

ЗАТМЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАМЕТРА ЗВЁЗД

Знание размеров звёзд представляет исключительный интерес для астрофизики. Однако до сих пор удалось непосредственно измерить только диаметр Солнца, так как размеры всех остальных звёзд без исключения лежат за пределами разрешающей способности современных телескопов. Существующие косвенные методы оценки звёздных диаметров позволили пока получить сведения только об очень немногих звёздах. Наиболее общий метод основан на использовании известной зависимости излучательной способности звезды от температуры её поверхности и на том обстоятельстве, что светимость звезды, имеющей данную температуру, пропорциональна её поверхности. Так, в случае красных гигантов, таких как Бетельгейзе и Антарес, исходя из того, что их светимость примерно в 3600 раз больше солнечной, и температура близка к 3000°, получаются значения их диаметров, в несколько сот раз превышающие диаметр Солнца. Это заключение подтверждается и другими методами, а именно путём изучения затмений двойных звёздных систем, у которых одна из составляющих является красным гигантом, а также при помощи звёздного интерферометра Майкельсона. Оба названные метода позволяют также получать только сравнительно грубые оценки размеров звезды. Так, при помощи звёздного интерферометра диаметр звезды определяется по изменению видимости интерференционной картины в зависимости от расстояния между зеркалами интерферометра. При этом существенным является предположение о равномерной светимости всей видимой поверхности звезды. С этой точки зрения усовершенствования интерферометра, предложенные недавно И. Л. Берштейном и Г. С. Гореликом¹ и, повидимому, радикально увеличивающие весьма ограниченное ныне число доступных измерению звёзд, не могут привести к существенному увеличению точности получаемых этим методом результатов. Поэтому приём, использованный авторами реферируемой работы² и позволяющий, как будет видно ниже, получать более детальные сведения о структуре звезды, представляет несомненный интерес. Приём этот, состоящий в определении изменений интенсивности посылаемого звездой света в процессе заслонения звезды лунным диском, отнюдь не нов. Он был предложен около полувека назад, но только в самые последние годы стал реализуем с достаточной точностью, благодаря развитию фотоэлектрических методов измерений.

Принцип измерений весьма прост. По мере закрытия звёздного диска лимбом Луны количество света, достигающее земного наблюдателя, будет уменьшаться, обращаясь в нуль в момент, когда звезда целиком будет скрыта Луной. Измеряя промежуток времени, в течение которого происходит процесс ослабления света звезды, и зная относительное движение звезды и Луны, нетрудно найти диаметр звезды. Однако практическое осуществление этого метода встречает серьёзные трудности. Прежде всего при современной технике измерений надёжные данные могут быть получены только для звёзд со сравнительно большими угловыми размерами, в первую очередь — для красных гигантов. Закрытие же Луной звёзд этого типа представляет собой довольно редкое событие, тем более, что измерения осуществимы только при закрытии звезды тёмным лимбом Луны, так как в противном случае рассеянный лунной поверхностью свет полностью замаскирует измеряемый эффект.

Далее, необходим учёт дифракционных явлений на лимбе Луны. Наконец, весьма серьёзную трудность представляет гидирование, т. е. обеспечение попадания изображения звезды в центр маленькой входной диафрагмы фотоэлектрической установки, особенно в момент выхода звезды из-за лунного диска. Если добавить к этому весьма высокие требования, предъявляемые к фотоэлектрической схеме, то станет ясным, что

измерения подобного рода представляют собой в высшей степени не простую задачу.

Объектом наблюдения служила звезда Антарес, угловые размеры которой по данным, полученным другими методами, составляют 0,040 угловых секунд (булавочная головка на расстоянии 6 км). Продолжительность процесса закрывания диска звезды Луной — около 0,1 сек. Наблюдения велись из двух пунктов, расположенных в Южной Африке на расстоянии около 1500 км друг от друга, а именно из Претории (при помощи 74-дюймового рефлектора) и из Кептауна (при помощи 24-дюймового рефрактора). Ко времени последних наблюдений (13 апреля 1952 г.) в Претории была сооружена более совершенная фотоэлектрическая установка, позволявшая обнаружить также изменения светимости, связанные с затмением голубого спутника Антареса, причём результаты хорошо совпадали с теми, которых следовало ожидать для точечного источника, находящегося в должном положении относительно главной звезды.

Всего измерения охватывали 4 даты:

4 мая 1950 г. — открытие диска звезды (Кептаун),

27—28 июня 1950 г. — закрытие диска звезды (Претория),

15 июля 1951 г. — закрытие диска звезды (Кептаун),

13 апреля 1952 г. — открытие диска звезды (Кептаун — почти центральное, Претория — далеко от центра).

Для обработки результатов измерений был применён следующий метод. Было предположено, в качестве первого приближения, что изменение светимости звезды за какой-то промежуток времени равно светимости области звезды, открываемой (или закрываемой) Луной за тот же промежуток времени. В результате получалось некоторое распределение

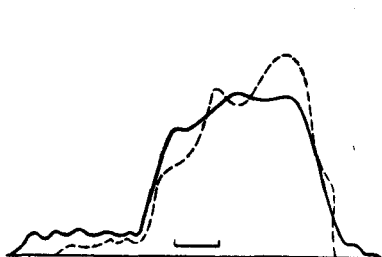


Рис. 1. Распределение светимости по поверхности Антареса 13 апреля 1952 г. Сплошная линия — Кептаун; пунктир — Претория. Горизонтальный отрезок соответствует 0,01 угловой секунды.

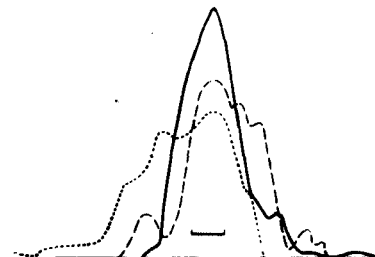


Рис. 2. Сопоставление распределений светимости по поверхности Антареса для 1950 г. (сплошная линия), 1951 г. (прерывистая линия) и взвешенного среднего для Претории и Кептауна 1952 г. (пунктир). Горизонтальный отрезок соответствует 0,01 угловой секунды.

светимости по областям. Исходя из этого распределения, определялись поправки на дифракцию, сравнительно слабо зависящие от вида распределения вследствие малых угловых размеров звезды. Затем полученное распределение светимости исправлялось на дифракцию. Результаты измерений приведены на рис. 1 и 2, на которых по оси абсцисс отложено угловое расстояние от центра звезды, а по оси ординат — светимость открываемой (или закрываемой) лимбом Луны области звёздного диска, стоящей на это расстояние от центра звезды. Как видно из рисунков,

во всех случаях наблюдался резко выраженный «горб», соответствующий главной части светимости звезды, а также «крылья», простирающиеся довольно далеко в обе стороны, причём и «горб» и «крылья» оказались резко асимметричными. Хотя условия наблюдения 13 апреля 1952 г. в Претории и Кептауне значительно различались (различное расположение последовательно закрываемых Луной областей звезды, различие в длительности процесса затмевания в 2,5 раза, различные части лунного лимба и т. д.), однако результаты оказались подобными (рис. 1), а различия — имеющими второстепенный характер. С другой стороны, результаты измерений 1950, 1951 и 1952 гг. (рис. 2) существенно не согласуются между собой. (Значения диаметра звезды оказались равными 0,"030, 0,"033 и 0,"043, соответственно.) Отсюда авторы делают заключение, что звезда имеет ядро, вероятно, не круглое, и окружена иррегулярной атмосферой. При этом ядро претерпело за двухлетний период измерений заметное расширение. Авторы полагают, что Антарес, подобно некоторым другим красным гигантам, пульсирует, что находится в согласии с данными более ранних спектроскопических наблюдений, показавших изменчивость радиальной скорости звезды. Авторы отмечают, что Антарес является нерегулярно-переменной звездой. Её фотографическая величина в 1950 г. равнялась 3,12, в 1951 г. — 3,05 и в 1952 г., повидимому, около 2,90.

Таким образом описанный метод измерения позволяет не только определять величину диаметра звезды, но и делать определённые заключения о её строении и о протекающих на звезде процессах.

Р. Г.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Л. Берштейн и Г. С. Горелик, ДАН СССР, 86, № 1, 47 (1952).
2. D. S. Evans, South-African J. Sci., 49, № 2, 41 (1952).