

*Урок 5. Строение звёзд. Спектральные классы. Зависимость светимости и температуры поверхности от массы.*

*Внутреннее устройство звезды.*

Наиболее распространёнными химическими элементами в составе звёзд является водород (до 75 %) и гелий (до 25 %). Доля остальных составляет не более 2%, но они позволяют определить происхождение и возраст звезды и, более того, играют большую роль в физических процессах внутри звезды.

В строении звезды можно выделить несколько слоёв: ядро, конвективный слой и атмосферу, в которой условно выделяют фотосферу, хромосферу и корону.

В ядре – центральной части светила – происходят процессы ядерного синтеза. Выделяющаяся энергия медленно – сотни тысяч лет – перемещается через конвективный слой к атмосфере и излучается в космическое пространство.

Фотосфера – это основной излучающий слой атмосферы звезды. Эта доступная непосредственному наблюдения поверхность звезды (хотя никакой твёрдой «поверхности» в обычном понимании этого слова наше светило не имеет) является нижним слоем солнечной атмосферы, толщина которого равна примерно 300–400 км. Температура в фотосфере растёт с глубиной и для Солнца в среднем близка к 6000 градусов.

Хромосфера – слой разряженного газа, который простирается над фотосферой на высоту 10–14 тыс. км. Своё название она получила за красный цвет этой части атмосферы Солнца. Хромосферу Солнца можно наблюдать в начале и в конце полного солнечного затмения: тёмный лунный диск на мгновение обрамляется сияющим красно-розовым кольцом. Температура хромосферы поначалу плавно изменяется, увеличиваясь с удалением от границы с фотосферой, а затем в небольшой, переходной области, размером не более 100 км, скачкообразно повышается до температуры в 10 раз больше температуры фотосферы.

Корона – верхняя часть звёздной атмосферы, состоящая из раскалённой плазмы, является наиболее горячей и разрежённой и простирается далеко в пространство. Её температура достигает нескольких миллионов градусов. Так, температура солнечной короны достигает 2 млн. Кельвинов. Столь высокое значение корональной температуры остаётся одной из нерешённых проблем современной астрофизики. Ответ на этот вопрос кроется в магнитных полях, но точный механизм остаётся неясным.

Солнечную корону можно наблюдать во время полных солнечных затмений.

Самые внешние и наиболее горячие слои короны истекают в межпланетное пространство, образуя звёздный ветер – поток вещества, текущего от звезды. Этот поток обладает большой энергией. Так, солнечный ветер достигает окраин системы.

### *Диаграмма Герцшпрунга-Рассела.*

Звёзды различаются не только химическим составом, но и температурой поверхности. Определить эти характеристики можно по спектральный анализ их света. Поэтому в 19 веке была проведена спектральная классификация звёзд. Впоследствии, после множества исследований, было оставлено 7 основных, соотнесённых с температурой, типов: О, В, А, F, G, K, М. Созданные позже классификации учитывали такие ранее неизвестные факторы, такие как этап эволюции, переменность блеска и прочие особенности звёзд.

В начале 20 в. датский астроном Эйна́р Герцшпру́нг (1873 – 1967) и американский астрофизик Генри Норрис Рассел (1877 – 1957) независимо друг от друга обнаружили, что существует прямая связь между двумя основными характеристиками звёзд – их светимостью и спектральным классом. Учёные представили её в виде графика (диаграммы): по горизонтальной оси отложили температуры звёзд (спектральные классы), а по вертикальной – светимости. Звёзды на диаграмме они обозначили точками.

Исследуя полученный график, астрономы обнаружили, что звёзды-точки располагаются на нём не хаотично, а группируются в пределах нескольких областей – последовательностей. Наиболее заметную, образующую график линейной пропорциональности, назвали «главной последовательностью». В неё вошло около 90 % звёзд, включая наше Солнце, – от горячих (30 000 – 50 000 К) голубых сверхгигантов до холодных (3000 – 4000) красных карликов.

Позже стало известно, что звёзды, находящиеся на главной поверхности, являются нормальными, полноценными звёздами, в которых идут реакции синтеза гелия и водорода.

Звёзды главной последовательности спектрального класса О и В представляют собой голубые гиганты – массивные яркие звёзды, излучающие преимущественно в ультрафиолетовой части спектра. Масса этих звёзд в 10 и более раз превышает массу Солнца.

Звёзды главной последовательности спектрального класса А представляют собой белые звёзды с массой в 2-3 массы Солнца.

Звёзды главной последовательности спектрального класса F – желтовато-белые звёзды с массой больше чем у Солнца на 20 – 100%.

Звёзды главной последовательности спектрального класса G – жёлтые звёзды с массой 0,8–1,2 массы Солнца. Солнце тоже входит в эту категорию.

В классы К и М входят карликовые звёзды с массами меньше чем у Солнца. Также в эти классы входят звёзды, находящиеся в стадии «умирания» – красные гиганты и сверхгиганты, исчерпавшие запасы водорода в ядре и в которых идут реакции с участием гелия и более тяжёлых элементов.

Линейная пропорциональность главной последовательности в действительности иллюстрирует зависимость светимости и температуры поверхности от массы звезды.