

---

---

ВЕСТНИК  
АКАДЕМИИ НАУК  
СССР

ГОД ИЗДАНИЯ ДВАДЦАТЬ ТРЕТИЙ

12

ДЕКАБРЬ 1953

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

---

---

---

Академик В. А. АМБАРЦУМЯН

## ПРОБЛЕМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗВЕЗД В СВЕТЕ НОВЫХ РАБОТ СОВЕТСКИХ АСТРОФИЗИКОВ \*

Проблема происхождения звезд является в настоящее время одной из центральных проблем не только астрофизики, но и всего естествознания. Ее разрешение тесно связано с изучением различных физических состояний вещества во Вселенной, с переходом его из одного состояния в другое, причем речь идет о более глубоких превращениях и изменениях состояния вещества, чем те, с какими наука имела дело до сих пор. Вследствие этого звездная космогония представляет выдающийся интерес как для физиков, так и для философов: она раскрывает глубину и многообразие процессов развития материи. Поэтому вопросы звездной космогонии привлекают пристальное внимание широких кругов, иногда стоящих весьма далеко от астрономии.

Не приходится говорить о том, что от звездной космогонии справедливо ждут помощи все занимающиеся трудными, но чрезвычайно важными вопросами космогонии солнечной системы, поскольку выяснение общих закономерностей происхождения и развития звезд дает возможность пролить свет на историю Солнца, центрального тела нашей солнечной системы, вместе с тем являющегося одной из многих миллиардов звезд Галактики.

В исследовании проблемы происхождения и развития звезд советская наука за последние годы достигла серьезных успехов, получивших признание не только в нашей стране, но и далеко за ее рубежами. Ведущая роль советских астрофизиков в изучении процессов происхождения и развития звезд ярко выявилась на дискуссии по эволюции звезд, состоявшейся на VIII Международном астрономическом конгрессе в Риме в сентябре 1952 года.

Современной астрофизикой накоплен колоссальный фактический материал о звездах и звездных системах самого различного типа, находящихся в разных стадиях развития. Этот материал, показывающий изумительное многообразие состояний звезд и звездных систем, послужил основой успехов звездной космогонии. За последние пять-шесть лет накопление наблюдательных данных о звездах и звездных системах продолжалось все ускоряющимися темпами.

Детальное изучение спектров ярких звезд привело к выводам о большом разнообразии в строении и составе звездных атмосфер. Вместе с тем установлено, что это многообразие зависит не от одного, а

---

\* Доклад на Общем собрании Академии наук СССР 23 октября 1953 года.

от многих эмпирических параметров, меняющихся в одних случаях непрерывно, в других — скачками, что сильно усложняет современную классификацию звездных спектров. Открыты новые типы переменных звезд, представляющие выдающийся интерес. Например, у недавно обнаруженного нового класса переменных звезд типа U V Кита гигантские взрывы, меняющие все строение звездной атмосферы, происходят буквально на протяжении нескольких минут.

Открыта целая вереница различных видов переменных звезд, связанных с диффузными туманностями.

В изучении диффузных туманностей произошел полный переворот, благодаря обширным исследованиям, выполненным в Крымской астрофизической обсерватории академиком Г. А. Шайном и старшим научным сотрудником В. Ф. Газе. Ими открыто огромное число новых диффузных туманностей. Разнообразие форм диффузных туманностей особенно наглядно показано в атласах: Г. А. Шайна и В. Ф. Газе (1952) и В. Г. Фесенкова (1953). Произведено определение массы ряда диффузных туманностей.

Не менее интересны разнообразные данные о поляризации общего излучения звезд, открытой В. А. Домбровским по наблюдениям в Бюраканской астрофизической обсерватории в 1948 году. Накопленный в настоящее время материал о степени и плоскости поляризации излучения большого числа звезд свидетельствует, что это явление преимущественно связано с процессами, происходящими в звезде, и лишь частично может быть отнесено к влиянию межзвездной среды. Наибольшая степень поляризации до сих пор наблюдалась у звезд-сверхгигантов, являющихся молодыми звездами.

Собран большой наблюдательный материал о многообразии состояний звездных скоплений и звездных ассоциаций.

Появился новый отдел радиоастрономии, посвященный изучению дискретных источников радиоизлучения, расположенных как в Галактике, так и вне ее. Для исследования этих дискретных источников были построены гигантские интерференционные радиотелескопы. Открытие монохроматического радиоизлучения Галактики с длиной волны 21 см сделало возможным подробное изучение распределения межзвездного водорода в самых отдаленных частях Галактики. Вопросы радиоастрономии все более смыкаются с проблемой космических лучей и межзвездных магнитных полей.

Наибольшие успехи в систематизации и истолковании наблюдательных данных современной астрофизики достигнуты советскими учеными, так как они подходят к пониманию явлений природы с материалистических позиций, исходя из идеи постоянного развития всех форм существования материи во Вселенной.

Особое внимание советских астрофизиков к выявлению и подробному изучению неустойчивых и неустановившихся состояний звезд, звездных систем и туманностей, т. е. тех состояний этих объектов, которые связаны с происходящими в них глубокими изменениями, в значительной мере обусловило успехи советской звездной космогонии.

Советскими астрофизиками обосновано утверждение, что в настоящее время в нашей звездной системе — Галактике, состоящей из десятков миллиардов звезд, — продолжается процесс звездообразования. Господствовавшее раньше неправильное представление, что все звезды Галактики образовались одновременно в отдаленную от нас эпоху, миллиарды лет тому назад, полностью опровергнуто недавними работами советских астрономов, обнаруживших конкретные факты, свидетельствующие о продолжающемся в Галактике процессе звездообразования.

Идеи советских ученых о звездообразовании в Галактике в настоящее время получили всеобщее признание; на старой точке зрения продолжает оставаться лишь небольшая группа сторонников так называемой теории аккреции и идеалистической гипотезы о повсеместном рождении вещества из ничего.

Столь же важен основанный на данных современной астрофизики вывод о групповом характере звездообразования, т. е. о том, что новые звезды, как правило, возникают не поодиночке, а группами — в несколько десятков или сотен звезд.

Существенное значение для обоснования этих новых положений имело установление наличия в нашей Галактике звездных систем с положительной полной энергией. На этом необходимо остановиться более подробно, чтобы объяснить значение звездных систем с положительной полной энергией.

В нашей Галактике, состоящей из десятков миллиардов звезд, происходит обращение всех звезд вокруг центра тяжести Галактики. Каждая одиночная звезда имеет определенную орбиту, определенный путь, по которому она совершает движение вокруг центра Галактики. Наряду с одиночными звездами в Галактике имеется большое количество двойных звезд, кратных звезд, а также так называемых звездных скоплений, состоящих из сравнительно большого числа членов. Звезды, входящие в каждую из названных групп, например, в кратную систему, удерживаются друг около друга силами взаимного притяжения. Каждая звезда, входящая в подобную группу, совершает два движения: одно внутри группы, вокруг центра тяжести группы, а другое — вместе со всей группой в общем поле притяжения Галактики — вокруг центра Галактики. Обычно эти группы устойчивы — в том смысле, что они могут выдержать один или несколько оборотов вокруг центра Галактики, не распадаясь.

Заметим, что период обращения вокруг центра Галактики для звезд, находящихся в окрестностях Солнца, порядка двухсот миллионов лет. Периоды обращений около центра тяжести группы во много раз короче.

Относительная устойчивость рассматриваемых групп связана со скоростями движений звезд относительно центра группы, которые столь малы, что входящие в группу звезды не могут преодолеть поле притяжения группы, не могут вырваться из группы и остаются в ее составе достаточно долго. Математически условие малости скоростей звезд выражается в том, что кинетическая энергия относительного движения всех звезд группы меньше абсолютной величины энергии взаимодействия звезд во всей системе, т. е. полная энергия системы (сумма ее кинетической и потенциальной энергии) — отрицательна. Классическим примером таких систем могут служить звезды  $\alpha$  Центавра (тройная система),  $\alpha$  Близнецов (Кастор, шестерная кратная система), скопление Плеяд, содержащее много десятков звезд. Все это — устойчивые системы с отрицательной полной энергией. Вопрос о возможности существования звездных систем или групп с положительной энергией, т. е. таких, в которых скорости движения звезд настолько велики, что звезды могут уходить из системы в звездной динамике в прежнее время не ставился. Вследствие недостаточности сил взаимного притяжения такие системы должны быстро распадаться. Собственно говоря, совокупность звезд, находящихся случайно в каком-либо объеме Галактики, можно было бы рассматривать как систему с положительной полной энергией. Но такая группа быстро разойдется в пространстве, и потому не имеет смысла случайные группировки звезд считать звездными системами. Для астрономии и космогонии представляет интерес вопрос о существовании только таких групп с положительной энергией, члены которых имеют общее происхождение.

Методами звездной динамики установлено, что существующие системы с отрицательной энергией, как правило, не могли образоваться в результате соединения некоторого числа ранее независимых друг от друга звезд. Следовательно звезды, входящие в группу, имеют общее происхождение. Естественно поэтому звездными системами называть только те группы, которые не только занимают определенный, малый по сравнению с Галактикой объем, но имеют и общее происхождение. Таким образом, речь идет о возможности существования звездных групп, занимающих малый объем, имеющих общее происхождение и вместе с тем положительную полную энергию. Такие группы действительно имеет смысл называть системами.

В Бюраканской обсерватории в 1948 году было впервые теоретически показано, что так называемые звездные ассоциации, представляющие разреженные звездные группы, входящие в состав нашей Галактики и других галактик, должны быть системами с положительной полной энергией.

В 1952 году была опубликована работа голландского астронома В. Блау, который на основании определения собственных движений звезд, входящих в ассоциацию горячих гигантов Персей II, пришел к выводу, что полная энергия этой группы положительна, и ассоциация представляет группу звезд, расходящихся в пространстве из сравнительно небольшого объема. Впоследствии то же самое было показано Б. Е. Маркаряном для ассоциации Цефей II и В. Блау вместе с В. Морганом — для звездной ассоциации в Ящерице. В опубликованной недавно работе Х. Ф. Уивера приведены полученные на основе определений лучевых скоростей данные, подтверждающие положительность полной энергии ряда звездных ассоциаций.

Всякая система с положительной энергией должна весьма быстро распасться и превратиться в группу расходящихся звезд. Наблюдения показывают, что некоторые (если не все) звездные ассоциации уже представляют такие расходящиеся группы. Поэтому нетрудно на основании скорости расширения и поперечника ассоциации оценить время, за которое та или иная звездная группа расширилась из первоначального малого объема, т. е. приблизительно оценить возраст звездной ассоциации. Это будет вместе с тем возраст входящих в ассоциацию звезд, так как система с положительной энергией не может образоваться из системы с отрицательной энергией, и следует принять, что звезды ассоциации возникли совместно, как группы расходящихся звезд. Так, установлено, что возраст ассоциации Персей II равен 1 300 000 лет, возраст других ассоциаций — 4—5 миллионов лет. Незначительность этих возрастов по сравнению со средним возрастом Галактики свидетельствует о том, что звездные ассоциации представляют группы весьма молодых звезд. Поэтому положительность полных энергий звездных ассоциаций является доказательством того, что звездообразование в Галактике продолжается и в настоящую эпоху ее развития.

Вывод о положительности полных энергий звездных ассоциаций был сделан одновременно с развитием представления о звездных ассоциациях вообще. Иначе обстояло дело с обычными открытыми звездными скоплениями. Большое число издавна известных в Галактике открытых скоплений свидетельствовало об их относительной устойчивости и о том, что их полные энергии отрицательны. Трудно было допустить, что в Галактике имеется такое большое количество недавно возникших звездных групп. Насколько можно судить по наблюдаемым в этих образованиях внутренним движениям, некоторые звездные скопления действительно являются стационарными. Следовательно, их энергия отрицательна.

Однако в 1950 году Б. Е. Маркарян в Бюраканской обсерватории показал, что предположение об отрицательности полных энергий открытых скоплений всех типов находится в противоречии со статистическими данными о распределении скоплений по типам. Эти данные говорят, что большинство звездных скоплений, в которых наиболее яркие звезды являются весьма горячими (скопления типа O), нельзя считать стационарными системами. Отсюда был сделан вывод, что большинство этих систем также весьма быстро распадается. Осуществленное в 1953 году изучение скоростей движений в ближайшем к нам скоплении типа O, носящем название IC 2602, целиком подтвердило это заключение. Оказалось, что это скопление представляет собой группу расходящихся звезд. Возраст группы, по предварительной оценке, равен 300 000 лет. Иными словами, звезды этого скопления весьма молоды.

В 1949 году советские астрономы обратили внимание на существующее в Галактике среди кратных звезд небольшое количество систем, напоминающих особенностями взаимного расположения звезд знаменитую Трапецию Ориона. Эти кратные звезды получили наименование кратных систем типа Трапеции. В отличие от обыкновенных кратных систем (например,  $\alpha$  Центавра или Кастор), отрицательность полной энергии которых не вызывает сомнений, в отношении кратных систем типа Трапеций мы не имеем никаких доказательств отрицательности их полных энергий. Связь Трапеций со звездными ассоциациями позволила высказать предположение, что по крайней мере некоторые из систем типа Трапеций являются системами с положительной полной энергией. Произведенная П. П. Паренаго в Астрономическом институте имени П. К. Штернберга обработка многочисленных измерений самой Трапеции Ориона подтвердила, что мы действительно имеем здесь дело с расходящейся группой звезд.

Таким образом, совокупность всех данных о звездных системах, входящих в состав Галактики, приводит нас к следующему выводу: в Галактике возникают звездные системы как положительной, так и отрицательной полной энергии. Однако в то время как системы с положительной энергией быстро распадаются, системы с отрицательной энергией существуют длительное время. Поэтому системы с отрицательной энергией составляют большинство среди кратных систем и среди открытых звездных скоплений.

Систем с положительной энергией мы наблюдаем гораздо меньше, так как хотя их в Галактике возникает много, но они очень быстро распадаются. Мы можем их наблюдать только сейчас же после их возникновения. Поэтому входящие в них звезды должны быть весьма молодыми.

Какие же звезды входят в состав систем с положительной энергией? Отличаются ли эти молодые звезды по своему физическому состоянию от остальных звезд Галактики?

Очень большой процент звезд, входящих в системы с положительной энергией, находится в состояниях, при которых происходят быстрые изменения в их физическом строении. Поэтому они относятся к различным категориям нестационарных звезд.

В так называемых O-ассоциациях и O-скоплениях мы наблюдаем большое количество звезд наивысшей светимости — сверхгигантов, излучающих огромные количества энергии и выбрасывающих из своих атмосфер большие количества вещества. Как указывали В. А. Крат и Д. Я. Мартынов, это истечение вещества должно привести, наряду с быстрым изменением массы звезды, к изменению скорости ее вращения, а следовательно и всего ее внутреннего строения. В работах академика В. Г. Фесенкова и А. Г. Масевич прослежена история тех изменений в

звездах, которые происходят в результате испускания ими массы. Иными словами, В. Г. Фесенковым и А. Г. Масевич построена теория эволюции звезд в результате испускания массы, составляющая важнейшую главу советской звездной космогонии. Согласно этой теории, с течением времени мощность испускания слабеет и звезда переходит в стационарное состояние. Поэтому можно сказать, что встречающиеся в О-ассоциациях звезды находятся в еще не установившемся состоянии, что связано с их молодостью.

Что касается так называемых Т-ассоциаций, т. е. ассоциаций, состоящих из звезд-карликов, подробно изученных П. Н. Холоповым, то нестационарность входящих в них звезд буквально бросается в глаза. Обычно это переменные звезды типа Т Тельца (или RW Возничего). Им свойственны значительные и совершенно не регулярные изменения блеска. В спектрах звезд типа Т Тельца наблюдаются яркие линии ряда химических элементов! Как известно из теоретической астрофизики, это свидетельствует о наличии вокруг звезды газовой оболочки, обычно образующейся в результате истечения вещества.

Весьма существенным свойством как О-ассоциаций, так и Т-ассоциаций является наличие в их составе большого процента двойных звезд, а также связь ассоциаций (особенно Т-ассоциаций) с диффузными туманностями.

Относительно большой процент двойных звезд в ассоциациях по сравнению с общим галактическим полем говорит о том, что, повидимому, часть звездных пар распадается после ухода из ассоциации. Поэтому весьма интересно выяснить, не являются ли некоторые из широких звездных пар, входящих в ассоциации или другие звездные группы, системами с положительной энергией. Теория звездных ассоциаций, таким образом, предполагает существование звездных пар с положительной энергией, т. е. расходящимися составляющими.

Изучение связи звездных ассоциаций с диффузными туманностями тесно соприкасается с выяснением природы тех тел, из которых образуются различные звездные группы — ассоциации, скопления, кратные системы.

Наблюдаемое радиальное расширение некоторых звездных групп говорит о совместном возникновении их из тел иной, незвездной физической природы, размеры которых должны быть во всяком случае меньшими, чем размеры ассоциаций. Эти тела были названы протозвездами. Наблюдаемое расширение скопления IC 2602 подтверждает, что по своим размерам протозвезды гораздо меньше, чем О-скопления. Нельзя предполагать, что протозвезды тождественны с диффузными туманностями, поскольку объемы некоторых диффузных туманностей очень велики.

С этой точки зрения представляют большую ценность исследования газовых туманностей, произведенные на Крымской обсерватории Г. А. Шайном и В. Ф. Газе.

Как известно, газовые туманности часто встречаются совместно с группами горячих гигантов. Однако из этого нельзя непосредственно делать вывод об их тесной эволюционной связи. Вопрос этот более сложен, так как для обнаружения газовых туманностей необходимо, чтобы они светились, а обычным механизмом свечения служит, как известно, возбуждение атомов туманности посредством излучения горячих звезд типа О и В0. Поэтому можно высказать предположение, что туманностей в Галактике очень много, но мы наблюдаем их достаточно интенсивное свечение лишь в тех случаях, когда в них или около них имеются звезды типа О или В0. Различные статистические соображения, а также наличие в пространстве несветящихся газовых облаков и существование групп

горячих гигантов (например, ассоциация Персей I), не связанных явно с большими газовыми туманностями, как будто свидетельствуют об отсутствии прямой генетической связи между туманностями и возбуждающими их свечение горячими гигантами. Однако исследованиями Крымской астрофизической обсерватории получены данные, позволяющие по-новому осветить этот вопрос. Так обнаружен ряд газовых диффузных туманностей, имеющих круглую или овальную форму (периферическое строение), причем в центральной части этих структур обычно находятся группы горячих гигантов. Туманности периферического строения находятся, например, в ассоциации Единорог II, Кассиопея VI, вокруг цепочки  $\lambda$  Ориона. Впоследствии такие диффузные туманности, в частности расположенные на южном небе, были открыты другими обсерваториями — в ассоциации Скорпион I вокруг скопления NGC 6231, содержащего значительное число сверхгигантов, вокруг замечательной звездной пары  $\gamma$  Паруса.

Остается, естественно, сделать вывод о генетической связи туманностей и групп горячих гигантов. Этот вывод, сделанный Г. А. Шайном, подтвержден в самое последнее время следующим фактом, заслуживающим особого внимания.

Я упоминал уже об обнаруженном В. Блау радиальном расхождении звезд в ассоциации Персей II. Линейная скорость удаления звезд от центра ассоциации составляет 12 км в секунду, но скорость одной из звезд этой ассоциации достигает 50 км в секунду. Это звезда  $\xi$  Персея спектрального типа O. Рядом с ней находится большая газовая туманность NGC 1499. Оказывается, что эта туманность удаляется от центра ассоциации со скоростью того же порядка. В этом случае общее происхождение туманности и звезд не вызывает сомнений. Более того, очевидно, что они образовались вместе со всей звездной группой Персей II. Повидимому, такую же картину мы имеем и в случае звезды AE Возничего, являющейся звездой типа O, связанной с туманностью IC 405.

Таким образом, в настоящее время, по крайней мере для некоторых конкретных случаев, не может быть сомнений в генетической связи газовых туманностей с освещающими их звездами. А если так, то подлежат обсуждению три возможных варианта такой генетической связи: образование туманностей путем выбрасывания вещества из атмосфер звезд-гигантов, т. е. возникновение туманности из звезд; возникновение звезд из туманностей, и наконец, совместное возникновение звезд и туманностей из тел другой природы.

Первый вариант вряд ли приемлем, так как массы газовых туманностей иногда очень велики и, повидимому, в некоторых случаях превышают суммарную массу связанных с ними звезд. Значительное число приближенных определений масс газовых туманностей было выполнено за последние годы Г. А. Шайном и Б. А. Воронцовым-Вельяминовым. По определениям Г. А. Шайна, массы газовых туманностей, расположенных в некоторых внешних галактиках, достигают десятков тысяч масс Солнца. Даже если в этих определениях допущены ошибки, то все же ясно, что массы некоторых туманностей в тысячи раз превосходят массу Солнца. Вряд ли такие массы могли образоваться в результате испускания вещества сравнительно ограниченными группами горячих гигантов. Кроме того, в отдельных туманностях, также имеющих периферическое строение, мы не наблюдаем горячих гигантов и вообще звезд, испускающих вещество.

Второй вариант, т. е. предположение о возникновении звезд из туманности, в настоящее время наиболее популярен. Однако ему противоречит, например, существование ассоциации Персей I вокруг двойного скопле-



ния  $\chi$  и  $h$  Персея, где очень мало газового вещества и очень много звезд, возникших совсем недавно.

Выдвинутое Г. А. Шайном объяснение периферийного строения некоторых диффузных туманностей расширением первоначальной газовой массы из некоторого, сравнительно малого объема с теоретической точки зрения наиболее просто и естественно. Иного объяснения пока не предложено. Более того, это представление подтверждается наблюдательными данными относительно волокнистой туманности в Лебеде NGC 6960—6995. Из него следует, что периферические диффузные туманности не могут быть намного старше тех звезд, с которыми они генетически связаны. Теоретически обосновано, что вообще известные нам диффузные туманности являются молодыми объектами; они не могут быть стационарными и должны быстро изменять свое состояние. Поэтому, если допустить, что звездной форме существования материи предшествует форма туманности, то неизбежно приходится признать еще одну стадию развития, из которой возникает стадия туманности, переходящая затем в звездную стадию.

Однако предположение о существовании этой промежуточной, так сказать, туманной стадии становится несколько искусственным, и мы так или иначе приходим к третьему из указанных выше вариантов — совместному образованию звезд и туманностей из тел какой-то иной природы.

Данные о звездных ассоциациях, в частности об имеющихся в них кратных системах типа Трапеции, говорят о том, что возникновение групп звезд, по крайней мере иногда, происходит в объеме, весьма малом сравнительно с объемом диффузной туманности. Плотность в этом объеме до образования звездной группы должна быть очень велика по сравнению со средней плотностью диффузных туманностей. Это также подтверждает, что звездные группы возникают из тел, которые по своей природе отличаются от диффузных туманностей.

Об этом же свидетельствуют и многие другие факты, относящиеся к обилию кратных систем в Галактике.

Итак, хотя этот вопрос еще ожидает окончательного разрешения, следует считать, что гипотеза о совместном возникновении звездных групп и диффузных туманностей наиболее правдоподобна.

Академик В. Г. Фесенков, исследуя строение диффузных туманностей при помощи двадцатидюймовой камеры системы Максудова в Алма-Атинской обсерватории Академии наук Казахской ССР, пришел к выводу о наличии в отдельных волокнах волокнистых туманностей звездных цепочек или звездных дорожек. Эти дорожки не следует смешивать с цепочками горячих гигантов, существующими в некоторых ассоциациях и скоплениях. Если принять реальность этих дорожек в волокнах, то для объяснения их опять придется выдвинуть гипотезу о совместном возникновении звездной дорожки и волокна, поскольку масса волокон, оцененная существующими способами, во много раз меньше одной массы Солнца и нет возможности считать, что звезды образовались из вещества самого волокна.

Встает вопрос о природе тех тел, из которых возникают звездные группы. Следует признать, что мы пока очень мало знаем как о природе протозвезд, так и о механизме образования из них звездных групп. Следует сказать, что астрономы на основе наблюдательных данных уже пришли к выводу о существовании в Галактике помимо звезд и туманностей также тел иной природы, например, так называемых глобул. Эти темные тела, диаметром порядка десятых долей парсека, обнаруживаются по производимому ими экранированию света звезд и туманностей. Часто они встречаются в областях расположения газовых туманностей. Было

бы пока слишком смело отождествлять глобулы с протозвездами, о которых выше шла речь. Трудно также найти основания для высказанных некоторыми зарубежными авторами предположений о формировании глобул из газовой пылевой туманности в результате конденсации вещества и превращении их затем путем дальнейшего сгущения в отдельные звезды. Я упомянул здесь об этих образованиях лишь для того, чтобы привести пример объектов, отличных как от звезд, так и от газовых туманностей, но имеющих, вероятно, значительную массу. Другим примером объектов, отличных как от обычных звезд, так и от обычных туманностей, являются объекты нового типа, открытые на обсерватории в Тонанцитле мексиканским астрономом Г. Харо в созвездии Ориона.

Все случаи группового звездообразования, о которых говорилось выше, связаны с возникновением звезд двух категорий: первые концентрируются около плоскости Галактики или, как говорят, образуют плоскую подсистему в Галактике; вторые показывают умеренную концентрацию около плоскости Галактики или, иначе говоря, образуют подсистему промежуточных типов. Повидимому, изложенные выше результаты неприменимы к тем физическим типам звезд, которые встречаются на больших расстояниях от плоскости Галактики, образуя так называемые сферические подсистемы. Например, наши выводы неприменимы к вопросам о происхождении планетарных туманностей или короткопериодических цефеид. Изучение различий в характере процесса образования разных категорий звезд, их возникновения и развития тесно переплетается не только с вопросами развития звездных скоплений и других звездных групп, входящих в состав Галактики, но и с вопросами развития галактик в целом.

Как показано исследованиями Б. В. Кукаркина, наша Галактика состоит из ряда взаимопроникающих подсистем звезд различного физического типа. Большинство этих подсистем может быть отнесено к одному из следующих типов: плоские, промежуточные и сферические. Эти названия характеризуют пространственное распределение звезд в соответствующей подсистеме, степень ее сплюснутости. В нашей Галактике совмещаются подсистемы всех трех типов. Для некоторых внешних галактик характерно существование звезд, в основном составляющих подсистемы либо только сферического, либо главным образом плоского типа.

Так, в эллиптических галактиках почти совершенно нет тех объектов, которые обычно составляют плоские подсистемы. Это означает, что в эллиптических галактиках нет или мало сверхгигантов, горячих гигантов, диффузных туманностей, открытых звездных скоплений и классических цефеид. Зато в них относительно много субкарликов и короткопериодических цефеид.

Одно время ошибочно считалось, что эллиптические галактики состоят не из звезд, а из диффузной материи. Отсюда возникла гипотеза Джинса о том, что эллиптические галактики якобы с течением времени превращаются в спиральные. Однако в 1946 году В. Бааде показал, что эллиптические галактики состоят из таких звезд, которые составляют сферические подсистемы нашей Галактики. Было показано также, что в эллиптических туманностях почти нет диффузной материи. Между тем большое количество ее наблюдается в спиральных поздних типов и в галактиках типа Большого Магелланова облака.

После выявления этих фактов сторонники теории прямого возникновения звезд из диффузного вещества выдвинули противоположную гипотезу о том, что спиральные галактики превращаются с течением времени в эллиптические. По их мнению, диффузная материя, присутствующая в спиральных туманностях, постепенно превращается в звезды, причем значительную роль в этом процессе играет механизм аккреции, т. е.

поглощения диффузного вещества звездами. Поэтому все звезды, входящие в эллиптические галактики, в шарообразные скопления и вообще в сферические подсистемы, являются старыми звездами. Представление о старости всех звезд сферических подсистем было в очень определенной форме высказано В. Бааде во время дискуссии по вопросам звездной эволюции, состоявшейся на Международном астрономическом конгрессе в 1952 году.

С таким предположением трудно согласиться. Если допустить, что диффузное вещество дает начало звездам, то поскольку оно составляет плоскую подсистему в Галактике, образующиеся звезды, в соответствии с фактическими данными, должны быть представителями плоских и промежуточных подсистем.

Таким образом, плоские и промежуточные подсистемы в Галактике должны все более обогащаться звездами. Эти обогащенные плоские и промежуточные подсистемы не могут исчезнуть или превратиться в сферические подсистемы, хотя звезды в них и могут эволюционировать. Следовательно, если эллиптические галактики возникают из спиральных галактик, то у эллиптических галактик мы должны наблюдать богатые плоские и промежуточные подсистемы, правда, без диффузной материи. На самом деле этого нет.

В соответствии с фактическими данными, которые говорят о различной физической природе звезд плоских и сферических подсистем, в советской астрофизике возникло и развивается другое представление, а именно представление о различных путях развития звезд, принадлежащих к подсистемам разных типов. Согласно этому представлению, звезды плоских подсистем не превращаются в звезды сферических подсистем или наоборот. Они не являются разными стадиями развития одних и тех же звезд, а каждый из этих видов имеет самостоятельный путь развития. С этой точки зрения среди звезд сферических подсистем также могут быть молодые звезды, как они имеются среди звезд плоских подсистем. Такой взгляд на соотношение путей развития звезд различных подсистем скорее совместим с представлением, что развитие идет от эллиптических систем к спиральным. В самом деле, можно представить себе, что сначала сформировались звезды сферической подсистемы и получилась эллиптическая галактика. В ней имелись протозвезды, которые еще не превратились в голубые гиганты и диффузную материю и не давали значительного излучения. На некотором этапе развития протозвезды начали превращаться в ассоциации звезд и туманностей и образовалась спиральная туманность.

Однако и такая точка зрения примитивна. На ней сказывается влияние наивного представления о том, что галактики составляют только простую одномерную последовательность форм, представленных в известной классификации Хаббла.

Уже простое изучение светимостей внешних галактик обнаруживает, что галактики одной и той же формы часто имеют совершенно различные светимости. Например, светимости эллиптических галактик очень сильно отличаются друг от друга. Причиной этого является разное абсолютное число звезд в разных галактиках. Таким образом, мы имеем уже две независимых характеристики: место в классификации Хаббла и светимость. Далее оказывается, что эллиптические галактики одной и той же светимости, в частности эллиптические галактики низкой светимости имеют разную степень сгущения звезд к центру. Следовательно, появляется третий параметр.

Более того, последние данные говорят о том, что имеются и другие, не менее важные физические характеристики (частоты вспышек новых

и сверхновых звезд, интенсивность радиоизлучения), показывающие отличие внешних галактик друг от друга. Еще неизвестно, какие зависимости существуют между всеми этими параметрами, но несомненно, что имеется по крайней мере несколько независимых параметров. А это означает, что галактики отличаются друг от друга не только возрастом, но что существует много различных путей развития, зависящих от начального состояния, для выяснения которых необходимо тщательное изучение большого числа внешних галактик.

Между тем развитие внегалактической астрономии в нашей стране резко отстает от развития других отраслей астрономии. Для того чтобы достигнуть и на этом участке таких же успехов, какие мы имеем в области галактической астрономии, нужно обратить больше внимания на постройку больших телескопов как оптических, так и радиотелескопов.

Приведенные выше соображения о возможных закономерностях развития галактики рассматривались только в связи с проблемой происхождения звезд. После того как удалось установить некоторые закономерности возникновения звезд и звездных групп, встает вопрос о закономерностях их дальнейшего развития.

Выше уже говорилось об истечении вещества из звезд, вызывающем значительное изменение их вращательного момента. Это истечение вещества, согласно данным В. Г. Фесенкова и А. Г. Масевич, представляет важнейший фактор эволюции для звезд главной последовательности на диаграмме спектр — светимость. Большинство звезд плоской и промежуточной составляющих галактик принадлежит именно к главной последовательности. Что касается звезд, находящихся вне главной последовательности, — желтых и красных гигантов и сверхгигантов, с одной стороны, и белых карликов — с другой, то вопрос об эволюционной роли соответствующих состояний звезд не ясен. Работами советских астрономов, а также новым исследованием Дж. Нассау установлено, что красные сверхгиганты возникают в тех же ассоциациях, где возникают горячие гиганты. Однако не ясно, откуда берутся умеренные по абсолютной величине гиганты. Также не ясно, как возникают классические цефеиды, являющиеся сверхгигантскими звездами типа F и G, испытывающими периодические пульсации. Попытки проследить, хотя бы в отдаленном прошлом, их связь с звездными ассоциациями пока не дали результатов.

Для космогонического истолкования цефеид имеет важное значение следующее обстоятельство: среди цефеид очень мало двойных звезд. Между тем сверхгиганты типа F и G, не показывающие изменений блеска, т. е. находящиеся в статическом состоянии, весьма часто имеют спутников. Сопоставление этих двух фактов должно помочь пролить свет на механизм образования звездных пар.

Несколько слов о белых карликах — звездах малого объема и гигантской плотности. В литературе часто развивается представление о том, что белые карлики — это звезды, уже пришедшие к концу своего жизненного пути. Это положение основано на предвзятом взгляде, будто звезды, старея, остывают, исчерпав источники энергии. Между тем белые карлики встречаются среди спутников молодых звезд и в этих случаях нет оснований не считать их тоже молодыми. Таким образом, эволюционная роль белых карликов пока не ясна.

Надо признать, что несмотря на все успехи советской астрофизики, в разрешении вопросов происхождения и развития звезд сделаны лишь первые шаги. Они привели к установлению следующих важных положений: о продолжающемся в Галактике процессе звездообразования; о групповом характере звездообразования; о генетической связи звезд с диффузными туманностями; о возникновении звезд по всему фронту

главной последовательности диаграммы спектр — светимость. Предстоит упорная работа над разрешением множества вопросов. Одну из важных задач составляет настолько полное выяснение закономерностей возникновения и дальнейшего развития звезд, чтобы, основываясь на этих закономерностях (а также на данных об устройстве планетной системы и материалах наук о Земле), подойти к правильному разрешению вопросов о происхождении планет. Как показало состоявшееся в 1951 году в Москве космогоническое совещание, посвященное обсуждению теории академика О. Ю. Шмидта, советская планетная космогония уже широко использует данные звездной астрономии и первые результаты работ по звездной космогонии. В дальнейшем связь планетной и звездной космогонии, несомненно, усилится. Поэтому становится особенно важным развитие представлений о совместном возникновении звезд и туманностей.

Самым характерным и самым важным в советской звездной космогонии является то, что она основывается на фактах, на обобщении фактических данных, на подробном анализе и изучении фактического материала. В западной науке, как известно, получила распространение теория аккреции Хойля, основанная на чистом умозрении. Эта теория не сумела предсказать ни одного нового факта. Ее бесплодность объясняется тем, что она исходит из стремления доказать неправильное и предвзятое положение, что все звезды образовались в отдаленном прошлом Галактики, — положение, опровергаемое фактами.

Высокие темпы развития советской науки, а также успешное разрешение советскими учеными сложнейших проблем объясняются тем, что они опираются на единственно научное, материалистическое мировоззрение.

Благодаря неустанной заботе партии и правительства о развитии советской науки наши астрономы получили новые возможности для расширения своих исследований.

В ближайшее время заканчивается строительство нескольких крупных обсерваторий. Используя новые инструментальные средства, советские астрономы смогут еще глубже проникнуть в закономерности развития космоса, вскрыть новые, бесконечно разнообразные свойства материи, проявляющиеся в процессе этого развития.

