

## Магеллановы Облака

Далеко на южном небе, недостижимые для глаз обитателей северного полушария Земли, неуловимые для больших телескопов, которые построены и установлены в северном полушарии, находятся два замечательнейших объекта неба, два сокровища астрономии — Большое и Малое Магеллановы Облака.

Первое дошедшее до нас описание наблюдений Магеллановых Облаков принадлежит Пигафетте, спутнику и историографу Магеллана в первом кругосветном путешествии. Когда в 1519—1522 гг. корабли Магеллана шли по южным водам Атлантического, а затем Тихого и Индийского океанов, Пигафетта обратил внимание на стоящие высоко в небе, неуклонно сопровождавшие экспедицию две сияющие туманности и описал их. Ничего подобного на северном небе не наблюдается.

Огромное значение Магеллановых Облаков для науки определяется тем, что это ближайшие к нам галактики. Следующий сосед, система в Скульпторе, находится в два раза дальше. Кроме того, Магеллановы Облака — это галактики с чрезвычайно богатым и разнообразным составом объектов. В этом отношении им принадлежит пальма первенства в Местной системе галактик. Система же в Скульпторе — значительно менее интересная галактика, лишенная звезд-сверхгигантов, звездных скоплений, газовых туманностей и других объектов, имеющих важное значение для изучения эволюции звезд и звездных систем. Ближайшими галактиками, сравнимыми по богатству состава с Магеллановыми Облаками, являются туманность Андромеды (NGC 224) и туманность Треугольника (NGC 598). Но они расположены в 10 раз дальше. А это означает, что при помощи 60-сантиметрового телескопа Магеллановы Облака можно изучать с той же подробностью, с какой изучают NGC 224 и NGC 598, используя гигантский 6-метровый телескоп. Какие же интересные сведения можно было бы получить, наведя на Магеллановы Облака 6-метровый телескоп! Однако, как заметил один наблюдатель, «бог решил пошутить, поселив астрономов в северном полушарии Земли, а Магеллановы Облака поместив на южном небе».

Страны северного полушария давно уже располагают 5-метровым телескопом и большим числом телескопов с диаметром объектива от двух до трех метров. А в 1976 г.

в Советском Союзе вошел в строй шестиметровый телескоп.

В южном же полушарии до последнего времени имелось лишь два 180-сантиметровых телескопа. С их помощью в основном и наблюдали Магеллановы Облака. Лишь совсем недавно южное полушарие обогатилось, наконец, 4- и 3,7-метровыми телескопами. Пройдут годы, десяток лет, прежде чем эти телескопы внесут существенный вклад в изучение Магеллановых Облаков.

Многие объекты исследуются в Магеллановых Облаках даже успешнее, чем в самой нашей Галактике. Это связано, во-первых, с тем, что наиболее интересные объекты Галактики лежат очень близко к ее главной плоскости, а так как и мы находимся около этой плоскости, то наблюдениям сильно мешает поглощение света темной пылевой материей, которая тоже сконцентрирована у главной плоскости. Направления на Большое и Малое Магеллановы Облака составляют углы 33 и 45° с плоскостью Галактики, поэтому поглощение света влияет очень слабо. Другим преимуществом Магеллановых Облаков является возможность, сравнивая видимые величины их звезд, сравнивать и абсолютные величины, светимости. Такое сравнение возможно потому, что размеры Магеллановых Облаков малы в сравнении с расстоянием до них и все звезды каждого Облака можно считать приблизительно одинаково удаленными от нас. Это условие для звезд нашей Галактики, разумеется, не выполняется, а сколь важным может быть его значение, видно из следующего исторического примера.

В 1910 г. Г. Ливитт (США), наблюдая цефеиды в Малом Магеллановом Облаке, обнаружила, что долгопериодические цефеиды, имеющие большой блеск, имеют и большой период изменения блеска. Довольно точно выполнялось правило, согласно которому вдвое большему периоду соответствовала меньшая на  $0^m,6$  видимая звездная величина цефеиды. Так как для звезд в Магеллановых Облаках разность абсолютных звездных величин равна разности видимых звездных величин, то был установлен физический закон — вдвое большему периоду у цефеид Малого Магелланова Облака соответствует меньшая на  $0^m,6$  абсолютная звездная величина, т. е. в 1,7 раза большая светимость. Впоследствии выяснилось, что этот закон является универсальным. Он справедлив для долгопериодических цефеид Большого Магелланова Облака,

Галактики, туманности Андромеды и других галактик. Аналогичное соотношение было установлено и для короткопериодических цефеид. Открытая зависимость позволила разработать новый метод определения расстояний, сыгравший большую роль в астрономии. Если нужно определить расстояние до звездного скопления или галактики, то достаточно обнаружить в этой системе цефеиду, пронаблюдать изменение ее блеска и определить период, затем по соотношению между периодом и абсолютной звездной величиной  $M$  определить последнюю. Нужно также измерить видимую звездную величину  $m$ , и тогда из равенства

$$\lg r = \frac{1}{5} m - \frac{1}{5} M + 1,$$

которое мы вывели в первой главе, вычисляется неизвестное расстояние  $r$ .

Насколько велико значение метода определения расстояний по цефеидам, можно судить по тому, что он стал основой определения расстояний до других галактик.

Если бы долгопериодические цефеиды не наблюдались в Магеллановых Облаках, то соотношение, связывающее их периоды и абсолютные звездные величины, удалось бы установить лишь значительно позднее, так как различные расстояний до долгопериодических цефеид Галактики мешает видимым образом проявиться этой зависимости.

Расстояние до каждого из Магеллановых Облаков, 46 кпс, лишь в полтора раза превосходит диаметр Галактики, а расстояние между Большим и Малым Облаками составляет около 20 кпс. Эти расстояния во много раз меньше, чем средние расстояния между соседними галактиками вообще и даже чем средние расстояния между соседними галактиками в Местной системе галактик. Поэтому правильнее считать, что Галактика и Магеллановы Облака образуют тройную галактику. Взаимное влияние в этой тройной системе, где Галактика должна считаться главным телом, а Магеллановы Облака спутниками, прослеживается в том, что, как показывают радионаблюдения, оба Магеллановых Облака погружены в общую оболочку нейтрального водорода и связаны дополнительно между собой водородным мостом, а водород, расположенный близ главной плоскости Галактики, образует выступ, направленный в сторону Магеллановых Облаков. Из Большого Облака тянется в противоположную от Галактики сторону нечто вроде спиральной ветви и

тогда должна быть аналогичная, неразличимая вследствие перспективы ветвь в сторону Галактики. Возможно, что Большое Облако и Галактика связаны между собой газовым мостом.

Большое Магелланово Облако имеет в поперечнике приблизительно 10 кпс. У него сложная и разнообразная структура (рис. 58).

Явно вырисовывается удлинненное тело, напоминающее перемычки у пересеченных спиралей. Имеется много мелких деталей, являющихся результатом группировок звезд



Рис. 58. Большое Магелланово Облако.

сверхгигантов. В Большом Облаке доминирует звездное население I типа и оно изобилует выдающимися представителями этого типа населения. В этом отношении Большое Магелланово Облако превосходит даже область спиральных ветвей нашей Галактики. В нем очень много голубых сверхгигантов чрезвычайно высокой светимости. Французский астроном Вокулер насчитал в Большом Облаке 4700 сверхгигантов, каждый из которых излучает мощнее, чем 10 000 солнц, и именно здесь находятся рекордсмены по светимости среди известных нам звезд.

В табл. 13 приводится список известных звезд наибольшей светимости в различных галактиках.

Мы видим, что чемпионом по светимости среди всех различаемых нами звезд (в далеких галактиках мы не можем различать отдельных звезд) является белая звезда HD 33579, находящаяся в Большом Магеллановом Обла-

ке. Эта звезда называется также S Золотой Рыбки. Ее абсолютная звездная величина равна  $-10^m,1$  и она светит приблизительно как миллион солнц. Если бы на месте ближайшей к нам звезды вместо  $\alpha$  Центавра находилась HD 33579, то человечество на Земле было бы обеспечено дополнительным и более ярким, чем в настоящее время,

Т а б л и ц а 13. Звезды наибольшей светимости в ближайших галактиках

| Название звезды  | Спектр звезды | Абсолютная звездная величина | Название галактики         |
|--|---------------|------------------------------|----------------------------|
| N 12 VI Лебеда   | B5            | $-9,8^m$                     | Наша Галактика             |
| $\xi$ Скорпиона  | B1            | $-9,4$                       |                            |
| $\rho$ Орiona  | B8            | $-8,8$                       |                            |
| HDE 26970  | B2            | $-9,8$                       | Большое Магелланово Облако |
| HDE 269781   | B9            | $-9,5$                       |                            |
| HD 33579   | A2            | $-10,1$                      |                            |
| HD 7583  | A0            | $-8,8$                       | Малое Магелланово Облако   |
| HD 6884  | B9            | $-8,5$                       |                            |
| Средняя абсолютная величина нескольких ярчайших звезд в галактиках |               | $-8,6$                       | NGC 224                    |
|  |               | $-8,9$                       | NGC 598                    |
|  |               | $-8,3$                       | NGC 6822                   |

ночным освещением. На этом расстоянии HD-33579 светила бы как пять лун.

Таблица 13 показывает, что по мощности звезд-сверхгигантов на первом месте стоит Большое Магелланово Облако; наша Галактика и туманность Треугольника (NGC 598) среди близких галактик находятся на втором месте, а Малое Магелланово Облако, туманность Андромеды (NGC 224) и NGC 6822 — на третьем.

Ввиду того, что все звезды Большого Магелланова Облака находятся практически на одинаковом расстоянии от нас, в этой системе удобнее, чем в нашей Галактике, определять относительную численность звезд различной светимости.

Подсчитав число звезд различной видимой звездной величины в одном из участков Большого Облака и зная расстояние, Теккерей получил результаты, представленные в табл. 14.

К сожалению, Теккерей смог подсчитывать только сверхгиганты и яркие гиганты. Если бы 5-метровый телескоп находился в южном полушарии, то подсчеты можно

было бы распространить до звезд с  $M = +5^m$ , т. е. таких, как наше Солнце. Это дало бы очень интересные сведения о звездном населении Магеллановых Облаков. Из результатов Теккерера следует, что по мере уменьшения светимости сверхгигантов и гигантов число звезд этой светимости возрастает. Было бы интересно знать, до каких

Т а б л и ц а 14. Численности звезд-сверхгигантов в одном из участков Большого Магелланова Облака

| $M$                      | Число звезд | $M$                  | Число звезд |
|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| От $-6,5^m$ до $-6,01^m$ | 3           | от $-4,0$ до $-3,51$ | 34          |
| от $-6,0$ до $-5,51$     | 6           | от $-3,5$ до $-3,01$ | 44          |
| от $-5,5$ до $-5,01$     | 5           | от $-3,0$ до $-2,51$ | 80          |
| от $-5,0$ до $-4,51$     | 12          | от $-2,5$ до $-2,01$ | 143         |
| от $-4,5$ до $-4,01$     | 12          | от $-2,0$ до $-1,51$ | 258         |

абсолютных звездных величин распространяется эта закономерность. Достигается ли при некотором значении светимости максимальная численность звезд, после которого при дальнейшем уменьшении светимостей число звезд данной светимости уже уменьшается?

Размеры Малого Магелланова Облака (рис. 59) приблизительно в четыре раза меньше, чем Большого — 2,2 кпс. Несмотря на сходство во внешнем облике, взаимную близость и, по-видимому, общность происхождения, в звездном населении Облаков обнаруживаются различия. В Малом Облаке I тип звездного населения представлен не так богато и представители его не являются столь выдающимися экземплярами, как в Большом Облаке.

Мы наблюдаем другие галактики сквозь нашу Галактику. Для определения характеристик отдельных звезд других галактик нужно уметь отличать, отделять их от проектирующихся на эти галактики звезд нашей Галактики. Иначе, если мы примем слабую и близкую, находящуюся, например, на расстоянии 46 пс звезду за звезду, входящую в состав Большого Магелланова Облака, расположенного в тысячу раз дальше, то светимость звезды будет преувеличена в  $1000^2 =$  миллион раз. Так можно получить много фиктивных «сверхгигантов». Надежным способом оградить исследование от подобных ошибок является определение лучевой скорости звезды. Если, на-

пример, звезда, находящаяся в направлении Большого Магелланова Облака, имеет лучевую скорость, не очень сильно отличающуюся от лучевой скорости самого облака  $+280$  км/с, а именно, если эта лучевая скорость лежит в интервале  $+250 - +310$  км/с, то, без сомнения, звезда принадлежит Большому Магелланову Облаку. Если звезда принадлежит Галактике и лишь проектируется на

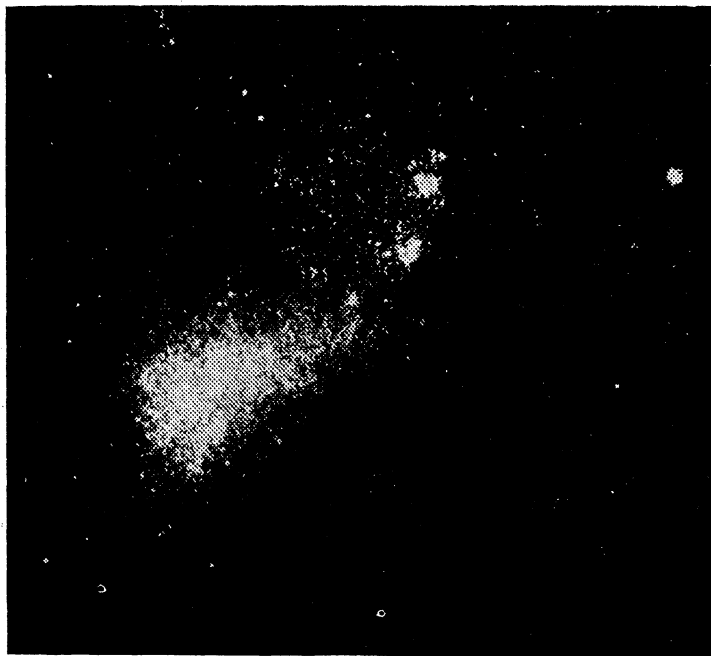


Рис. 59. Малое Магелланово Облако.

Большое Магелланово Облако, то ее скорость не будет превосходить  $+60 - +70$  км/с. В этом направлении другие лучевые скорости, лежащие, например, в интервале от  $+70$  до  $+260$  км/с, не встречаются.

Можно также использовать собственные движения. У звезд других галактик они всегда из-за очень больших расстояний равны нулю. Если у звезды обнаруживается собственное движение, это определено звезда нашей Галактики.

Для звездного населения I типа характерно присутствие больших газовых — водородных туманностей. И в этом отношении Большое Магелланово Облако, изобилующее водородными туманностями, выделяется среди близких галактик. В обоих Магеллановых Облаках насчитывается 532 крупные газовые туманности, преобладающая часть из них входит в состав Большого Облака. Здесь же находится самая грандиозная из известных газовых туманностей — 30 Золотой Рыбки, имеющая в диаметре около 200 пс и массу, равную массе 500 000 Солнц. Для сравнения укажем, что самая большая известная водородная туманность нашей Галактики имеет в диаметре 6 пс и ее масса равна лишь 100 солнечным массам.

Очень много в Магеллановых Облаках звездных скоплений. Еще в 1847 г. Джон Гершель, ездивший специально в Южную Африку, чтобы наблюдать Магеллановы Облака, насчитал в Большом Облаке 919, а в Малом Облаке 214 звездных скоплений и облаков диффузной материи. В настоящее время общее число занесенных в каталоги рассеянных скоплений в Большом Облаке составляет 1600, а в Малом Облаке свыше 100. Все эти скопления по своим размерам и светимостям сравнимы с самыми богатыми рассеянными скоплениями нашей Галактики. Нужно думать, что в Магеллановых Облаках имеется большое количество еще не выявленных рассеянных скоплений меньших размеров и менее богатых звездами.

Шаровых скоплений, подобных шаровым скоплениям Галактики, открыто в Большом Облаке 35 и в Малом Облаке 5. Но обнаружены и новые объекты, каких в Галактике нет — шаровые скопления, содержащие множество голубоватых и белых гигантов и потому имеющие белый цвет, в то время как так называемые «обычные» шаровые скопления, в том числе все шаровые скопления Галактики, располагают только красными гигантами и их цвет желтый — оранжевый. Эти шаровые скопления нового типа представляют большой интерес. Есть предположение, что их возраст невелик, в то время как «обычные» шаровые скопления — старые образования. Нужно найти ответ на вопрос, почему в Большом Магеллановом Облаке имеются голубые шаровые скопления, а в Галактике их нет.

Магеллановы Облака изобилуют переменными звездами различных типов. Только в этих двух галактиках, не считая нашей, можно в настоящее время наблюдать и



долгопериодические, и короткопериодические цефеиды. Это обстоятельство, как мы увидим дальше, чрезвычайно важно для выработки правильных способов определения внегалактических расстояний.

Впервые вспышка новой звезды в Малом Облаке наблюдалась в 1897 г., а в Большом Облаке в 1926 г. К настоящему времени зарегистрирован уже не один десяток таких вспышек.

Богаты Магеллановы Облака и диффузной материей. Исследование приходящего от них радиоизлучения с длиной волны 21 см показывает, что водород в них не только сконцентрирован в отдельных облаках, но распространен и по всему объему галактик. В то время как в нашей Галактике водород составляет лишь 1—2% общей массы, в Магеллановых Облаках его доля оценивается в 6%.

Пылевую материю в Магеллановых Облаках непосредственно наблюдать не удастся. Прямое наблюдение материи в галактиках обычно возможно только в тех случаях, когда сильно сжатые галактики мы видим с ребра или почти с ребра. Лишь в этом случае толщина пылевой материи вдоль луча зрения настолько значительна, что обнаруживается явно. Поэтому для выявления пылевой материи в Магеллановых Облаках применяют оригинальный способ, который впервые употребил Шепли. Подсчитывают число далеких галактик, наблюдаемых сквозь Магеллановы Облака, и сравнивают с числом галактик в соседних областях. Например, число далеких галактик, наблюдаемых сквозь центральную область Большого Облака, приблизительно в 10 раз меньше, чем число галактик такой же видимой величины, наблюдаемых на такой же площади в соседней области неба. Это различие должно объясняться тем, что в Большом Магеллановом Облаке имеется пылевая материя, ослабляющая свет далеких галактик. Поэтому более далекие и слабые из них становятся невидимыми. Из того что число галактик при наблюдении сквозь Большое Облако уменьшается в 10 раз, можно заключить, что находящаяся там пылевая материя ослабляет блеск всех объектов в среднем на  $1^m,7$ . Для сравнения укажем, что согласно наблюдениям и произведенным расчетам блеск галактик, которые рассматривались бы сквозь нашу Галактику в направлении, перпендикулярном к ее главной плоскости, ослаблялся бы в среднем только на  $0^m,7$ . По-видимому, и пылевой материей Боль-

шое Облако богаче нашей Галактики. Поглощение света обнаруживается и в Малом Магеллановом Облаке.

Изучение Магеллановых Облаков показало единство, общность различных звездных систем. Все объекты — звезды различных спектральных классов, различных светимостей, переменные и стационарные, различные типы звездных скоплений, газовая и пылевая материя, все то разнообразие, которое поражает исследователя Галактики, находит свое место и в Магеллановых Облаках. Значит, законы, управляющие формированием звезд и звездных скоплений, в нашей Галактике и в Магеллановых Облаках одинаковы.

### **Туманность Андромеды (NGC 224)**

Следующим интереснейшим внегалактическим объектом является знаменитая туманность Андромеды (NGC 224) (рис. 60). Она расположена на нашем северном небе, и каждый вводимый в строй большой телескоп направляется на эту галактику, чтобы получить новые данные.

Туманность Андромеды — сверхгигантская спираль типа Sb со светимостью, по-видимому, даже несколько большей, чем светимость нашей Галактики. Она повернута к нам так, что ее главная плоскость составляет угол в  $15^\circ$  с лучом зрения. Значит, она видна почти с ребра. Но все-таки угол в  $15^\circ$  недостаточно мал для того, чтобы пылевая материя, расположенная у главной плоскости этой галактики, могла проявиться в виде темной полосы. Угловые размеры туманности Андромеды, измеренные Хаблом по фотографии, составили  $160'$  на  $40'$ , что при расстоянии 460 кпс дает линейные размеры 20 на 5 кпс. Но нужно сказать, что понятие «размеры галактики», как мы это уже отмечали в гл. II, говоря о нашей Галактике, не является вполне определенным, поскольку у галактик нет резких границ. Размеры галактик на фотографиях зависят от светосилы телескопа, от чувствительности пленки, от экспозиции. Поэтому угловые размеры галактик, фигурирующие в табл. 12, нужно считать весьма условными. Значительно дальше, чем на фотографии, прослеживаются границы галактик при применении фотоэлектрического метода, основанного на том, что свет падает на фотоэлемент и вызывает электрический ток, силу которого можно измерить. Американские астрономы Стеббинс и Уитфорд, применив фотоэлектрический метод, нашли, что границы