

Первая в своём роде: сверхновая SN 2021yf раскрыла ядро звезды и поставила под сомнение учебники по астрофизике



Дата публикации: 13.09.2025

Учёные впервые смогли заглянуть внутрь массивной звезды в последние мгновения её существования. Сверхновая SN 2021yf, вспыхнувшая 2,2 миллиарда световых лет от Земли, показала уникальный спектр элементов, которые ранее не удавалось увидеть. Анализ данных обсерватории Кека обнаружил узкие линии излучения кремния, серы и аргона — веществ, находящихся глубоко внутри звезды. Обычно их скрывают внешние слои водорода и гелия, но в этом случае звезда потеряла почти всё, обнажив своё ядро, прежде чем взорваться.

Новые наблюдения подтверждают давно существующую теорию о «луковичной» структуре массивных звёзд, где каждый слой состоит из более тяжёлых элементов, сжигаемых последовательно в ходе нуклеосинтеза. Однако необычная степень потери массы в SN 2021yf заставила пересмотреть модели предсмертных стадий звёзд. Теперь ясно, что звёзды способны сбрасывать не только водород и гелий, но и более глубокие оболочки, открывая доступ к слоям,

богатым углеродом, кислородом, неоном, магнием, а в редких случаях — кремнием, серой и аргоном.

Механизм, который привёл к такому обнажению, до конца не ясен. Среди возможных объяснений — чрезвычайно мощные звёздные ветры, повторяющиеся эпизоды неустойчивости с выбросом оболочек, взаимодействие со звездой-компаньоном, которое могло «сдуть» внешние слои, или предвзрывное извержение колоссальной мощности. Этот процесс, вероятно, происходил в несколько этапов, постепенно обнажая внутренние слои до момента финального коллапса ядра.

Особенностью SN 2021yf является то, что она относится к новому предложенному типу сверхновых, обозначенному как Ien — «е» указывает на кремний-серный слой, а «n» на узкие эмиссионные линии. В спектре полностью отсутствуют линии водорода и гелия, что делает её первым зафиксированным примером подобного явления. Астрономы предполагают, что такие взрывы могут быть редкими, но крайне важными для понимания эволюции массивных звёзд и распределения химических элементов во Вселенной.

Массивные звёзды — главные фабрики элементов: они синтезируют водород в гелий, затем углерод, кислород, неон, магний, кремний, а на последнем этапе железо. Когда ядро насыщается железом, термоядерные реакции останавливаются, давление падает и звезда коллапсирует, порождая сверхновую. SN 2021yf даёт уникальную возможность увидеть этот процесс практически в прямом эфире и понять, какие именно слои участвуют в финальном выбросе.

Открытие также имеет значение для космологии: наблюдение редких спектральных линий из глубин звезды позволяет уточнить модели формирования тяжёлых элементов во Вселенной, которые в конечном счёте становятся строительными блоками планет и жизни. Следующие шаги включают поиск аналогичных событий и сбор статистики, чтобы определить, насколько часто такие экстремальные сверхновые происходят и какое влияние они оказывают на эволюцию галактик.

Ссылка: «Место космического образования кремния и серы, обнаруженное в результате взрыва сверхновой нового типа» [DOI: 10.48550/arXiv.2409.02054](https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.02054).