

Солнечная активность ускоряет падение космического мусора: ученые обнаружили критический порог



Дата публикации: 06.05.2026

Ученые обнаружили, что повышение солнечной активности значительно ускоряет падение космического мусора на Землю. Новое исследование показывает: когда активность Солнца достигает определенного порога, объекты на низкой околоземной орбите начинают терять высоту гораздо быстрее, чем предполагалось ранее. Это открытие может серьезно изменить подход к управлению спутниками, прогнозированию столкновений и планированию будущих космических миссий.

Работа была опубликована в журнале *Frontiers in Astronomy and Space Sciences* исследователями из Vikram Sarabhai Space Centre в India.

Сегодня низкая околоземная орбита считается одной из самых загруженных зон космического пространства. Именно здесь располагается огромное количество спутников связи, систем наблюдения Земли, навигационных аппаратов и интернет-группировок, включая SpaceX с ее системой Starlink.

Однако вместе с рабочими аппаратами вокруг Земли вращаются миллионы фрагментов космического мусора — остатки старых спутников, ступени ракет, обломки после столкновений и разрушений аппаратов.

Даже небольшой объект размером несколько сантиметров способен нанести катастрофический ущерб спутнику из-за огромной орбитальной скорости, которая может превышать 28 тысяч километров в час.

Особую опасность представляет так называемый синдром Кesslera — цепная реакция столкновений, при которой разрушение одного спутника порождает тысячи новых обломков, вызывающих дальнейшие аварии.

Поэтому современные космические агентства и компании активно ищут способы точнее прогнозировать движение космического мусора и минимизировать риск столкновений.

Новое исследование показало, что ключевую роль в этом процессе играет Солнце. Солнечная активность изменяется циклически примерно каждые 11 лет. В периоды солнечного максимума увеличивается количество солнечных пятен, вспышек и выбросов заряженных частиц. Одновременно возрастает интенсивность ультрафиолетового и экстремального ультрафиолетового излучения.

Энергия, поступающая от Солнца, нагревает верхние слои атмосферы Земли, особенно термосферу — область на высоте примерно от 100 до 1000 километров.

При нагреве термосфера расширяется, а плотность атмосферы на орбитальных высотах возрастает. В результате объекты на орбите начинают испытывать более сильное аэродинамическое сопротивление.

Это сопротивление постепенно замедляет движение спутников и космического мусора, заставляя их снижаться и в конечном итоге входить в атмосферу, где большинство объектов сгорает.

Исследователи проанализировали движение 17 объектов космического мусора за период продолжительностью 36 лет. Некоторые из этих объектов были запущены еще в 1960-х годах и до сих пор находятся на орбите.

Ученые сопоставили изменения орбит с данными о солнечной активности, включая количество солнечных пятен и интенсивность солнечного излучения.

Результаты оказались неожиданными. Выяснилось, что существует своеобразный «критический порог» солнечной активности. Когда уровень активности Солнца превышает примерно 67% от максимального значения солнечного цикла, скорость орбитального распада резко возрастает.

Иными словами, после прохождения этой границы космический мусор начинает падать значительно быстрее.

Особенно важно, что этот эффект связан не с конкретным абсолютным значением излучения, а с относительной близостью Солнца к пику активности.

Исследователи предполагают, что вблизи солнечного максимума происходят дополнительные процессы усиления ультрафиолетового излучения, которые сильнее воздействуют на термосферу Земли.

Поскольку объекты космического мусора не способны самостоятельно корректировать орбиту, они стали идеальным инструментом для изучения влияния солнечной активности на атмосферное сопротивление.

Ключевые факторы орбитального распада: солнечные пятна, ультрафиолетовое излучение, расширение термосферы, рост плотности атмосферы, аэродинамическое сопротивление, солнечный ветер, магнитная активность.

Полученные данные имеют большое практическое значение для современной космонавтики. Спутники, работающие на низкой околоземной орбите, регулярно выполняют маневры коррекции положения. Для этого расходуется топливо, запасы которого ограничивают срок службы аппарата.

Если в период высокой солнечной активности спутники начинают быстрее терять высоту, операторам придется чаще выполнять коррекции орбиты.

Это особенно важно для крупных спутниковых группировок, состоящих из тысяч аппаратов. Например, системы спутникового интернета, дистанционного зондирования Земли и военной связи должны учитывать влияние солнечных циклов при планировании запусков и расчете расхода топлива.

Кроме того, ускоренное снижение космического мусора может одновременно иметь и положительный эффект. С одной стороны, усиленное атмосферное торможение способствует более быстрому сходу старых обломков с орбиты, уменьшая общий объем мусора. С другой — изменение траекторий усложняет прогнозирование движения объектов и повышает риск неожиданных сближений.

Современные системы мониторинга космического пространства уже отслеживают десятки тысяч крупных объектов. Однако количество мелких фрагментов значительно больше, и многие из них практически невозможно обнаружить заранее.

По мнению исследователей, понимание связи между солнечной активностью и орбитальным распадом поможет точнее рассчитывать траектории спутников и

прогнозировать опасные сближения.

Особенно актуально это становится на фоне стремительного роста числа космических запусков и развития коммерческих мегагруппировок.

За последние годы низкая околоземная орбита превратилась в одну из наиболее активно используемых областей космоса. В ближайшие десятилетия количество спутников может увеличиться в несколько раз.

Одновременно ученые предупреждают, что солнечная активность в текущем цикле оказалась выше прогнозов, а пик активности, пришедшийся на конец 2024 года, сопровождался мощными вспышками и выбросами плазмы.

Это означает, что влияние Солнца на орбитальную среду может быть сильнее, чем ожидалось ранее.

Исследование также показывает, насколько тесно процессы на Солнце связаны с безопасностью космической инфраструктуры Земли.

Даже спустя десятилетия старые объекты, оставшиеся на орбите со времен первых космических программ, продолжают приносить пользу науке, помогая изучать влияние солнечных циклов на околоземное пространство.

Ученые считают, что дальнейшие исследования солнечной активности и динамики термосферы будут играть ключевую роль в развитии устойчивой и безопасной космической деятельности в будущем.

Ссылка: «Характеристика влияния солнечного цикла на долговременное ухудшение орбитального состояния космического мусора на низкой околоземной орбите» [Frontiers in Astronomy and Space Sciences](#).