Каждому наверняка известно, что нельзя смотреть на Солнце невооруженным глазом, а тем более в телескоп без специальных, очень темных светофильтров или других устройств, ослабляющих свет. Пренебрегая этим запретом, наблюдатель рискует получить сильнейший ожог глаз. Самый простой способ рассматривать Солнце - это спроецировать его изображение на белый экран. При помощи даже маленького любительского телескопа можно получить увеличенное изображение солнечного диска. Что же видно на этом изображении?

Прежде всего обращает на себя внимание резкость солнечного края. Солнце - газовый шар, не имеющий четкой границы, плотность его убывает постепенно. Почему же в таком случае мы видим его резко очерченным? Дело в том, что практически все видимое излучение Солнца исходит из очень тонкого слоя, который имеет специальное название - фотосфера (греч. "сфера света"). Его толщина не превышает 300 км. Именно этот светящийся слой и создает у наблюдателя иллюзию того, что Солнце имеет "поверхность".

Солнце - рядовая звезда нашей Галактики. Поэтому такие проблемы, как источники энергии Солнца, его строение, образование спектра, являются общими для физики Солнца и звёзд. Для земного наблюдателя уникальность Солнца состоит в том, что это ближайшая к нам и единственная пока звезда, поверхность которой можно подвергнуть детальному изучению. Непосредственно с поверхности Земли Солнце изучают радио- и оптическими методами. Внеатмосферная астрономия позволила значительно расширить исследуемый диапазон частот электромагнитного излучения Солнца, а также приступить к детальному исследованию его корпускулярного излучения. Всё многообразие солнечных явлении, раскрытое этими методами: зернистая (грануляционная)

Звезда по имени Солнце

Диаметр: 1 391 980 км

Масса: 1,989\*1030 кг

Сидерический период вращения точки экватора: 25,380 суток

Светимость: 3,88\*1026 Вт

Видимая звездная величина: -26,58m

Эффективная температура поверхности: 16 000 000 К

Температура в центре Солнца: 5800 К

Среднее расстояние от Земли до центра Солнца: 149 597 870 км

Солнце - газовый, точнее плазменный, шар. Масса Солнца в 333000 раз больше массы Земли. В Солнце сосредоточено 99,866% массы Солнечной системы.

**Грануляция**

На первый взгляд диск Солнца кажется однородным. Однако, если приглядеться, на нем обнаруживается много крупных и мелких деталей. Даже при не очень хорошем качестве изображения видно, что вся фотосфера состоит из световых зернышек, называемых гранулами, и темных промежутков между ними. Это похоже на кучевые облака, когда смотришь на них сверху, с самолета. Размеры гранул невелики по солнечным масштабам - до 1000-2000 км в поперечнике; межгранульные дорожки более узкие, примерно 300-600 км в ширину. На солнечном диске наблюдается одновременно около миллиона гранул.

Картина грануляции не является застывшей: одни гранулы исчезают, другие появляются. Каждая из них живет не более 10 мин. Все это напоминает кипение жидкости в кастрюле. Такое сравнение не случайно, поскольку физический процесс, ответственный за оба явления, один и тот же. Это конвекция - перенос тепла большими массами горячего вещества, которые поднимаются снизу, расширяясь и одновременно остывая. Грануляция создает общий фон, на котором можно наблюдать гораздо более контрастные и крупные объекты - солнечные пятна и факелы.

Солнечные пятна - это темные образования на диске Солнца. В телескоп видно, что крупные пятна имеют довольно сложное строение: темную область тени окружает полутень, диаметр которой более чем в два раза превышает размер тени. Если пятно наблюдается на краю солнечного диска, то создается впечатление, что оно похоже на глубокую тарелку. Происходит это потому, что газ в пятнах прозрачнее, чем в окружающей атмосфере, и взгляд проникает глубже.

По величине пятна бывают очень разными - от малых, диаметром примерно 1000-2000 км, до гигантских, значительно превосходящих размеры нашей планеты. Установлено, что пятна - это места выхода в солнечную атмосферу сильных магнитных полей. Магнитные поля уменьшают поток энергии, идущей от недр светила к фотосфере, поэтому в месте их выхода на поверхность температура падает. Пятна холоднее окружающего их вещества примерно на 1500 К, а следовательно, и менее ярки. Вот почему на общем фоне они выглядят темными.

**Факелы**

Практически всегда пятна окружены яркими полями, которые называют факелами. Факелы горячее окружающей атмосферы примерно на 2000 К и имеют сложную ячеистую структуру. Величина каждой ячейки - около 30 тыс. километров. В центре диска контраст факелов очень мал, а ближе к краю увеличивается, так что лучше всего они заметны именно по краям. Факелы живут еще дольше, чем пятна, иногда три-четыре месяца. Они не обязательно существуют вместе с пятнами, очень часто встречаются факельные поля, внутри которых пятна никогда не появляются. По-видимому, факелы тоже являются местами выхода магнитных полей в наружные слои Солнца, но эти поля слабее, чем в пятнах.

Количество пятен и факелов характеризует солнечную активность, максимумы которой повторяются через каждые 11 лет. В годы минимума на Солнце долгое время может не быть ни одного пятна, а в максимуме их число обычно измеряется десятками. Ближайший максимум солнечной активности, когда можно было наблюдать много пятен и факелов, был в 2000 г.

**Внутреннее строение Солнца**

Наше Солнце - это огромный светящийся газовый шар, внутри которого протекают сложные процессы и в результате непрерывно выделяется энергия. Внутренний объем Солнца можно разделить на несколько областей; вещество в них отличается по своим свойствам, и энергия распространяется посредством разных физических механизмов. Познакомимся с ними, начиная с самого центра.

В центральной части Солнца находится источник его энергии, или, говоря образным языком, та "печка", которая нагревает его и не дает ему остыть. Эта область называется ядром. Под тяжестью внешних слоев вещество внутри Солнца сжато, причем чем глубже, тем сильнее. Плотность его увеличивается к центру вместе с ростом давления и температуры. В ядре, где температура достигает 15 млн кельвинов, происходит выделение энергии.

Эта энергия выделяется в результате слияния атомов легких химических элементов в атомы более тяжелых. В недрах Солнца из четырех атомов водорода образуется один атом гелия. Именно эту страшную энергию люди научились освобождать при взрыве водородной бомбы. Есть надежда, что в недалеком будущем человек сможет научиться использовать ее и в мирных целях (В 2005 году новостные ленты передавали о начале строительства первого международного термоядерного реактора во Франции).

Ядро имеет радиус не более четверти общего радиуса Солнца. Однако в его объеме сосредоточена половина солнечной массы и выделяется практически вся энергия, которая поддерживает свечение Солнца. Но энергия горячего ядра должна как-то выходить наружу, к поверхности Солнца. Существуют различные способы передачи энергии в зависимости от физических условий среды, а именно: лучистый перенос, конвекция и теплопроводность. Теплопроводность не играет большой роли в энергетических процессах на Солнце и звездах, тогда как лучистый и конвективный переносы очень важны.

Сразу вокруг ядра начинается зона лучистой передачи энергии, где она распространяется через поглощение и излучение веществом порции света - квантов. Плотность, температура и давление уменьшаются по мере удаления от ядра, и в этом же направлении идет поток энергии. В целом процесс этот крайне медленный. Чтобы квантам добраться от центра Солнца до фотосферы, необходимы многие тысячи лет: ведь, переизлучаясь, кванты все время меняют направление, почти столь же часто двигаясь назад, как и вперед. Но когда они в конце концов выберутся наружу, это будут уже совсем другие кванты. Что же с ними произошло?

В центре Солнца рождаются гамма-кванты. Их энергия в миллионы раз больше, чем энергия квантов видимого света, а длина волны очень мала. По дороге кванты претерпевают удивительные превращения. Отдельный квант сначала поглощается каким-нибудь атомом, но тут же снова

; чаще всего при этом возникает не один прежний квант, а два или несколько. По закону сохранения энергии их общая энергия сохраняется, а потому энергия каждого из них уменьшается. Так возникают кванты все меньших и меньших энергий. Мощные гамма-кванты как бы дробятся на менее энергичные кванты - сначала рентгеновских, потом ультрафиолетовых и наконец видимых и инфракрасных лучей. В итоге наибольшее количество энергии Солнце излучает в видимом свете, и не случайно наши глаза чувствительны к нему.

Как мы уже говорили, кванту требуется очень много времени, чтобы просочиться через плотное солнечное вещество наружу. Так что если бы "печка" внутри Солнца вдруг погасла, то мы узнали бы об этом только миллионы лет спустя. На своем пути через внутренние солнечные слои поток энергии встречает такую область, где непрозрачность газа сильно возрастает. Это конвективная зона Солнца. Здесь энергия передается уже не излучением, а конвекцией.

Что такое конвекция? Когда жидкость кипит, она перемешивается. Так же может вести себя и газ. Огромные потоки горячего газа поднимаются вверх, где отдают свое тепло окружающей среде, а охлажденный солнечный газ спускается вниз. Похоже, что солнечное вещество кипит и перемешивается. Конвективная зона начинается примерно на расстоянии 0,7 радиуса от центра и простирается практически до самой видимой поверхности Солнца (фотосферы), где перенос основного потока энергии вновь становится лучистым. Однако по инерции сюда все же проникают горячие потоки из более глубоких, конвективных слоев. Хорошо известная наблюдателям картина грануляции на поверхности Солнца является видимым проявлением конвекции.