

Темная материя может оказаться гораздо сложнее, чем считалось: новые данные ставят под вопрос стандартную модель Вселенной



Дата публикации: 15.05.2026

Темная материя уже несколько десятилетий остается одной из главных загадок современной физики. Ученые уверены, что именно она формирует невидимый каркас Вселенной, удерживает галактики и влияет на структуру космоса в гигантских масштабах. Однако несмотря на огромное количество косвенных доказательств, природа темной материи до сих пор неизвестна. Теперь новое исследование астрофизиков из Yale University показывает, что наши представления о ней могут оказаться слишком упрощенными.

Группа исследователей под руководством астрофизика Priyamvada Natarajan изучила распределение темной материи в массивных скоплениях галактик и обнаружила аномалии, которые плохо согласуются со стандартной космологической моделью Λ CDM. Эта модель уже почти два десятилетия считается основной теорией эволюции Вселенной и предполагает существование холодной темной материи — медленно движущихся частиц, взаимодействующих преимущественно через гравитацию.

Согласно современной космологии, темная материя составляет около 85 процентов всей материи во Вселенной. Хотя ее невозможно увидеть напрямую, ее присутствие определяется по гравитационному воздействию на звезды, галактики и свет. Без темной материи галактики просто не смогли бы существовать в том виде, в каком мы их наблюдаем сегодня.

Для исследования ученые использовали метод гравитационного линзирования — один из самых мощных инструментов современной астрофизики. Когда массивное скопление галактик находится между наблюдателем и удаленным источником света, его гравитация искривляет пространство-время и отклоняет световые лучи. В результате изображения далеких галактик растягиваются, искажаются или многократно дублируются.

Особенность гравитационного линзирования в том, что оно позволяет изучать распределение всей массы во Вселенной, включая невидимую темную материю. В отличие от многих других методов, линзирование не зависит от того, светится объект или нет. Именно поэтому этот подход считается одним из наиболее надежных способов «увидеть невидимое».

Исследователи сосредоточились на трех крупных скоплениях галактик: MACS J0416, MACS J1206 и MACS J1149. Эти объекты были тщательно изучены космическими телескопами Hubble Space Telescope и James Webb Space Telescope, что позволило получить чрезвычайно точные данные о структуре скоплений и распределении массы.

Главное внимание ученые уделили так называемым субгало — небольшим сгусткам темной материи внутри более крупных гало скоплений галактик. Согласно стандартной модели, эти субгало должны распределяться определенным образом и обладать предсказуемой плотностью.

Однако результаты оказались неожиданными. Во внутренних областях скоплений субгало вели себя иначе, чем предсказывали компьютерные симуляции Lambda CDM. Наблюдаемая темная материя оказалась значительно более концентрированной в центрах скоплений, а количество субгало в плотных областях оказалось намного выше ожидаемого.

Еще более необычными стали результаты анализа сильного гравитационного линзирования. Отдельные галактики внутри скоплений создавали эффекты линзирования гораздо чаще, чем допускала стандартная модель. Частота таких событий превышала теоретические прогнозы почти на порядок.

Чтобы объяснить подобное поведение, ученым пришлось предположить, что внутренние области субгало могут быть значительно плотнее и компактнее, чем считалось ранее. Это, в свою очередь, намекает на возможность

самовзаимодействия частиц темной материи.

В классической модели холодной темной материи частицы практически не взаимодействуют друг с другом, кроме гравитации. Но новые данные позволяют предположить, что внутри плотных скоплений могут происходить дополнительные процессы: столкновения, обмен энергией или даже коллапс частиц темной материи в сверхплотные структуры.

Подобная идея способна серьезно изменить современную космологию. Если темная материя действительно обладает самовзаимодействиями, это может означать существование новых физических сил или новых типов частиц, ранее неизвестных науке.

Исследователи рассматривают несколько возможных сценариев. Первый предполагает модификацию существующей модели с добавлением второго типа частиц темной материи, способных взаимодействовать между собой. Второй вариант еще более радикален — он допускает существование совершенно нового класса частиц, не описываемых современной физикой элементарных частиц.

Интересно, что на больших масштабах модель Λ CDM по-прежнему работает чрезвычайно хорошо. Она успешно описывает космическую сеть галактик, распределение материи во Вселенной и эволюцию крупных структур. Проблемы возникают именно в наиболее плотных и сложных областях — внутри скоплений галактик.

Это делает новые результаты особенно важными. Вместо полного краха стандартной модели ученые наблюдают более тонкие отклонения, которые могут указывать на неизвестную физику темного сектора Вселенной.

Современные телескопы и методы моделирования позволяют астрофизикам получать данные беспрецедентной точности. Еще несколько лет назад подобные аномалии могли остаться незамеченными, но сегодня гравитационное линзирование превращается в инструмент не только для картирования темной материи, но и для изучения ее фундаментальной природы.

Некоторые исследователи уже называют субгало своеобразными «лабораториями темной материи». Именно в этих компактных структурах могут проявляться свойства, которые невозможно обнаружить в менее плотных областях космоса.

Работа ученых из Йеля показывает, что человечество, возможно, находится на пороге нового этапа в изучении Вселенной. Темная материя долгое время воспринималась как относительно простая невидимая субстанция, но теперь становится ясно, что ее природа может быть значительно сложнее и богаче, чем

предполагали современные теории.

Ссылка: «Новый кризис холодной темной материи, выявленный с помощью многомасштабного линзирования скоплений галактик» [DOI: 10.3847/2041-8213/ae53ea](https://doi.org/10.3847/2041-8213/ae53ea).