

# TRACE

С момента запуска в 1998 году до завершения миссии в 2010-м спутник НАСА TRACE открыл немало неожиданных свойств Солнца.

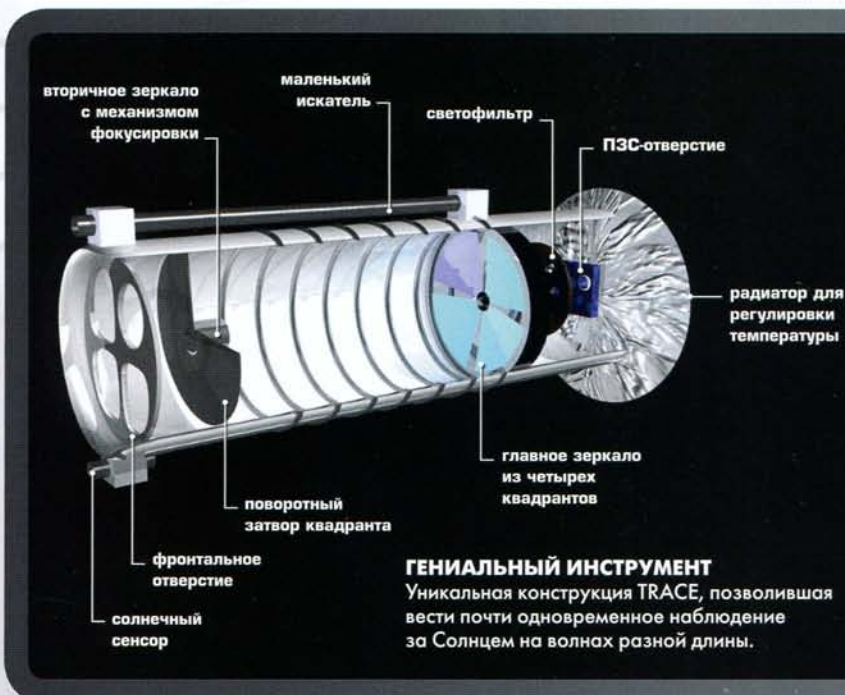
**М**аленький спутник наблюдал за Солнцем через скромный на вид телескоп диаметром 30 см с орбиты в 600 км от Земли. TRACE, исследователь переходной зоны и солнечной короны, был уникальным спутником, изучающим излучения на поверхности Солнца, выявляя их особенности при температуре от 4000 до 4 млн °С в беспокойном и загадочном слое солнечной атмосферы, известном как переходная зона.

## ЗАГАДКИ ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ

Долгое время астрономы были озадачены вопросом, почему над видимой поверхностью Солнца, или фотосферой, меняется температура. В самой звезде она стабильно падает от ядра с температурой 15 млн °С до фотосферы, где Солнце становится прозрачным со средней температурой 5500 °С.

Логично ожидать дальнейшего падения температуры при удалении от Солнца, но вместо этого она начинает повышаться и в хромосфере достигает 20 000 °С, а у основания внешней атмосферы Солнца, или короны, – 1 млн °С. Ключ к загадке кроется в переходной зоне, глубина

**НАБЛЮДЕНИЕ** Выйдя на гелиосинхронную орбиту, TRACE сфокусировался на нашей ближайшей звезде.



## КАК ЭТО РАБОТАЕТ ТЕЛЕСКОП TRACE

**Е**сли лучи видимого диапазона света легко отражать зеркалом, покрытым тонким слоем металла, то для ультрафиолетовых, особенно крайних ультрафиолетовых лучей нужны более мощные рефлекторы. Высокая энергия лучей позволяет им проходить сквозь обычное зеркало. Для решения этой проблемы зеркала TRACE разбили на четыре квадранта, каждый из которых покрыли отражающим материалом, идеально подходящим для волн определенной длины. Поворотный затвор по очереди пропускал излучения в каждый квадрант, поэтому телескоп делал почти синхронные снимки Солнца по всей цепи градации температур.

**ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ**  
**ПЕРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД**

**Х**отя TRACE сделал множество открытий в переходной зоне, он не дал убедительного ответа на вопрос, что нагревает корону. Наиболее вероятные объяснения: нановспышки, создаваемые маленькими дугами магнитного поля сразу над поверхностью Солнца, и волны, меняющие свои свойства, чтобы выбросить энергию (и тепло) в тонкие корональные газовые слои. Обсерватория SOHO обнаружила признаки нагрева волн, а TRACE – искры крайних ультрафиолетовых излучений, вызванных нановспышками. Но эти эффекты недостаточно сильны и не являются обыденным явлением, чтобы объяснить весь процесс нагрева.



**УСТАНОВКА** Космический аппарат TRACE крепят к ракете «Пегас», которая осуществила запуск.

которой – всего несколько сот километров. Но из нее в атмосферу выбрасывается огромное количество энергии.

Чтобы понять, что происходит в переходной зоне, астрономам нужно было наблюдать Солнце одновременно в огромном диапазоне различных температур. Излучения из более холодных частей зоны характеризуются сравнительно длинными волнами, которые можно увидеть в диапазоне видимого света (в синих и фиолетовых тонах), а более горячие области излучают высокоэнергетичный ультрафиолетовый и крайний ультрафиолетовый свет. В переходной зоне столько мелких, локализованных и быстро меняющихся деталей, что единственное решение – это простой телескоп, способный одновременно изучать различные излучения в одной точке Солнца (см. «Как это работает»).

**ВЗГЛЯД НА СОЛНЦЕ**

Спутник TRACE создан в рамках программы НАСА «Эксплорер» – серии малобюджетных спутников. Стоимость каждого зонда не превышает 120 млн долларов, а на борту проводится немного экспериментов. На TRACE главным прибором был телескоп диаметром 30 см и длиной 1,6 м. В Центре космических полетов им. Годдарда его установили на стандартную восьмиугольную конструкцию спутника и 2 апреля 1998 года запустили на ракете легкого класса «Пегас», спущенной с высотного летательного аппарата.

**ГЛОССАРИЙ**

**Терминатор** – линия светораздела, отделяющая дневную половину небесного тела от ночной.

**Солнечный максимум** – период максимальной активности в солнечном цикле, вызванный изменениями магнитного поля Солнца. Обычно случается один раз в 11 лет.

**ВСПЫШКИ** Снимок вспышки на Солнце, сделанный FLARE. Яркий X-образный узор – искусственный эффект.

Выйдя на орбиту, TRACE развернул четыре солнечных панели общей площадью 2 м<sup>2</sup>. Следуя по гелиосинхронной орбите, которая постоянно находится над терминатором (см. «Глоссарий»), спутник практически все время удерживал Солнце в поле зрения, ориентируя телескоп на специфические области на его поверхности.

Запуск TRACE рассчитали так, чтобы он дублировал наблюдения обсерватории SOHO в период солнечного максимума (см. «Глоссарий») в 2000 году. Целью наблюдений SOHO также были ультрафиолетовые излучения. Вместе обе миссии могли отслеживать особенности явлений на Солнце – от мельчайших в переходной зоне до крупномасштабных во внешней короне. TRACE значительно превысил запланированный срок эксплуатации. Последнее изображение с него получено в 2010 году.

