

ОКОЛОЗЕМНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО

Если бы не тонкий и хрупкий защитный слой, окутывающий нашу планету, жизни на ней угрожали бы несметные опасности из внешнего космоса.

Жизнь на Земле тесно связана с тончайшим слоем биосферы, окутывающим ее, высотой около 20 км – от океанских глубин до верхних слоев атмосферы. Другими словами, если бы Земля была размером с футбольный мяч, вся биосфера занимала бы меньше миллиметра его поверхности.

Согласно исследованиям, граница атмосферы Земли и начало космоса находятся на высоте 100 км, однако эта цифра относительная. Чем выше над уровнем моря, тем быстрее истончается атмосфера, пока на вершине горы Эверест, на высоте 8,8 км над уровнем моря, атмосферное давление не падает до трети своего нормального уровня.

Около 80 % атмосферной массы находится на самом нижнем уровне, в тропосфере, тянущейся до высоты 7 км над полюсами и 17 км над экватором. Выше находятся слои, определяемые колебаниями температуры и давления: стратосфера,

мезосфера, термосфера и экзосфера (см. «Наши сведения»).

На высоте 150 км газ в атмосфере настолько разреженный, что термосфера, по сути, является вакуумом.

ЛЕД, ПЫЛЬ И КАМНИ

Даже за пределами термосферы, на высоте 500 км, космос вокруг Земли далек от того, чтобы называться пустым. В нем присутствуют мириады пылинок и частичек замерзшего льда, как правило, движущихся на скорости десятков км/с.

Большинство этих частиц осталось от ледяных комет – гостей Солнечной системы, чья поверхность нагрелась и испарилась, когда они приблизились к Солнцу.

Как правило, подобные пылинки становятся видимыми лишь после вхождения в атмосферу Земли. Они сталкиваются с молекулами воздуха в мезосфере на высоте 80 км, нагреваются вследствие силы трения и сгорают. В результате получается

ЗАХОД СОЛНЦА ИЗ КОСМОСА

На этом изображении, сделанном космическим шаттлом «Колумбия», запечатлены атмосфера Земли и заходящее Солнце. Последнее отражается от верхних слоев атмосферы.



НАШИ СВЕДЕНИЯ

СЛОИ АТМОСФЕРЫ

Название	Нижняя граница	Верхняя граница	Температура
Тропосфера	Уровень моря	7–17 км	20 °С (в среднем) в нижних слоях, –50 °С в верхних слоях
Стратосфера	7–17 км	50 км	Повышается до 0 °С в верхних слоях
Мезосфера	50 км	85 км	Падает до –100 °С в верхних слоях
Термосфера	85 км	500–1000 км	Поднимается до 500–1500 °С в верхних слоях
Экзосфера	500–1000 км	10 000 км	600–2000 °С

ГЛОССАРИЙ

Астероид – кусок породы и (или) льда, вращающийся на орбите вокруг Солнца, как маленькая планета.

**НАШИ СВЕДЕНИЯ
ЛЕТАЮЩИЕ КАМНИ**

Кроме огромного влияния, которое метеориты оказали на историю нашей планеты (главным образом своей «помощью» в уничтожении динозавров 65 млн лет назад), известно множество фактов о несчастных случаях, вызванных камнями с неба, отличающихся высокой степенью правдоподобия.

Так, в 1991 году в Египте камень с небес убил собаку; во время метеоритного дождя над Угандой (1992) пострадал ребенок; упавший в 1992 году камень повредил машину в Пикскилле, Нью-Йорк. Из всех многочисленных случаев еще с прадавних времен самым серьезным может быть назван дождь из камней, случившийся в китайской провинции Шанси в 1490 году, когда, предположительно, погибло 10 000 человек.



КОСМИЧЕСКИЙ КАМЕНЬ Фрагмент железного метеорита, упавшего на Землю и образовавшего кратер Бэррингера в Аризоне, США.

краткосрочный, но красивый след метеора, или падающей звезды, на ночном небе.

Однако среди этих микроскопических частиц скрываются более массивные части мусора из камня и железа. Эти фрагменты зачастую являются остатками скалистых миров большего размера – раздробленных астероидов (см. «Глоссарий»), и иногда их габариты и плотность позволяют им пережить вход в нашу атмосферу, создавая зрелищный огненный шар по мере приближения к Земле.

Любой обломок естественного космического мусора, достигающий поверхности Земли, называют метеоритом.

В зависимости от размера метеориты могут нанести значительный урон (см. «Наши сведения»).

СОЛНЕЧНОЕ ВЛИЯНИЕ

В то время как частички камней и пыли разбросаны вокруг орбиты нашей планеты, все пространство наполнено облаками еще меньших частиц – фрагмен-

тированных атомов, на большой скорости покидающих Солнце. Этот всепроникающий солнечный ветер часто обогащается огромными облаками газа, извергающимися из Солнца во время сильных выбросов коронального вещества. Подобным вспышкам необходимо несколько дней, чтобы достигнуть Земли, их скорость, как правило, приближается к 500 км/с, и они могут оказать разрушающее действие на чувствительную электронику спутников на орбите.

Как и частицы, Солнце наполняет космос вокруг Земли теплом, светом и другими формами радиации, некоторые из них обладают силой проникать сквозь плотное экранирование и органические вещества, повреждая тем самым живые клетки. К счастью, большая часть солнечных рентгеновских лучей и ультрафиолетового излучения так и не достигает поверхности нашей планеты благодаря двум формам защиты.

ЗАЩИЩЕНО ОТ ВРЕДА

Большая часть защиты Земли поддерживается за счет ее магнетизма. Электроны, проходящие сквозь вращающееся расплавленное ядро планеты, генерируют мощное магнитное поле, которое простирается вплоть до поверхности Земли

МЕТЕОРИТНЫЙ ДОЖДЬ На фото: Леониды в 2001 году. Такой метеорный поток происходит ежегодно в ноябре, когда Земля пересекает хвост кометы Темпеля – Туттля, состоящий из пыли.





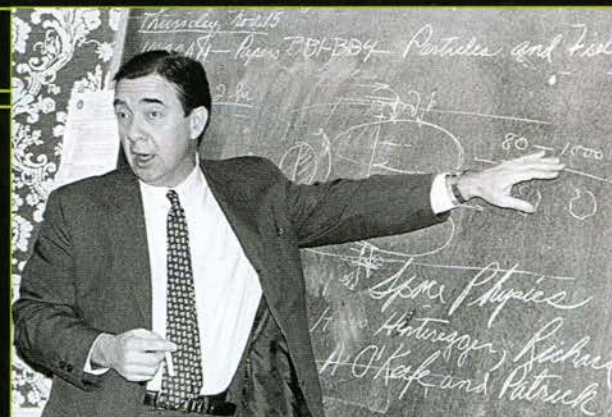
ЗВЕЗДЫ КОСМОСА

ДЖЕЙМС ВАН АЛЛЕН (1914–2006)

Астрофизик Джеймс Ван Аллен, уроженец Айовы, начинал свою научную деятельность во времена зарождения исследований космоса. После получения ученой степени в Университете Айовы Ван Аллен присоединился к Институту Карнеги в Вашингтоне, где специализировался на исследовании земного магнетизма.

После службы в ВМС США во время Второй мировой войны Ван Аллен предложил

использовать ракеты для исследования верхних слоев атмосферы. Его идея заключалась в запуске ракеты со специальным оборудованием с воздушного шара, который доставлял ее на нужную высоту. Такие устройства называли «рокуны». Радиационные пояса, названные позже именем ученого, были обнаружены с помощью детектора для космического излучения, придуманного Ван Алленом.



ДЕТЕКТОР ИЗЛУЧЕНИЯ Джеймс Ван Аллен, американский астрофизик, прославившийся обнаружением ионизированных частиц в околоземном космическом пространстве.



МАГНИТОСФЕРА Взаимодействие магнитосферы Земли (отмечена синим) и солнечного ветра (желтые стрелки) создает дугообразный фронт ударной волны на направленной к Солнцу стороне Земли и магнитный хвост на противоположной стороне. Некоторые солнечные частицы снижаются к полюсам, другие оказываются захваченными поясами Ван Аллена (отмечены розовым).

и далеко за ее пределы, формируя магнитосферу. По сути, наша планета действует как гигантский магнит. Электрически заряженные частицы солнечного ветра также подвергаются влиянию магнитного поля. Магнитное поле Земли отклоняет их, направляя в зоны радиационных поясов Ван Аллена (см. «Звезды космоса»).

Частицы ускользают лишь вблизи магнитных полюсов Земли, где они оседают, не нанося ущерба, распространяя относительно мало энергии в верхних слоях атмосферы. Столкнувшись с молекулами воздуха, они вызывают северное сияние.

Высокоэнергетическое излучение от Солнца проходит сквозь магнитосферу в нетронутом виде, но, к счастью, атмосфера Земли служит последней линией защиты. Воздух может казаться непрочным, однако слой газа толщиной в десятки километров, по сути, является значительным барьером на пути космического вещества и радиации.



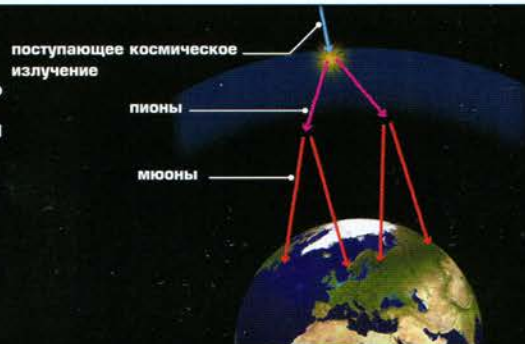
КАК ЭТО РАБОТАЕТ

ДЕТЕКТОРЫ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ватмосферу Земли постоянно попадает космическое излучение. Оно взаимодействует с молекулами воздуха и генерирует высокоэнергетические частицы – пионы, которые разрушаются, преобразовываясь в мюоны.

Мюоны – это частицы, которые достигают поверхности Земли. Ливень из мюонов содержит миллиарды частиц, разбросанных на нескольких квадратных километрах.

Астрономы используют две методики для обнаружения космического излучения. Одна методика заключается в поиске слабого ультрафиолетового свечения, возникающего при взаимодействии мюонов с водородом в атмосфере. По второй методике мюоны обнаруживаются при проходе сквозь воду, при котором генерируется излучение Вавилова – Черенкова (см. «Глоссарий»).



П ИОНЫ И МЮОНЫ Космическое излучение попадает в атмосферу Земли и фрагментируется на пионы, которые затем разлагаются на мюоны, создавая ливень из частиц.



СЕВЕРНОЕ СИЯНИЕ

Северное сияние над горячими источниками Чина на Аляске.

ПОСЛЕДНЯЯ ЛИНИЯ ЗАЩИТЫ

Когда рентгеновские лучи и другая высокоэнергетическая радиация встречаются с молекулами воздуха, обычно это приводит к тому, что энергия молекулы воздуха получает временное ускорение, прежде чем излить избыток низкоэнергетической безопасной радиации.

Несколько подобных помех на пути через атмосферу могут безопасно нейтрализовать вредное излучение. Финальным барьером является озоновый слой на высоте 20 км в стратосфере, в котором молекулы озона (O₃) безопасно поглощают ультрафиолетовую радиацию.

Последней угрозой для Земли является космическое излучение. Это частицы с чрезвычайно высокой энергией, по-

дающие к нам от Солнца и более дальних источников. Они могут пройти сквозь магнитосферу в целости и сохранности, однако на нашу защиту опять встанет атмосфера. В процессе распада эти частицы сталкиваются с молекулами воздуха, что приводит к воздушному ливню из низкоэнергетических частиц, которые в конечном итоге безопасно изливаются на землю. По сути, астрономы активно ищут подобное космическое излучение (см. «Как это работает»), чтобы исследовать секреты Солнца, взрывы сверхновых звезд и другие подобные явления.

ГЛОССАРИЙ

Излучение Вавилова – Черенкова (эффект Вавилова – Черенкова) возникает при движении в веществе заряженных частиц со скоростью, превышающей фазовую скорость света в этом веществе.

В СЛЕДУЮЩЕМ ВЫПУСКЕ: знакомься со СТРАННЫМ СПУТНИКОМ ЗЕМЛИ. МЫ ВЗГЛЯДЕМ НА ЕГО СТРОЕНИЕ

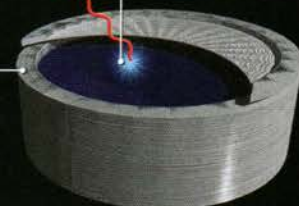
разложение космического излучения создает ультрафиолетовое свечение



ультрафиолетовый телескоп

миуон
вспышка излучения Вавилова – Черенкова

реактор детектора

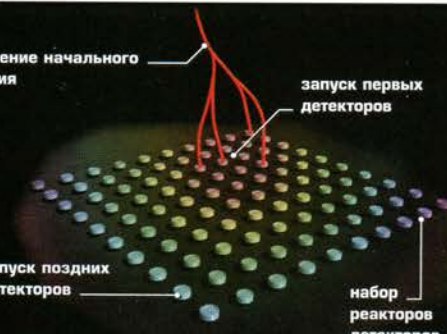


направление начального излучения

запуск первых детекторов

запуск поздних детекторов

набор реакторов детекторов



2 УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ СВЕЧЕНИЕ Пионы и мюоны взаимодействуют с атмосферой и создают ультрафиолетовое свечение, которое можно обнаружить с помощью телескопа.

3 ВСПЫШКИ Мюоны, проходя сквозь воду в детекторе, превышают скорость света и создают вспышку излучения Вавилова – Черенкова.

4 ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКА Детекторы обнаруживают последовательность мюонов единого ливня, что позволяет понять направление источника.