

Академик Г. А. ШАЙН

О СИСТЕМАХ ЭМИССИОННЫХ ТУМАННОСТЕЙ

Недавно мы нашли, что в распределении эмиссионных туманностей на небе выявляется весьма заметная тенденция к отдельным группировкам (1). В известной степени здесь повторяется подобная же тенденция для звезд класса О, ВО. Наблюдаемая неравномерность является в основном реальной и лишь частично связана с межзвездным поглощением. Основным критерием для решения вопроса о принадлежности туманности к отдельным группам является модуль расстояния $m_0 - M$. Примером небольшой по размеру группы могут служить туманности в Стрельце в области М8 и М20, примером большой группы — туманности в Орионе. Большей частью эти группы туманностей охватывают ассоциации звезд типа О. Наблюдательные данные дают серьезное основание думать, что видимые на небе группы туманностей являются реальными концентрациями туманностей в пространстве.

Такого рода пространственные группировки туманностей привлекают внимание сами по себе как некоторые отдельные системы. С другой стороны, эти группировки заслуживают внимания в свете наших представлений о спиральной структуре Галактики. Очевидно, нельзя рассматривать группировки туманностей, а также звездные ассоциации безотносительно к спиральной структуре Галактики.

Наблюдательные данные указывают на то, что отдельные группы туманностей находятся в спиральных ветвях. Вместе с тем можно сделать заключение, что довольно часто несколько отдельных групп туманностей, находящихся сравнительно недалеко друг от друга на небе, образуют в совокупности группу туманностей большего масштаба. В самой спиральной ветви такая большая группа образует значительную деталь. Так например, туманности в Стрельце в области М8 и М20 и ряда других образуют одну систему с модулем расстояния около 10,1, а группа туманностей к северу, в области М16, М17 и ряда других, образует другую систему с модулем расстояния около 10,8. Обе группы с некоторыми промежуточными туманностями, возможно, образуют систему большего масштаба. Это — ряд отдельных туманностей, следующих друг за другом в виде узкой полосы протяженностью свыше 15° или свыше 300 пс. В Лебедь мы также имеем большую область неба протяженностью около 15° или порядка 300 пс, почти сплошь занятую туманностями (но с отдельными концентрациями). В области Ориона три большие основные группы туманностей, около ν' , ζ и λ , также образуют одну систему, которая растянулась в пространстве более, чем на 160 пс (на небе больше, чем на 20°).

Обращаясь к лучше изученным нами внегалактическим системам М33, М101, М31, мы находим также и там группы туманностей, которые охватывают довольно значительные участки на спиральных ветвях. Более

того, выявляется, что некоторые довольно значительные части спиральных ветвей являются почти сплошь эмиссионными*.

Фотография М33 и схема распределения найденных нами более ярких эмиссионных туманностей даны в одном и том же масштабе на рис. 1 (на вклейке) (2). Большое число эмиссионных туманностей нашли в М33 Мэйолл (3), Харо, (4) и Аллер (5).

В М101 мы также нашли очень большое число эмиссионных туманностей. Распределение туманностей в М101 и М31 имеет такой же характер, как и в М33. Зарегистрированные эмиссионные туманности во внегалактических системах М33 и М101 являются очень яркими, во всяком случае много ярче очень яркой туманности в нашей Галактике (NGC 1976 в Орионе). Наряду с этими яркими туманностями в М33, М101, М31, несомненно, существует значительно большее число более слабых эмиссионных туманностей, которые как отдельные объекты не разделяются на фотографии. Последние, вероятно, и образуют почти сплошные эмиссионные участки в спиральных ветвях области III. Здесь мы имеем аналогию с большими группами туманностей в нашей Галактике (в Стрельце, Лебедь, Орионе и др.). Аналогия подчеркивается еще и тем, что группы эмиссионных туманностей выявляют нередко тенденцию располагаться в соседстве с темной материей (в особенности это хорошо заметно в Стрельце).

На основании изученного материала в отношении светлых диффузных туманностей в нашей Галактике и во внегалактических системах М33, М101 и М31 можно выдвинуть гипотезу о системах туманностей различных масштабов. Как видно из рис. 1, а также из фотографий М101 и М31, эмиссионные туманности располагаются вдоль спиральных ветвей по всей длине, исключая более центральную область. Поэтому в отношении эмиссионных туманностей спиральную ветвь в целом можно рассматривать как систему туманностей большого масштаба.

В спиральной ветви выявляются значительные флуктуации размером порядка 150—300 пс и более. Это — большие эмиссионные области и группы туманностей как во внегалактических системах, так и в нашей Галактике (например, упомянутые выше большие группировки туманностей в Стрельце, Лебедь и Орионе), и их можно рассматривать условно как системы туманностей среднего масштаба. Наконец, в системах среднего масштаба обнаруживаются в свою очередь флуктуации, более компактные группы туманностей, которые можно рассматривать уже как системы туманностей малого масштаба. Например, в системе туманностей среднего масштаба в Стрельце мы имеем систему малого масштаба в области М8, М20 и др. и, вероятно, другую систему в области М16, М17 и др. В системе туманностей среднего масштаба в Лебедь мы имеем более компактную группу туманностей — систему малого масштаба в области γ и ρ Лебедя. Провести границу между системами туманностей среднего и малого масштаба не всегда возможно. Хотя мы говорим здесь только о системах туманностей, но, очевидно, последние нельзя рассматривать отдельно от звезд.

Рассматриваемая гипотеза не имеет феноменологического характера. Действительно, спиральная ветвь в целом — это основное фундаментальное образование, связанное с природой галактик. Отдельные флуктуации в спиральных ветвях интерпретируются здесь как системы туманностей среднего и малого масштаба. Не вызывает сомнения, что находящиеся от нас на одинаковом расстоянии отдельные туманности в системах малого масштаба связаны между собой генетически. В известной мере можно также говорить о генетическом единстве туманностей, входящих в систему среднего масштаба. Наконец, и всю спиральную ветвь в целом, состоящую из туманностей, горячих звезд и вообще населенности первого типа,

* Последнее подтвердил в разговоре Харо во время посещения им обсерватории осенью 1953 г.

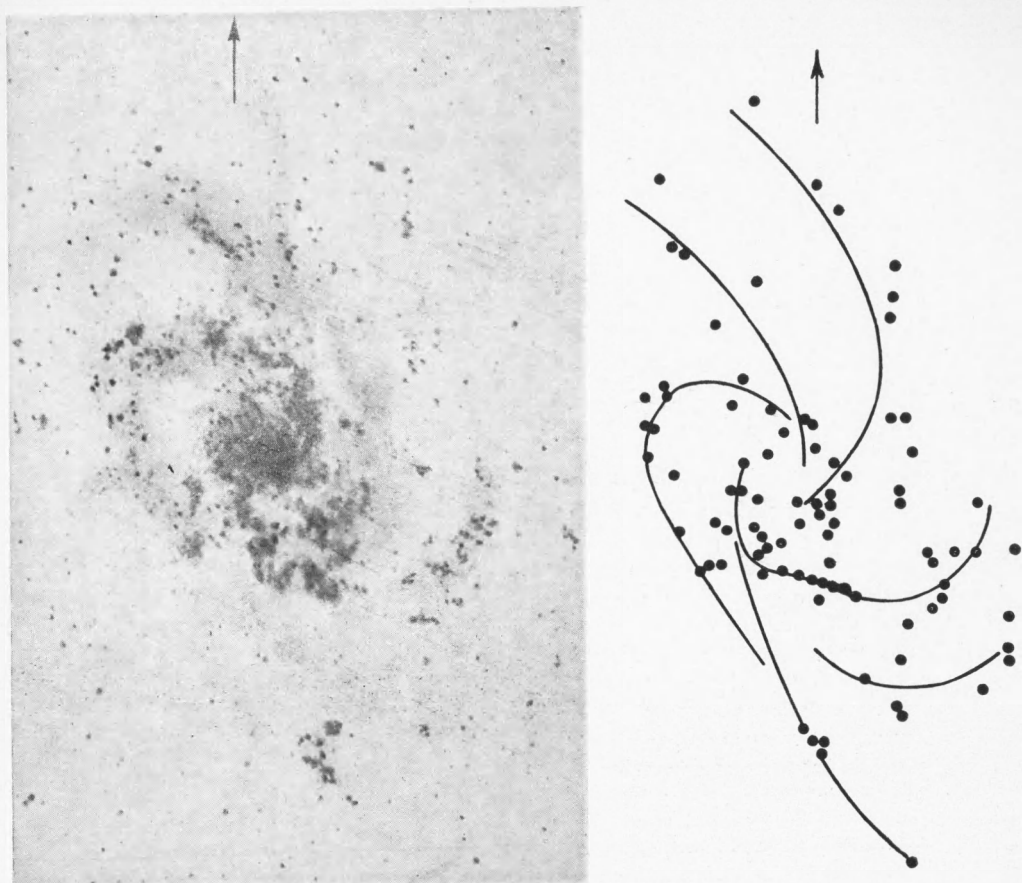


Рис. 1

К статье Э. Б. Скворской и Т. П. Силич, стр. 1073

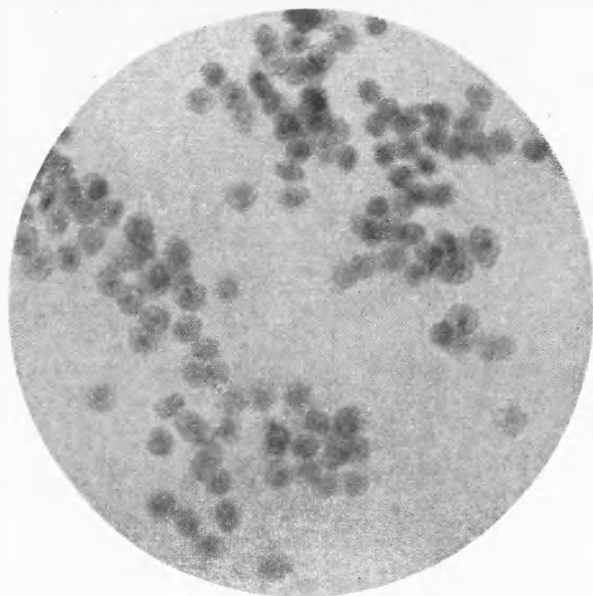


Рис. 1. Ядра мозжечка коров; $\times 400$

можно, вероятно, рассматривать в космогоническом аспекте как некоторую систему высшего порядка.

Высказанные выше соображения об эмиссионных туманностях в известной мере относятся также и к звездным ассоциациям. Концепция ассоциации звезд по существу не меняется. Они рассматриваются как концентрации горячих звезд в спиральных ветвях, причем и здесь отдельные ассоциации, возможно, могут быть объединены в системы большего масштаба. Так, две объявленные ассоциации, Стрелец I и Стрелец II (6), возможно, могут быть объединены в одну систему, идентичную с системой туманностей среднего масштаба в Стрельце.

В последние годы мы высказали идею о расширении некоторых туманностей. Этот вывод базируется на том, что в некоторых туманностях наблюдаются остатки оболочек, колец, дуг, интерпретируемых как результат систематических движений материи из центральных областей наружу (7). Можно также вообще думать, исходя из данных о плотности протонов, размеров туманности, кинетической температуры и некоторых других данных, что полная энергия отдельных туманностей в большинстве случаев является положительной (по крайней мере, положительной в известную эпоху). При этом еще не учитывается эффект давления радиации. Судя по упомянутым выше структурным деталям, в распаде этих туманностей, вероятно, играли также большую роль силы, обусловленные начальными условиями при образовании этих туманностей (7).

Отдельные туманности являются, вероятно, молодыми образованиями, а в таком случае и рассматриваемые нами системы туманностей являются молодыми. Ограничиваясь даже только системами малого масштаба (размером от нескольких десятков до полутора парсек), можно ожидать, что при относительной скорости в несколько километров в секунду для отдельных туманностей полная кинетическая энергия будет много больше потенциальной. Мы должны прийти к выводу, что рассматриваемые системы туманностей в прошлом занимали меньший или много меньший объем, чем в настоящее время. Вероятно, в то время и образовалась система. Существование таких систем и вытекающие отсюда следствия об их недавнем происхождении представляют, вероятно, большой интерес для космогонии. В этой проблеме для системы туманностей есть свои специфические стороны, но в основном мы имеем большую аналогию с выдвинутой впервые В. А. Амбарцумяном проблемой происхождения звездных ассоциаций и их устойчивости (8).

Необходимо еще подчеркнуть тот удивительный факт, что в спиральных туманностях (вероятно, и в Галактике) эмиссионные туманности и системы туманностей, которые надо считать молодыми образованиями, обнаруживаются почти вдоль всей спиральной ветви. Мы должны как будто сделать неожиданный вывод, что спиральная ветвь в целом представляет собой молодое образование в отношении некоторых типов своей населенности (газа). Если это верно, то значение такого вывода нельзя переоценить.

Какова бы ни была точка зрения на природу спиральной структуры, но в этом феномене в той или иной степени отражена космогоническая и, возможно, динамическая сторона истории Галактики. Это, вероятно, распространяется также и на отдельные образования в спиральных ветвях, в частности на находящиеся здесь системы туманностей и ассоциации звезд.

Расширение как следствие положительного значения для полной энергии системы было предсказано В. А. Амбарцумяном для звездных ассоциаций, и действительно оно было подтверждено. Что касается отдельных туманностей, то в некоторых случаях движение материи из центральных областей наружу можно было серьезно заподозрить на основании наблюдаемых в них остатков колец и других деталей (7). Но для системы туманностей в целом также следует ожидать расширения. Таким образом,

в такой системе туманностей и звезд, возможно, следует ожидать несколько центров, откуда исходит движение, а также один центр для системы в целом. Движение, возможно, будет сложным. В связи с этим можно сослаться на то, что в некоторых ассоциациях выявляется как будто более сложный характер движения, чем одно лишь расширение (⁹, ¹⁰).

Расширение — не единственное систематическое движение, которого можно ожидать. Следует обратить внимание на то, что некоторые системы туманностей, в особенности системы среднего масштаба, очень вытянуты по долготе (возможно, вдоль спиральной ветви). Для системы в Стрельце, Орионе и Лебеде растянутость достигает 15—20°. На первый взгляд, казалось, это можно было бы приписать эффекту дифференциального галактического вращения. Но, по крайней мере в отношении системы в Орионе, это, вероятно, не так. Во-первых, множитель $\cos 2(l - l_0) \sim 0,3$, а во-вторых, отдельные туманности, в том числе туманность около λ Ориона диаметром в 7°, не показывают никакой растянутости. Но даже в Лебеде исключительная вытянутость замечательных туманностей волнообразного характера в области σ Лебеда и дальше к SW не может быть приписана эффекту дифференциального галактического вращения.

Причину растянутости таких систем туманностей среднего масштаба, как в Стрельце, Орионе и Лебеде, надо искать, вероятно, в другом. Возможно, что отдельные туманности и звезды с начала их образования были по каким-то причинам относительно распределены в пространстве именно так, как мы их сейчас наблюдаем. Это, вероятно, главная причина. Но возможно, что мы имеем здесь также результат некоторых систематических движений внутри системы, обусловленных какими-то первоначальными условиями, например, движения вдоль спиральной ветви. Хотя и не следует упрощенно рассматривать спиральную ветвь как своего рода траекторию, но какое-то отношение к динамике галактик в целом она, вероятно, имеет. Поэтому далеко не исключается некоторое небольшое движение вдоль спиральной ветви и влияние этого эффекта на структуру систем туманностей. В частности, в свете этого эффекта следует рассмотреть сложное поведение члена K для радиальных скоростей звезд, имеющего, по видимому, различное значение для разных расстояний и для разных направлений в Галактике.

Крымская астрофизическая обсерватория
Академии наук СССР

Поступило
29 X 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Ф. Газе, Г. А. Шайн, Изв. Крымск. астрофиз. обс., 10, 152 (1953).
² Г. А. Шайн, там же, 11 (1953). ³ N. U. Mayall, L. H. Aller, Aph. J., 95, 5 (1952). ⁴ G. Haro, Astron. J., 55, 66 (1950). ⁵ L. H. Aller, Report of Haverford Meeting AAS, Michigan, 1951. ⁶ Б. Е. Маркарян, Докл. АН Арм. ССР, 15, № 1, 11 (1952). ⁷ Г. А. Шайн, В. Ф. Газе, Изв. Крымск. астрофиз. обс., 8, 80 (1952); Астрон. журн., 30, № 2, 135 (1953). ⁸ В. А. Амбарцумян, Астрон. журн., 26, 5 (1949); Изв. АН СССР, сер. физ., 14, 45 (1950). ⁹ П. П. Паренаго, Астрон. журн., 30, № 3, 249 (1953). ¹⁰ И. М. Копылов, ДАН, 90, № 6, 975 (1953).