

3.Переменные и нестационарные звезды. Цефеиды

Цефеиды — это класс пульсирующих переменных звезд (гигантов и сверхгигантов спектральных классов F и G) с точным соотношением между периодом и светимостью. Благодаря периодическому изменению блеска цефеид можно с достаточной точностью определять расстояние до них и до близлежащих к ним объектов. За это цефеиды также прозвали «стандартными свечами», или «маяками Вселенной».



Рис.9.Пульсация цефеиды

Причиной переменности блеска цефеид служит пульсация их внешних слоев, что приводит к попеременному изменению радиуса этих звезд и температуры их видимой поверхности (фотосферы): при увеличении радиуса поверхность звезды остывает, при уменьшении — снова нагревается.

Название этих переменных звезд произошло от аналогичной переменной звезды δ (дельта) в созвездии Цефея, которую обнаружил в 1784 г. глухонемой юноша Джон Гудрайк, проживший всего 21 год. В 1908 г. Генриеттой Суон Ливитт была обнаружена зависимость между периодом изменения блеска и светимостью звезды. Эдвин Хаббл обнаружил несколько цефеид в Галактике Андромеды (Туманность Андромеды) и вычислил расстояние до них, тем самым впервые доказав существование объектов вне нашей Галактики.

Периоды классических цефеид зависят не только от их масс, но и от возраста: по мере эволюции период звезды уменьшается.

Полярная звезда, или α Малой Медведицы, также относится к цефеидам.

Природа переменных звезд. Затменно-переменные звезды иногда называют *геометрическими переменными звездами*. Переменность является следствием геометрического расположения компонентов двойной системы звезд относительно наблюдателя, но никак не зависит от физических процессов, происходящих в них самих. Данный класс объектов весьма многочислен — к настоящему времени обнаружено более 4 тыс. звезд. *Переменные звезды* обозначаются латинскими прописными буквами в каждом созвездии в порядке их обнаружения за исключением звезд, обозначенных греческими буквами или имеющих собственные имена, например Алголь, δ Цефея и т. п. Первая переменная в каком-либо созвездии обозначается буквой R, вторая — буквой S,

затем T, и т. д. до буквы Z, далее производится обозначение комбинациями всех этих букв от RR до ZZ.

Самую многочисленную группу переменных звезд составляют *физические переменные звезды*. На данный момент их обнаружено более 50 000, однако практически каждая звезда на определенной стадии своей эволюции становится физически нестационарным объектом. При этом сами физические переменные (нестационарные звезды) — это такие звезды, которые имеют изменение видимой (и действительной) яркости в результате происходящих в их недрах процессов (также могут наблюдаться вариации размеров, температуры поверхности, химического состава атмосферы и других параметров).

Физические переменные звезды подразделяются на следующие классы: пульсирующие переменные звезды, а также эруптивные переменные звезды, к которым относят новоподобные, новые и сверхновые звезды. К особому типу переменных звезд относят пульсары.

Пульсар — правильная переменная звезда, период изменения яркости (блеска) которой во всех диапазонах электромагнитного излучения (от гамма-излучения до радиоволн) постоянен, при этом наблюдаемое изменение энергии излучения происходит импульсами с частотой от одного импульса до нескольких десятков и даже сотен импульсов в секунду (отсюда и название объекта «пульсар»). Многочисленные исследования показали, что пульсар является *нейтронной звездой*, быстро вращающейся вокруг своей оси и обладающей мощным магнитным полем.

Эруптивная переменная звезда — это физическая переменная звезда с неправильными, непредсказуемыми изменениями блеска (видимой яркости). Предполагается, что причиной таких изменений могут быть нестационарные взрывоподобные процессы умеренной силы (эрупции), протекающие в верхних слоях звезды. Эруптивные звезды в значительном количестве наблюдаются в Туманности Ориона, поэтому их часто называют *орионовыми переменными звездами* (рис. 27, цветная вклейка).

Существует особый класс нестационарных звезд — *звезды Вольфа — Райе*. Эти сверхмассивные объекты с температурой на поверхности $5 \cdot 10^4$ К находятся на промежуточной стадии эволюции между стационарными звездами и нестационарными красными сверхгигантами. Данные звезды явно нестационарны: в спектрах наблюдаются широкие эмиссионные линии гелия, углерода, азота, что свидетельствует о значительных выбросах массы вещества из внешних областей звезды, которое со скоростями до 1500 км/с «растекается» по межзвездному пространству.

Звезды Вольфа — Райе очень редки: на одну звезду этого типа приходится до 150 млн звезд других классов, они отнесены к спектральному классу W. Сброс вещества является

частым явлением на определенной стадии эволюции некоторых звезд. Наблюдаются объекты, за свой внешний вид получившие название планетарные туманности.

Планетарная туманность — система, состоящая из звезды (ядро туманности) и окружающей ее светящейся газовой оболочки. Ядро планетарной туманности — это горячая голубая звезда, спектр которой похож на спектр звезды Вольфа — Райе, температура поверхности ядра доходит до значений в 10^5 К. Предполагается, что вся система возникает на катастрофической стадии эволюции красных гигантов и субгигантов.

Нестационарные звезды — это звезды, у которых наблюдается значительное нарушение равновесия внешних слоев (проявляется в виде переменности блеска или спектра звезды, а также в наличии линий излучения в спектре). Строго говоря, стационарных звезд не существует. Наиболее общие проявления звездной нестационарности: выброс вещества из звезды в окружающее пространство, пульсации, наличие оболочек. Выброс вещества может быть постоянным в течение определенного периода жизни звезды, может также быть и однократным, протекать в форме взрыва, например у новых звезд, сверхновых звезд и некоторых новоподобных звезд. Оболочки звезд, присутствие которых обнаруживается по наличию эмиссионных линий в спектре, образуются в результате выброса вещества из звезды и свидетельствуют о прошлой или современной нестационарности. Причины нестационарности звезд весьма разнообразны; выделяют внутренние и внешние. Современная теория звездной эволюции предполагает, что все звезды в своем развитии проходят ряд стадий нестационарности, во время которых изменение источников энергии звезды и связанная с этим перестройка ее структуры приводят к существенным изменениям ее характеристик (наблюдается как изменение блеска и спектра).

Для качественного и количественного метода определения химического состава многих небесных объектов, в частности звезды, используется спектр. *Спектр* — это результат разложения (*дисперсия*) света на лучи разных цветов.

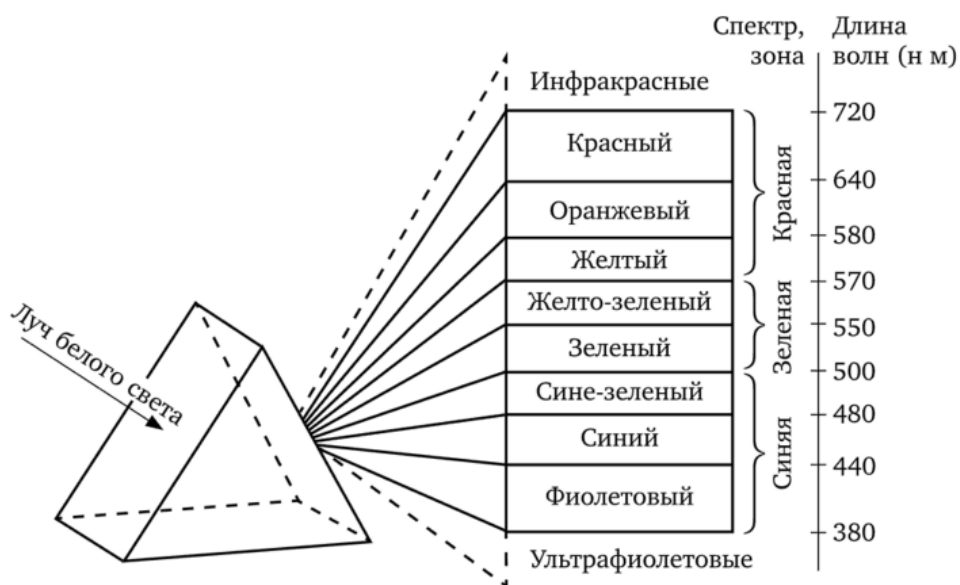


Рис. 11. Разложение в спектр

Атомы любого химического элемента дают спектр (строго определенный набор длин волн), не похожий на спектры всех других элементов. В оптическом диапазоне самые длинные линии спектра — красные, они имеют длину волны 625—740 нм. Самые короткие — фиолетовые — линии имеют длину волны 380—440 нм. Более длинные волны — это ИК-, радио- и микроволновый диапазоны, волны короче — это УФ-, рентгеновский и гамма-диапазоны.

Изучение спектров дает информацию о химическом составе, температуре, скорости, давлении и других важнейших свойствах астрономических объектов. В спектре Солнца наблюдаются линии поглощения, которые впервые были описаны И. Фраунгофером в 1814 г.

Высокая чувствительность и скорость метода спектрального анализа позволяют проводить его даже при наличии достаточно небольшого количества вещества. Каждый элемент Периодической таблицы обладает индивидуальным набором спектральных линий, так что если спектральный анализ был проведен грамотно, то вероятность ошибки сводится к минимуму. Метод спектрального анализа позволяет устанавливать различные особенности как микроскопических объектов, так и очень крупных. Для получения необходимого результата важно выбрать правильное оборудование, определиться с областью спектра и длиной волны для исследования. Вот почему выделяют две разновидности спектрального анализа: 1) *молекулярный* — для установления химического состава молекул; 2) *атомный*, позволяющий исследовать атомы вещества.