

Космический телескоп DAMPE обнаружил загадочный «излом» космических лучей на границе 15 тераэлектронвольт



Дата публикации: 01.05.2026

Спустя более ста лет после открытия космических лучей ученые по-прежнему пытаются понять природу этих загадочных частиц, которые непрерывно пронизывают Вселенную. Новые результаты международной миссии DAMPE стали одним из важнейших достижений современной астрофизики и приблизили исследователей к разгадке происхождения самых энергичных частиц космоса.

Космический телескоп DAMPE, созданный для изучения высокоэнергетических частиц и возможных следов темной материи, обнаружил необычную универсальную особенность в поведении космических лучей. Исследование показало, что различные типы частиц — от протонов до тяжелых ядер железа — начинают вести себя одинаковым образом при достижении определенного энергетического порога около 15 тераэлектронвольт.

Космические лучи представляют собой потоки частиц, летящих через

галактику почти со скоростью света. В основном они состоят из протонов, однако в их составе присутствуют также ядра гелия, углерода, кислорода, железа и других элементов. Некоторые из этих частиц обладают настолько колоссальной энергией, что земные ускорители не способны воспроизвести подобные значения даже в самых современных экспериментах.

Главная загадка космических лучей заключается в их происхождении. Астрофизики считают, что они рождаются в самых экстремальных объектах Вселенной: взрывах сверхновых, окрестностях черных дыр, пульсарах и мощных релятивистских джетах. Однако механизм ускорения частиц до сверхвысоких энергий до сих пор остается предметом научных споров.

Космический аппарат DAMPE был запущен в 2015 году специально для исследования этих вопросов. Телескоп оснащен высокоточной системой детекторов, способных измерять энергию, траекторию и состав космических частиц с рекордной точностью. Одним из ключевых элементов миссии стал кремниво-вольфрамовый трекер, который позволяет отслеживать движение частиц практически на атомном уровне.

Во время анализа огромного массива данных ученые обнаружили важную закономерность. Обычно количество космических лучей постепенно уменьшается с ростом их энергии. Однако при достижении значения около 15 ТВ снижение становится резко более выраженным. Это явление получило название «спектральное смягчение» или спектральный излом.

Особенно важно то, что данный эффект наблюдается практически для всех типов космических ядер одновременно. Такое универсальное поведение стало серьезным аргументом в пользу моделей, согласно которым ускорение и распространение космических лучей зависят именно от их жесткости.

В астрофизике жесткость частицы показывает, насколько сильно на нее влияет магнитное поле. Чем выше жесткость, тем труднее изменить траекторию частицы. Поскольку галактические магнитные поля играют огромную роль в распространении космических лучей, новое открытие позволяет лучше понять физику их движения через межзвездное пространство.

Полученные данные фактически опровергают альтернативные теории, связывавшие поведение космических лучей с энергией на отдельный нуклон. По оценкам исследователей, статистическая достоверность результатов настолько высока, что вероятность случайной ошибки практически исключена.

Существует мнение, что обнаруженный спектральный излом может быть связан с пределом эффективности природных космических ускорителей. Возможно, именно около 15 тераэлектронвольт сверхновые и другие

астрофизические объекты начинают терять способность эффективно разгонять частицы.

Некоторые ученые предполагают, что эффект может отражать изменение структуры магнитных полей Млечного Пути. В таком случае DAMPE фактически впервые зарегистрировал следы крупномасштабной магнитной архитектуры нашей галактики через поведение космических лучей.

Интерес к исследованию усиливается еще и потому, что космические лучи напрямую связаны с поиском темной материи. Некоторые модели предполагают, что при распаде или аннигиляции частиц темной материи могут возникать необычные высокоэнергетические потоки. Поэтому любые аномалии в энергетическом спектре космических лучей рассматриваются как потенциальные следы неизвестной физики.

Команда Женевского университета сыграла важную роль в обработке результатов миссии. Исследователи разработали системы искусственного интеллекта для реконструкции событий и анализа сложнейших потоков данных. Использование нейросетевых методов позволило существенно повысить точность измерений.

Новые результаты также помогают понять эволюцию Млечного Пути. Космические лучи участвуют в нагреве межзвездного газа, влияют на образование звезд и могут играть важную роль в химической эволюции галактик. Фактически они являются своеобразным энергетическим «дыханием» галактической среды.

Интересно, что энергия 15 тераэлектронвольт для одной частицы кажется почти невероятной величиной. Для сравнения: энергия одного такого протона во много миллионов раз превышает энергию частиц обычного солнечного ветра. Несмотря на микроскопические размеры, эти частицы несут колоссальный запас энергии.

Открытие DAMPE считается важным шагом в создании единой теории происхождения космических лучей. Теперь астрофизики смогут более точно моделировать процессы ускорения частиц и проверять существующие представления о поведении вещества в экстремальных условиях Вселенной.

В ближайшие годы ученые планируют объединить данные DAMPE с результатами других космических и наземных обсерваторий. Это позволит построить еще более детальную карту высокоэнергетических процессов в галактике и, возможно, приблизит физику к пониманию одной из главных загадок современной астрофизики — происхождения самых мощных частиц во Вселенной.

Ссылка: «Зависимое от заряда смягчение спектра первичных космических лучей ниже уровня колена» DOI: [10.1038/s41586-026-10472-0](https://doi.org/10.1038/s41586-026-10472-0).