

скими источниками излучения, расположенными в центрах шаровых скоплений, связаны наибольшие надежды на обнаружение «черных дыр». Но, конечно, нужны дополнительные аргументы, а пока их найти не удастся.

Интересно, что рентгеновский объект, расположенный в ядре Галактики, имеет сходные черты с теми, которые наблюдаются в центрах шаровых скоплений. Может быть, в центре Галактики находится «черная дыра»?!

Рентгеновским источником излучения является пульсар Крабовидной туманности. Он не входит в двойную систему, и его рентгеновское излучение является результатом высокой температуры не остывшей поверхности молодой нейтронной звезды. Рентгеновским излучателем является и сама Крабовидная туманность. В этом молодом реликте сверхновой скорости газовых масс еще велики, высокая температура их столкновений вызывает рентгеновское излучение.

Большое число внегалактических рентгеновских источников излучения отождествлено с галактиками. Во всех случаях это галактики, обладающие особенностями — широкими эмиссионными линиями в спектрах, указывающими на бурные процессы, и большими скоростями газовых масс в ядрах этих галактик.

Таким образом рентгеновское излучение, само редко встречающееся, являющееся особенностью, всегда оказывается связанным с телами, природа которых необычна.

## Инфракрасные объекты

Успехи радиоастрономии и рентгеновской астрономии побудили наблюдателей искать возможностей применения новых, еще не использованных в астрономии длин волн электромагнитных колебаний.

Одну такую возможность предвидел еще Вильям Гершель, который экспериментально показал, что Солнце посылает на Землю невидимые глазу лучи, расположенные за красной границей оптического спектра, так называемые инфракрасные лучи.

Область инфракрасных лучей расположена между оптической частью спектра и областью радиоволн (см. рис. 106). Она простирается от длин волн 0,7 до 1000 мкм (1 мкм — 1 микрометр =  $10^{-6}$  м = 10 000 Å). Для большей части этой области спектра земная атмосфера непрозрач-

на. Здесь лежат многочисленные линии и полосы поглощения водяного пара и других газов, имеющих в атмосфере Земли. Эти линии и полосы сливаются, делая атмосферу непрозрачной для большей части инфракрасных волн. Но все-таки сочетание сливающихся линий и полос поглощения таково, что остаются три сравнительно широких окна прозрачности: от 0,7 до 1,3 мкм — это так называемая ближняя инфракрасная область, от 8 до 14 и от 17 до 22 мкм. Кроме того, образуется четыре узких окна прозрачности, расположенных около 1,65, 2,2, 3,6 и 4,8 мкм.

Ближняя инфракрасная область волн (от 0,7 до 1,3 мкм) используется в астрономии уже давно. О некоторых результатах таких исследований мы сообщили в параграфе «Ядро Галактики». Но больший интерес представляет инфракрасное излучение, не примыкающее непосредственно к оптическому, а более далекое в спектре от него, расположенное где-нибудь между оптическим излучением и радиоизлучением и несущее в себе более независимую информацию. В то же время приходится считаться с тем, что по мере перехода к большим длинам волн излучение небесных тел в инфракрасных лучах быстро ослабевает и очень далеко от оптической области наблюдать становится невозможно.

Поэтому группа астрономов обсерватории Маунт Вилсон, построив для наблюдений в инфракрасной области специальный 1,5-метровый телескоп, избрала окно прозрачности около 2,2 мкм (оно простирается от 2,0 до 2,4 мкм) для выполнения инфракрасного обозрения неба. Согласно закону Вина около 2,2 мкм лежит максимум излучения звезд с температурой 1300 К.

Телескоп мог обозревать приблизительно 75% всего неба. Приемники инфракрасного излучения приблизительно в тысячу раз менее чувствительны, чем приемники оптического излучения. Поэтому 1,5-метровый телескоп смог надежно обнаружить, определить положения и измерить поток инфракрасных лучей в области 2,2 мкм только у 5500 точечных объектов.

При обозрении простым глазом 75% всего неба человек, обладающий острым зрением, видит примерно 6000 звезд. Следовательно, 1,5-метровый телескоп «видит» на небе в инфракрасных лучах примерно столько же точечных объектов-звезд, сколько в обычных оптических лучах видит невооруженный глаз человека.

Но общими из этих 5500 и 6000 звезд оказывается менее 2000. Вид украшающих небо созвездий в инфракрасных лучах совершенно иной, чем в оптических лучах. У ночных животных — летучих мышей, сов и других зрение более чувствительно к инфракрасным лучам, следовательно, они видят другое звездное небо, иной рисунок созвездий, чем мы.

Причина различия ясна. Звезды, имеющие высокие температуры (5000 К и более), излучают сравнительно много в оптических и ультрафиолетовых лучах и очень мало в инфракрасных. При наблюдении в инфракрасных лучах эти звезды становятся намного слабее, многие из них перестают быть видимыми. С другой стороны, звезды низких температур излучают больше в инфракрасных лучах, чем в оптических и ультрафиолетовых; они становятся ярче при наблюдении в инфракрасных лучах. Многие низкотемпературные звезды, не видимые невооруженному глазу, оказываются в инфракрасном обозрении яркими.

Так, например, в созвездии Ориона красноватая (следовательно, низкотемпературная) звезда первой величины Бетельгейзе в инфракрасном обозрении становится еще ярче, а ослепительный голубовато-белый Ригель превращается в совсем слабую звездочку. Голубоватые Беллатрикс и три звезды пояса Ориона в инфракрасном обозрении вовсе исчезают, но взамен их, на иных, разумеется, местах, появляются три низкотемпературные звезды, не видимые невооруженным глазом. В итоге созвездие Ориона полностью меняет свой вид.

Наибольший интерес представляют именно те звезды которые не видны при наблюдении невооруженным глазом и даже в некоторые оптические телескопы, но фигурируют в инфракрасном обозрении. Эти звезды можно назвать инфракрасными звездами. Можно, например, подсчитать, что звезда с температурой менее 1000 К, фигурирующая в инфракрасном обозрении, не будет видна даже в 5-метровый телескоп.

Для инфракрасных звезд поток излучения дополнительно измерялся и в области 0,7—0,9 мкм, т. е. в ближней инфракрасной области. Сравнение яркости в двух инфракрасных областях, ближней и дальней, позволяет оценивать температуру звезды.

Из 5500 объектов инфракрасного обозрения у 1020 оценка температуры поверхности оказывается ниже 2000 К, в том числе у 110 даже ниже 1500 К.

Какова природа инфракрасных звезд? Действительно, ли у них такие низкие температуры? Не являются ли они протозвездами, т. е. объектами, превращающимися из сжимающихся газовых туманностей в звезды и начавшими постепенно разогреваться?

Оказалось, что у большинства этих объектов температура поверхности в действительности не так низка. Инфракрасные звезды показывают очень сильную галактическую концентрацию и, следовательно, многие из них расположены внутри поглощающей свет материи, стелющейся около плоскости Галактики. Кроме того, инфракрасные звезды показывают довольно сильную концентрацию к центру Галактики. В направлениях, близких к центру Галактики, плотность поглощающей свет материи особенно велика на большом протяжении.

Если в плоскости Галактики, в направлении к ее центру, на расстоянии 6000 пс находится звезда, то ее излучение в оптических лучах вследствие поглощения света ослабится примерно в 40 000 раз, а в инфракрасных лучах только в четыре раза. Если эта звезда обыкновенный желтый или даже белый сверхгигант с температурой 5000—8000 К, то она вследствие почти полного поглощения оптического излучения будет наблюдаться как инфракрасная звезда. Оказывается, большая часть инфракрасных звезд — это просто очень сильно покрасневшие в результате поглощения света в межзвездном пространстве обыкновенные гиганты и сверхгиганты, имеющие в действительности сравнительно высокую температуру поверхности.

Но у значительной части крайне инфракрасных звезд температура поверхности оказывается действительно очень низкой: от 1500 К до 2000 К. Большая часть из них является переменными звездами с большим периодом изменения блеска. У некоторых из них поток излучения за три года изменился почти в 10 раз. Существование очень красных долгопериодических переменных звезд было известно и ранее.

Особый интерес представляют несколько объектов, не обнаруживающих признаков изменчивости инфракрасного излучения. Один из них — крайне инфракрасная звезда, расположенная в созвездии Лебедя. Она специально подверглась дополнительному исследованию в различных областях инфракрасного излучения. Выяснилось, что в области 20 мкм ее блеск превосходит блеск всех светил,

кроме Солида. Распределение энергии в спектре соответствует температуре поверхности в 1000 К. Эта звезда — редкое сочетание высокой светимости в инфракрасных лучах и отсутствия признаков переменности. Оценки межзвездного поглощения света в направлении этой звезды не позволяют считать, что ее крайне красный цвет объясняется поглощением. Можно предположить, что это гигантская звезда, окруженная сравнительно холодным газо-пылевым облаком. А может быть, это действительно разогревающаяся, формирующаяся из диффузного облака звезда? Но тогда, если область, в которой находится инфракрасный объект, есть область формирования звезд, то почему по соседству с ним нет молодых, но уже сформировавшихся звезд — горячих гигантов и сверхгигантов?

Еще один такой крайне инфракрасный точечный объект найден в туманности Ориона — огромной внутригалактической водородной туманности. Помимо отсутствия переменности блеска и очень высокой инфракрасной светимости этот объект примечателен тем, что сравнительно сильное инфракрасное излучение посылает не только он, но и небольшая примыкающая к нему протяженная область, по-видимому, некоторое туманное образование. Температура звезды оценивается в 650 К, а температура туманного образования — даже в 150 К, т. е. в 120 градусов Цельсия ниже нуля.

Сделав первые шаги, инфракрасная астрономия уже обнаружила новые интересные явления, поставила новые вопросы. Это неудивительно. Разнообразие тел Вселенной огромно и среди них существуют и такие, которые наиболее богатую информацию о себе посылают в инфракрасном излучении.