

Воспользуемся полученными данными, чтобы восполнить невыявленные звезды. Для этого построим диаграмму (рис. 2), в которой по горизонтальной оси будем откладывать среднее расстояние каждого объема, т. е. радиус сферы, разбивающей объем на две равные части (маленькие черточки, направленные вверх от оси абсцисс), а по вертикали плотность выявленных звезд в этом объеме. После этого проведем прямую, проходящую по возможности близко к полученным четырем точкам. Прямая дает ход изменения плотности выявленных звезд, т. е. видимой звездной плотности, которая убывает с увеличением расстояния и всегда меньше истинной звездной плотности, постоянной в рассматриваемом объеме. Но очевидно, что непосредственно около самого Солнца мы способны выявить все звезды. Поэтому значение видимой звездной плотности на расстоянии нуль, получаемое при пересечении прямой с вертикальной осью диаграммы, является одновременно и значением истинной звездной плотности. Отсчет показывает, что она должна быть оценена в 0,133 звезды на кубический парсек.

Примененный метод, помимо восполнения невыявленных звезд, позволил уменьшить роль случая. Если основываться только на 20 ближайших звездах, то результат больше подвержен случайности, так как эти 20 звезд могли случайным образом расположиться теснее или реже, чем в среднем по всему объему. Оперировав 252 звездами, мы значительно уменьшаем влияние случая. На нашей диаграмме случайность в расположении звезд проявилась в том, что точки лежат не точно на прямой, а отклоняются от нее вверх или вниз.

Итак, запомним наш результат: в районе Солнца на каждый кубический парсек в среднем приходится 0,133 звезды. Значит одна звезда приходится в среднем на куб с ребром в 2 пс.

Спектры звезд

Если на пути света, посылаемого каким-то источником излучения, поставить стеклянную призму, то свет изменит направление, испытает, как говорят, преломление. При этом лучи с большей длиной волны отклонятся на меньший угол, а лучи с меньшей длиной волны на

бóльший угол. В результате на экране, который, может быть помещен за призмой, появится цветная полоска — спектр источника излучения. В этой полоске цвета, как в радуге, чередуются в последовательности от фиолетового, самого коротковолнового из наблюдаемых глазом излучений, к синему, зеленому, желтому, оранжевому и красному. За фиолетовым краем полоски находится еще более коротковолновая область — ультрафиолетовая, а за красным краем еще более длинноволновая, чем красная — инфракрасная. Но глаз не воспринимает излучение столь коротковолновое, как ультрафиолетовое, и столь длинноволновое, как инфракрасное. Излучение в этих областях может быть зарегистрировано приборами.

В спектре обычных самосветящихся твердых или жидких тел, например, свечи или электрической лампочки, яркость по мере перехода от фиолетовой части к красной изменяется плавно. В спектрах же звезд на этом непрерывном фоне имеются темные, а у некоторых звезд еще и яркие линии. Эти линии показывают, что над ослепительно светящейся поверхностью звезд имеется атмосфера, состоящая из различных газов. Такого же рода линии мы получим в спектре электрической лампочки, если на пути к стеклянной призме свет лампочки пройдет через слой раскаленного газа (например, через пламя газовой горелки). Каждый газ дает линии в определенных местах спектра. Сравнивая положение получаемых таким образом в лабораториях спектральных линий газов с положениями линий в спектрах звезд, астрономы определяют химический состав и температуру звездных атмосфер.

Комбинаций линий в спектрах звезд и их интенсивность изменяются от звезды к звезде, и практически нельзя найти двух звезд, спектры которых были бы совершенно одинаковы. В то же время совокупность спектров звезд обладает замечательной особенностью, заключающейся в том, что все спектры могут быть расположены в непрерывную последовательность.

Если мы возьмем два каких-нибудь сильно отличающихся один от другого спектра звезд, то, оказывается, всегда можно найти достаточное количество спектров других звезд, которые, после того как мы их в надлежащем порядке расположим между первыми двумя спектрами, создадут постепенный переход от одного из них к другому. В полученном ряде спектров любые два соседних будут очень мало отличаться друг от друга, но

эти отличия, постепенно накапливаясь, приведут к резкому различию спектров, находящихся на концах ряда. Вместе с тем, такая серия промежуточных спектров может быть всегда только одна, т. е. последовательность спектров линейная.

Это свойство совокупности звездных спектров имеет глубокий смысл. Оно указывает на единство окружающих нас звезд, а также на возможную эволюцию звезд, сопровождающуюся постепенным изменением их спектров.

Для удобства вся последовательность звездных спектров разбита на семь участков, или классов. Звезды, спектры которых находятся внутри одного и того же участка, считаются принадлежащими к одному и тому же спектральному классу. Общепринято обозначать спектральные классы прописными латинскими буквами. Вследствие ошибок, допущенных при первых попытках классифицировать спектры звезд, и возникшей в связи с этим необходимости переставить некоторые классы, а другие и вовсе устранить, расположение классов теперь не соответствует расположению букв в алфавите и выглядит так:

O — B — A — F — G — K — M.

Спектры звезд двух соседних классов еще существенно различаются между собой. Поэтому потребовалось введение более тонкой градации — разделения спектров внутри каждого спектрального класса на десять подклассов. После такого разделения один из участков последовательности спектров выглядит, например, следующим образом:

... — B9 — A0 — A1 — A2 — A3 — A4 — A5 — A6 — A7 —
— A8 — A9 — F0 — F1 — F2 — ...

Спектры звезд различных спектральных классов отличаются множеством особенностей. Но можно выделить основные, наиболее характерные свойства. В спектрах звезд от O до B5 главную роль играют линии ионизованных газов (кислород, азот, гелий), т. е. таких газов, у которых атомы потеряли один или больше электронов. В спектральных классах B6 — F1 линий ионизованных газов уже нет, но появляются линии ионизованных металлов — кальция, магния, железа и др. В классах F2 — K4 линии ионизованных металлов слабеют и исчезают, а взамен их появляются и усиливаются линии нейтраль-

ных, т. е. неионизованных металлов. Начиная с класса К5 в спектрах звезд обнаруживаются полосы химических соединений — окиси титана, окиси циркония и др. Единственный элемент, линии которого наблюдаются в спектрах всех звезд, — это водород. Наибольшей интенсивности его линии достигают в спектрах В7 — А3. Спектральные классы ближайших и ярчайших звезд приведены в табл. 1 и 2.

Почему спектры звезд различны?

Самый простой ответ на поставленный вопрос состоит, казалось бы, в том, что различие спектров объясняется различием химических составов звезд и преобладание линий какого-нибудь элемента в спектре звезды является следствием преобладания этого элемента в атмосфере звезды. Однако основное свойство совокупности спектров звезд — ее линейная последовательность — указывает, что такой ответ является ошибочным. Действительно, если предположить, что звезды спектрального класса А0 состоят главным образом из водорода, а звезды класса М2 — из окиси титана, то должно было бы существовать несколько последовательностей спектров, соединяющих эти спектральные классы. Например, можно было бы перейти от подкласса А0 к подклассу М2 и через спектры, в которых преобладают линии металлов, и минуя такие спектры.

Если бы звезды сильно отличались одна от другой химическим составом и это определяло бы их спектры, то вследствие возможности самых различных комбинаций в пропорциях различных элементов ни о какой линейной последовательности спектров не могло бы быть и речи. Спектры звезд зависели бы от множества факторов — от процентного содержания каждого элемента. Явление линейной последовательности спектров указывает на то, что спектры звезд зависят главным образом от какого-то одного фактора. Как удалось выяснить, этим фактором является температура звезды.

Чтобы объяснить столь важную роль температуры, необходимо познакомиться с механизмом образования линий в спектрах звезд.

Известно, что атом всякого элемента может поглощать свет. При этом он поглощает свет в совершенно опреде-