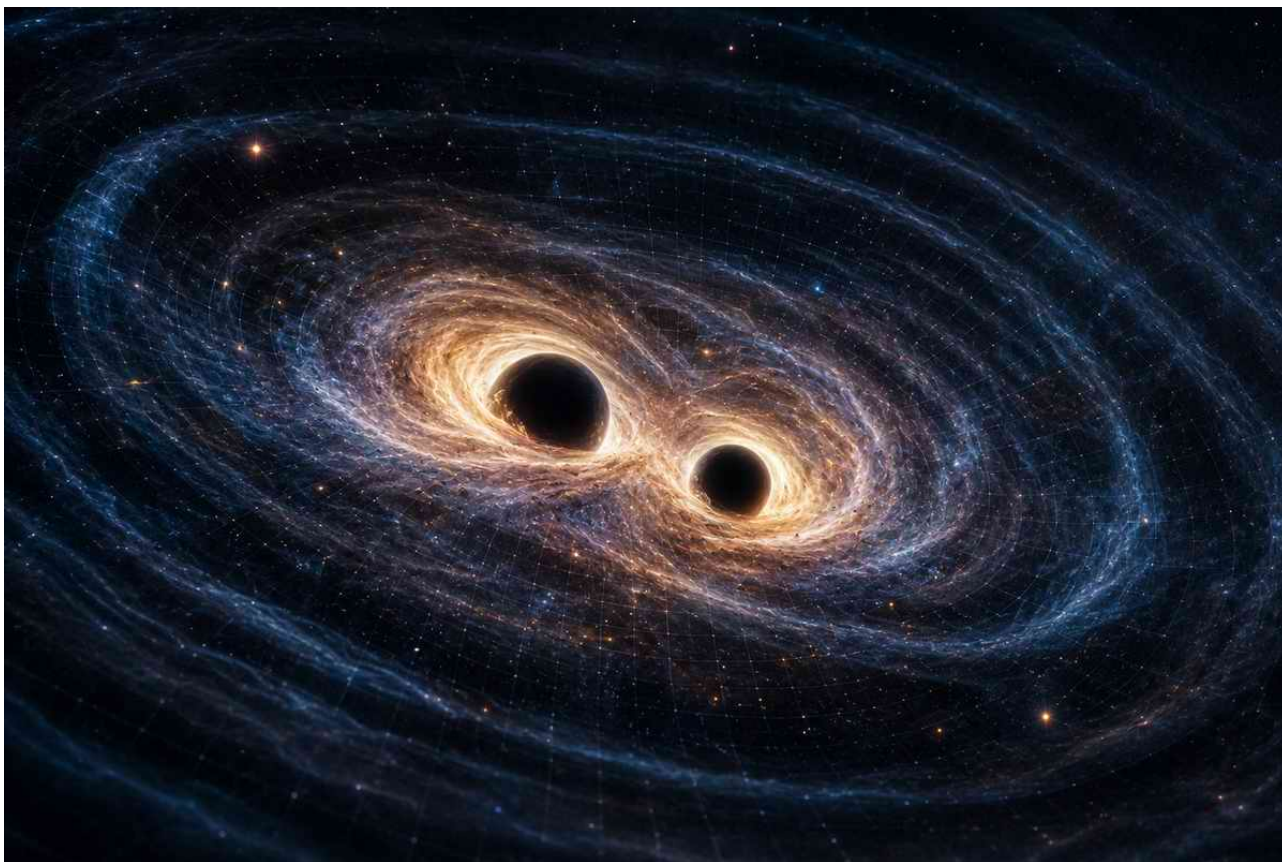


Ученые, возможно, впервые заметили следы темной материи в гравитационных волнах



Дата публикации: 19.05.2026

Темная материя остается одной из самых больших загадок современной физики. Несмотря на то что, по расчетам ученых, она составляет около 85% всей материи во Вселенной, напрямую обнаружить ее до сих пор не удалось. Это невидимое вещество не испускает свет, не отражает его и практически не взаимодействует с обычной материей. Однако теперь международная группа исследователей считает, что возможные следы темной материи могли быть зафиксированы еще несколько лет назад — внутри гравитационных волн от столкновения двух черных дыр.

Исследование основано на анализе данных, собранных сетью гравитационных обсерваторий LIGO, Virgo и KAGRA. Ученые предполагают, что если черные дыры сталкиваются внутри плотного облака темной материи, это должно оставлять едва заметный, но измеримый отпечаток в структуре гравитационных волн.

Гравитационные волны представляют собой колебания самой ткани

пространства-времени. Они возникают при наиболее мощных космических событиях — например, при столкновениях черных дыр или нейтронных звезд. Когда массивные объекты вращаются друг вокруг друга и постепенно сближаются, они создают рябь в пространстве-времени, которая распространяется по Вселенной со скоростью света.

Впервые гравитационные волны были напрямую зарегистрированы в 2015 году, что стало одним из крупнейших научных открытий XXI века. С тех пор астрономы получили возможность буквально «слушать» космос, изучая сигналы от катастрофических событий на расстоянии миллиардов световых лет.

Главная идея нового исследования заключается в том, что гравитационные волны могут нести информацию не только о самих черных дырах, но и о среде, в которой происходило их столкновение.

Если вокруг двойной системы черных дыр присутствует плотное облако темной материи, его гравитационное воздействие должно немного изменять динамику движения объектов. Это приводит к тому, что черные дыры теряют энергию быстрее и сливаются иначе, чем в обычном пустом космическом пространстве.

Подобные изменения могут отражаться в форме и частоте гравитационных волн. Именно этот эффект исследователи попытались обнаружить в уже известных сигналах.

Особое внимание ученые уделили событию GW190728 — сигналу, зарегистрированному в 2019 году. Он был создан при слиянии двух черных дыр, масса которых примерно в двадцать раз превышала массу Солнца. Согласно расчетам, характеристики этого сигнала потенциально могут соответствовать сценарию столкновения внутри плотного облака темной материи.

Для проверки гипотезы физики создали сложную математическую модель, описывающую, как должны выглядеть гравитационные волны в разных условиях. Они смоделировали десятки вариантов слияний черных дыр — с различными массами, скоростями вращения и плотностью окружающей темной материи.

Затем результаты моделирования сравнили с 28 наиболее качественными сигналами гравитационных волн, зарегистрированными обсерваториями LIGO-Virgo-KAGRA. В 27 случаях данные хорошо соответствовали обычному столкновению в пустом пространстве. Однако один сигнал — GW190728 — показал аномалии, которые могут быть связаны с присутствием темной материи.

Исследователи подчеркивают, что пока речь не идет о прямом доказательстве существования темной материи. Полученные данные являются

лишь косвенным намеком, требующим дальнейшей проверки.

Тем не менее работа открывает совершенно новый подход к поиску загадочного вещества. Традиционно темную материю пытаются обнаружить либо с помощью подземных детекторов частиц, либо через наблюдение за ее гравитационным влиянием на галактики и скопления галактик. Например, ученые давно заметили, что звезды на окраинах галактик движутся слишком быстро для наблюдаемой массы. Кроме того, темная материя проявляет себя через эффект гравитационного линзирования, искривляя свет далеких объектов.

Однако до сих пор ни один эксперимент не смог напрямую зарегистрировать частицы темной материи. Новая работа предлагает использовать гравитационные волны как своеобразный инструмент «сканирования» темной материи вокруг черных дыр.

Особенно интересной выглядит гипотеза о так называемой легкой скалярной темной материи. Согласно этой теории, темная материя может состоять из чрезвычайно легких частиц, которые в обычных условиях ведут себя как частицы, но рядом с черными дырами способны формировать волнообразные структуры высокой плотности.

При определенных условиях быстро вращающаяся черная дыра может передавать часть своей энергии таким волнам темной материи в процессе, известном как сверхизлучение. Это приводит к образованию плотного облака вокруг черной дыры, которое затем влияет на динамику слияния двойной системы.

Фактически черные дыры могут выступать как природные усилители темной материи, делая ее влияние заметным для современных детекторов гравитационных волн.

Ученые считают, что ближайшие годы могут стать переломными в поисках темной материи. Обсерватории LIGO, Virgo и KAGRA продолжают модернизироваться и будут регистрировать все больше сигналов слияния черных дыр.

Чем больше данных удастся собрать, тем выше вероятность обнаружить повторяющиеся признаки, которые нельзя будет объяснить обычной физикой.

Если будущие наблюдения подтвердят наличие характерных «отпечатков» темной материи в гравитационных волнах, это станет одним из важнейших открытий современной науки и поможет приблизиться к пониманию истинной структуры Вселенной.

Темная материя уже десятилетиями остается центральной проблемой космологии. Без нее невозможно объяснить формирование галактик, распределение вещества во Вселенной и многие наблюдаемые гравитационные эффекты. Однако ее природа до сих пор неизвестна.

Новое исследование показывает, что ключ к разгадке может скрываться не в свете звезд или галактик, а в тончайших колебаниях самого пространства-времени.