

## Когда пространство-время начинает вращаться: прямое наблюдение эффекта Эйнштейна у чёрной дыры

Дата публикации: 04.01.2026

Общая теория относительности давно изменила наше представление о гравитации, заменив привычную силу искривлением самой ткани пространства-времени. Однако многие её предсказания десятилетиями оставались недоступными для прямых наблюдений из-за своей тонкости и экстремальных условий, в которых они проявляются. Одним из таких эффектов является увлечение инерциальных систем отсчёта — явление, при котором вращающийся массивный объект буквально «закручивает» пространство-время вокруг себя. Теперь астрономам впервые удалось увидеть этот процесс вблизи вращающейся чёрной дыры.

Редкая возможность для такого наблюдения возникла во время события приливного разрушения звезды. Когда звезда подходит слишком близко к сверхмассивной чёрной дыре, мощные гравитационные силы разрывают её на части. Обломки звезды образуют горячий аккреционный диск, а часть вещества выбрасывается в виде узких релятивистских струй. Эти катастрофические события ярко светятся во многих диапазонах электромагнитного спектра и позволяют исследовать физику в экстремальных условиях.

В данном случае внимание исследователей привлёк объект, у которого наблюдались необычные повторяющиеся изменения излучения. Анализ рентгеновских и радиоданных показал, что аккреционный диск и струи не просто существуют рядом с чёрной дырой, а совершают согласованное колебательное движение. Их ориентация менялась с устойчивым периодом порядка нескольких десятков дней, что невозможно объяснить обычной динамикой падающего вещества.

Такое поведение идеально соответствует эффекту прецессии Лензе-Тирринга, предсказанному более ста лет назад. Согласно теории, вращающаяся чёрная дыра должна увлекать за собой пространство-время, заставляя орбиты частиц и потоков вещества медленно поворачиваться. Аналогию часто проводят с вращающимся волчком в жидкости, который закручивает окружающую среду, создавая вихрь. В космическом масштабе роль жидкости играет сама геометрия пространства-времени.

Особенно важно, что в данном наблюдении эффект проявился сразу в нескольких независимых компонентах системы. И аккреционный диск, и

релятивистские струи демонстрировали синхронную прецессию, что указывает на единый фундаментальный механизм. Это позволило исключить альтернативные объяснения, такие как нестабильности диска или случайные выбросы энергии, и связать наблюдаемую периодичность именно с вращением чёрной дыры.

Исторически идея увлечения пространства-времени возникла ещё в начале XX века. Эйнштейн заложил её основы, а позже она была формализована в рамках решений уравнений общей теории относительности. Несмотря на теоретическую ясность, прямое наблюдение эффекта оставалось крайне сложным, так как он заметен только рядом с компактными и быстро вращающимися объектами, такими как нейтронные звёзды или чёрные дыры.

Современные телескопы сделали возможным такой прорыв. Рентгеновские наблюдения позволили отследить поведение горячего газа вблизи горизонта событий, а радиотелескопы зафиксировали структуру и ориентацию струй, уходящих на огромные расстояния. Совмещение данных из разных диапазонов дало целостную картину динамики системы и позволило измерить параметры прецессии с высокой точностью.

Однострочный список ключевых наблюдаемых признаков эффекта: синхронные колебания диска и джетов, стабильный период прецессии, согласованность сигналов в рентгеновском и радиодиапазонах.

Однострочный список научных последствий открытия: подтверждение общей теории относительности, новый метод измерения вращения чёрных дыр, лучшее понимание механизмов формирования струй.

Помимо фундаментальной физики, эти результаты имеют важное прикладное значение для астрофизики чёрных дыр. Скорость вращения чёрной дыры влияет на эффективность аккреции, мощность выбрасываемых струй и эволюцию галактических ядер. До сих пор спин чёрных дыр часто приходилось оценивать косвенными методами, тогда как наблюдение прецессии даёт более прямой и надёжный инструмент.

Наблюдение также углубляет наше понимание событий приливного разрушения. Эти кратковременные, но чрезвычайно информативные вспышки становятся своего рода природными лабораториями, позволяющими заглянуть в самые экстремальные области Вселенной. В отличие от более спокойных активных ядер галактик, такие события предоставляют динамичную и изменчивую картину, в которой релятивистские эффекты проявляются особенно ярко.

В более широком контексте открытие подчёркивает, насколько точно теория,

созданная более века назад, описывает реальное поведение Вселенной. Искривление пространства-времени, предсказанное на бумаге задолго до появления современных телескопов, сегодня наблюдается напрямую в данных космических обсерваторий. Это ещё одно напоминание о том, что Вселенная остаётся не только источником загадок, но и строгим экзаменатором наших физических теорий, которые продолжают выдерживать проверку в самых экстремальных условиях.

**Ссылка:** «Обнаружение сопредцессии дисковой струи при приливном разрушении» DOI: [10.1126/sciadv.ady9068](https://doi.org/10.1126/sciadv.ady9068).