

# СИЯНИЕ ЩИТА

ПОСЛЕДНИЕ НАБЛЮДЕНИЯ, ПРОВЕДЕННЫЕ С ОРБИТАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА IMAGE, ПОКАЗАЛИ, ЧТО ВНЕШНИЙ СЛОЙ ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ ДЕЙСТВУЕТ, ПОДОБНО ТЕПЛОВОМУ ЭКРАНУ, ПОГЛОЩАЯ ЭНЕРГИЮ КОСМИЧЕСКИХ ШТОРМОВ И СНИЖАЯ ИХ СПОСОБНОСТЬ НАГРЕВАТЬ НИЖНИЕ СЛОИ АТМОСФЕРЫ. ПЛАТОЙ ЗА РАБОТУ ЭТОГО ЩИТА ЯВЛЯЕТСЯ СОЗДАНИЕ ВОКРУГ НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ ОБЛАКА ИОНИЗИРОВАННОГО ГАЗА, НАГРЕТОГО ДО МИЛЛИАРДА ГРАДУСОВ. ЭТО ОТКРЫТИЕ ПОДТВЕРЖДАЕТ ТОТ ФАКТ, ЧТО МАГНИТОСФЕРА ЗЕМЛИ АКТИВНО УЧАСТВУЕТ В КОСМИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЯХ.

**З**емной щит от космических бурь — это тонкий слой внешней ионосферы, расположенный на высоте между 300 и 1 000 км, который содержит электрически заряженные атомы. Этот экран поглощает энергию космических возмущений, выбрасывая некоторые свои заряженные частицы в пространство. Но подобная защита достается высокой ценой, поскольку выброшенные частицы, покидая атмосферу, приобретают огромную дополнительную скорость, запераятся в магнитном поле Земли и в конце концов формируют вокруг планеты горячее плазменное облако.

Согласно исследованиям, проводимым Стивеном Фюзелером (Центр передовых технологий Локхид-Мартин) и Дональдом Митчеллом (Лаборатория прикладной физики Университета Джона Хопкинса), приблизительно половина энергии, поставляемой космическими штормами в нашу атмосферу, поглощается именно таким образом.

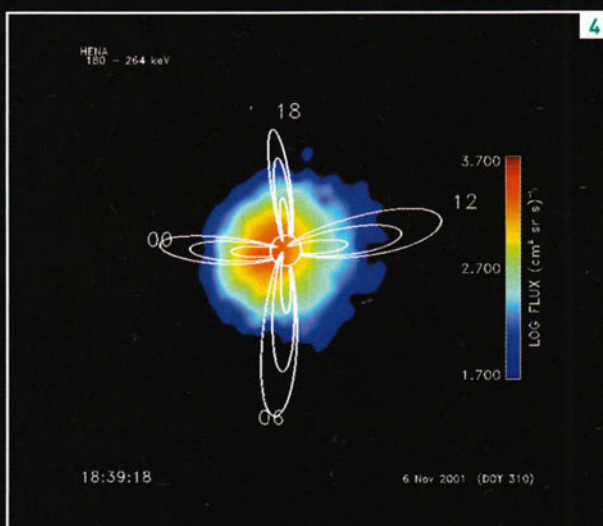
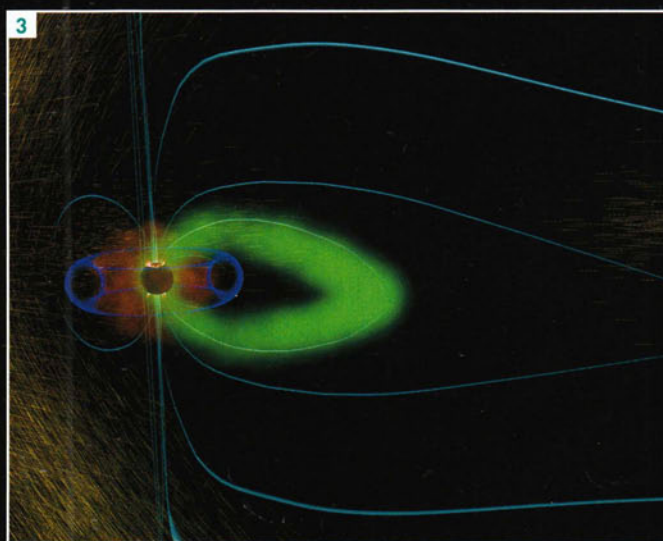
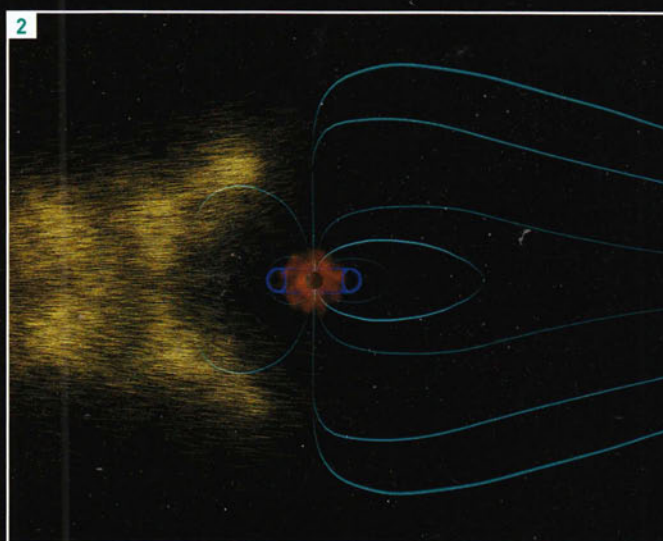
Солнечный ветер — это тонкая, высокоскоростная плазма, постоянно испускаемая Солнцем со средней скоростью 400 км/с. Если бы Земля не имела всеобъемлющего магнитного поля, или магнитосферы, солнечный ветер ударял бы прямо в нашу атмосферу, постепенно ее разрушая. Вместо этого солнечный ветер сталкивается с

земной магнитосферой, которая направляет его вокруг нашей планеты. Бомбардировка магнитосферы усиливается во время космических бурь, когда вспышки на Солнце создают солнечный ветер необычно высокой скорости или плотности или особо мощные магнитные поля. Поскольку солнечный ветер состоит из заряженных частиц, их быстрое движение мимо магнитного поля Земли генерирует электрический ток (несколько миллионов ампер), который течет к Земле вдоль невидимых магнитных силовых линий и «накачивает» магнитосферу до мощности в триллионы ватт, особенно над полярными областями, где формируются северные и южные полярные сияния.

Первые результаты, полученные со спутника IMAGE, показали, как работает защита Земли: во время вспышек она поглощает электрически заряженные потоки и выбрасывает их в космическое пространство. Фюзелер использовал аппарат LENA (Low Energy Neutral Atom), регистрирующий частицы с низкой энергией, чтобы выяснить, что электрически заряженные атомы кислорода выбрасываются в космическое пространство тотчас в ответ на внезапное увеличение нагрева ионосферы мощными электрическими полями. Во время типичной магнитной бури ионосфера теряет несколько сот тонн вещества. Дальнейшие наблюдения IMAGE показали, какую цену приходится платить за работу этого щита.

Эти изображения получены на основе компьютерного моделирования, иллюстрирующего действие экрана, защищающего Землю во время космических бурь. Солнечный ветер (желто-зеленый поток в левой части иллюстрации 2) взаимодействует с магнитным полем Земли, представленным синими линиями. Когда его частицы пролетают мимо магнитного поля Земли, оно генерирует огромный электрический ток, который нагревает внешние слои ионосферы, защищающие нашу планету от космических бурь, и заставляет их испускать в пространство

ионы кислорода. Изгнанные частицы (зеленые потоки на иллюстрации 3) получают огромные скорости, когда они покидают атмосферу и становятся пленниками магнитного поля Земли, образуя вокруг нее облако ионизованного газа, нагретого до миллиарда градусов (красная область на иллюстрации 1). Высокоскоростной поток этих частиц вокруг Земли показан областью голубого цвета в форме бублика. Красные огненные кольца вокруг земных полюсов демонстрируют вклад частиц в «полярное сияние», наблюдаемое в Северном и Южном полушариях.



**Иллюстрация 4** демонстрирует концентрацию частиц плазмы, разогретой до миллиарда градусов, которая окружает Землю во время космической бури. Изображение получено с борта орбитального космического корабля IMAGE при помощи установки HENA. Области с наибольшей и наименьшей плотностью выделены соответственно красным и

синим цветами. Размеры Земли, видимые с орбиты, указаны в виде белого круга около центра изображения. Размеры магнитного поля Земли, видимые с разных точек орбиты, обозначены белыми петлями.

**IMAGE** — спутник NASA, исследующий магнитосферу и полярные сияния.

**Быстрое движение частиц солнечного ветра мимо магнитного поля Земли генерирует электрический ток, который течет к Земле вдоль невидимых магнитных силовых линий и «накачивает» магнитосферу до мощности в триллионы ватт, особенно над полярными областями, формируя северные и южные полярные сияния.**

разрывается и поток частиц из магнитосферы уносится от Земли со скоростью выстрела.

Митчелл, используя аппарат HENA (High Energy Neutral Atom) для высокоэнергетических частиц, показал, что такие ионы, достигшие гигантских скоростей (4 000 км/с), немедленно проявляются в виде полярных сияний и облаков горячей плазмы, циркулирующих вокруг Земли во время космической бури. Земля предоставляет вещество, а солнечный ветер — энергию, которая превращает холодное вещество атмосферы в облака плазмы, нагретые до опасно высоких температур. Горячие облака плазмы могли бы быстро рассеиваться, если бы не вещество, которое постоянно поставляет для них атмосфера Земли. Эта новая точка зрения помогает ученым лучше понять влияние космических бурь, создающих движущиеся облака плазмы, от которых идут помехи в телекоммуникациях и системах навигации, использующих Глобальную спутниковую систему слежения. ●

Ионы кислорода, будучи заряженными частицами, испытывают влияние магнитного поля и захватываются магнитосферой Земли. Под действием солнечного ветра магнитосфера искажается, подобно зонтику во время урагана. В частности, потоки солнечного ветра приводят к тому, что часть магнитосферы, обращенная «от Солнца», приобретает форму вытянутого хвоста. Силовые линии магнитного поля обладают упругостью и под действием солнечного ветра растягиваются, как резиновые ленты. Если натяжение становится слишком большим, эта часть магнитосферы