дополнительной оболочки.

Приведенные выше соображения раскрывают, в известной степени, значение звездных ассоциаций с точки зрения космогонии. Они подчеркивают важность более подробного исследования этих образований. Как раз работы, выполненные за самое последнее время в Бюраканской астрофизической обсерватории, вскрыли ряд подробностей в строении ассоциаций, представляющих значительный интерес. Перехожу к этим фактам.

Как известно, большинство кратных систем таково, что они состоят из двух близких между собой компонентов и одного далекого. Расстояние между двумя близкими компонентами АВ очень мало по сравнению с расстояниями АС и ВС между ними и третьим компонентом. Такая система может быть названа *кратной системой обыкновенного типа*. Легко видеть, что все движения в такой системе носят приблизительно кеплеровский, периодический характер. Если мы возьмем четверную систему, то большинство из них представляет собой систему, в которой две тесные пары, находящиеся на большом расстоянии друг от друга, совершают движение вокруг общего центра тяжести, т. е. и в них расстояния между одними компонентами системы больше, чем между другими.

Но есть кратные системы и другого типа.

Мы видели выше, что в центре открытого скопления, являющегося ядром ассоциации в Орионе, находится кратная система Трапеции Ориона. Эта кратная система отличается от большинства других кратных систем тем, что в ней все расстояния между компонентами системы — величины одного порядка. Это обстоятельство накладывает определенный

характер на движения в этой системе. Поэтому для отличия таких систем от кратных систем обыкновенного типа мы ввели понятие о кратных системах типа Трапеции Ориона. Таким образом, если в кратной системе (тройной звезде, четверной и т. д.) можно выбрать три таких компонента А, В и С, все три расстояния между которыми — АВ, АС и ВС — величины одинакового порядка, то такую систему мы назовем *системой типа Трапеции Ориона*. Движения в таких системах не носят периодического характера. В результате обмена энергиями между компонентами такие системы будут распадаться, подобно тому как в результате обмена энергиями, происходящего при близких прохождении, распадается всякое звездное скопление.

Выделение класса кратных систем типа Трапеции Ориона оказалось весьма плодотворным для изучения звездных ассоциаций. Оказалось, что в О-ассоциациях имеется большое число таких систем, редко встречающихся вне звездных ассоциаций.

Изучение ассоциации в Лебеде, куда в качестве одного из членов входит сама звезда Р Лебедя, показало, что в этой ассоциации пять ядер — открытые скопления. Из них по крайней мере четыре скопления содержат в своем составе кратные системы типа Трапеции Ориона. Так, скопление NGC 6871 содержит две такие системы с числом компонентов более четырех в каждой, скопление IC 4996 содержит такую систему, состоящую из десяти компонентов. Кроме того, в этой ассоциации имеются изолированные системы типа Трапеции Ориона, не входящие ни в какие скопления. Интересно, что главные звезды каждой из этих систем принадлежат к типу О или В0.

Кратные системы типа Трапеции Ориона имеются и в других ассоциациях — в Единороге II, в Киле, в Кассиопее I, в Кассиопее II и т. д. Линейные размеры этих систем порядка десяти тысяч астрономических единиц.

Можно рассчитать время, необходимое для распада системы этого типа. Оно порядка трех миллионов лет, если система имеет отрицательную полную энергию, и порядка одного миллиона лет и меньше, если полная энергия системы положительна. Поэтому и в том и в другом случае кратные системы типа Трапеции Ориона являются одними из наиболее молодых объектов в ассоциации. Их присутствие полностью подтверждает наши представления о сущности звездных ассоциаций. Но оно дает еще больше. Оно показывает, что *и внутри ассоциаций звезды образуются не все вместе, а отдельными группами* — скоплениями, системами типа Трапеции Ориона. Наличие в какой-либо звездной ассоциации значительного числа кратных систем типа Трапеции Ориона является свидетельством того, что процесс образования звезд в ней либо продолжается, либо же только что прекратился. Можно, например, по-

лагать, что в ассоциации вокруг Р Лебеда он еще не прекратился. А это означает, что в этой ассоциации должны еще существовать тела, из которых возникают такие группы звезд. Эти тела были названы нами протозвездами.

Б. Е. Маркарян установил, что большинство открытых скоплений, являющихся ядрами О-ассоциаций, содержат кратные системы типа Трапеции Ориона и что последние составляют в этих случаях резко выделяющуюся деталь в строении этих скоплений.

В тех же случаях, когда звездное скопление, являющееся ядром О-ассоциации, не содержит кратной системы типа Трапеции Ориона, оно содержит обычно резко выраженные звездные цепочки.

Наиболее выдающимся примером такого рода скоплений является звездное скопление NGC 7510, представляющее собой ядро ассоциации Кассиопея II (рис. 2, см. вклейку к статье). Наиболее яркие звезды этого скопления образуют две параллельно идущие цепочки. Самая яркая из звезд этих цепочек принадлежит к спектральному типу О. Таковую же структуру из двух цепочек имеет одно из ядер ассоциации в Персее и одно из ядер ассоциации Кассиопея I. В последнем случае звезда, находящаяся в конце одной из двух цепочек, составляющих скопление, является кратной системой типа Трапеции Ориона.

Совершенно очевидно, что скопление, состоящее из двух цепочек, не может представлять собой стационарную систему звезд, движущихся в собственном поле притяжения скопления. Поэтому такая система не может долго находиться в этом состоянии. Такая структура скопления свидетельствует о его молодости.

В 1949 г. в Бюраканской обсерватории на рефлекторе Шмидта были получены снимки очень большого числа открытых звездных скоплений, в том числе тех скоплений, которые входят в состав звездных ассоциаций в качестве их ядер. Изучение этих снимков привело Б. Е. Маркаряна к следующим важным выводам.

Всякое звездное скопление, содержащее среди своих наиболее ярких звезд кратную систему типа Трапеции Ориона или цепочки, является ядром какой-либо ассоциации и, наоборот, всякое скопление, являющееся ядром О-ассоциации, содержит внутри себя кратную систему (или системы) типа Трапеции Ориона или цепочки.

Некоторое время нам казалось, что это правило имеет исключение. Именно на снимке скоплений β и γ Персея, полученном в 1948 г., не было заметно ни системы типа Трапеции Ориона, ни цепочек. Однако на снимке, полученном в 1949 г. с малой экспозицией и очень хорошей гидрировкой, прекрасно видно, что одно из этих скоплений содержит две системы типа Трапеции Ориона, а другое — цепочки (рис. 3, см. вклейку к статье). Таким образом система скопления β и γ Персея явилась

наилучшим доказательством справедливости приведенного выше правила Маркаряна.

Кроме того, Б. Е. Маркаряном установлено и другое правило: *если открытое скопление содержит звезды типа O или B0, оно является одновременно ядром некоторой O-ассоциации.*

Изучение звездных ассоциаций привело также Маркаряна к некоторым выводам, имеющим значение для теории развития открытых звездных скоплений вообще. Так, он обратил внимание на то, что подавляющее большинство открытых скоплений, являющихся ядрами ассоциаций, содержит сравнительно небольшое число звезд — порядка трех-четыре десятков. Наиболее яркие звезды в каждом из этих скоплений принадлежат к интервалу типов O — B1. Поскольку вне ассоциаций мы не наблюдаем скоплений, включающих звезды этих типов, остается принять, что за время, пока O-ассоциация рассеивается, звезды скопления успевают изменить свой спектральный тип или же что скопление также успевает рассеяться, так как других скоплений внутри ассоциации мы не наблюдаем.

Если справедливо первое, то мы должны наблюдать сейчас в Галактике очень большое число сравнительно бедных звездами скоплений без звезд типов O — B1, скоплений, являющихся результатом дальнейшего развития ядер ассоциаций. Мы знаем, что скоплений, в которых наиболее горячие звезды принадлежат к типам B5 ... A, действительно в 3—4 больше, чем таких, в которых наиболее горячие звезды принадлежат к типам O — B0 — B1 (ядра ассоциаций). Однако значительная доля скоплений со звездами типов B5 ... A является сравнительно богатыми звездами объектами: в них по нескольку сотен звезд. Следовательно, они не могут быть результатом развития ядер ассоциаций, почти всегда бедных звездами. Поэтому среди наблюдаемых скоплений, у которых наиболее яркие звезды принадлежат к типам B5... A, только сравнительно небольшое число бедных звездами скоплений могут быть бывшими ядрами ассоциаций. Поэтому число возможных «бывших» ядер не превосходит значительно число настоящих ядер. Это означает, что после распада ассоциаций ядра ассоциаций сами быстро распадаются, что, быть может, объясняется потерей массы членами ядра. Действительно, такая потеря массы должна приводить к расширению и, в конечном счете, к распаду скопления, если даже первоначальная полная энергия системы и была отрицательна.

В этой связи следует остановиться и на следующем вопросе: нет ли в Галактике таких ассоциаций, ядрами коих являются скопления, в которых наиболее горячие звезды принадлежат к типам B5... A (A-ассоциации)? По-видимому, такие ассоциации действительно существуют. Обнаружить их, однако, трудно, так как число звезд, принадлежащих к

поздним подразделениям типа В и к типу А, в общем галактическом поле очень велико и такие ассоциации не выделяются столь резко в проекции на небесную сферу. Имеется, однако, два случая, когда группировка звезд вокруг скопления упомянутого типа не вызывает у нас сомнений, т. е. мы имеем А-ассоциации. Одна из них — это звездная ассоциация вокруг М 11 в Щите.

В пользу того, что это А-ассоциация, говорит также один весьма важный факт, относящийся к скоплениям, не содержащим звезд ранних подразделений типа В, установленный В. Е. Маркаряном.

Оказывается, что некоторые из этих скоплений, содержащих звезды сравнительно поздних типов, расщеплены на две части таким образом, что между этими частями имеется коридор, не содержащий звезд.

Снимок одного из этих скоплений изображен на рис. 4 (см. вклейку к статье).

Такие системы не могут быть стационарными (установившимися) в том смысле, как это принято в статистической механике звездных систем. Они несомненно являются также сравнительно новыми образованиями. Очевидно, что расщепленность этих скоплений стоит в какой-то параллели с двухцепочной структурой ядер О-ассоциаций.

Таким образом, вновь подтверждается положение, высказанное нами еще в 1947 г., *что возникающие в Галактике звезды входят в диаграмму Рёсселя в разных частях главной последовательности этой диаграммы.*

Это положение подтверждается не только наличием в Галактике ассоциаций, но и таким важным фактом, как наличие в некоторых кратных системах типа Тrapeции Ориона компонентов, которые слабее главной звезды на несколько величин, и, следовательно, наверняка принадлежат к другому типу.

Возвращаясь к особенностям О-ассоциаций, мы должны отметить также то, что среди членов этих ассоциаций весьма значительный процент составляют спектрально-двойные звезды. Следовательно, вновь возникающие в О-ассоциациях звезды имеют большие вращательные моменты, что имеет, вероятно, большое космогоническое значение. Здесь мы подходим к комплексу важных вопросов, поднятых В. Г. Фесенковым, связанных с ролью ротационного фактора в жизни звезд и планетных систем.

Наконец, остается ответить на важные вопросы о том, каково то вещество, из которого формируются звезды, какова природа так называемых протозвезд?

Выше мы уже высказали предположение о том, что ассоциация в Лебедь, так же как и ассоциация Кассиопея II, содержит только что образовавшиеся группы звезд. Это предположение дает основание считать, что в этих ассоциациях могут существовать протозвезды, еще не

испытывавшие превращения в звездные группы. Если бы они были обнаружены, это продвинуло бы быстро вперед всю рассматриваемую проблему.

Следует обратить внимание на то, что в районах ассоциаций Кассиопея II и Р Лебеда расположены так называемые радиозвезды, т. е. практически точечные источники коротковолнового радиоизлучения. Трудно предполагать, что наблюдаемое радиоизлучение является первичным эффектом. Это скорее вторичное излучение, исходящее, возможно, от каких-то быстро летящих заряженных частиц, выделяемых телами, состояние которых сильно отличается от состояния обычных звезд. Не являются ли эти тела как раз протозвездами? На эти вопросы дадут ответ только дальнейшие исследования.

Но я боюсь вступить в такую область, где фактов сравнительно мало и начинается мир предположений. Существенно одно, что изучение звездных ассоциаций привело нас к открытию богатейшей совокупности новых фактов, имеющих самое тесное отношение к проблеме происхождения и развития звезд.

Все расширяющаяся работа наших строящихся и реконструируемых обсерваторий, несомненно, приведет к умножению этих сведений. Нам, советским астрофизикам, следует все шире разворачивать астрономические наблюдения такого характера, которые могут иметь решающее значение для разрешения космогонических проблем. С этой точки зрения особенно большое значение имеет вопрос об установке и использовании на наших обсерваториях крупных рефлекторов. Это приведет к новому гигантскому подъему наших советских астрофизических исследований, к разрешению проблем, имеющих огромное значение не только для астрофизики, но и для всей физики, для всего нашего материалистического мировоззрения.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
Академии наук Армянской ССР

Примечание. В 1952 году в Москве состоялось всесоюзное совещание по вопросам космогонии, на котором В. А. Амбарцумян сделал доклад «О происхождении и развитии звезд и звездных систем». В докладе отражены как работы В. А. Амбарцумяна, так и работы других астрофизиков. После доклада состоялись многочисленные выступления участников совещания. Доклад В. А. Амбарцумяна и все выступления опубликованы в «Трудах второго совещания по вопросам космогонии» (Изд-во АН СССР, Москва, 1953).