

# Образование планетных систем. Солнечная система

Подготовила  
Студентка 1 курса  
Группы ЗИО-19 1/9  
Максимовская Анна

Космолóгия (космос + логос) — раздел астрономии, изучающий свойства и эволюцию Вселенной в целом. Основу этой дисциплины составляют математика, физика и астрономия.

Солнечная система состоит собственно из Солнца, а также планет, с их спутниками, комет, астероидов, пыли, газа и мелких частиц.

Астероиды - это твердые каменные тела, которые подобно планетам движутся по околосолнечным эллиптическим орбитам. Но размеры этих тел намного меньше, чем у обычных планет, поэтому их еще называют малыми планетами.



Комета- небольшое небесное тело, движущееся в межпланетном пространстве и обильно выделяющее газ при сближении с Солнцем. С кометами связаны разнообразные физические процессы, от сублимации (сухое испарение) льда до плазменных явлений. Кометы – это остатки формирования Солнечной системы,

В Солнце сосредоточена практически вся масса Солнечной системы – 99,8%, и своей гравитацией Солнце удерживает вокруг себя все остальные объекты Солнечной системы. Хотя известные нам планеты находятся на сравнительно небольшом расстоянии от Солнца, существует большое число объектов, которые



По современным оценкам, размер Солнечной системы составляет не менее шестидесяти миллиардов километров. Согласно данным современной астрономии, своим гравитационным полем Солнце способно удерживать тела на гигантском расстоянии,





В настоящее время считается, что в Солнечную систему входит 8 больших планет (Плутон, ранее считавшийся девятой планетой, был исключён из списка планет из-за своего слишком маленького размера). Эти планеты, по степени удаления от Солнца - Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Самой большой из планет

Кроме них, вокруг Солнца вращается большое число более мелких тел - астероидов, комет, и просто мелких камней, пыли и газа. Если орбиты больших планет близки к круговым и находятся примерно в одной плоскости, то орбиты малых тел весьма разнообразны и часто имеют вытянутую форму - например, кометы, двигаясь по очень вытянутой орбите, обычно приближаются к Солнцу на несколько недель и затем на долгие годы вновь улетают в далёкое космическое пространство.

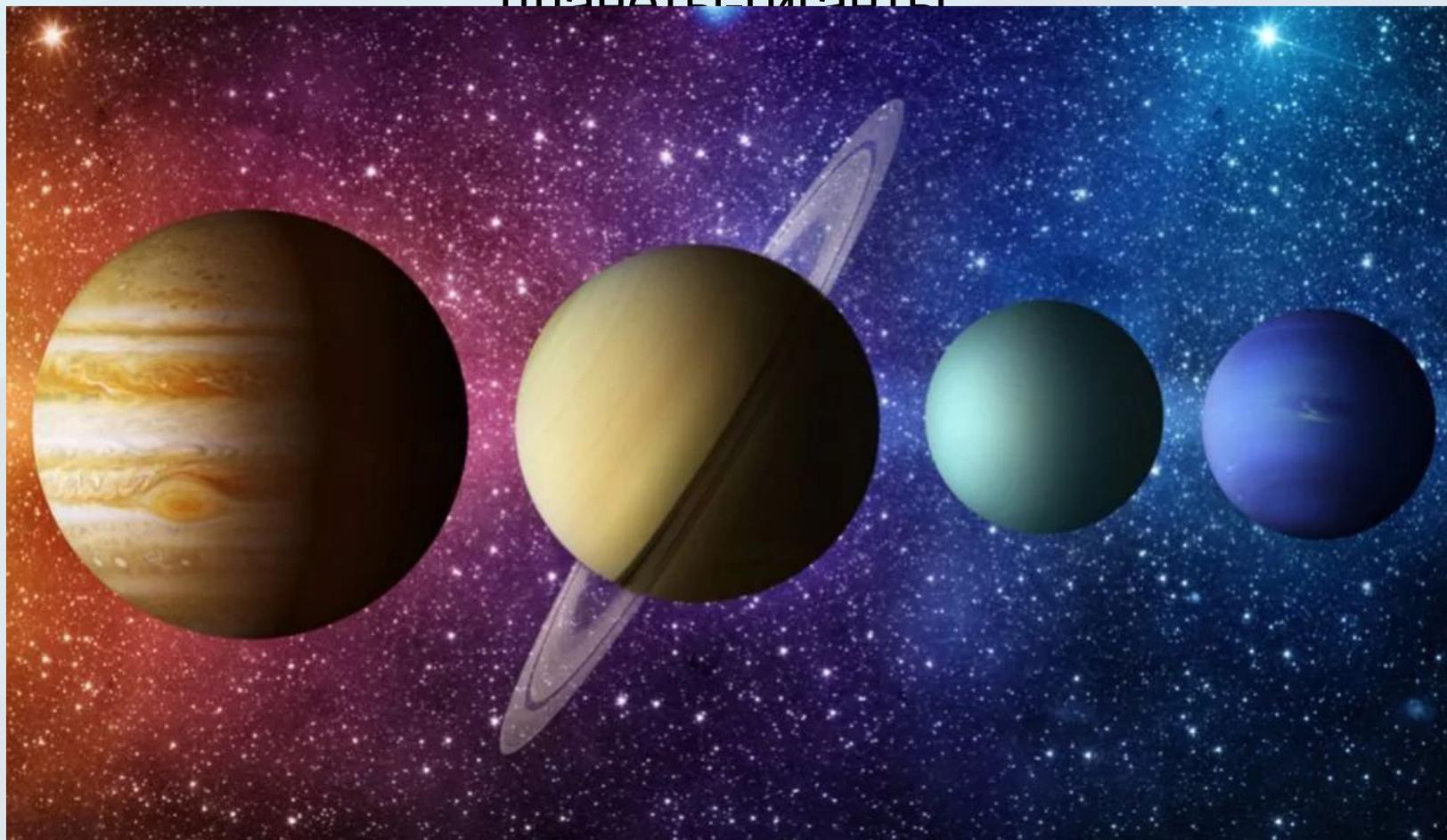
Большая часть астероидов, обращающихся недалеко от Солнца, сосредоточены между орбитами Марса и Юпитера, значительная часть этих астероидов уже открыта и классифицирована. Однако существует ещё более многочисленный пояс астероидов, который расположен за пределами орбиты Нептуна. Из-за



Большие планеты можно разделить поровну на две группы. Первая половина планет, находящихся наиболее близко к Солнцу - это планеты земной группы - Меркурий, Венера, Земля и Марс. Все эти планеты состоят из тяжёлых химических элементов, имеют высокую плотность и твёрдую поверхность (хотя под ней и находится жидкое ядро). С массой  $6 \cdot 10^{24}$  кг и

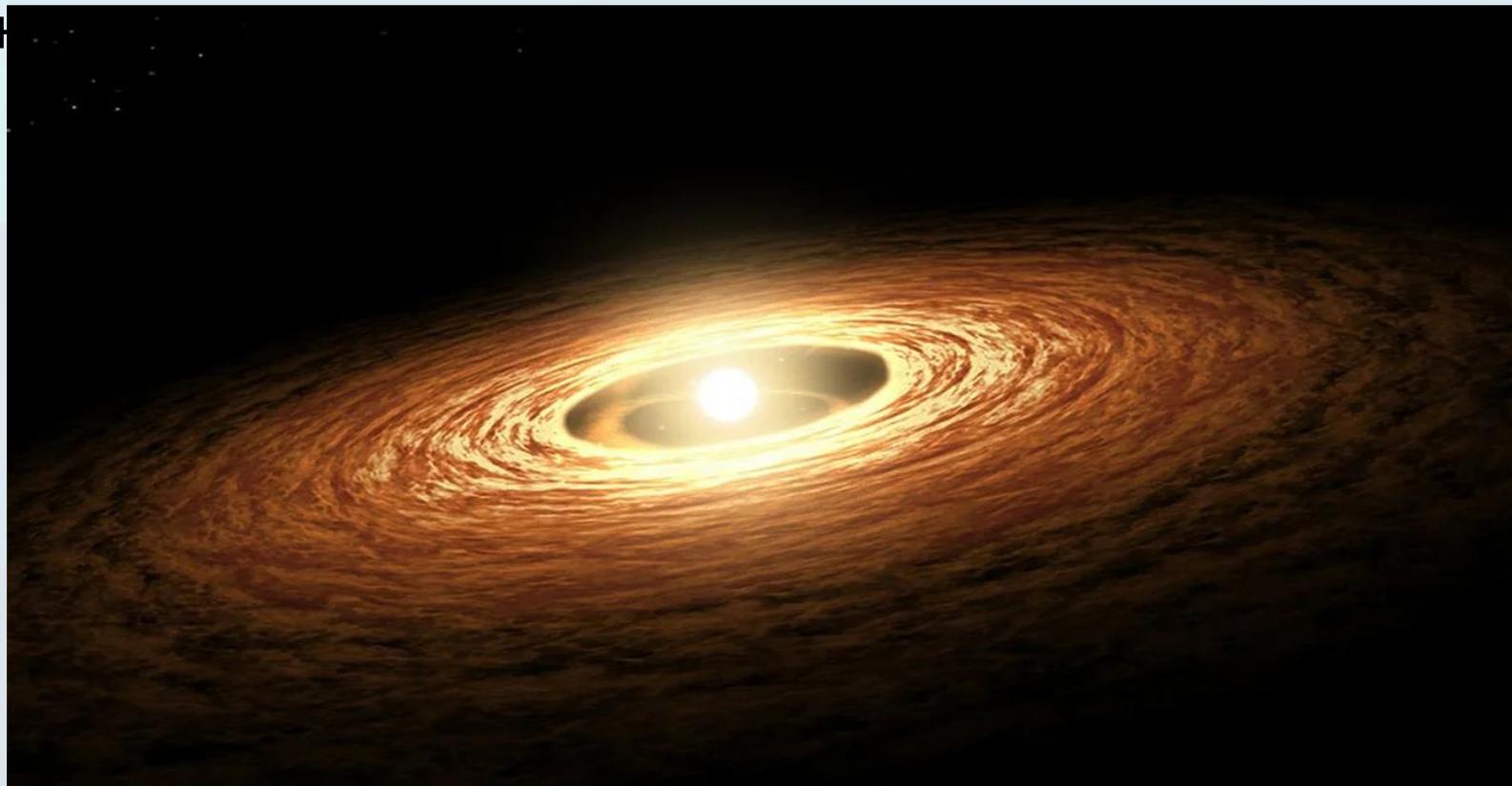
Дальние от Солнца планеты - Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун значительно превосходят по этим параметрам Землю. По этой причине они получили название

планеты-гиганты.



Так, масса Юпитера более чем в 300 раз превышает массу Земли, а диаметр этой планеты - 143 тыс. км. Однако от планет земной группы они значительно отличаются по своему строению - эти планеты состоят не из тяжёлых элементов, а из газа, в основном из водорода и гелия, подобно Солнцу и другим звёздам, вследствие этого и плотность их сравнительно невелика (у Сатурна она даже меньше плотности воды). Для планет-гигантов характерно наличие большого числа спутников, причём среди них встречаются довольно большие, сравнимые по размерам с Луной и даже с Меркурием.

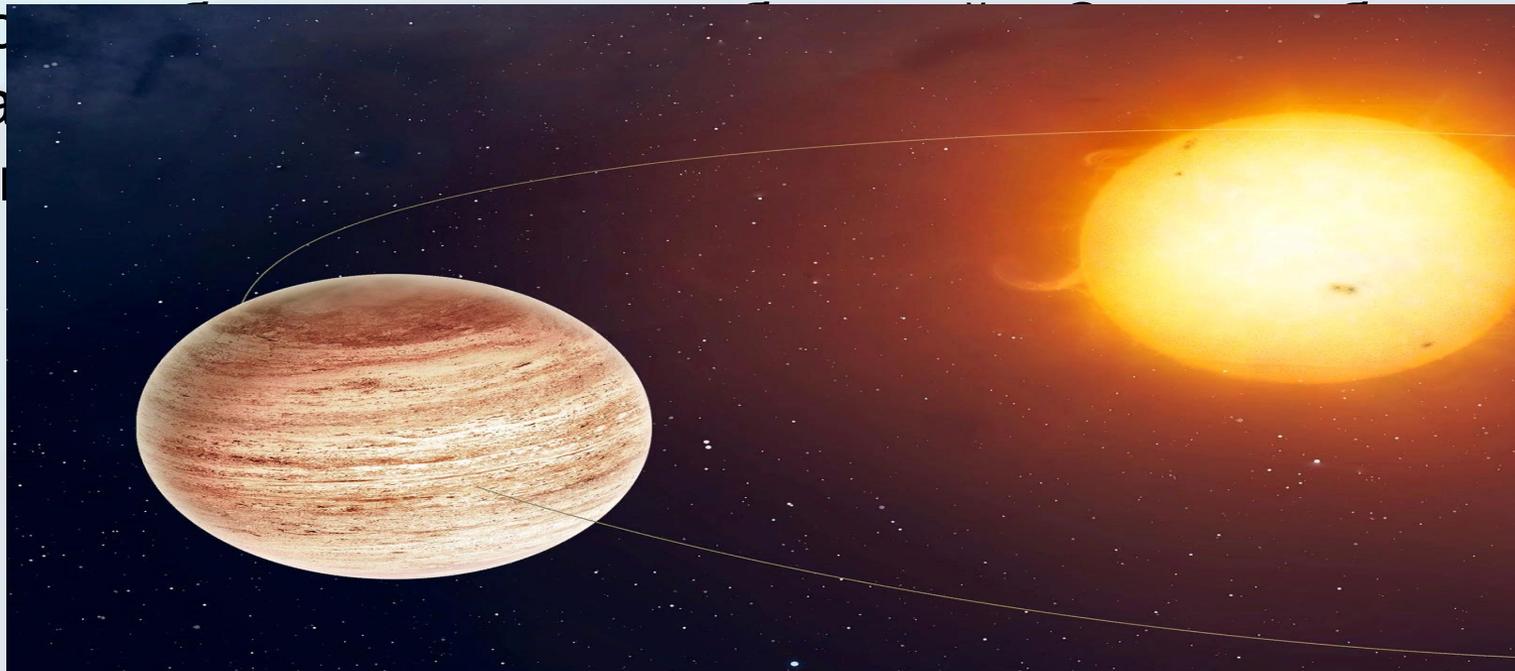
Солнечная система возникла из одного большого газопылевого облака. Это облако начало сжиматься под действием гравитации, в результате основная часть содержащегося в нём вещества собралась в центральный сгусток, из которого впоследствии возникло Солнце. Однако так как это облако изначально не было

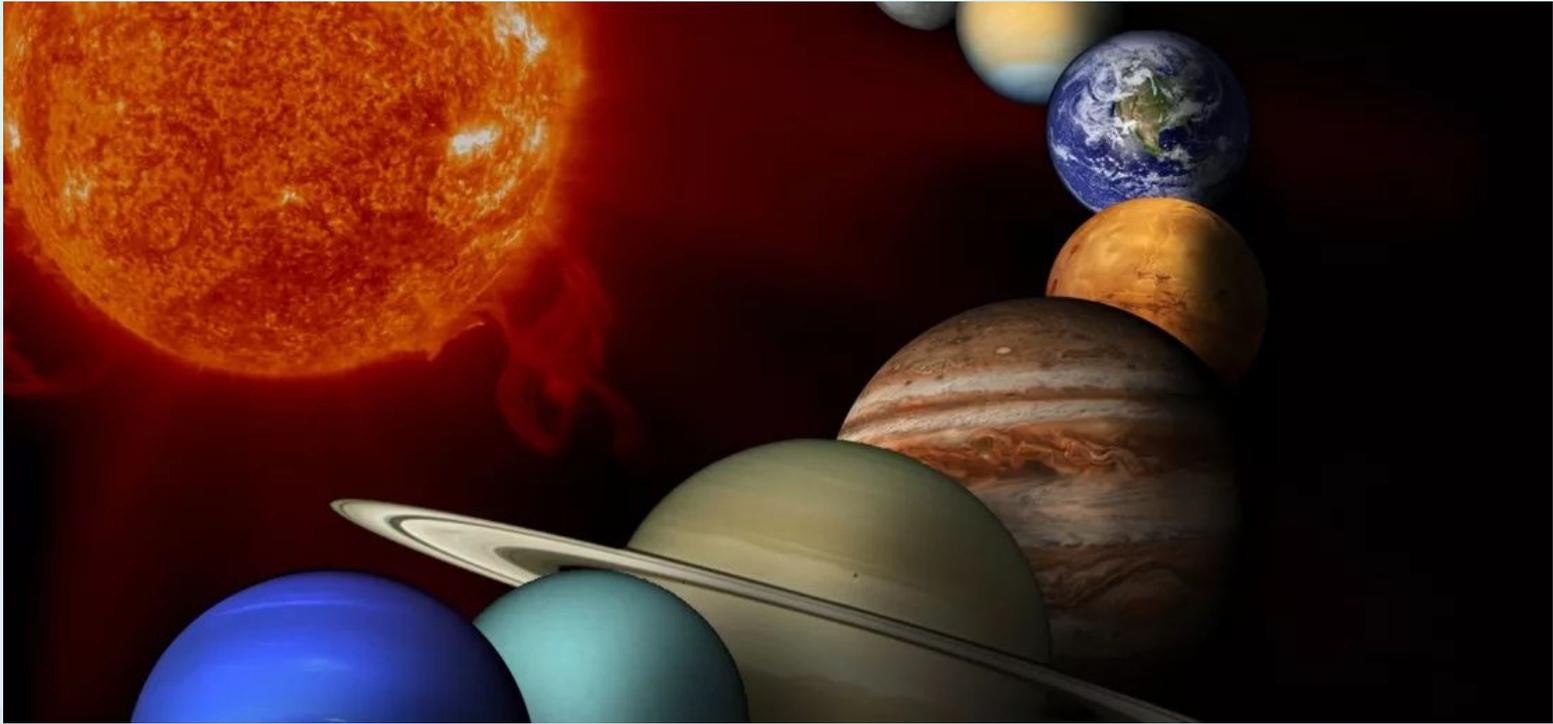


Под действием сил гравитации и центробежных сил облако приобрело форму сильно сплюснутого диска, который располагался в плоскости, перпендикулярной оси вращения облака (и сейчас, вследствие этого, все орбиты планет лежат примерно в одной плоскости). При этом в этом диске, вращающемся вокруг центра облака, в котором находился центральный сгусток, стали формироваться меньшие сгустки.

Эти сгустки сталкивались, объединяясь между собой, а также захватывали частицы пыли и газа из диска. Увеличивающаяся масса этих сгустков также приводила к их сжатию под действием силы гравитации. Из этих меньших сгустков впоследствии

В результате сжатия центральный сгусток начал разогреваться, температура в его центре повышалась, и, наконец, она оказалась настолько высокой, что произошёл запуск термоядерной реакции. Так на месте холодного центрального газового сгустка вспыхнула новая звезда - Солнце. Как только это произошло, под давлением яркого солнечного излучения и солнечного ветра лёгкие газы, такие, как водород и гелий, были





Вследствие этого, вблизи Солнца сформировались планеты, состоящие из твёрдых, тяжёлых пород, а водород и гелий, оттеснённые в дальние области Солнечной системы солнечным излучением, стали строительным материалом для планет-гигантов вроде Юпитера.

Согласно современным представлениям, возраст Солнечной системы оценивается примерно в 4,6 млрд

Аналогично образовались и другие планетные системы.

Строение Солнца слоистое, или оболочечное, оно состоит из ряда сфер, или областей. В центре находится ядро, затем область лучевого переноса энергии, далее конвективная зона и, наконец, атмосфера. К ней ряд исследователей относят три внешние области: фотосферу, хромосферу и корону.

Ядро - центральная часть Солнца со сверхвысоким давлением и температурой, обеспечивающими течение ядерных реакций. В результате выделяется огромное количество электромагнитной энергии.

Радиус ядра равен  $1/3$  радиуса Солнца.

Область лучистого переноса энергии - находится над ядром. Радиус равен  $1/3$  радиуса Солнца.

Она образована практически неподвижным и невидимым сверх высокотемпературным газом.

Передача через нее энергии, генерируемой в ядре, к внешним сферам Солнца осуществляется лучевым способом, без перемещения газа. Этот процесс надо представлять себе примерно так.

Из ядра в область лучевого переноса энергия поступает в предельно коротковолновых диапазонах - гамма излучения, а уходит в более длинноволновом рентгеновском, что связано с понижением температуры газа к периферической зоне.

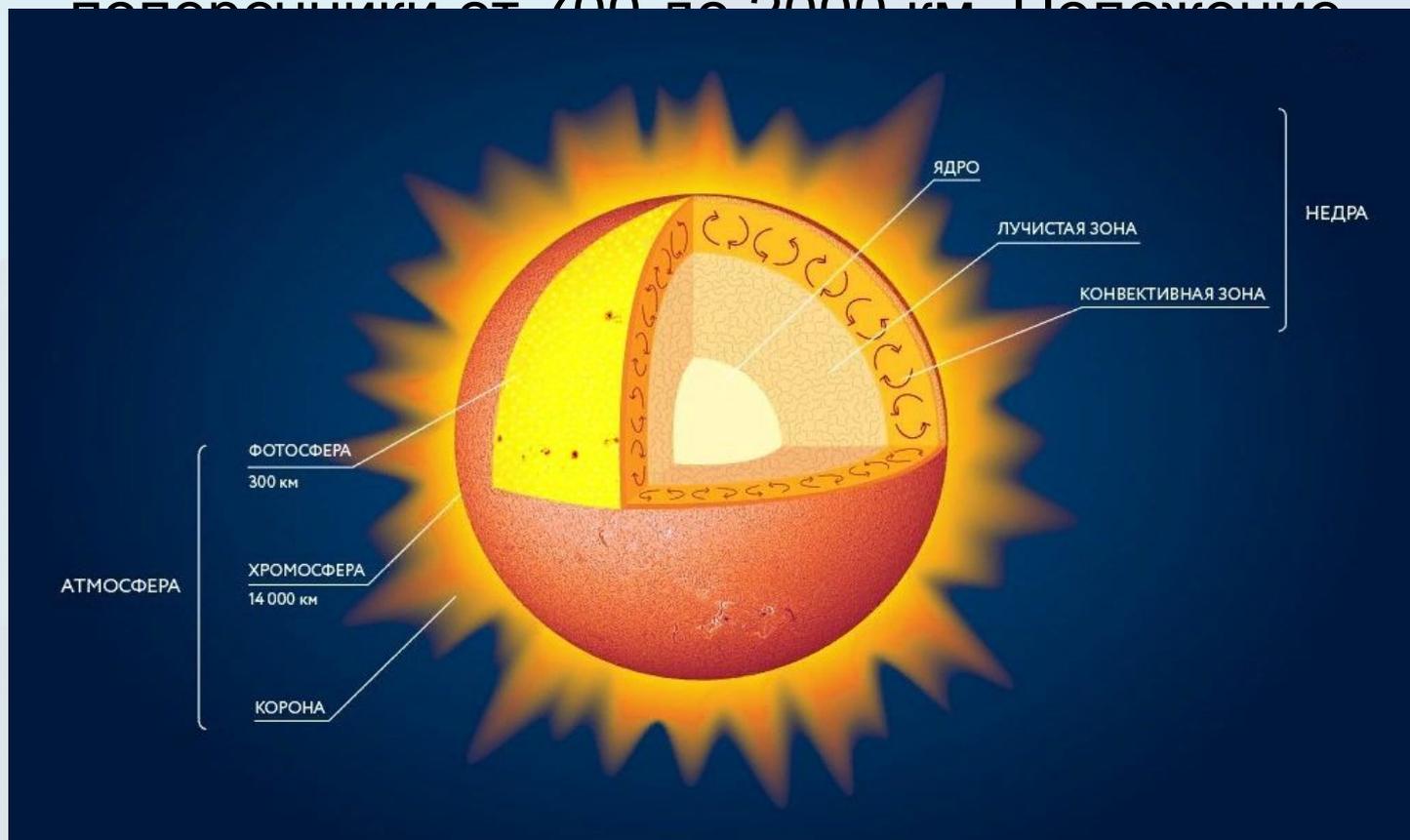
Конвективная область - располагается над предыдущей. Она образована также невидимым раскаленным газом, находящимся в состоянии конвективного перемешивания. Перемешивание обусловлено положением области между двумя средами, резко различающимися по господствующим в них давлению и температуре. Перенос тепла из солнечных недр к поверхности происходит в результате локальных поднятий сильно нагретых масс воздуха, находящихся под высоким давлением, к периферии светила, где температура газа меньше и где начинается световой диапазон излучения Солнца. Толщина конвективной области оценивается приблизительно в  $1/10$  часть солнечного радиуса.

Фотосфера- это самый глубокий из трех слоев атмосферы Солнца, расположенный непосредственно на плотной массе невидимого газа конвективной области. Фотосфера образована раскаленным ионизированным газом, температура которого у основания близка к 10000 К (т. е. абсолютная температура), а у верхней границы, расположенной примерно в 300 км выше, порядка 5000 К. Средняя температура фотосферы принимается в 5700 К. При такой температуре раскаленный газ излучает электромагнитную энергию преимущественно в оптическом диапазоне волн. Именно этот нижний слой атмосферы, видимый как желтовато-яркий диск, зрительно воспринимается нами как

Через прозрачный воздух фотосферы в телескоп отчетливо просматривается ее основание - контакт с массой непрозрачного воздуха конвективной области.

Поверхность раздела имеет зернистую структуру, называемую грануляцией. Зерна, или гранулы, имеют

диаметры от 700 до 2000 км. Положение

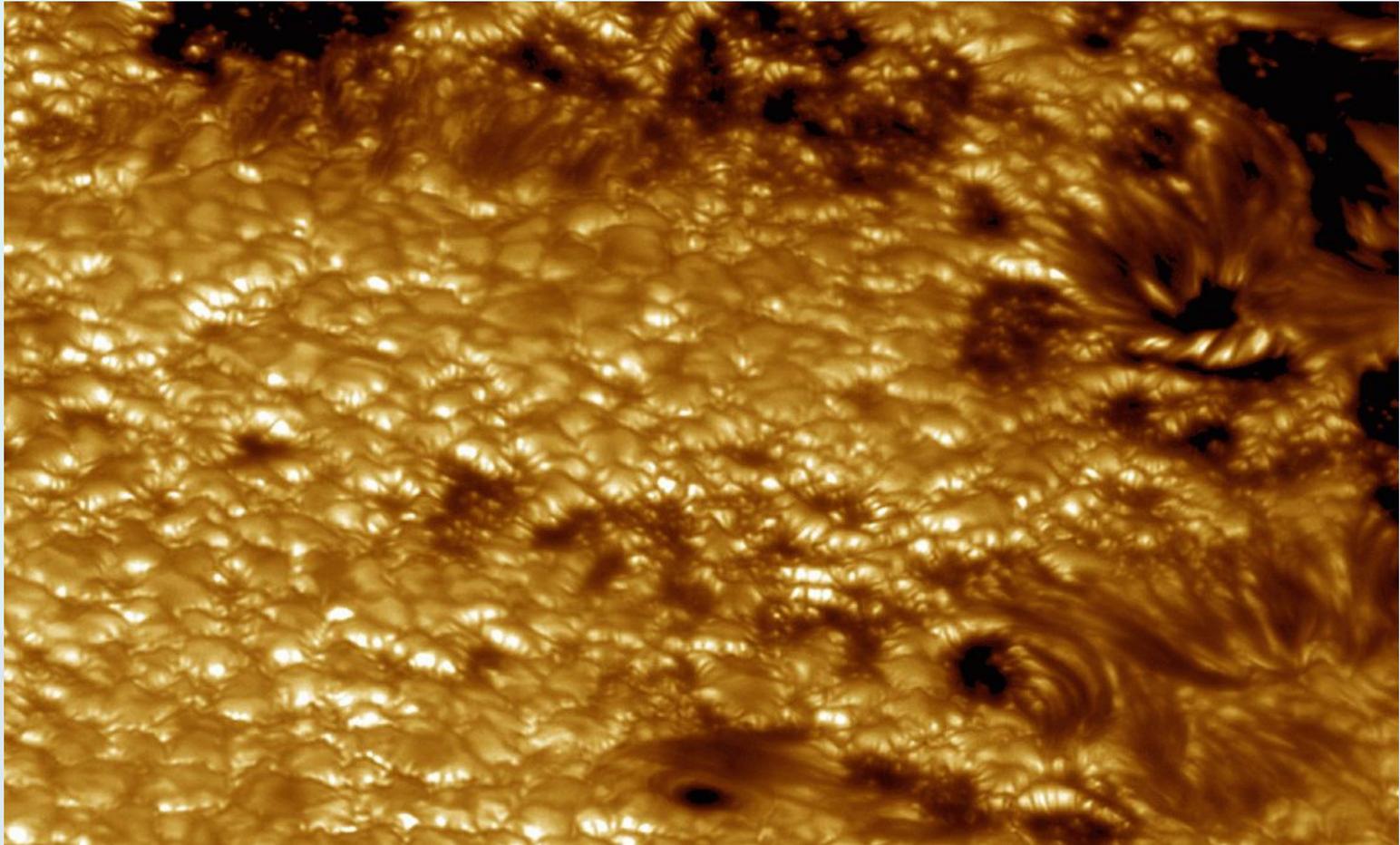


Наблюдения показали, что каждая гранула в отдельности выражена лишь какое-то короткое время (около 5-10 мин.), а затем исчезает, заменяясь новой гранулой. На поверхности Солнца гранулы не остаются неподвижными, а совершают нерегулярные движения со скоростью примерно 2 км/сек. В

с

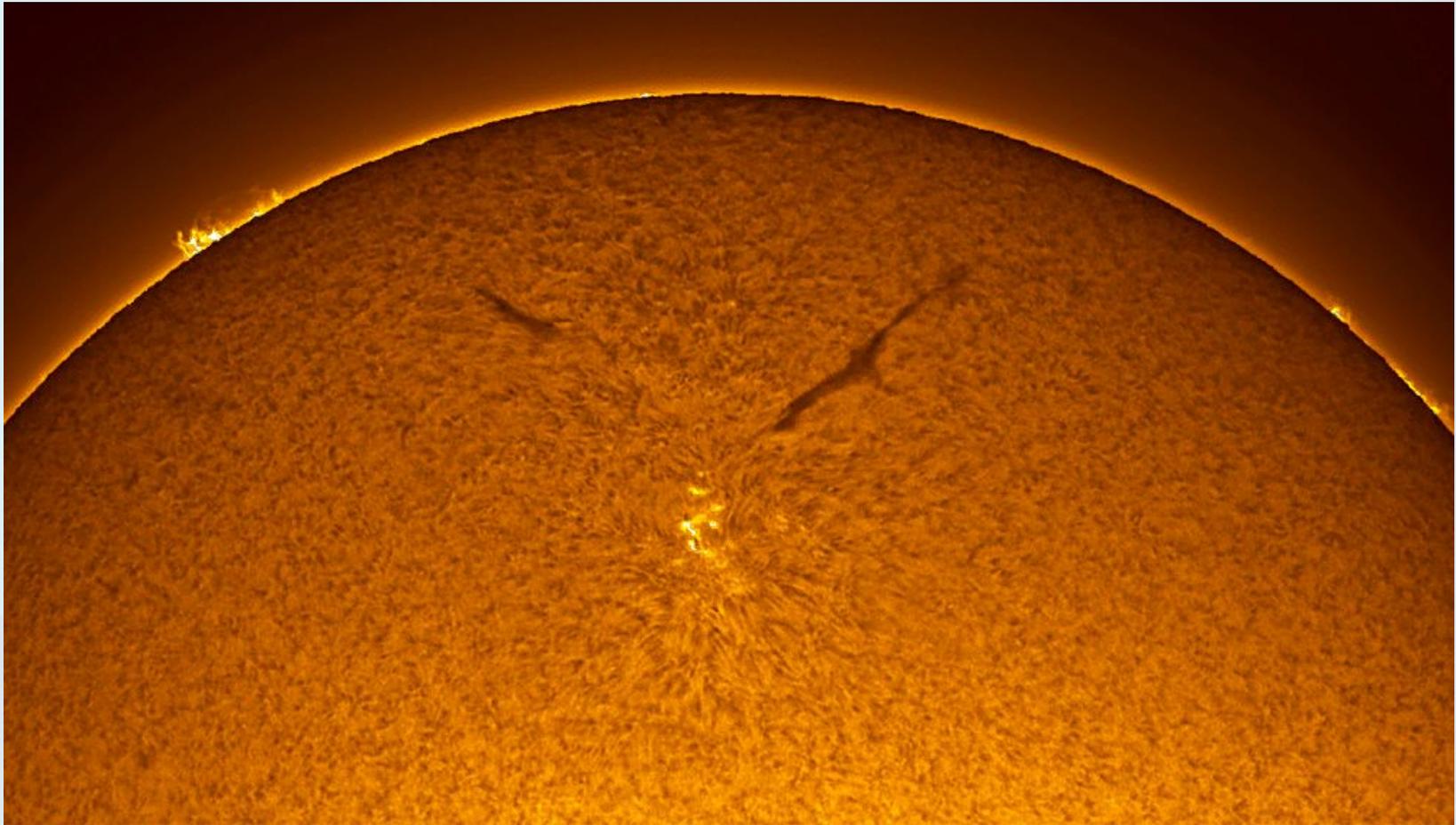


о



Процесс грануляции представляется как наличие в самом нижнем слое фотосферы непрозрачного газа конвективной области - сложной системы вертикальных круговоротов. Яркость гранул на 10-20% больше окружающего фона указывает на различие их

температур в  $200-300^{\circ}\text{C}$



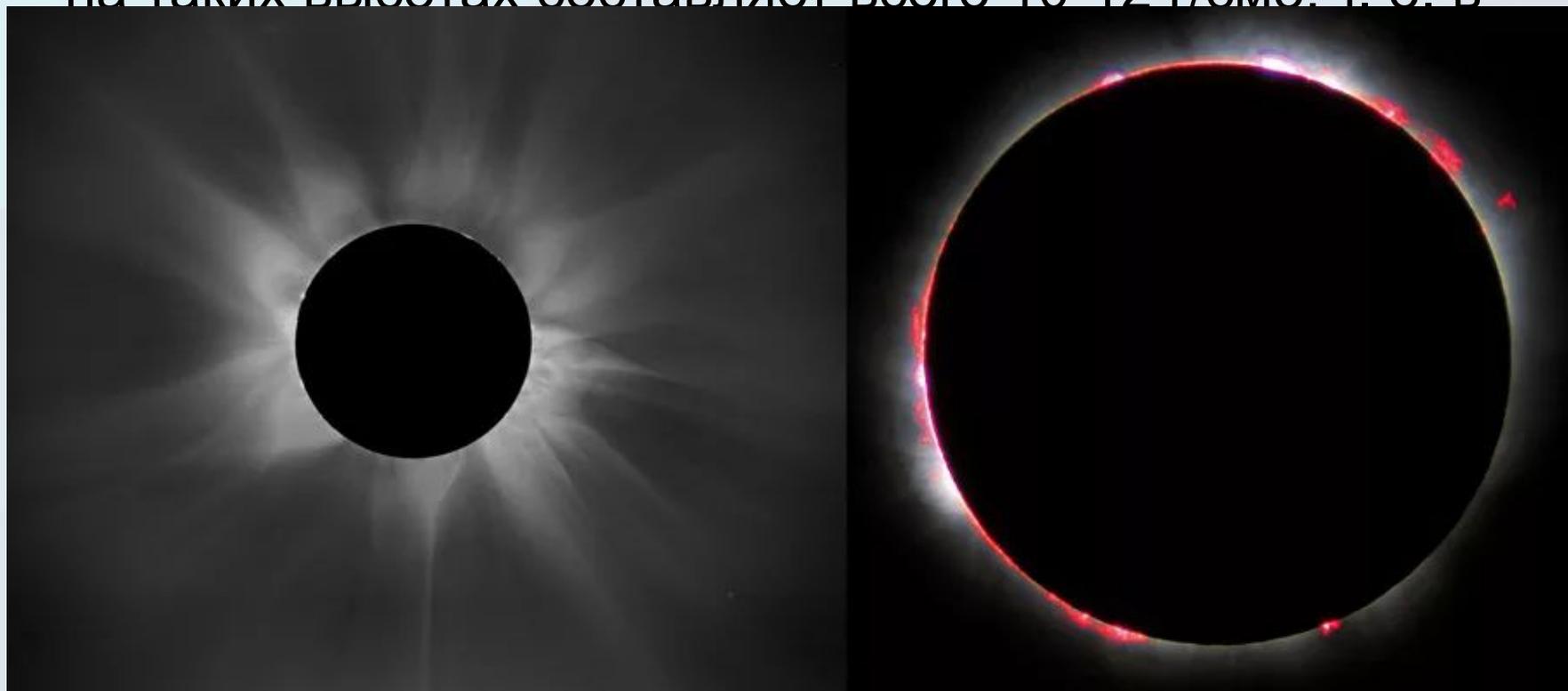
Образно грануляцию на поверхности Солнца можно сравнить с кипением густой жидкости типа расплавленного гудрона, когда со светлыми восходящими струями появляются пузырьки воздуха, а более темные и плоские участки характеризуют

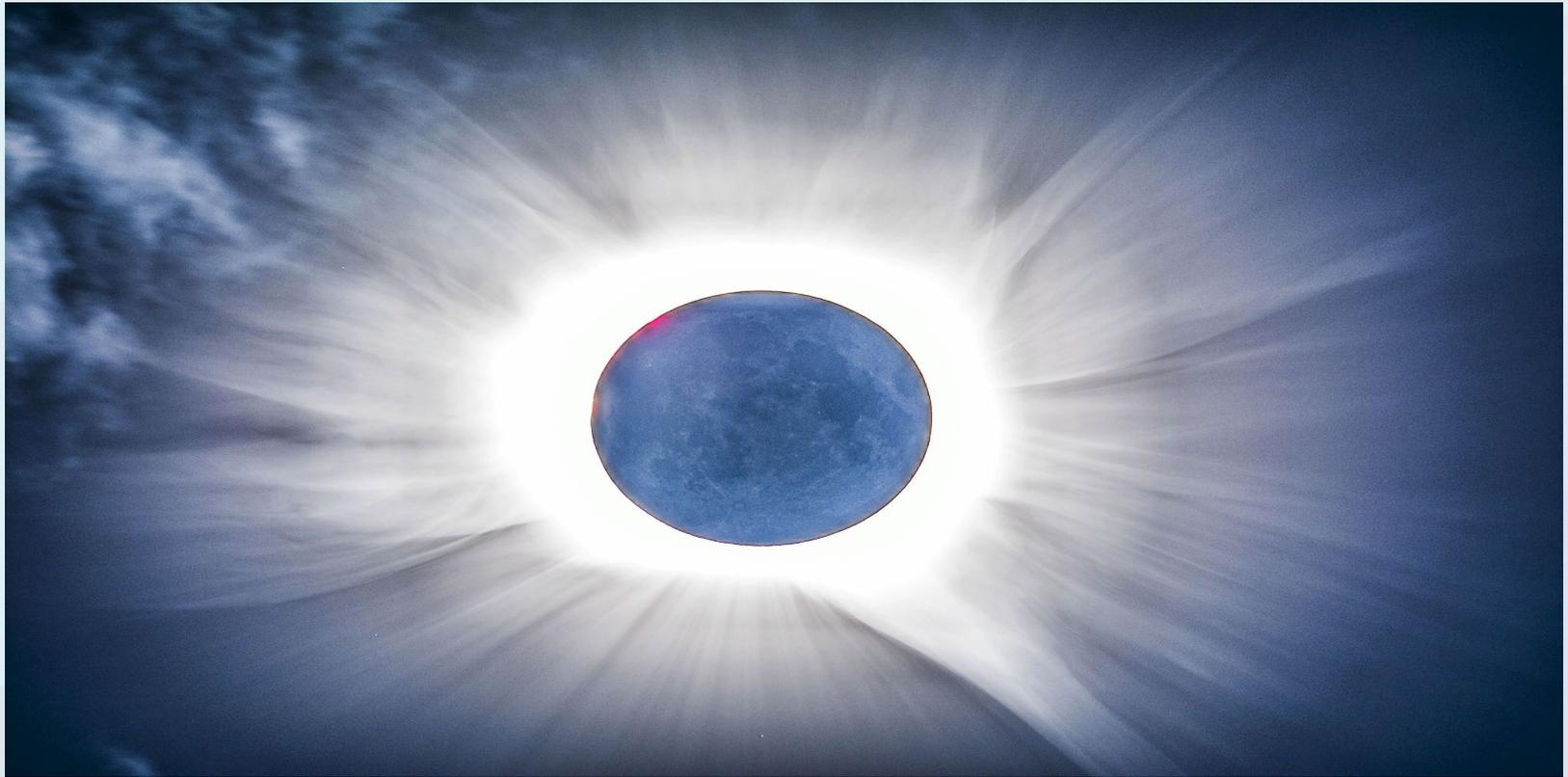
Исследования механизма передачи энергии в газовом шаре Солнца от центральной области к поверхности и ее излучение в космическое пространство показали, что она переносится лучами. Даже в конвективной зоне, где передача энергии осуществляется движением газов, большая часть энергии переносится излучением.

Таким образом, поверхность Солнца, излучающая энергию в космическое пространство в световом диапазоне спектра электромагнитных волн, - это разреженный слой газов фотосферы и просматриваемая сквозь нее гранулированная верхняя поверхность слоя непрозрачного газа конвективной области. В

Хромосфера. При полном солнечном затмении у самого края затемненного диска Солнца видно розовое сияние - это хромосфера. Она не имеет резких границ, а представляет собой сочетание множества ярких выступов или языков пламени, находящихся в непрерывном движении. Хромосферу сравнивают иногда с горячей степью. Языки хромосферы называют спикулами. Они имеют в поперечнике от 200 до 2000 км (иногда до 10000) и достигают в высоту нескольких тысяч километров. Их надо представлять себе как вырывающиеся из Солнца потоки плазмы (раскаленного ионизированного газа).

Установлено, что переход от фотосферы к хромосфере сопровождается скачкообразным повышением температуры от 5700 К до 8000 - 10000 К. К верхней же границе хромосферы, находящейся приблизительно на высоте 14000 км от поверхности Солнца, температура повышается до 15000 - 20000 К. Плотность вещества на таких высотах составляет всего 10-12 г/см<sup>3</sup>, т. е. в





Солнечная корона – внешний слой атмосферы Солнца. Она образована наиболее разреженным ионизированным газом. Простирается примерно на расстояние 5 диаметров Солнца, имеет лучистое строение, слабо светится. Ее можно наблюдать только во время полного солнечного затмения. Яркость короны примерно такая же, как у Луны в полнолуние, что

Корональные газы в высокой степени ионизированы, что определяет их температуру примерно в 1 млн. градусов. Внешние слои короны излучают в космическое пространство корональный газ - солнечный ветер. Это второй энергетический (после лучистого электромагнитного) поток Солнца, получаемый планетами. Скорость удаления коронального газа от Солнца возрастает от нескольких километров в секунду у короны до 450 км/сек на уровне орбиты Земли, что связано с уменьшением силы притяжения Солнца при увеличении расстояния. Постепенно разрежаясь по мере удаления от Солнца, корональный газ заполняет все межпланетное пространство. Он воздействует на тела Солнечной системы как непосредственно, так и через магнитное поле. Оно взаимодействует с