

Распределение галактик на небе

Распределение звезд на небе стал впервые изучать В. Гершель в конце 18 в. Результатом было фундаментальное открытие — явление концентрации звезд к галактической плоскости.

Приблизительно через полтора столетия наступило время изучить распределение по небу галактик. Сделал это Хабл.

Галактики по блеску в среднем значительно уступают звездам. Звезд до 6-й видимой звездной величины на всем небе несколько тысяч, а галактик до 6^m — только четыре. Звезд до 13^m около трех миллионов, а галактик около семисот. Только тогда, когда рассматриваются очень слабые объекты, число галактик становится большим и начинает приближаться к числу звезд той же величины.

Следовательно, чтобы иметь достаточное количество подсчитываемых галактик, нужно использовать большие инструменты, способные уловить блеск слабых объектов. Но при этом возникает дополнительная трудность, связанная с тем, что слабые галактики и слабые звезды не так заметно отличаются друг от друга, как яркие звезды от ярких галактик. Слабые галактики имеют очень маленькие видимые размеры и их легко при подсчетах принять за звезды. Нужна осторожность и специальные меры, чтобы не подсчитывать вместо галактик звезды и не пропускать галактик, принимая их за звезды.

Хабл использовал 2,5-метровый телескоп обсерватории Маунт Вилсон в Калифорнии, вступивший в 20-е годы 20 в. в строй, и выполнил подсчеты галактик до 20-й видимой звездной величины в 1283 маленьких площадках, распределенных по всему небу. Результат оказался на первый взгляд неожиданным. В то время как число звезд, приходящихся на единицу поверхности неба, возрастает при приближении к галактическому экватору (Млечному Пути), галактики показали противоположную закономерность. Их число в площадках Хаббла оказывалось тем меньше, чем ближе была расположена площадка к Млечному Пути. Около самого галактического экватора в полосе толщиной в 20° галактики, за отдельными исключениями, вовсе не наблюдаются. Можно сказать, что плоскость Галактики является для галактик плоскостью деконцентрации, а зона у галактического экватора зоной избегания.

Совершенно очевидно, что другие звездные системы, а их миллионы, не могут располагаться в пространстве по закону, диктуемому определенной ориентировкой плоскости симметрии нашей Галактики, которая сама является только одной из этого множества звездных систем. Хаблу было ясно, что в данном случае наблюдается не истинное распределение галактик в пространстве, а распределение, искаженное некоторыми условиями видимости.

В 1930 г., за четыре года до выполнения Хаблом подсчетов галактик, было окончательно установлено существование поглощения света в межзвездном пространстве. Выяснилось также, что темная материя, вызывающая поглощение, сосредоточена в виде сравнительно тонкого слоя около плоскости Галактики. Поэтому Хаблу было нетрудно объяснить причину видимого избегания галактиками зоны около галактического экватора. Она состоит в том, что свет галактик, находящихся в направлении галактического экватора, не в состоянии пробиться сквозь толщу пылевого слоя, расположенного близ плоскости симметрии нашей звездной системы. Эти галактики становятся для нас невидимыми. Правда, в некоторых отдельных местах зоны избегания все-таки наблюдается несколько галактик. Это объясняется тем, что пылевая материя не образует непрерывного сплошного слоя, а собрана в отдельные облака и клочья, расположенные около плоскости Галактики. Кое-где, вследствие случайностей группировки облаков, между ними образовались просветы, в которые и проглядывает несколько галактик. Но подавляющая масса галактик, находящихся в этих направлениях, нам не видна.

Доля галактик, заслоненных от нас пылевым слоем межзвездной материи, значительна. Можно быть уверенным в том, что среди них есть близкие, красивые, обладающие интересными особенностями галактики. Все это научное богатство находится пока за замками, вскрывать которые нелегко. Однако первые достижения уже имеются. В 1968 г. итальянский астроном Маффей, выполнив наблюдения в инфракрасных лучах, открыл две близкие гигантские эллиптические галактики, лежащие на галактической широте $-0^{\circ},5$, т. е. почти точно в галактической плоскости. После этого их удалось обнаружить и в оптических лучах как очень слабые едва различимые объекты. Оказалось, что поглощающая свет материя Га-



Рис. 95. Часть карты зоны избегания галактик.

лактики ослабляет блеск Maffei I и Maffei II (так в честь открывателя названы эти галактики) на 5 звездных величин, т. е. в 100 раз. Если бы не поглощение света, то видимая величина Maffei I была бы равна $5^m,8$, ее блеск уступал бы только Магеллановым Облакам и NGC 224 и ее можно было бы наблюдать в театральные бинокль. При наблюдении в инфракрасных лучах это действительно одна из ярчайших галактик, так как инфракрасное излучение пылевой материей почти не поглощается. Абсолютная звездная величина Maffei I равна

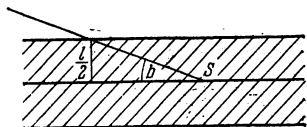


Рис. 96. Длина пути, пройденного светом в толще пылевой материи Галактики.

$-20^m,5$, т. е. это даже сверхгигантская галактика. Расстояние до нее достаточно точно пока определить не удастся, оно оценено в 1,2 Мпс с возможной ошибкой в 0,4 Мпс. Поэтому нельзя еще сказать, входит ли она в состав Местной группы галактик. В Местной группе для полноты коллекции как раз недостает сверхгигантской и гигантской эллиптических галактик.

Недавно Стейнлейн, используя подсчеты галактик до 18-й видимой звездной величины вдоль всей области близ галактического экватора (Хабл производил подсчеты только в отдельных площадках), построил наглядную карту зоны избегания, часть которой мы воспроизводим на рис. 95. В местах самой темной штриховки число галактик на квадратный градус неба больше тридцати, по мере ослабления штриховки число галактик уменьшается и доходит до нуля. Мы видим, что в полосе от -10 до $+10^\circ$ галактической широты галактик практически нет, далее, по мере удаления от галактического экватора, галактик становится все больше. Неровности распределения вызваны главным образом случайностями в распределении облаков темной материи и отчасти случайностями в распределении самих галактик.

Чем больший угол составляет направление на галактику с главной плоскостью нашей звездной системы, тем меньший слой пылевой материи должен проходить луч света. Поэтому по мере удаления от галактического экватора число галактик быстро возрастает.

Если предположить, что пылевые облака равномерно заполняют около плоскости галактики тонкий слой тол-

щины l , то из рис. 96 следует, что путь, проходимый излучением галактики внутри пылевого слоя, равен $\frac{l}{2 \sin b}$, где b — галактическая широта галактики, т. е. угол между направлением на галактику и главной плоскостью нашей звездной системы. Как показал Хабл, из этого следует, что число галактик до данной видимой величины в одном квадратном градусе неба должно равняться

$$N = N_0 \cdot 10^{-\frac{3\beta}{5 \sin b}} \quad (14)$$

Здесь β показывает, насколько возрастает видимая звездная величина (ослабляется блеск) галактик из-за поглощения света при наблюдении в направлении, перпендикулярном к плоскости симметрии нашей звездной системы. В этом направлении поглощение света, очевидно, должно быть наименьшим. N_0 означает число галактик до той же видимой величины на один квадратный градус неба, которое наблюдалось бы, если бы в нашей звездной системе полностью отсутствовало поглощение света. Предполагается, что в этом случае во всех направлениях число галактик на один квадратный градус было бы одним и тем же.

Оказалось, что подсчеты галактик для различных галактических широт хорошо удовлетворяют закону (14). При $b = 0$, т. е. у галактического экватора, показатель степени в правой части равенства (14) равен минус бесконечности и, следовательно, все выражение обращается в нуль, галактик не должно наблюдаться вовсе, что и имеет место в действительности. По мере увеличения b правая часть (14) растет и характер роста соответствует данным подсчетов. Таким образом, подсчеты галактик убедительно подтверждают, что поглощающая свет материя расположена сравнительно тонким слоем около плоскости симметрии нашей звездной системы.

В равенствах (14) подсчеты для каждой галактической широты b дают значения N . Поэтому можно написать ряд равенств, в которых неизвестными величинами будут только N_0 и β . Решение этих равенств привело Хабла к следующим результатам: среднее число галактик до 20-й видимой звездной величины на один квадратный градус неба, которое наблюдалось бы при полном отсутствии поглощения света, равно 131, а увеличение вследствие поглощения видимой звездной величины галактик,

наблюдаемых в направлении, перпендикулярном к плоскости симметрии нашей звездной системы, равно $0^m,25$. Все объекты, находящиеся вне нашей звездной системы, ослабевают из-за поглощения света на четверть звездной величины, если они находятся в направлении полюса Галактики, и ослабевают еще больше, если они лежат в других направлениях, причем ослабевают тем сильнее, чем меньше их галактическая широта.

Общий характер распределения галактик в пространстве

Хабл производил также подсчеты до различных звездных величин, т. е. определял число галактик до m -й звездной величины в одном квадратном градусе неба для различных значений m .

Можно доказать следующую теорему: если галактики в среднем равномерно распределены во Вселенной и в пространстве между галактиками поглощение света отсутствует, то число галактик до m -й видимой звездной величины $N(m)$ пропорционально $10^{0,6m}$.

Для доказательства теоремы известно нам равенство

$$M = m - 5 \lg r + 5 \quad (15)$$

перепишем в таком виде:

$$r = 10^{1-0,2M} \cdot 10^{0,2m}. \quad (16)$$

Равенство (16) определяет, на каком расстоянии находятся галактики с видимой звездной величиной m , если их абсолютная звездная величина равна M .

Теперь предположим, что все галактики имеют одинаковую абсолютную звездную величину. Тогда галактиками до данной видимой звездной величины m будут все галактики, расположенные внутри сферы с радиусом, определяемым равенством (16). Число таких галактик, поскольку они равномерно заполняют пространство, должно быть пропорционально объему сферы, следовательно, пропорционально кубу радиуса сферы:

$$N(m) \sim r^3.$$

Если же мы вместо радиуса сферы подставим его выражение (16), то получим, что

$$N(m) \sim 10^{0,6m}, \quad (17)$$

так как множитель $10^{3-0,6M}$ постоянен.