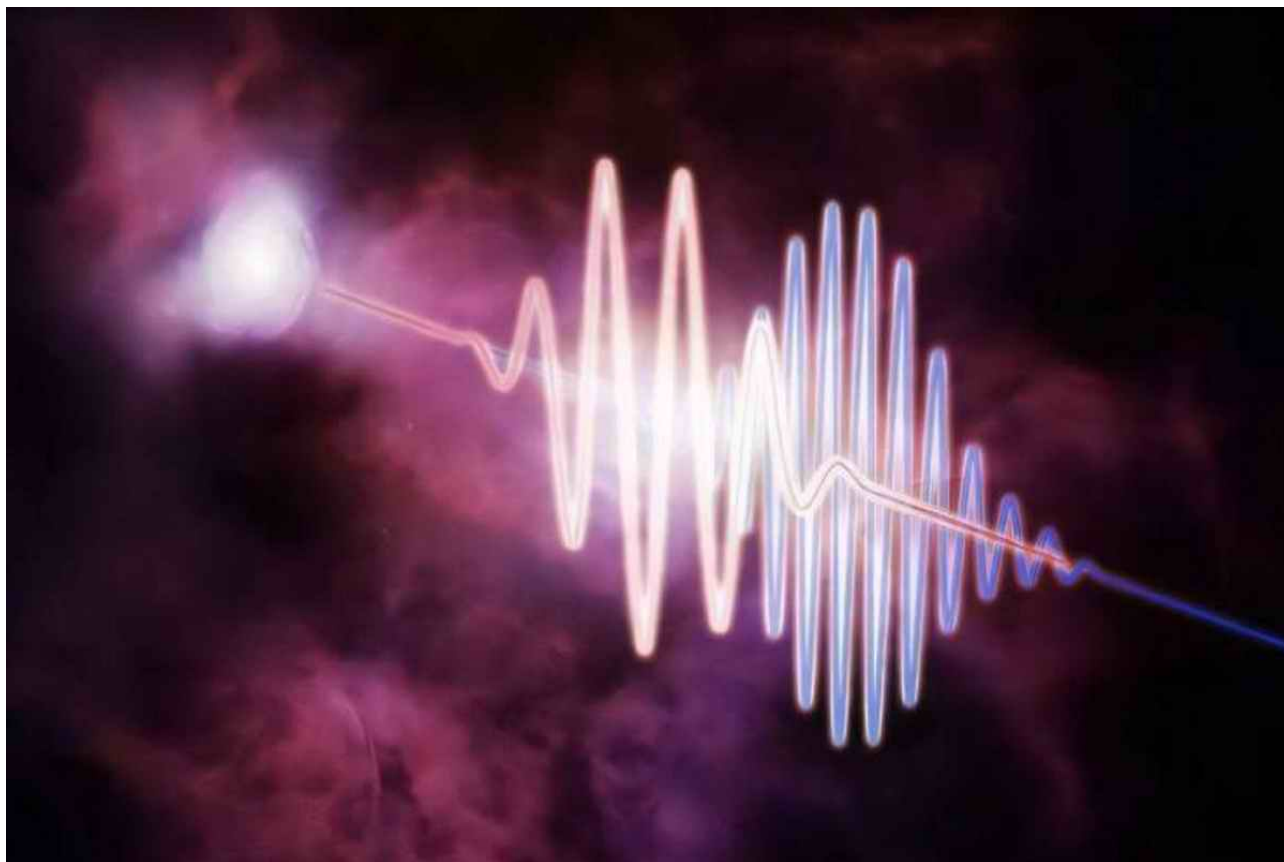


## Разгадка космической тайны - астрономы нашли "пропавшую" материю Вселенной



Дата публикации: 17.06.2025

Международная команда астрономов совершила прорыв в решении одной из самых загадочных проблем современной космологии — десятилетней загадки "пропавшей" барионной материи. Используя быстрые радиовсплески (FRB) как космические маяки, исследователи из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики и Калифорнийского технологического института доказали, что около 76% обычной материи Вселенной скрыто в разреженном газе межгалактической среды. Это открытие, опубликованное в *Nature Astronomy*, подтверждает предсказания  $\Lambda$ CDM-модели и закрывает важный пробел в нашем понимании космической структуры.

Методология исследования основывалась на анализе 60 FRB — загадочных миллисекундных радиовсплесков, зафиксированных на расстояниях от 11,74 миллионов до рекордных 9,1 миллиардов световых лет. Каждый сигнал, проходя через межгалактическую среду, испытывал дисперсию — более длинные радиоволны (красные) замедлялись сильнее коротких (синих). Тщательно измерив этот эффект для каждого FRB, ученые смогли "взвесить" невидимый газ

и определить его пространственное распределение.

Результаты показали четкую картину: 76% **барионной** материи находится в межгалактической среде (горячий газ температурой  $10^5$ - $10^7$  K). 15% сосредоточено в галактических гало. 9% заключено в звездах и холодном межзвездном газе

"FRB действуют как идеальные космические зонды, — объясняет ведущий автор исследования Лиам Коннор. — Они позволяют нам изучать материю, которая слишком разрежена для прямого наблюдения, но составляет основу космической паутины". Особую ценность представлял анализ самого далекого из известных FRB20230521B — его сигнал, путешествуя 9 миллиардов лет, "прощупал" ранние этапы эволюции Вселенной.

Теоретическое предсказание "пропавших барионов" появилось еще в конце 1990-х, когда сравнение данных о реликтовом излучении и наблюдений видимой материи показало расхождение в два раза. Предполагалось, что недостающая масса существует в форме тепло-горячего межгалактического газа (WHIM), но традиционные методы — рентгеновская спектроскопия и УФ-наблюдения квазаров — давали лишь косвенные указания. Технологический прорыв последних лет в обнаружении и локализации FRB наконец позволил решить эту проблему.

Открытие имеет фундаментальные последствия для понимания галактической эволюции. "Барионный цикл — процесс, при котором газ притягивается в галактики гравитацией, а затем выбрасывается активными ядрами и сверхновыми — оказывается ключевым механизмом формирования крупномасштабной структуры Вселенной", — отмечает соавтор Викрам Рави. Данные подтверждают, что обратная связь между звездообразованием и галактическими ветрами эффективно перераспределяет материю в космическом пространстве.

Перспективы метода FRB-томографии впечатляют. Строящиеся радиотелескопы следующего поколения — DSA-2000 в США и CHORD в Канаде — будут обнаруживать тысячи быстрых радиовсплесков ежегодно, позволяя создать детальную 3D-карту барионного распределения. Это откроет новые возможности для изучения: Реионизации Вселенной в первые миллиарды лет. Крупномасштабных течений космического газа. Взаимодействия темной и обычной материи.

"Мы стоим на пороге новой эры в космологии, — заключает Коннор. — FRB становятся мощнейшим инструментом для изучения невидимой составляющей Вселенной, подобно тому, как рентгеновские лучи революционизировали

медицину". Это открытие не только решает давнюю загадку, но и открывает путь к более глубокому пониманию того, как материя организуется в грандиозных масштабах космической паутины.

Дополнительные факты: Пропавшие барионы составляют ~4,8% общей массы-энергии Вселенной. Температура межгалактического газа достигает 10 миллионов градусов. Метод FRB-томографии впервые предложен в 2017 году. DSA-2000 сможет локализовать до 100 FRB в день. CHORD будет исследовать 15 000 квадратных градусов неба ежедневно.

**Ссылка:** «Богатая газом космическая паутина, выявленная путем разделения недостающих барионов, Nature Astronomy (2025)» DOI: [10.1038/s41550-025-02566-y](https://doi.org/10.1038/s41550-025-02566-y).