

ВЗГЛЯДЫ НА ПРОБЛЕМЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЗВЕЗД

Резюме

Изложены представления о процессе звездообразования, развиваемые в Бюраканской обсерватории за последние 35 лет. Они во многих отношениях противоположны распространенным среди теоретиков представлениям о конденсации звезд из туманностей. Именно отказ от традиционных представлений привел в свое время (1947—1949) к открытию звездообразования в звездных ассоциациях. Теперь, когда выяснилось, что рождение звезд сопровождается истечением из них вещества в окружающее пространство, нужны весьма искусственные схемы для примирения этого факта с представлениями о коллапсе диффузной материи. На самом деле истечение вещества из молодых звезд есть продолжение процесса дробления и распада, в результате которого звезды возникают из неизвестных, но более плотных тел. Поэтому истечение вещества из звезд имеет фундаментальное значение для будущей теории происхождения звезд.

1. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПО ВОПРОСАМ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЗВЕЗД

Развитие астрофизики за последние 60 лет показало, что астрофизические наблюдения дают нам очень обширные данные, имеющие отношение к эволюции звезд и (пока еще в более скромной степени) к происхождению звезд. Из всех этих данных можно сделать некоторые общие заключения, которые еще далеко не являются окончательными, но содержат довольно определенное указание на желательное направление дальнейших исследований и поисков. Мы имеем здесь в виду взгляды, которые стали формироваться в Бюраканской обсерватории, начиная с конца 40-х годов [1]. И хотя они перетерпели с течением времени некоторые изменения, они помогали нам в составлении программ дальнейшей работы нашего института. В частности, именно они позволили нам понять значение звездных ассоциаций и составить первые представления о процессах звездообразования в них, предвидеть явления распада звездных ассоциаций [2], *обнаружить явление активности ядер галактик*, понять значение сверхассоциаций и многих других явлений в активных галактиках [3]. Они обусловили также направление наших исследований в области вспыхивающих звезд [4].

1. В настоящее время некоторые эволюционные процессы, относящиеся к звездам и туманностям, поддаются почти непосредственному наблюдению. Если большинство из них не настолько быстротечны, чтобы совершаться на наших глазах, все же мы часто наблюдаем тела и системы в такой последовательности их состояний, что иногда удается связать эти состояния в некоторые эволюционные цепи.

Уже рассмотрение этих, более простых для понимания случаев (более прозрачных случаев) показало, что имеет место большое *раз-*

Доклад представлен на Третьей региональной астрономической конференции в Буэнос-Айресе, 2—3 декабря 1983 г.

Доклад представлен Э. С. Парсамян.

нообразии эволюционных процессов. Пример: область звездообразования в ассоциации Ориона совершенно не похожа на такую же область в ассоциации W 49 или в комплексе W 51. От них всех отличается комплекс, связанный с туманностью NGC 2244.

Буквально всюду мы замечаем различия в состояниях систем, представляющих собой только что возникшую группу звезд и истекающую из них диффузную материю, и, следовательно, можем заключить о различиях в характере процесса эволюции.

Нужна большая работа для того, чтобы в этих различных наблюдаемых примерах найти общие закономерности. Это самая трудная задача в рассматриваемой области. Между тем большое число астрофизиков, считающих себя теоретиками, по-видимому, думает, что задачу о происхождении звезд можно решить одним ударом, введя какую-либо одну остроумную схему-гипотезу. При этом они уделяют мало внимания указанному выше разнообразию наблюдаемых явлений. Мы даже начинаем подозревать, что разнообразие наблюдаемых фактов, не укладывающихся в простые схемы, начинает их раздражать.

С нашей точки зрения, будущая теория происхождения звезд должна явиться результатом правильной интерпретации и обобщения этих наблюдательных данных. Отсюда и различие в подходе к наблюдательным данным. Для нас эти последние составляют основу. Обобщение этих данных позволит найти те основные положения, из которых должна исходить будущая теория. Для них это средство проверки их умозрительных теоретических построений. Мы не отрицаем некоторой пользы, которая может быть получена при втором подходе. Но нас несколько удивляет, что во многих работах, посвященных разработке этого направления, предположение о том, что звезды возникают из диффузной материи, принимается как нечто само собой разумеющееся. Между тем, на наш взгляд, первый подход сказался гораздо более плодотворным, и мы предпочитаем отдавать свои силы его разработке.

2. Наблюдательные данные позволили установить, что подавляющее большинство звезд находится в более или менее стационарном состоянии в течение многих сотен лет. С другой стороны, небольшая часть звезд, в частности наиболее массивные звезды, а также туманности (в том числе и диффузные), переживают быстрые изменения. Эти объекты, по крайней мере в той форме, в которой мы их наблюдаем, либо возникли недавно, либо же и сейчас находятся в стадии формирования. Особенно это относится к туманностям.

Продолжая уделять внимание проблеме происхождения звезд, мы должны, как это явствует из сказанного, сосредоточить свое внимание также на происхождении и эволюции туманностей. Замечательно, что, как показывают наблюдения, массы почти всех гигантских комплексов туманностей возрастают в результате процессов интенсивного истечения вещества из находящихся в них массивных тел. Это, по-видимому, проливает свет на механизм образования диффузных туманностей. Вероятно, близка к разгадке и конечная судьба таких комплексов. Все данные говорят в пользу их неустойчивости и, в конечном счете, рассеяния в межзвездном пространстве.

Таким образом, имеется надежда, что как возникновение, так и конечная судьба больших комплексов диффузных туманностей (подобных комплексу в ассоциации Ориона) будут в ближайшее время поняты. Наблюдения дают прямые указания на то, что они возникают из вещества, выбрасываемого массивными объектами (в том числе и молодыми звездами), и затем исчезают в результате рассеяния и распа-

да. Иными словами, наблюдения, не принеся прямых подтверждений предположения о коллапсе диффузной материи, свидетельствуют о том, что в природе доминирует прямо противоположный процесс.

3. В то же время изучение результатов наблюдений дает возможность высказать некоторые утверждения о характере процесса звездообразования. В самой краткой форме они сводятся к следующему:

а. Звезды возникают группами в ОВ-ассоциациях и в Т-ассоциациях. Каждая из ОВ-ассоциаций, как правило, содержит гигантский комплекс диффузного вещества, большая часть которого представляется в виде молекулярного облака, обладающего массой порядка $10^4 M_{\odot}$ и больше. Возникающая в составе ассоциации группа звезд бывает окружена большим диффузным молекулярным облаком. Из самого центра звездообразования, т. е. из только что сформировавшихся звезд, а возможно, также из еще присутствующих в центре области звездообразования дозвездных тел, происходит мощное истечение вещества, по меньшей мере в десятки раз более интенсивное, чем то истечение, которое происходит из уже сформировавшихся ОВ-звезд, находящихся вне молекулярного облака.

Этот факт я хотел бы сформулировать в виде одного простого вопроса и ответа. *Вопрос:* С чего начинается жизнь звезды?

Ответ: С весьма мощного истечения вещества из нее, которое за время порядка 10^5 лет существенно слабеет. В это же самое время начинается испускание электромагнитного излучения, которое не слабеет, а, возможно, даже на этом этапе усиливается со временем.

Как мы сказали выше, фаза, когда происходит мощное истечение, продолжается не более чем 10^5 лет. Между тем, согласно теоретическим расчетам, процесс гравитационного сгущения должен был бы занимать время порядка 10^6 лет и больше. Совершенно очевидно, что наблюдаемую фазу мощного истечения никак нельзя отождествлять с такой, теоретически предполагаемой фазой сжатия. В связи с этим теоретики, исходящие из гипотезы сжатия, должны допустить, что длительная фаза сжатия предшествует короткой, почти взрывной фазе истечения и последующего расширения окружающей туманности. По поводу такой картины (сперва сжатия, а потом расширения) можно сказать, что почему-то первая, более длительная фаза нигде не наблюдается, и утверждение о ее существовании основано лишь на предвзятых идеях. Но дело не только в этом. Можно спросить: откуда взялись в ассоциациях гигантские молекулярные облака? Изучая окрестности Солнца (радиусом порядка 200 пс), мы видим, что *гигантские молекулярные облака* или комплексы в подавляющем большинстве *находятся в звездных ассоциациях* [5]. Значит, продолжительность их жизни должна быть того же порядка, что и продолжительность жизни ассоциации (10^7 лет). Тогда остаются только две возможности: либо они возникли непосредственно перед возникновением соответствующей ассоциации, либо же они возникли внутри ассоциации за время ее жизни. От первого из этих предположений следует, по-видимому, отказаться. Никто не согласится считать, что гигантское молекулярное облако может возникнуть в пустоте, из ничего. А выдвигаемые некоторыми исследователями предположение о том, что в результате каких-то причин большое число диффузных туманностей малой массы может сливаться в гигантский молекулярный комплекс, неприемлемо. Такой процесс схождения туманностей потребовал бы 10^8 лет. Иными словами, мы должны были бы наблюдать в пространстве по крайней мере в несколько раз больше сближающихся между собой туманностей, чем количество ОВ-ассоциаций. Ничего подобного не наблюдается.

Остается только второе предположение, что гигантское молекулярное облако (ГМС) возникает в ассоциации в процессе ее развития из тех же объектов, которые дают начало звездам, и из вещества, выброшенного только что сформировавшимися звездами. Остается предположить, что вся масса ассоциации, включая сюда и ГМС, возникает в конечном счете из весьма плотных невидимых тел.

Уместно здесь отметить, что гипотезу о возникновении диффузных туманностей из вещества, выбрасываемого массивными звездами, выдвигал еще в тридцатых годах профессор Б. А. Воронцов-Вельяминов.

б. Стронники сгущения могут указать на класс диффузных туманностей, которые по первому впечатлению могли бы казаться действительно сжимающимися объектами. Это темные глобулы Бока.

Привлекательность гипотезы об их возможном сжатии обусловлена тем, что скорости движения вещества в них, определенные по линиям СО, очень малы—порядка 1—3 км/сек. Это значит, что такие движения не могли бы прямо запретить коллапс. И поскольку массы глобул невелики, то могли бы образоваться либо массивные одиночные звезды, либо небольшие группы звезд малой массы. Некоторое время тому назад такая гипотеза представлялась нам приемлемой. Однако обнаружение в небольшой части таких глобул кометарных туманностей изменило все дело. Наиболее замечательным примером является кометарная туманность, связанная со звездой РV Цефея, открытая в Бюракане. Наличие кометарной туманности означает несомненное истечение вещества из уже сформировавшейся звезды. Таким образом, и здесь, вместо предполагаемой теоретической схемы сжатия, имеет место реальный процесс истечения.

Могут возразить, что кометарные туманности наблюдаются не во всех темных глобулах. Однако надо учесть, что кометарную туманность и возбуждающую ее звезду мы можем наблюдать только в тех случаях, когда она находится в той части глобулы, которая обращена к нам. В более глубокой части и на противоположной стороне глобулы мы их увидеть не можем. Если оптическая толщина глобулы измеряется десятками единиц, то обнаружить кометарную туманность можно в редких случаях. Таким образом, скорее всего большинство глобул содержит такие туманности. Было бы весьма желательно попытаться обнаружить кометарные туманности с помощью инфракрасных наблюдений в области 2—3 мкм.

Итак, попытки где-либо обнаружить процесс сжатия в областях звездообразования пока не привели к положительным результатам.

в. Изложенные соображения позволяют думать, что представления об одновременном возникновении звезд и диффузной материи из более плотных и более массивных тел являются более плодотворными и соответствующими реальности. Надо радоваться, что астрофизики-наблюдатели не оказались исключительно под влиянием только гипотезы о сжатии диффузного вещества и начинают приподнимать занавес, скрывающий картину процессов, сопровождающих звездообразование.

Нам кажется, что исходя из идей о том, что звезды и диффузная материя совместно возникают из неизвестных массивных объектов, можно было бы наметить многообещающие программы новых наблюдений.

Что касается теоретической астрофизики, то здесь хотелось бы сосредоточить усилия на физике истекающей из звезд материи. Теория этого вопроса помогла бы достигнуть более полной и точной интерпретации всех явлений, наблюдаемых в областях звездообразования.

II. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПО ВОПРОСАМ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ГАЛАКТИК

Тот факт, что возникновение звездных групп происходит в центрах звездообразования и что эти группы (например, системы типа Трапедии Ориона) сначала занимают очень малый объем, натолкнул на мысль о возможной эволюционной роли таких очень плотных образований, как *ядра галактик*.

В результате в середине 50-х годов у нас в Бюракане, взамен старого представления о том, что ядро каждой галактики является просто областью максимальной плотности звездного населения, возникла идея об активности ядер галактик, получившая в дальнейшем всеобщее распространение. Мы здесь не будем останавливаться на многочисленных работах по изучению процессов активности ядер в различных галактиках, которые выполнены в Бюракане. Эти результаты хорошо известны. Однако хочется отметить, что к правильной оценке значения активности ядер в Бюракане пришли только после того, как нами было опровергнуто ошибочное представление о радиогалактиках как сталкивающихся галактиках, и они стали сперва у нас, а затем повсюду рассматриваться как результат активности ядер.

Дальнейшее развитие идеи об активности ядер галактик привело нас в конечном счете к предположению о том, что каждая галактика является как бы *суммарным результатом длительной активности ее ядра*. Иными словами, жизнь галактики начинается с активных процессов в ее ядре.

Мы понимаем, что в те годы, когда это предположение было высказано, оно могло показаться чрезвычайно смелым. Однако после открытия квазаров стало очевидным, что ядро галактики в начальный период ее существования может обладать энергией, а также свойством выбрасывать материю, вполне достаточными для формирования многих деталей галактики, а может быть и всей галактики. Теперь уже эту гипотезу можно не считать чрезмерно смелой. Ведь в самом деле изучение галактик типа Сейферта позволяет сказать, что ядро дает начало, по крайней мере, значительной части находящегося в них межзвездного вещества. Поэтому, скорее, сейчас дискуссии подлежит вопрос, какие детали, какие массы данной галактики обязаны в конечном счете своим появлением ядру и какие могут иметь иное происхождение. Окончательный ответ на этот вопрос будет получен, конечно, еще не скоро, но необходимость получения наблюдательного материала для его решения открывает интересные пути для развития наших наблюдательных работ.

Однако и здесь имеется фундаментальное различие между нашими взглядами и воззрениями большинства теоретиков. Если указанные теоретики считают, что истечение вещества и другие признаки активности ядра являются вторичными явлениями, а первичной является гипотетическая «аккреция» диффузного вещества на ядро, мы склонны думать, что *основным фактором является истечение вещества и энергии* из ядра, которое сначала было изолированным и постепенно создавало вокруг себя галактику.

Мне хочется только обратить внимание на недавнюю статью профессора Оорта «О ядре нашей Галактики». В этом обзоре приведены чрезвычайно интересные данные об интенсивных истечениях из сравнительно мало массивного ядра нашей Галактики и о мини-спиралях, расположенных в области размерами 2 пс вокруг ядра. Эти новые данные, хотя и относящиеся к сравнительно мало активному ядру, несомненно помогут решению указанных вопросов. Отмечу также, что мно-

гое можно ожидать также от изучения сверхассоциаций. Изучение сверхассоциаций (иначе называемых III-областями) было начато в Бюракане, но сейчас ведется во многих обсерваториях мира. Особенного внимания заслуживают работы профессора Хачикяца и его группы о связи, существующей между сверхассоциациями и ультрафиолетовыми галактиками, большие списки которых опубликованы бюраканскими астрономами. Интересно, в частности, что некоторые из этих ультрафиолетовых галактик по существу являются изолированными сверхассоциациями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амбарцумян В. А. Эволюция звезд и астрофизика, Ереван, 1947 (на арм. и рус. яз.).
2. Амбарцумян В. А. Ж., 36, 3, 1949.
3. Амбарцумян В. А. XI Сольвейская конференция, 241, 1958.
4. Амбарцумян В. А. Сообщ. Бюрак. обс., 13, 3, 1954.
5. Blitz L. and Shi F. H. Ap. J., 238, 148, 1990.
6. Blitz L. „New Observational Evidence Regarding the Lifetime of GMC complexes, Green Bank Workshop on“ The Phases of the ISM (Preprint, 1981),

ДИСКУССИЯ

Маррако. Вы отвергаете коллапс массивных молекулярных облаков как источник звездообразования, так как вы не можете сказать, откуда появляются массивные облака.

Скажите пожалуйста нам, откуда появляется массивное плотное вещество?

Парсамян. Наблюдения показывают, что расширение (истечение) играет доминирующую роль в природе.

Феррер. Я хотел бы узнать, есть ли некоторый прогресс в познании физических свойств дозвездного вещества за последние годы?

Парсамян. Самое важное, это наблюдательные данные относительно молекулярных облаков в звездных ассоциациях.

Неизвестный. Есть ли советские астрономы, кроме Амбарцумяна, работающие над идеей образования звезд путем расширения массивного дозвездного вещества?

Парсамян. Группа физиков под руководством проф. Г. Саакяна из Ереванского университета.