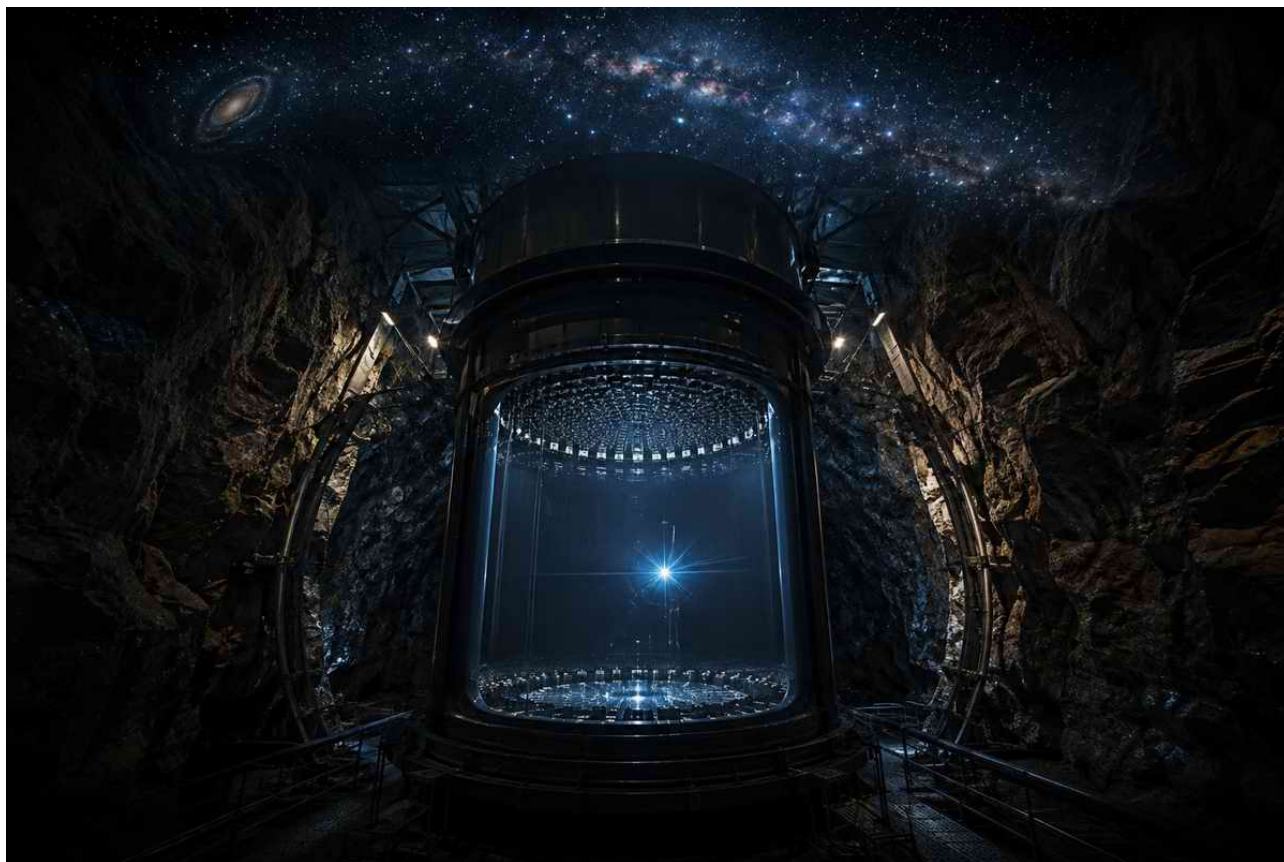


Ученые, возможно, впервые увидели частицу темной материи



Дата публикации: 02.09.2026

Почти сто лет физики ищут вещество, которое невозможно увидеть в телескоп, сфотографировать или положить в пробирку. Мы знаем о его существовании главным образом по гравитационному воздействию на звезды и галактики. Темная материя, согласно современным оценкам, составляет около 85% всей материи Вселенной. Теперь один из самых чувствительных детекторов на Земле зарегистрировал событие, которое заставило исследователей всерьез задуматься: не столкнулись ли они наконец с частицей этой загадочной субстанции?

Сигнал обнаружил эксперимент LUX-ZEPLIN, или LZ. Это огромный детектор, спрятанный почти в 1,6 километра под землей в исследовательском центре Сэнфорд в Южной Дакоте. Такое расположение выбрано не ради секретности. Толща горных пород работает как естественный щит, задерживая космические лучи и уменьшая количество посторонних частиц, способных создать ложный сигнал.

В сердце LZ находится около 10 тонн сверхчистого жидкого ксенона. Именно он служит своеобразной ловушкой для частиц темной материи. Одна из главных целей эксперимента — поиск WIMP, слабо взаимодействующих массивных частиц. На протяжении десятилетий они остаются одними из наиболее известных кандидатов на роль темной материи.

Идея эксперимента напоминает попытку заметить столкновение невидимой пули с отдельным шариком. Если WIMP пролетит через детектор и столкнется с ядром атома ксенона, оно должно получить небольшую энергию. В результате возникнут слабая вспышка света и свободные электроны. Чувствительные фотоумножители регистрируют свет, а электрическое поле направляет электроны вверх, где появляется второй световой сигнал. По сочетанию этих двух вспышек физики пытаются восстановить характер произошедшего взаимодействия.

Проблема в том, что чрезвычайно редкие сигналы темной материи необходимо отличить от огромного количества обычных физических процессов. Поэтому LZ окружен дополнительными защитными системами, а исследователи годами изучают поведение самого детектора. И именно на этом фоне одно событие оказалось особенно странным.

Ученые проанализировали 220 рабочих дней наблюдений, собранных с марта 2023-го по апрель 2024 года. Предыдущие исследования этих данных были ориентированы на наиболее простые варианты взаимодействия WIMP с обычным веществом. На этот раз физики расширили диапазон поиска и стали искать события с большей передачей энергии.

В этой области они обнаружили одно взаимодействие, которое оказалось трудно объяснить известными фоновыми процессами. Оно произошло именно там, где теоретически мог бы появиться сигнал темной материи, а количество ожидаемых помех было очень небольшим.

Это всего одно событие — и именно поэтому ученые чрезвычайно осторожны. Коллаборация LZ не заявляет об обнаружении темной материи. Статистическая значимость результата составляет 2,6 сигма. Для физики элементарных частиц этого недостаточно: стандартом для объявления открытия считается уровень 5 сигма.

Почему тогда вокруг единственного сигнала столько внимания? Потому что исследователи потратили месяцы, пытаясь найти ему обычное объяснение. Как правило, странные события в подобных экспериментах после тщательной проверки оказываются нейтронами, радиоактивными распадами, космическими частицами, особенностями работы оборудования или другими фоновыми

процессами. Здесь очевидного объяснения пока не нашли.

Если предположить, что событие действительно вызвано WIMP, оно указывает на весьма тяжелую частицу. Ее масса должна составлять не менее примерно $200 \text{ ГэВ}/c^2$ — более чем в 200 раз больше массы протона. Причем характер взаимодействия с обычным веществом, вероятно, был бы сложнее, чем предполагают простейшие модели WIMP.

Но именно здесь начинается самое интересное. В современной физике одна необычная точка на графике еще не является открытием. Она становится важной, если за ней начинают появляться другие события с такими же характеристиками. Если LZ накопит дополнительные данные и число подобных взаимодействий возрастет так, как предсказывает модель темной материи, статистическая значимость начнет увеличиваться. Если новых событий не появится, нынешняя аномалия постепенно потеряет убедительность.

Поэтому эксперимент фактически вошел в период ожидания. LZ продолжает работать и уже накопил огромный массив наблюдений. Каждая новая порция данных способна изменить значение единственного загадочного события.

Ставки трудно переоценить. Темная материя не является небольшой недостающей деталью космологии. Без нее чрезвычайно сложно объяснить наблюдаемое движение звезд в галактиках, динамику галактических скоплений и формирование крупномасштабной структуры Вселенной. Мы видим ее гравитационные последствия, но до сих пор не знаем, из чего она состоит.

Именно поэтому прямое обнаружение частицы темной материи стало бы одним из крупнейших открытий современной физики. Оно означало бы, что человечество впервые установило непосредственный контакт с веществом, которое, вероятно, окружает нас постоянно, проходит сквозь Землю и наши тела, но почти никак не взаимодействует с привычной материей.

Пока загадочный сигнал LZ нельзя назвать таким открытием. Возможно, физики обнаружили чрезвычайно редкий фоновый процесс, который еще предстоит понять. Возможно, перед нами статистическая случайность. Но остается и третья возможность — самая захватывающая. Единственное событие глубоко под землей может оказаться первым слабым следом частицы, которую человечество ищет почти целое столетие.