

Редкая сверхновая SN2021yfj раскрыла глубины звёздной эволюции и поставила под сомнение старые теории



Дата публикации: 21.08.2025

Редкие события во Вселенной способны полностью изменить наше понимание её устройства. Одним из таких открытий стала сверхновая SN2021yfj, наблюдавшаяся на расстоянии более 2,2 миллиардов световых лет. Её уникальность в том, что это событие позволило впервые заглянуть в самые внутренние слои массивной звезды, лишённой привычных оболочек из водорода, гелия и углерода. В её спектре доминировали тяжёлые элементы — кремний, сера и аргон, чего ранее никогда не наблюдали у подобных объектов.

Традиционная модель звёздной эволюции предполагает слоистое строение: внешние оболочки содержат лёгкие элементы, в глубине формируются более тяжёлые, а в центре возникает железное ядро. В случае SN2021yfj мы увидели редкую ситуацию, когда звезда сбросила почти все внешние слои, оставив «голое» ядро, которое перед взрывом демонстрировало исключительно тяжёлый химический состав. Это даёт прямые доказательства того, что звёзды могут переживать катастрофические выбросы вещества до коллапса, причём в

масштабах, значительно превышающих ранее известные.

Наблюдения показали, что предшественница SN2021ufj пережила несколько эпизодов парной нестабильности. В ходе этих процессов в звезде возникали импульсы, вызывающие выброс огромных масс вещества, обогащённого тяжёлыми элементами. Столкновение таких выброшенных оболочек стало источником яркого излучения, которое и было зафиксировано астрономами. Таким образом, этот взрыв одновременно подтвердил и усложнил существующие теории: звёзды действительно могут терять массу поэтапно, однако масштабы этих процессов оказались намного больше, чем предполагалось ранее.

SN2021ufj относят к новому классу сверхновых — тип Ien. Он выделяется тем, что звезда не только утратила оболочки, но и сохранила способность к мощному взрыву, оставаясь при этом наблюдаемой на колоссальных расстояниях. Открытие столь редкого события имеет огромное значение, так как оно позволяет в реальном времени проверить гипотезы о том, как устроены звёзды в последние моменты жизни.

Интересно, что в отличие от других сверхновых, где наблюдаются водород, углерод и кислород, SN2021ufj показала исключительно внутренние слои, ранее скрытые от наблюдений. Это даёт уникальный шанс проследить, как протекает ядерный синтез на завершающих стадиях жизни массивной звезды. Процесс последовательного слияния элементов, от водорода до железа, хорошо описан теоретически, но до сих пор астрономы имели лишь косвенные подтверждения этой модели. Теперь же они получили возможность увидеть, как выглядят самые глубокие области, когда звезда буквально раздается перед смертью.

С научной точки зрения важны и возможные сценарии, объясняющие столь необычное явление. Рассматриваются несколько гипотез: взаимодействие с близкой звездой-компаньоном, мощные звёздные ветры или серия катастрофических вспышек, вызванных экстремальными условиями внутри ядра. Каждый из этих вариантов имеет свои особенности, но пока ни один не объясняет полностью все наблюдения. Вероятнее всего, SN2021ufj является результатом сочетания нескольких факторов, которые вместе привели к столь экзотическому исходу.

Этот пример также подчёркивает значимость глобальных астрономических сетей наблюдений. Первое обнаружение произошло благодаря Центру транзиентов Цвикки, который постоянно сканирует небо в поисках кратковременных явлений. Но решающим фактором стал спектр, полученный с помощью обсерватории имени Кека, позволивший точно определить химический состав взрыва. Без этого открытия уникальная сверхновая могла бы остаться лишь одной из многих ярких точек на небосводе.

SN2021ufj стала напоминанием о том, что Вселенная полна процессов, выходящих за рамки привычных моделей. Если учебники описывают стандартный путь звёздной эволюции, то такие открытия показывают, что существуют и более сложные, экзотические сценарии. У астрономов есть лишь один подтверждённый пример, но его значение огромно: он заставляет пересмотреть наше понимание гибели массивных звёзд и искать новые пути объяснения этих космических катастроф.

Таким образом, редкая сверхновая SN2021ufj не только дала возможность заглянуть в сердце умирающей звезды, но и открыла целое направление для будущих исследований. Она подтверждает, что звёзды могут жить и умирать не по единому сценарию, а разнообразие их путей куда богаче и драматичнее, чем мы привыкли считать.

Ссылка: «Чрезвычайно раздетая сверхновая обнаруживает место образования кремния и серы» DOI: [10.1038/s41586-025-09375-3](https://doi.org/10.1038/s41586-025-09375-3).