

Новейшие исследования распределения фонового излучения по небу показали, что совершенно строгой изотропности нет. Наблюдается хотя и незначительное, но закономерное постепенное изменение его температуры через все небо от точки, находящейся в созвездии Льва, где она максимальна, до противоположной точки небесной сферы в созвездии Водолея, где она минимальна. Разность температур фонового излучения в этих двух точках составляет около 0,1 К. Она может толковаться единственным и очевидным образом — Солнечная система движется по отношению к фоновому излучению в направлении созвездия Льва со скоростью около 400 км/с. Вследствие эффекта Доплера спектр фонового излучения смещается в сторону более коротких волн, а это равносильно повышению температуры на 0,05 К. Спектр же излучения в направлении созвездия Водолея смещается в сторону длинных волн, и его температура воспринимается как понизившаяся на 0,05 К.

Угол между направлениями скоростей движения Солнца относительно фонового излучения и относительно центра Галактики (равной 220 км/с) составляет 61°. Из этого следует, что Галактика со скоростью, немного превышающей 500 км/с, движется относительно фонового излучения. Именно фоновое излучение, заполняющее Вселенную, нужно считать покоящимся, а Галактику движущейся. Поэтому перечисленные в первой главе космические движения, в которых участвует человек, нужно дополнить движением вместе с Галактикой относительно покоящегося во Вселенной фонового излучения. Скорость этого движения наибольшая среди всех космических движений, в которых участвует человек.

Дискретные источники рентгеновских лучей

Рентгеновские лучи занимают область спектра электромагнитных колебаний с длинами волн от 0,3 до 100 Å. Это область очень коротковолнового излучения и формально не следовало помещать этот параграф в главу, которая посвящена исследованию Вселенной с помощью радиоволн — самых длинноволновых электромагнитных колебаний. Но рентгеновские лучи не относятся и к оптической части спектра. Поэтому помещение данных о дискретных источниках рентгеновских лучей в настоящую главу имеет то оправдание, что оно позволит объе-

динить исследования, выполненные в неоптическом диапазоне лучей.

Рентгеновские лучи полностью поглощаются атмосферой и до поверхности Земли не доходят. Чтобы выяснить, нет ли во Вселенной объектов, испускающих эти лучи, нужно производить заатмосферные наблюдения. Вопрос этот очень важен, так как рентгеновские лучи находятся на другом от радиоволн конце спектра электромагнитных колебаний, в то время как оптические лучи занимают середину спектра. Имея данные об излучении небесных тел в радиодиапазоне, оптическом диапазоне и в диапазоне рентгеновских лучей, астрономия располагала бы возможностью извлекать основную информацию, содержащуюся во всем спектре электромагнитных колебаний.

Один дискретный источник рентгеновского излучения известен уже давно — это наше Солнце. Понятно, почему рентгеновское излучение Солнца доступно регистрации. Каждая звезда излучает во всех длинах волн. Но в радиоволнах и в рентгеновских лучах обычные звезды излучают энергии в миллионы раз меньше, чем в оптическом диапазоне; поэтому эти излучения пока неуловимы. Только благодаря большой близости Солнца можно принимать его радио- и рентгеновское излучение.

Возникает, однако, вопрос, нет ли на небе каких-нибудь специфичных объектов, обладающих сильным доступным измерению рентгеновским излучением? Ведь имеются, как выяснилось, объекты с сильным радиоизлучением. Разрешить этот вопрос можно только при помощи заатмосферных наблюдений.

В июне 1962 г. высотная ракета, снабженная специальным устройством для регистрации потока рентгеновских лучей в длине волны 3 \AA , поднялась в штате Нью-Мексико (США). Она обнаружила мощный источник рентгеновских лучей в области центра Галактики. Последующие запуски ракет позволили внимательно изучить значительную область (58% всего неба) при разрешающей способности детектора около двух градусов. Исследование записей приборов привело Х. Фридмана и его сотрудников к выводу о существовании еще двух сильных дискретных источников рентгеновских лучей.

Один из них находится в созвездии Скорпиона на расстоянии 20° от направления на галактический центр.

Детектор прошел область Скорпиона восемь раз, что позволило построить диаграмму распределения интенсивностей рентгеновских лучей в этой области. Полная интенсивность источника сравнима с интенсивностью в том же диапазоне спокойного Солнца, которая также измерена при помощи высотных ракет.

Третий дискретный источник рентгеновских лучей совпадает с Крабовидной туманностью, которая является результатом вспышки сверхновой звезды, происшедшей в нашей Галактике в 1054 г. Крабовидная туманность — оптически яркий объект и сильный источник радиоизлучения. Теперь выяснилось, что она является также мощным излучателем рентгеновских лучей.

Первые наблюдения дискретных источников рентгеновских лучей обладали малой точностью и чувствительностью. Недостаточная стабилизация высотных ракет, с которых велись наблюдения, не позволяла уверенно определять направление источника. По этой же причине низка была разрешающая способность наблюдений: два близких дискретных источника принимались за один.

Введение усовершенствований в методы стабилизации высотных ракет и использование искусственных спутников Земли позволило значительно повысить точность фиксации положений источников рентгеновского излучения. Теперь она доведена до десятка секунд дуги. Повысилась также чувствительность детекторов, что позволяет обнаруживать более слабые источники.

В 1977 г. Форман и его сотрудники составили каталог рентгеновских источников излучения, построенный при помощи наблюдений, выполненных на ИСЗ «Ухуру» и содержащий 261 источник. А общий каталог, опубликованный в 1979 г. П. Р. Амнуэлем, О. Г. Гусейновым и Ш. Ю. Рахамимовым, включает 517 рентгеновских источников излучения.

Расположение на небе этих объектов, как и в случае источников радиоизлучения, указывает на существование двух категорий объектов. Первые имеют достаточно сильную галактическую концентрацию — это, как правило, более сильные источники. Вторые галактической концентрации не обнаруживают. Очевидно, что среди первых должны преобладать галактические объекты, а среди вторых — внегалактические.

Благодаря достигнутой высокой точности определения положений значительное число рентгеновских источников

излучения уже отождествлено с оптически наблюдаемыми объектами. Около сорока из них оказались связанными с двойными звездами. В тесных двойных системах вследствие сильных взаимодействий происходит перетекание вещества от одного компонента к другому. В том месте, где сильно ускорившаяся струя вещества падает на поверхность звезды, резко возрастает температура, в излучении усиливается коротковолновая часть спектра, в том числе рентгеновская. Особенно велики скорости, высоки температуры и сильно рентгеновское излучение, если вещество перетекает с нормальной звезды на компактный компонент — нейтронную звезду либо, возможно, «черную дыру». Некоторые из этих объектов оказались рентгеновскими пульсарами.

Например, рентгеновский источник Her X-1 отождествлен с затменной двойной HZ Her. Наблюдения показали, что рентгеновский источник затмевается с периодом в 1,7 суток. При этом рентгеновское излучение полностью прекращается на 0,24 суток. «Включение» и «выключение» рентгеновского излучения происходит почти мгновенно, что, в соответствии с теорией, указывает на малую величину области, где генерируется это излучение. Оптическая переменность у двойной имеет тот же период — 1,7 суток. Рентгеновский источник кроме того обнаруживает импульсивную переменность с периодом 1,24 секунды — это пульсар.

Восемь рентгеновских источников излучения оказались связанными с шаровыми скоплениями. Здесь наиболее интересным является то обстоятельство, что во всех случаях источник расположен в центре скопления. Если это опять двойные системы, в которых один из компонентов в свою очередь — двойная звезда, то почему все они находятся в центре скоплений? Массы двойных систем невелики, и значительную часть времени они должны проводить на заметных расстояниях от центра скопления. Очень мала вероятность события, в котором все восемь двойных систем оказались бы в центре своих скоплений. Но если рентгеновское излучение вызывается столкновением и разогреванием струй вещества при приближении к «черной дыре», масса которой велика, порядка 1000 масс Солнца, то центральное положение источника в скоплении закономерно. Большие массы, взаимодействуя гравитационно с остальными телами скопления, должны скапливаться в его центре. Именно с рентгенов-

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-