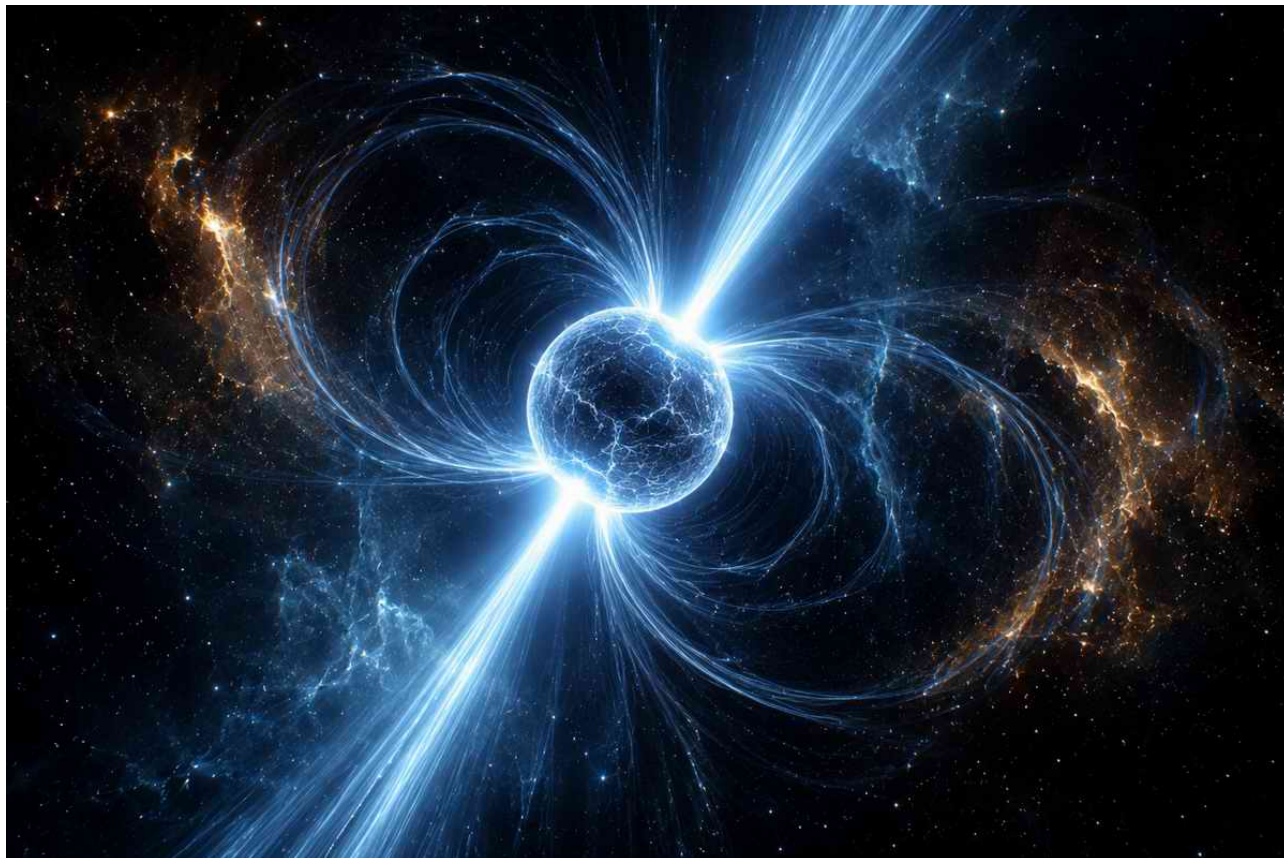


Астрономы обнаружили необычный гамма-пульсар с экстремальными характеристиками вращения



Дата публикации: 27.07.2026

Современные космические телескопы позволяют ученым обнаруживать объекты, которые еще несколько десятилетий назад оставались полностью недоступными для наблюдений. Одними из самых загадочных представителей Вселенной считаются пульсары — сверхплотные нейтронные звезды, возникающие после взрывов массивных светил. Недавно международная группа исследователей получила новые данные об одном из самых необычных представителей этого класса объектов. Анализ многолетних наблюдений показал, что недавно открытый миллисекундный пульсар PSR J0435+3233 является мощным источником гамма-излучения и обладает характеристиками, практически не встречающимися среди известных нейтронных звезд.

Результаты исследования опубликованы на сервере препринтов arXiv и основаны на анализе данных космического гамма-телескопа Fermi Large Area Telescope, который уже почти два десятилетия наблюдает самые высокоэнергетические процессы во Вселенной.

Пульсары представляют собой остатки массивных звезд, завершивших свою эволюцию катастрофическим взрывом сверхновой. После такого события центральная часть звезды сжимается до невероятной плотности. Масса, превышающая массу Солнца, оказывается сосредоточенной в сфере диаметром всего около двадцати километров. При этом нейтронная звезда сохраняет огромный запас углового момента, из-за чего начинает вращаться с исключительно высокой скоростью.

Если магнитная ось пульсара не совпадает с осью вращения, из полюсов испускаются узкие пучки электромагнитного излучения. Когда такой луч периодически пересекает направление на Землю, наблюдатели фиксируют регулярные импульсы, напоминающие работу космического маяка. Именно поэтому подобные объекты получили название пульсаров.

Особую группу составляют миллисекундные пульсары. Они совершают полный оборот менее чем за 30 миллисекунд и являются одними из самых быстро вращающихся объектов во Вселенной. Большинство таких звезд образуется в двойных системах. Со временем нейтронная звезда начинает перетягивать вещество со своего компаньона, постепенно ускоряя собственное вращение. Этот процесс называют «перераскруткой», поскольку именно аккреция вещества превращает сравнительно медленный пульсар в настоящего космического рекордсмена.

Пульсар PSR J0435+3233 был открыт совсем недавно при помощи крупнейшего в мире радиотелескопа FAST, расположенного в Китае. Диаметр его сферической антенны составляет 500 метров, что делает инструмент одним из самых чувствительных радиотелескопов на планете. Уже первые наблюдения показали, что новый объект отличается необычными характеристиками.

Пульсар расположен примерно в 3900 световых годах от Земли и совершает полный оборот всего за 3,2 миллисекунды. Это означает, что нейтронная звезда вращается более трехсот раз каждую секунду. Однако главной особенностью оказался не сам период вращения, а скорость его изменения. Ученые обнаружили исключительно большое значение производной периода, которое как минимум в сто раз превышает аналогичные показатели большинства известных миллисекундных пульсаров.

Такое быстрое замедление вращения свидетельствует о колоссальных потерях энергии. По расчетам исследователей, светимость, связанная с торможением вращения, достигает примерно $5,89 \times 10^{37}$ эрг в секунду. Для миллисекундного пульсара это чрезвычайно высокий показатель, сопоставимый с характеристиками значительно более молодых и энергичных нейтронных звезд.

Именно необычное сочетание высокой энергии и экстремальных параметров вращения заставило астрономов предположить, что объект должен излучать и в гамма-диапазоне. Для проверки этой гипотезы были использованы архивные наблюдения космического телескопа Fermi, охватывающие почти 17,7 года работы обсерватории. Анализ проводился в диапазоне энергий от 0,1 до 500 гигаэлектронвольт.

В результате ученым удалось обнаружить источник гамма-излучения, расположенный практически точно в координатах нового пульсара. Расстояние между радиоположением нейтронной звезды и гамма-источником оказалось всего около 0,01 градуса, что значительно повышает достоверность идентификации.

Главным доказательством связи объектов стало обнаружение гамма-пульсаций с тем же периодом, что и у радиосигнала. Иными словами, всплески гамма-излучения происходят синхронно с вращением самой нейтронной звезды. Такое совпадение практически исключает случайное происхождение сигнала и подтверждает, что именно PSR J0435+3233 является источником высокоэнергетического излучения.

Исследование также показало интересную особенность распределения гамма-фотонов. Основная часть излучения наблюдается лишь в определенной фазе вращения пульсара, тогда как в остальной части цикла интенсивность практически исчезает. Подобная картина позволяет уточнять геометрию магнитного поля и расположение областей, где происходит ускорение заряженных частиц.

Еще одной неожиданной особенностью объекта стала крайне низкая кажущаяся эффективность гамма-излучения. Несмотря на огромные энергетические потери при замедлении вращения, лишь незначительная часть этой энергии преобразуется в наблюдаемое гамма-излучение. Такой результат заметно отличается от поведения большинства известных миллисекундных пульсаров и указывает на существование пока недостаточно изученных физических процессов внутри магнитосферы нейтронной звезды.

Не менее впечатляющими оказались оценки магнитного поля объекта. Согласно расчетам, напряженность поверхностного дипольного магнитного поля достигает примерно 12,6 миллиарда гаусс. Для сравнения, магнитное поле Земли составляет около половины гаусса, а самые мощные лабораторные магниты уступают этому значению в миллионы раз. Столь экстремальные условия делают нейтронные звезды уникальными природными лабораториями, где можно изучать физику вещества при недостижимых на Земле плотностях и энергиях.

Подобные открытия имеют большое значение для современной астрофизики. Миллисекундные пульсары используются не только для изучения эволюции звезд, но и в качестве сверхточных космических часов. Их стабильные импульсы помогают искать гравитационные волны сверхнизких частот, проверять общую теорию относительности и исследовать свойства межзвездной среды.

Кроме того, необычные характеристики PSR J0435+3233 позволяют проверить существующие модели ускорения частиц в магнитосферах нейтронных звезд. До настоящего времени многие теоретические расчеты основывались на объектах с более типичными параметрами, тогда как новый пульсар представляет собой редкий пример экстремальной физической системы.

Авторы исследования считают, что дальнейшие наблюдения в радио-, рентгеновском и гамма-диапазонах помогут точнее определить структуру магнитного поля, механизм формирования высокоэнергетического излучения и особенности взаимодействия плазмы с вращающейся нейтронной звездой. Благодаря сочетанию рекордной скорости вращения, мощного магнитного поля, высокой энергии и необычно слабой гамма-эффективности PSR J0435+3233 уже сегодня рассматривается как один из наиболее интересных миллисекундных пульсаров, открытых за последние годы, и может стать важным объектом для дальнейших исследований экстремальных процессов во Вселенной.

Ссылка: «Открытие гамма-пульсаций от миллисекундного пульсара PSR J0435+3233 с экстремальным замедлением вращения» [DOI: 10.48550/arxiv.2607.16119](https://doi.org/10.48550/arxiv.2607.16119).