

дилься на длине волны 1,68 м. Дискретные источники излучают во всех длинах радиоволн, так что расположение их на небе не изменится, если производить наблюдения на другой длине волны. Изменится, в общем случае, лишь измеренная интенсивность излучения. Для обозначения дискретных источников, входящих в этот Кэمبرиджский каталог, перед номером, под которым они в него входят, ставится обозначение ЗС, что означает «Третий кэمبرиджский».

Для южного неба первый каталог дискретных источников радиоизлучения по наблюдениям на длине волны 3,5 м был составлен австралийцами Милсом, Сли и Хиллом. Их каталог, называемый обычно Сиднейским, охватывает всю область неба между склонениями $+10^\circ$ и -80° и содержит 2270 источников радиоизлучения.

В настоящее время имеется уже большое число каталогов дискретных источников радиоизлучения, содержащих десятки тысяч объектов. В них, кроме точных положений, приводятся интенсивности излучения в различных длинах радиоволн. Сравнение их для одного и того же объекта позволяет делать выводы о его физических свойствах.

Какие же это тела, посылающие нам со всех направлений свои радиоволны?

Отождествление дискретных источников радиоизлучения с оптически наблюдаемыми объектами

В первые годы после открытия дискретных источников радиоизлучения в астрономии создалось несколько странное положение. В тех местах, где наблюдались интенсивные источники радиоизлучения, не обнаруживалось никаких приметных оптических объектов. С другой стороны, оптически яркие объекты, например звезды первой звездной величины, никак не проявляли себя в радиоизлучении. Исключением явилось лишь Солнце, радиоизлучение которого достаточно сильное.

Возникла проблема отождествления оптических и радиообъектов. Основная трудность вызывалась тем, что положение источника радиоизлучения определяется с низкой точностью. Поэтому соответствующий источнику радиоизлучения оптический объект нужно искать в целой площадке, содержащей десятки квадратных минут.

Как правило, в этой площадке ярких оптических объектов нет, а слабых объектов очень много, и нельзя решить, какой именно из них посылает зарегистрированное радиоизлучение. Поэтому в 1947—1950 гг. некоторые астрономы пришли к выводу о тщетности попыток отождествления и была выдвинута гипотеза о так называемых «радиозвездах». Предполагалось, что дискретными источниками радиоизлучения являются очень близкие звезды, имеющие низкие температуры, 500—2000 К. У таких звезд в силу закона Вина доля излучения, посылаемого в радиоволнах, больше, чем у звезд с высокими температурами, а доля оптического излучения меньше. При достаточной близости «радиозвезд» их радиоизлучение можно зарегистрировать, а оптическое излучение будет все-таки слишком слабым, останется неуловимым. Исследованиям «радиозвезд» было отдано много усилий. Разрабатывались методы определения их расстояний и других характеристик.

Однако стало ясно, что гипотеза «радиозвезд» противоречит имеющимся данным о массе Галактики. Для того чтобы наблюдалось большое число «радиозвезд», необходимо было считать, что очень близко около Солнца, на расстояниях, составляющих десятые и даже сотые доли парсека, находится много звезд с низкой температурой, но с ощутимыми массами. Представления о звездной плотности в окрестностях Солнца потребовали бы полного пересмотра. Ее нужно было бы считать в тысячи раз больше той, которая выводилась из оптических наблюдений. И, конечно, не было бы оснований считать, что высокая звездная плотность существует только в окрестностях Солнца. Данные о звездной плотности нужно было в тысячи раз увеличить во всех местах Галактики и оценивать общее число звезд в ней не как 10^{11} , а как 10^{14} или даже больше.

Массы «радиозвезд» могут быть меньше средней массы наблюдаемых звезд, но не в очень большое число раз. Если считать, что они в среднем в 20 раз меньше массы Солнца, то и в этом случае общая масса Галактики и средняя плотность материи в ней оказались бы по крайней мере в 100 раз больше, чем считали до гипотезы о «радиозвездах». Но в таком случае на основании законов звездной динамики, которые будут изложены в гл. VI, вращение Галактики должно было бы происходить в 10 раз быстрее, а относительная скорость

звезд в Галактике должна была быть в 10 раз больше, чем наблюдается. Скорость вращения Галактики и скорости движений звезд одна относительно другой определяются из наблюдений достаточно надежно, десятикратная ошибка здесь немыслима.

Поэтому, когда в 1949 г. удалось произвести первые отождествления источников радиоизлучения с оптическими объектами и эти объекты не были звездами, то несостоятельность гипотезы «радиозвезд» определилась окончательно.

Изучение распределения по небу дискретных источников радиоизлучения показало, что они делятся на две группы. Одна из них расположена в узкой полосе около галактического экватора и в этой полосе показывает сильную концентрацию к галактическому экватору. Вторая же группа, более многочисленная, состоит из источников, располагающихся вне этой полосы и распределенных по всему небу более или менее равномерно, без признаков концентраций к галактическому экватору.

Источники радиоизлучения первой группы, как и следовало ожидать, являются объектами, входящими в состав Галактики, так как только принадлежащие Галактике объекты обнаруживают концентрацию к ее плоскости. Некоторые из них уже отождествлены с газовыми туманностями и остатками газовой материи после вспышек новых и сверхновых звезд. Специфическая трудность отождествления галактических источников радиоизлучения состоит в том, что большинство из них находятся близ плоскости Галактики и на больших расстояниях от нас. В этом случае поглощение света очень велико и оптически наблюдать объекты нельзя. Для радиоволн же пылевая межзвездная среда прозрачна, радиоизлучение доходит беспрепятственно. Поэтому даже в перспективе можно надеяться на отождествление лишь тех объектов (кроме немногочисленных близких), которые случайным образом оказались в окнах видимости между облаками пылевой материи. Большинство галактических дискретных источников радиоизлучения ожидает «участь неотожествимости».

Источники радиоизлучения второй группы могли бы быть очень близкими звездами, так как звезды, расстояния которых намного меньше толщины Галактики, не обнаруживают галактической концентрации. Но это были бы тогда гипотетические «радиозвезды», существование

которых опровергается, как мы указывали выше, динамическими соображениями.

Оставалось предположение, что это внегалактические объекты, тогда отсутствие концентрации этих источников к плоскости Галактики тоже будет понятно. Из внегалактических объектов были известны только галактики. Но при сопоставлении галактик с источниками радиоизлучения обнаруживалось странное обстоятельство. Большая часть ярких галактик не показывала никакой связи с этими источниками. В тех площадках, в которых регистрировалось радиоизлучение, как правило, наблюдались лишь слабые галактики. Если бы каждая из этих галактик являлась источником радиоизлучения, то, поскольку слабых галактик очень много и они расположены на небе близко друг к другу, а разрешающая сила радиотелескопов невелика, все действующие точечные радиоисточники слились бы при наблюдениях в сплошной фон излучения. Дискретных источников радиоизлучения не обнаруживалось бы.

Оставались две последние возможности объяснения. Можно было допустить, что источники радиоизлучения второй группы — это внегалактические объекты, но не галактики, а тела пока неизвестной природы и оптически еще не наблюдавшиеся.

Второй выход состоял в предположении, что большинство галактик не излучает радиоволн или излучает их очень слабо, некоторые же галактики, составляющие ничтожное меньшинство, вследствие какой-то причины, каких-то происходящих в них процессов, являются излучателями радиоволн. Тогда среди многих слабых галактик, заполняющих площадку неба, из которой приходит радиоизлучение, явление дискретного источника радиоизлучения создает лишь одна — та, которая по какой-то причине обладает мощным радиоизлучением.

Исследования последних тридцати лет показали справедливость второго предположения.

В 1949 г. Болтон, Стенли и Сли отождествили с двумя дискретными источниками радиоизлучения галактики NGC 5128 и NGC 4486. После этого выполнено большое число таких отождествлений, и уже можно утверждать, что большую часть дискретных источников радиоизлучения составляют галактики. Значительно также число отождествлений с диффузными туманностями нашей Галактики, в том числе с остатками выброшенных оболочек сверхновых звезд.

Но наиболее интересной стороной явления дискретных источников радиоизлучения оказалось открытие, состоящее в том, что многие из них принадлежат к классам тел необычайной, не известной ранее природы.

Нормальные галактики

Нормальными в отношении радиоизлучения галактиками условились называть галактики, у которых энергия излучения в радиоволнах гораздо (в десятки и сотни тысяч раз) меньше их энергий излучения в оптических волнах. Таких галактик подавляющее большинство. В первые годы развития радиоастрономии у многих оптически ярких нормальных галактик не удавалось зарегистрировать радиоизлучение вследствие его слабости. Теперь, в связи с увеличением мощности радиотелескопов и усовершенствованием методов приема, у большинства ярких галактик радиоизлучение уловить удастся. Так, при помощи 91-метрового радиотелескопа Национальной радиоастрономической обсерватории США в 1963 г. было зарегистрировано радиоизлучение более чем у половины исследованных галактик типов Sb, Sc и I I ярче 11-й видимой звездной величины. У нормальных галактик типов E, S0 и I II радиоизлучение значительно слабее и составляет по количеству энергии лишь миллионные доли энергии, излучаемой в оптическом диапазоне. В настоящее время известно только несколько десятков отождествленных радиоисточников излучений с галактиками этих типов. Радиоизлучение спиралей Sa тоже значительно уступает по мощности радиоизлучению спиралей поздних типов.

Чем отличаются друг от друга типы галактик Sb, Sc и I I, с одной стороны, и типы E, S0 и I II, с другой? Тем, что первые богаты диффузной материей, а вторые почти лишены ее. Поэтому следует думать, что радиоизлучение связано с диффузной материей. Внутри первой группы наиболее активны в радиодиапазоне галактики Sc, затем Sb. Можно поэтому полагать, что радиоизлучение тем интенсивнее, чем развитее спиральные ветви.

Радиогалактики

Особый интерес представляют галактики с резко повышенной светимостью в радиоизлучении. Их принято называть радиогалактиками.