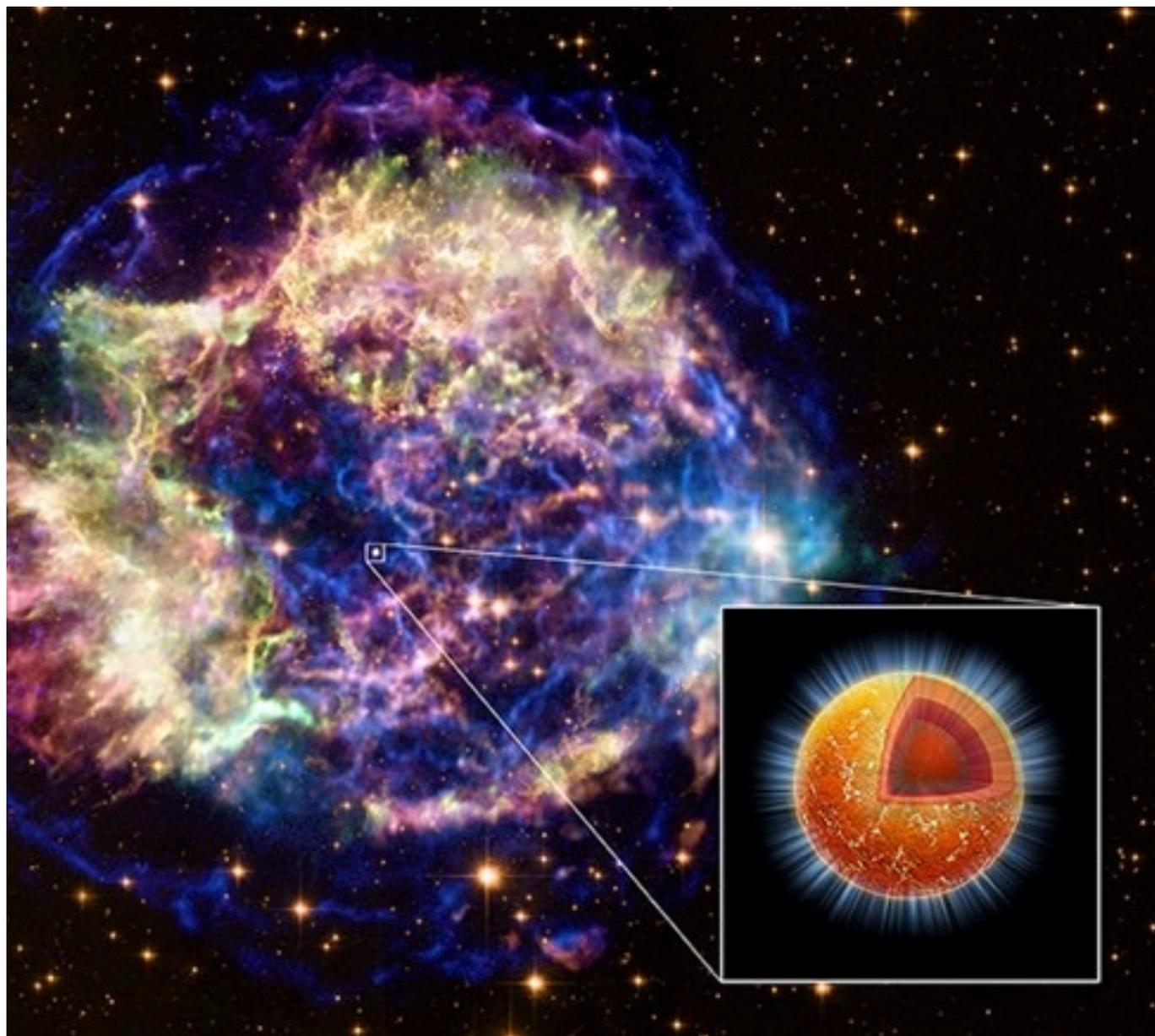


Быстрое остывание самой молодой в нашей галактике нейтронной звезды связали с мощным охлаждением её малой центральной области

26.08.2025

Сотрудники Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН (Санкт-Петербург) предложили теорию, объясняющую необычайно быстрое остывание самой молодой нейтронной звезды в нашей галактике. За 20 лет наблюдений температура поверхности этой звезды, находящейся в туманности Кассиопея А и имеющей возраст 345 лет, уменьшилась на несколько процентов, что гораздо больше, чем предсказывала стандартная теория. Столь молодые нейтронные звёзды остывают изнутри благодаря испусканию нейтрино — лёгких частиц, которые генерируются в их недрах и способны свободно покидать звезду, унося энергию.

Около 15 лет назад астрофизики предположили, что наблюдаемое ускоренное падение температуры поверхности нейтронной звезды отражает усиление внутреннего нейтринного охлаждения при возникновении сверхтекучести в сверхплотном ядре звезды, но со временем стало ясно, что такое объяснение непросто согласовать с имеющимися данными. Новая модель связывает ускоренное остывание с особо мощными нейтринными реакциями, идущими вблизи центра звезды даже в отсутствие сверхтекучести. Они быстро охлаждают центральную область, что и проявляется в остывании поверхности звезды, но не сразу, а с задержкой в сотни лет. Выяснение механизма остывания нейтронных звёзд должно способствовать определению неизвестных свойств сверхплотного вещества в их ядрах. Результаты исследования, поддержанного [грантом](#) Российского научного фонда (РНФ), опубликованы в [Journal of High Energy Astrophysics](#).



[Остаток сверхновой Кассиопея А; в центре — остывающая нейтронная звезда, наблюдаемая в рентгеновских лучах космической обсерваторией «Чандра»](#)

Нейтронные звёзды — самые экзотические из всех звёзд. Их масса примерно такая же, как у Солнца, а радиус всего около 10 километров — в 70 000 раз меньше солнечного. Вещество внутри таких звёзд сжато намного сильнее, чем материя в атомных ядрах. Столь плотное вещество может обладать свойствами, схожими со сверхтекучестью и сверхпроводимостью земных материалов, но при гораздо более высоких температурах. Такая сверхтекучесть может ускорять нейтринное охлаждение, но ускорение возможно и без сверхтекучести при включении особо мощных нейтринных реакций.

Обычные звёзды в основном содержат водород, гелий и другие сравнительно лёгкие элементы и долго остаются горячими за счёт ядерных реакций в этом веществе. Но когда ядерное топливо заканчивается, звёзды теряют устойчивость и прекращают своё существование в прежнем виде. Если исходная звезда достаточно массивна, то при потере устойчивости она может взорваться, что проявляется как вспышка сверхновой звезды. После такой вспышки на небе остается вещество, разметённое взрывом, — остаток сверхновой, наблюдаемый как туманность, а в центре этого остатка может проявиться нейтронная звезда, как в туманности Кассиопея А.

Чтобы понять, как быстро остывает нейтронная звезда и какие процессы происходят в ней, важно знать ее возраст, но у большинства нейтронных звезд определить его трудно. Известно всего несколько нейтронных звёзд, возраст которых точно известен благодаря древним — начиная от XX—XVII веков до нашей эры, — астрономическим наблюдениям вспышек сверхновых, сопровождавших их рождение. Нейтронная звезда в туманности Кассиопея А — самая молодая из них, а её остывание уникально: уменьшение температуры её поверхности удаётся наблюдать в реальном времени, причем причины столь быстрого остывания не до конца понятны.

Специалисты ФТИ РАН [построили](#) новую модель, которая объясняет столь быстрое остывание. Ранее [учёные](#) из той же группы с коллегами из других стран и независимо [астрофизики](#) из Мексики и США предположили, что быстрое охлаждение звезды в туманности Кассиопея А связано с возникновением сверхтекучести сверхплотного вещества при понижении температуры в ядре звезды. Соответствующая теория была независимо разработана теми же группами исследователей ещё раньше, до обнаружения ускоренного остывания звезды в туманности Кассиопея А.

Новый сценарий остывания стал альтернативой ранее предложенному. Он может реализоваться как при наличии, так и в отсутствие сверхтекучести. Российские ученые рассчитали остывание для разных моделей нейтронной звезды и сформулировали условия, при которых теория должна хорошо описывать результаты наблюдений. Более того, исследователи разработали простую аналитическую модель, которая наглядно объясняет механизм задержки остывания в первые два столетия жизни нейтронной звезды и его ускорение в настоящее время. Согласно расчетам, быстрое остывание регулируется не сверхтекучестью, а мощным теплоотводом из небольшого внутреннего ядрышка звезды, в котором благодаря его высокой плотности открываются процессы особенно интенсивного нейтринного охлаждения.



Руководитель проекта член-корреспондент РАН Дмитрий Яковлев

«Наблюдения остывания нейтронной звезды в туманности Кассиопея А космической рентгеновской обсерваторией «Чандра» продолжаются. Можно надеяться, что дальнейшее изучение этой звезды позволит надежно определить истинный сценарий ускоренного остывания. Это будет способствовать решению фундаментальной проблемы физики и астрофизики — определению свойств сверхплотного вещества и внутреннего строения нейтронных звезд», — рассказывает руководитель проекта, поддержанного грантом РНФ, **Дмитрий Яковлев**, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник ФТИ РАН.

«В дальнейших исследованиях необходимы улучшенные модели остывания нейтронной звезды в туманности Кассиопея А в разных сценариях. Широкомасштабные исследования нейтронных звёзд сейчас на подъёме. Теоретики разрабатывают всё более надёжные модели сверхплотного вещества, а наблюдатели тестируют их с помощью самых разных наблюдений. Мы планируем проводить серии новых расчётов остывания уникальной звезды на основе самых современных теоретических моделей», — рассказывает ответственный

исполнитель проекта, поддержанного грантом РФФ, **Александр Потехин**, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник ФТИ РАН.

Источник: пресс-служба РФФ.

[Новости Российской академии наук в Telegram →](#)