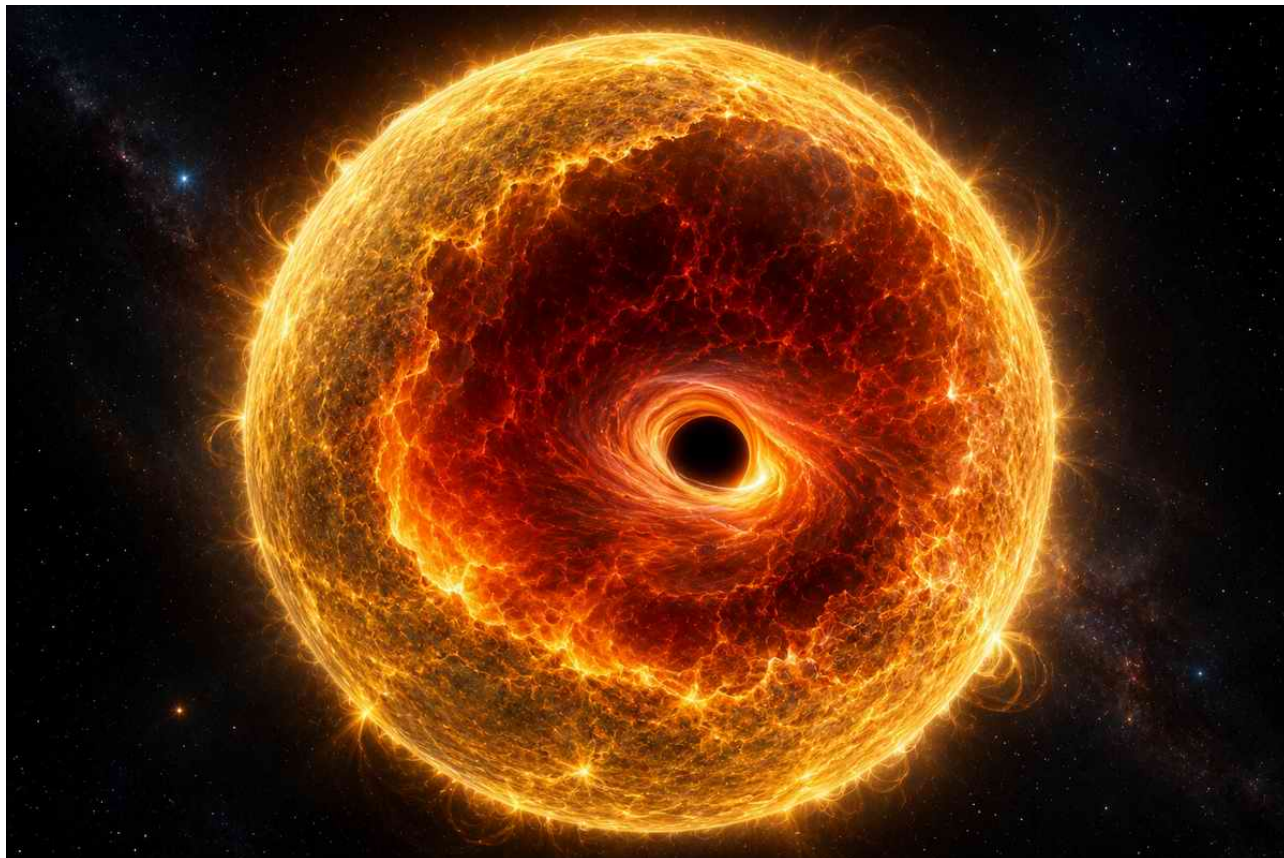


Первичные чёрные дыры могут уничтожать звёзды изнутри: новая модель раскрыла неожиданные сценарии



Дата публикации: 09.06.2026

Современная астрофизика продолжает искать ответы на один из самых загадочных вопросов космологии — существует ли тёмная материя и из чего она состоит. Среди многочисленных кандидатов на роль этой невидимой субстанции особое место занимают первичные чёрные дыры. В отличие от обычных чёрных дыр, возникающих после гибели массивных звёзд, первичные чёрные дыры могли появиться ещё в первые мгновения после Большого взрыва, когда Вселенная была чрезвычайно плотной и горячей.

Если такие объекты действительно существуют, они могут иметь самые разные массы — от астероидных до сравнимых с массой Луны или даже крупных планет. Несмотря на десятилетия поисков, прямых доказательств их существования пока нет. Однако новое исследование предлагает необычный способ обнаружения этих гипотетических объектов: через их взаимодействие со звёздами.

Группа астрофизиков под руководством исследователей Массачусетского технологического института разработала первую комплексную модель эволюции звезды, захватившей первичную чёрную дыру. Работа объединяет современные модели звёздной эволюции, магнитогидродинамические расчёты и компьютерное моделирование процессов аккреции вещества.

Согласно расчётам, вероятность прямого столкновения звезды с первичной чёрной дырой относительно невелика. Однако в сложных системах с несколькими объектами ситуация меняется. Особенно эффективным механизмом оказывается взаимодействие трёх тел, когда планеты или другие спутники помогают первичной чёрной дыре потерять энергию и перейти на орбиту, пересекающую внутренние области звезды.

После захвата начинается необычный процесс. Постепенно первичная чёрная дыра теряет орбитальную энергию и мигрирует к центру звезды. В конечном итоге она оказывается в её ядре, где начинает поглощать окружающее вещество.

На этом этапе дальнейшая судьба системы зависит от скорости аккреции. Именно этот параметр определяет, станет ли звезда жертвой стремительного катастрофического разрушения или будет медленно исчезать на протяжении длительного времени.

Учёные называют такой объект звездой Хокинга. Это особый тип звезды, внутри которой находится активно растущая первичная чёрная дыра. Подобные системы никогда ранее не наблюдались, однако моделирование показывает, что они могут существовать в природе.

Первый сценарий является наиболее драматичным. Если чёрная дыра начинает быстро поглощать вещество, вокруг неё формируется аккреционный диск. В этом диске возникают экстремальные температуры, мощные магнитные поля и интенсивные потоки энергии. В результате образуются релятивистские струи и сильные звёздные ветры.

Когда энергия, выделяемая диском, достигает критического уровня, внутренние слои звезды начинают разрушаться. В течение нескольких минут происходит мощный взрыв, который полностью уничтожает звезду. Подобное событие напоминает некоторые виды сверхновых, однако имеет совершенно другую физическую природу.

Исследователи предполагают, что такой взрыв будет сопровождаться сложной последовательностью наблюдаемых сигналов. Сначала может возникнуть яркая рентгеновская вспышка, затем последует быстрое ультрафиолетовое и оптическое свечение. При наличии мощной струи возможно

появление сигнала, напоминающего гамма-всплеск низкой светимости. После этого останется длительное послесвечение, связанное с взаимодействием выброшенного вещества с окружающей средой.

Второй сценарий значительно спокойнее. Если скорость аккреции остаётся умеренной, аккреционный диск либо не формируется вовсе, либо остаётся относительно слабым. В этом случае обратная связь оказывается недостаточной для разрушения звезды.

Тогда первичная чёрная дыра начинает медленно и почти незаметно поглощать вещество изнутри. Внешне звезда может продолжать существовать миллионы лет, хотя её внутренняя структура, светимость и эволюция будут постепенно меняться. Со временем чёрная дыра накапливает всё больше массы, фактически поглощая свою хозяйку изнутри.

Именно этот спокойный сценарий представляет особый интерес для будущих гравитационно-волновых обсерваторий. После завершения процесса может остаться необычная маломассивная чёрная дыра с характеристиками, которые трудно объяснить стандартными механизмами звёздной эволюции.

Обнаружение подобных объектов стало бы серьёзным аргументом в пользу существования первичных чёрных дыр. Особенно важным признаком может стать регистрация компактных чёрных дыр с массой значительно ниже солнечной, поскольку такие объекты практически невозможно сформировать обычным коллапсом звезды.

Исследование также показывает, что остатки обеих ветвей эволюции могут служить своеобразными космическими маркерами тёмной материи. Если первичные чёрные дыры действительно составляют заметную долю тёмной материи, их взаимодействие со звёздами должно происходить достаточно часто в масштабах галактик.

Особенно интересной выглядит возможность поиска следов подобных процессов в данных новых телескопов и гравитационно-волновых детекторов следующего поколения. Уже в ближайшие десятилетия такие инструменты смогут обнаруживать ранее недоступные типы компактных объектов и экзотических космических катастроф.

Хотя работа остаётся теоретической, она предлагает новую стратегию поиска первичных чёрных дыр. Вместо прямого наблюдения этих почти невидимых объектов исследователи предлагают искать последствия их присутствия внутри звёзд. Если хотя бы один подобный объект будет обнаружен, это может стать важным шагом к пониманию природы тёмной материи и ранней истории Вселенной.

Ссылка: «Жизнь и смерть звезд, захватывающих первичные черные дыры»
DOI: [10.48550/arxiv.2606.02700](https://doi.org/10.48550/arxiv.2606.02700).