

# ГАЛАКТИКИ И СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК

## 11.1. Звездные скопления и наша Галактика

Галактики представляют собой гигантские звездные системы, своего рода структурные единицы Вселенной, в которых сосредоточено основное количество существующих в природе звезд и холодного газа. Все объекты галактики находятся в движении относительно общего центра масс и удерживаются вместе суммарным гравитационным полем. Галактику, в которой находится солнечная система, как и все звезды, доступные наблюдению невооруженным глазом или в небольшой телескоп, называют нашей Галактикой (пишется всегда с большой буквы) или галактикой Млечный Путь.

Звездные системы, состоящие из большого количества звезд, были известны задолго до открытия галактик. Это гравитационно связанные звездные скопления внутри нашей Галактики<sup>1</sup>.

Различают два типа звездных скоплений — рассеянные (или открытые) и шаровые скопления. Некоторые рассеянные скопления (например, Плеяды) хорошо видны невооруженным глазом. Шаровые скопления находятся на больших расстояниях (от нескольких килопарсек до десятков килопарсек), и для того чтобы увидеть даже ярчайшие из них, требуется телескоп. Если рассеянные скопления

---

<sup>1</sup> В общем случае, звездные системы могут и не быть гравитационно связанными. Известны разреженные группировки молодых звезд спектральных классов O, B или типа T Тельца, называемые звездными ассоциациями. Они рождаются в областях высокой концентрации межзвездного газа и довольно быстро распадаются в гравитационном поле Галактики.

наблюдаются преимущественно вблизи полосы Млечного Пути, то шаровые, наоборот, избегают Млечный Путь (эффект межзвездного ослабления света) и почти все сосредоточены в одной области неба с центром в созвездии Стрельца, где располагается центр нашей Галактики.

Масса звездного скопления может быть оценена по теореме вириала на основании измерения размера и дисперсии скоростей звезд относительно среднего значения. Она составляет  $10^3$ – $10^4 M_{\odot}$  для наиболее крупных рассеянных скоплений и  $10^5$ – $10^6 M_{\odot}$  — для шаровых. При этом характерные размеры для наиболее крупных скоплений обоих типов измеряются десятками парсек. Рассеянные скопления содержат значительно меньше звезд и, следовательно, более разрежены. Сила гравитации, удерживающая звезды вместе, у них более слабая, и поэтому немногие рассеянные скопления доживают до возраста в миллиард лет, не распадаясь.

Существование больших различий между скоплениями очень хорошо иллюстрирует сложность процесса формирования и эволюции галактических структур. Звезды, входящие в каждое скопление, имеют близкий возраст, а значит, образовались в результате единого процесса<sup>2</sup>. Именно по этой причине скопления оказались очень удобными для проверки теорий звездной эволюции, поскольку они дают возможность сравнивать светимость и цвет звезд разных масс, но одного возраста.

Возраст звезд определяется по их спектру и светимости путем сопоставления их положения на диаграмме Герцшпрунга–Рессела с теоретически построенными изохронами (т. е. кривыми, описывающими положение звезд равного возраста), а химсостав — по эквивалентным ширинам линий поглощения в спектрах или (более грубо) — по цвету старых звезд-гигантов, который коррелирует с относительным содержанием металлов. Как оказалось, звезды рассеянных скоплений имеют возраст до 1–2 миллиардов лет и нормальный (т. е. близкий к солнечному) химсостав. Среди них много систем, где образование звезд еще продолжается или завершилось сравнительно недавно ( $10^7$ – $10^8$  лет назад). Самые яркие звезды рассеянных скоплений — это, как правило, звезды спектральных классов В или А, и лишь в самых молодых скоплениях еще сохранились голубые сверхгиганты (звезды класса О).

---

<sup>2</sup>Есть редкие исключения, например, шаровое скопление  $\omega$  Центавра, где было две или несколько вспышек звездообразования.

Что касается шаровых скоплений, то они расположены, в основном, вблизи центра Галактики, их возраст превышает 12 миллиардов лет, а содержание в звездах элементов тяжелее гелия в десятки и сотни раз ниже, чем в Солнце. Последнее свидетельствует о том, что в эпоху образования шаровых скоплений Галактика только формировалась, и тяжелые элементы еще не успели возникнуть в звездах и попасть в межзвездную среду. Самые яркие звезды шаровых скоплений — это звезды с массой, близкой к массе Солнца, которые успели проэволюционировать до стадии красного гиганта. С помощью космического телескопа «Хаббл» (диаметр зеркала — 2,4 м) в скоплениях удалось увидеть и большое количество старых звезд очень низкой светимости — белых карликов. В рентгеновском диапазоне в некоторых шаровых скоплениях найдены также уникальные объекты, связанные с тесными двойными системами старых звезд. Речь идет о самых быстрых природных «волчках» — миллисекундных пульсарах, вращающихся со скоростями порядка четверти или трети скорости света (см. главу 10).

Большая часть звезд Галактики, включая Солнце и ближайшие к нему звезды, не принадлежит ни к каким скоплениям и сосредоточена в галактическом диске толщиной несколько сотен парсек, который мы видим на небе «изнутри» как полосу Млечного Пути, и который содержит основное количество звезд и газа в Галактике. Свет Млечного Пути значительно ослаблен межзвездным поглощением, но его самая яркая часть находится там, где располагается центр (ядро) Галактики и, предположительно, гигантская черная дыра (созвездие Стрельца). Расстояние до центра 7–8 кпк (21–24 тысячи св. лет), а общий диаметр звездного диска — не менее 30 кпк. Средняя пространственная концентрация звезд в диске падает с расстоянием от центра Галактики и в окрестностях Солнца составляет несколько звезд на 1 пк<sup>3</sup>. Самый многочисленный класс звезд, составляющих Галактику — красные карлики с массой в несколько раз меньше солнечной.

Если бы мы имели возможность взглянуть на Галактику со стороны, то увидели бы систему клочковатых спиральных ветвей в звездном диске, вытянутую звездную переемычку — бар во внутренней области диска и яркое излучение большого числа звезд в центральной части Галактики. Находясь вблизи плоскости диска, мы можем видеть его только «с ребра», при этом центральная часть выделяется как «вздутие» (балдж) (рис. 11.1).

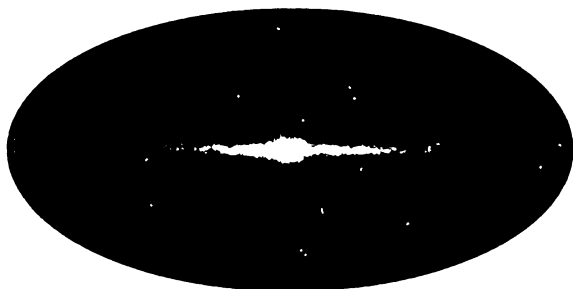


Рис. 11.1. Вид нашей Галактики, восстановленный по изображениям в ближнем ИК диапазоне спектра, полученным космическим аппаратом COBE (NASA).

Наша Галактика относится к гигантским спиральным системам, содержащим большое количество межзвездного газа с различной температурой (от нескольких К до  $10^6$  К) и областей звездообразования, расположенных преимущественно в спиральных ветвях. В спиральных же ветвях находятся самые массивные газовые конденсации — гигантские молекулярные облака, масса которых в некоторых случаях достигает  $10^6 M_{\odot}$ . С межзвездным газом хорошо перемешана пыль, составляющая по массе немногим меньше 1% от суммарной массы газа. Изучать Галактику изнутри во многих отношениях сложнее, чем исследовать другие галактики — как из-за эффектов проекции, так и из-за того, что пыль сильно ослабляет излучение, распространяющееся в межзвездной среде, и препятствует наблюдению слабых или далеких объектов, если направление на них близко к плоскости диска.

Звезды, как и газ, участвуют во вращении Галактики, обладая, помимо этого, еще и собственными, случайными скоростями. Соотношения между скоростью вращения и случайными скоростями во многом определяют форму и структуру как нашей, так и других галактик. Орбитальная скорость Солнца в Галактике составляет 200–220 км/с, а скорость относительно совокупности ближайших звезд диска, вращающихся вместе с Солнцем вокруг центра Галактики (то есть случайная составляющая скорости Солнца), — около 20 км/с. Звездный и газовый состав, характер внутренних движений и другие свойства Галактики достаточно типичны для спиральных галактик, и будут рассматриваться вместе со свойствами других галактик в последующих разделах.