

приведенных в списке, позволит обнаружить в некоторых из них гигантские взрывы, исходящие из ядра.

По мнению Бербиджей, взрывающейся галактикой является также VV 144, т. е. галактика, стоящая под номером 144 в каталоге Б. А. Воронцова-Вельяминова.

После обнаружения столь выдающегося явления в ядре NGC 3034 можно полагать, что эмиссионные линии, наблюдаемые в ядрах очень большого числа галактик, являются реликтами значительных событий, происходивших в прошлом. Отсутствие эмиссионных линий в ядрах может свидетельствовать о том, что или галактики испытали взрыв ядра так давно, что успели утратить последние признаки, связанные со взрывом, или же что взрыва не было и некоторые из галактик находятся в предвзрывном состоянии.

Но это — пока только предположения. Одно очевидно — спокойный процесс образования звезд из рассеянного газа путем его сжатия не может объяснить катаклизмов масштаба взрыва в NGC 3034.

Согласно В. А. Амбарцумяну ядра — основная активная область в галактиках и место сосредоточения сверхплотного вещества. Гигантские взрывы перенасыщенного энергией сверхплотного вещества выбрасывают его части из ядра вместе с попутно образующимися звездами и газом вдоль спиральных линий, где в результате непрерывающегося дробления частей сверхплотного вещества продолжается процесс формирования звезд и выделения диффузной материи.

Проблема происхождения спиральных ветвей галактик

Спиральные ветви галактик, пожалуй, самое живописное из космических явлений. У них сложный рисунок, динамичная форма и огромное многообразие структур при единстве главных черт. Излучение, исходящее от спиральных ветвей, составляет большую часть излучения всей спиральной галактики, определяет общий вид звездной системы. Неудивительно поэтому, что спиральным ветвям галактик посвящено много исследований. Изучались их геометрические формы путем сравнения с известными в математике видами спиральных линий, например, со спиралью Архимеда (рис. 80) или логарифмической спиралью (рис. 81).

По-видимому, бóльшая часть спиральных структур галактик напоминает логарифмическую спираль, но это сходство не настолько значительное, чтобы его можно было использовать для динамических и космогонических выводов.

Для выяснения сущности явления спиральных ветвей необходимо определить механизм их образования. Какая причина, какая сила вынуждает материю располагаться вдоль спиральных линий? Почему спиральные ветви устойчивы, не распадаются в течение сотен миллионов или даже миллиардов лет?

Первая гипотеза образования спиральных ветвей принадлежала Джинсу. Мы ее кратко описали в гл. III. Она основывается на предположении, что ядра галактик состоят из газа, а не из звезд, поэтому в наши дни гипотеза Джинса не может претендовать на достоверность.

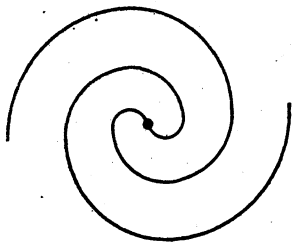


Рис. 80. Две спирали Архимеда.



Рис. 81. Две логарифмические спирали.

Вторая гипотеза была подробно разработана шведским астрономом Линдбладом. Линдблад при помощи строгих математических методов показал, что в звездной системе, имеющей форму сжатого эллипсоида вращения, т. е. такой, как у ядер галактик, на некоторой стадии развития образуется зона недостаточной механической устойчивости, располагающаяся у поверхности близ экватора. Наступает момент, когда из некоторых точек вследствие неустойчивости группы звезд срываются со своих, до этого круговых орбит и устремляются наружу, двигаясь по спиральной линии. Истечение потому происходит из двух противоположных точек, что дополнительный, хотя и небольшой, стимул к истечению звезд создается приближившейся на некоторое расстояние другой галактикой. Тогда неустойчивость достигается в двух точках — ближайшей к соседней галактике и противоположной ей. Линдблад считает, что начавшееся истечение звезд не

устраняет неустойчивости, а усиливает ее, поэтому процесс до определенного времени нарастает и значительная часть массы ядра переходит в спиральные ветви.

Работая над проблемой происхождения спиральных ветвей галактик, Линдблад создал ценную математическую теорию, обогатившую механику и звездную динамику. Ее методы могут успешно применяться для решения различных задач. Однако, как мы уже писали выше, возможность подробного обоснования гипотезы еще не обеспечивает ее правильности. Недостатком гипотезы Линдблада является ее механистичность. Она не учитывает наблюдаемых астрофизических особенностей спиральных ветвей. Как мы уже знаем, спиральную структуру определяют звезды — горячие гиганты и сверхгиганты. Для того чтобы из ядра выбрасывались звезды именно этого типа, нужно, чтобы они в большом количестве населяли ядра галактик. Но ядра галактик, напротив, состоят из звездного населения II типа. Невозможно себе представить, чтобы при выходе из ядра оно превращалось в звездное население I типа.

Из теории Линдблада следовало, что галактики должны вращаться концами спиральных ветвей вперед, т. е. раскручиваясь. Это предсказание не оправдалось: наблюдения показывают обратное — галактики закручиваются, т. е. вращаются концами ветвей назад.

Поэтому, отдавая должное значительному вкладу, внесенному в звездную динамику теорией Линдблада, следует признать необходимым поиск других путей для объяснения спиральной структуры галактик.

Следующая гипотеза, магнитная, основывается на двух важных наблюдательных фактах: концентрации в спиральных ветвях диффузной материи и существовании у Галактики магнитного поля. Она опирается также на гипотезу образования звезд из газовой материи. Сторонниками этой гипотезы являются английский астроном Хойл и некоторые другие исследователи.

Магнитное поле галактики непосредственно наблюдать, конечно, нельзя, но о его существовании свидетельствует ряд признаков. Первым из них является поляризация света звезд, открытая около двадцати лет назад советским астрономом В. А. Домбровским и американским астрономом Хильтнером. Оказалось, что свет звезд обычно на несколько процентов поляризован, т. е. световые волновые колебания происходят не в равной мере во

всех плоскостях, проходящих через луч зрения, а преимущественно группируются у одной определенной плоскости. При этом степень поляризации в среднем тем выше, чем больше темной материи на пути луча, чем больше поглощение, испытанное светом звезды. Единственное объяснение, которое удалось дать этому явлению, состоит в том, что свет поляризуется пылинками темной материи, которые имеют удлиненную форму и ориентированы в пространстве не хаотично, а преимущественно в некотором направлении. Преимущественная ориентация пылинок может происходить лишь в том случае, если в Галактике имеется магнитное поле, а удлиненные пылинки обладают ферромагнитными или парамагнитными свойствами.

Вторым свидетельством в пользу существования магнитного поля Галактики являются космические лучи — заряженные тяжелые элементарные частицы высоких энергий, влетающие со всех сторон в земную атмосферу. Именно то обстоятельство, что космические лучи приходят на Землю равномерно со всех направлений, заставляет думать, что в Галактике имеется магнитное поле. В противном случае космические лучи двигались бы в Галактике прямолинейно, как лучи света, и, как лучи света, они приходили бы только из определенных направлений — из тех, в которых находятся источники, их выбрасывающие. Но космические лучи приходят равномерно из всех направлений. Это можно объяснить тем, что движение заряженных частиц отклоняется от прямолинейного вследствие взаимодействия с магнитным полем Галактики. Возможно, как предположили советские астрофизики В. Л. Гинзбург и И. С. Шкловский, что мощные потоки заряженных тяжелых элементарных частиц высоких энергий образуются при вспышках сверхновых звезд. Если бы у Галактики не было магнитного поля, то эти движущиеся с огромными скоростями частицы пересекли бы Галактику и удалились во внегалактическое пространство. Мы не наблюдали бы космических лучей или наблюдали бы их, в связи со вспышкой сверхновой звезды, из определенного направления. Но магнитное поле Галактики является ловушкой для космических лучей, оно заставляет их сворачивать с прямого пути, двигаться по траекториям, витки которых находятся все время внутри нашей звездной системы. Поэтому заряженные тяжелые частицы не только не покидают Галак-

тику, но, по мере происходящих вспышек сверхновых звезд, постепенно накапливаются в ней.

Сейчас, после того как установлено, что в ядре NGC 3034 произошел взрыв, масштабы которого намного превосходят масштабы взрыва сверхновых звезд, можно предположить, что и в ядре нашей Галактики в прошлом произошел грандиозный взрыв, породивший, наряду с другими явлениями, мощный поток заряженных тяжелых элементарных частиц. Если бы у Галактики не было магнитного поля, эти частицы давно ушли бы во внегалактическое пространство. Но магнитное поле их удержало, они заполнили объем Галактики, движутся в нем по различным направлениям и некоторые из них, влетая в атмосферу Земли, вызывают в ней явления космических лучей.

Если в Галактике имеется магнитное поле, то согласно теории излучения в магнитном поле эмиссионная линия (21 см) нейтрального водорода должна обнаруживать тонкое расщепление. Недавно английский астроном Дэвис и его сотрудники сумели наблюдениями подтвердить это предсказание. Правда, степень расщепления линии указывает на напряженность магнитного поля Галактики около $5 \cdot 10^{-6}$ Гс, в то время как для ориентирования удлиненных пылинок и удержания космических лучей в Галактике требуется напряженность магнитного поля почти в десять раз бóльшая. Это обстоятельство вызывает необходимость пересмотреть соответствующие теории. Тем не менее в результате исследования Дэвиса существование магнитного поля Галактики, хотя и более слабого, чем ранее предполагали, доказано методом, который уже нельзя считать косвенным.

Согласно магнитной гипотезе в первоначальной газовой туманности образовалось магнитное поле, собравшее диффузную материю в два спиральных жгута вдоль магнитных силовых линий. Вследствие различной угловой скорости вращения Галактики на разных расстояниях от центра, магнитно-силовые трубки (жгуты) изогнулись и приняли спиральную форму. Здесь в областях повышенной плотности диффузной материи происходит интенсивное звездообразование, поэтому в области спиральных ветвей много не только газа и пыли, но и молодых звезд — горячих гигантов и сверхгигантов, придающих спиральным ветвям их яркий рисунок. Этим объясняется, почему молодые звезды, в том числе горячие гиганты

и сверхгиганты, расположены в спиральных ветвях. Магнитное поле способно удерживать разреженную диффузную материю, но не плотные тела — звезды. Поэтому после сформирования звезды постепенно выходят из спиральных ветвей и старые звезды уже с одинаковой вероятностью могут быть и в спиральных ветвях и вне их. Самые молодые звезды должны быть только в спиральных ветвях, а в пространстве между спиральными ветвями могут быть только старые звезды. Эти выводы соответствуют наблюдательным данным.

Наибольшие трудности магнитной гипотезы связаны с тем, что наблюдения пока приводят к противоречивым данным о направлении магнитных силовых линий в различных местах нашей звездной системы. Нельзя еще утверждать, что спиральные рукава действительно тянутся вдоль силовых линий магнитного поля Галактики.

Кроме того, различие периодов вращения разных областей Галактики велико и расчет показывает, что спиральные ветви должны были бы, закрутившись, опоясывать Галактику много раз, а не $\frac{1}{2} - 1\frac{1}{2}$ раза, как это обычно наблюдается. Еще одно возражение состоит в том, что наличие магнитного поля, связанного с диффузной (газовой и пылевой) материей, должно препятствовать ее конденсации, формированию из нее звезд.

В последнее время выдвинута новая гипотеза. Спиральные ветви — это движущиеся волны уплотнения в гравитационном поле плоской звездной системы. Как в море движется волна, а вода остается на месте, так и в Галактике, возможно, спиральные ветви лишь временно объединяют материю данного места, а затем смещаются и уплотняют материю другой области. Волна может захватить только звезды, имеющие малые индивидуальные скорости. Такими звездами являются горячие гиганты и сверхгиганты и другие объекты I типа населения. Звезды II типа населения имеют большие индивидуальные скорости; расчет показывает, что волны гравитационного поля не могут их удержать. Этим объясняется в волновой гипотезе строение спиральных ветвей из объектов I типа населения.

Волновая гипотеза происхождения спиральных ветвей галактик, предложенная американскими астрономами Лином и Шу, в настоящее время подробно теоретически разработана и находит большое число сторонников.

Пятая гипотеза — взрывная. Она опирается на явления, свидетельствующие о большой физической активности ядер галактик, и связана с предположением о формировании звезд из сверхплотного вещества. Основные ее положения, высказанные В. А. Амбарцумяном, состоят в том, что спиральные ветви галактик формируются из вещества, выбрасываемого ядром галактики в результате взрывного процесса. Это вещество — сверхплотное и уже в области спиральных ветвей при продолжающемся процессе распада из него формируются звезды и попутно выделяется диффузная материя. Фактически вся материя ядра переходит в спиральные ветви.

Взрывная гипотеза мало разработана, так как физические свойства сверхплотного вещества неясны. Возможно, что встретятся трудности, связанные с необходимостью существования большого момента вращения у материи до ее выхода из ядра. Для того чтобы выброшенная материя и образованные ею спиральные ветви участвовали во вращении галактики так, как это показывают наблюдения, необходимо, чтобы сверхплотное ядро, из которого они были выброшены, вращалось исключительно быстро.

Шестая гипотеза — гипотеза взаимодействия, предложена американским исследователем галактик Цвикки. Она предполагает, что при сближении двух или нескольких (неспиральных) галактик в результате гравитационного (или, возможно, иного) взаимодействия у них образуются направленные в сторону соседей и в противоположную сторону длинные выступы материи. После того как встретившиеся галактики разойдутся, длинные выступы, отставая во вращении от основного тела (ядра), принимают форму спиралей. Недостаток этой гипотезы в том, что она не может объяснить различия типов звездного населения ядра и спиральных ветвей галактик.

Наконец, английские астрономы Голд и Бонди выдвинули предположение, что спиральные ветви галактик формируются из межгалактического газа, захватываемого галактиками при их движении в межгалактическом пространстве.

Столь большое число развиваемых в наши дни гипотез происхождения спиральных ветвей галактик показывает, что поставленная проблема далеко еще не разрешена. Предпочтение нужно отдать магнитной, волновой и взрывной гипотезам, учитывающим астрофизическую сторону проблемы.