

Китайская обсерватория JUNO сделала важный шаг к разгадке тайны нейтрино

Дата публикации: 11.06.2026

Одна из самых амбициозных физических установок современности начала приносить первые научные результаты. Подземная нейтринная обсерватория JUNO, расположенная на юге Китая, представила данные первых месяцев работы, подтвердив способность проводить сверхточные измерения свойств нейтрино — одних из самых загадочных частиц во Вселенной.

Нейтрино часто называют «частицами-призраками». Каждую секунду через тело человека проходят триллионы таких частиц, однако мы этого совершенно не замечаем. Они практически не взаимодействуют с веществом и способны беспрепятственно проходить через целые планеты, звёзды и даже огромные слои земной коры. Именно эта особенность делает их изучение чрезвычайно сложной задачей.

История нейтрино началась в первой половине XX века, когда физики столкнулись с проблемой сохранения энергии при радиоактивном распаде. Для объяснения наблюдаемых эффектов была предложена новая частица, существование которой удалось подтвердить лишь спустя десятилетия. С тех пор нейтрино превратились в один из важнейших объектов исследований в физике элементарных частиц.

Современная наука знает о существовании трёх разновидностей нейтрино, которые принято называть ароматами: электронное, мюонное и тау-нейтрино. Одной из самых необычных особенностей этих частиц является способность изменять свою природу во время движения. Нейтрино может покинуть источник в одном состоянии, а затем превратиться в другой тип по мере прохождения огромных расстояний в космосе.

Именно это явление, известное как нейтринные осцилляции, стало объектом первых измерений китайской установки. Анализ данных показал одни из самых точных на сегодняшний день результатов по параметрам таких превращений.

Обсерватория JUNO расположена на глубине около 700 метров под землёй в провинции Гуандун. Такое размещение необходимо для защиты от космических лучей и других источников помех, которые могли бы скрыть чрезвычайно редкие сигналы от нейтрино.

Центральным элементом комплекса является гигантский сферический детектор, заполненный специальной жидкостью, способной регистрировать

вспышки света. Когда антинейтрино взаимодействуют с атомами внутри установки, возникают короткие световые сигналы. Тысячи сверхчувствительных фотодетекторов фиксируют эти вспышки и позволяют восстановить характеристики частицы.

Особенность проекта заключается в том, что источником исследуемых антинейтрино выступают расположенные неподалёку атомные электростанции. В реакторах постоянно происходят процессы деления атомных ядер, сопровождающиеся образованием огромного количества антинейтрино. Это позволяет учёным получать стабильный поток частиц и проводить высокоточные измерения.

Хотя первые результаты охватывают лишь несколько месяцев наблюдений, они уже демонстрируют впечатляющие возможности нового комплекса. Исследователи смогли проверить параметры осцилляций с точностью, которая ранее была недостижима для подобных экспериментов.

Однако главная цель проекта пока остаётся впереди. Учёные надеются решить одну из наиболее важных загадок современной физики элементарных частиц — определить так называемую иерархию масс нейтрино.

Несмотря на то что нейтрино обладают массой, её абсолютные значения до сих пор неизвестны. Эксперименты показывают лишь различия между массами отдельных состояний. Физики предполагают, что два состояния имеют близкие значения массы, а третье существенно отличается. Но пока неизвестно, какой именно вариант соответствует реальности.

Существуют две основные гипотезы. Согласно первой, два более лёгких состояния расположены ниже по массе, а третье является самым тяжёлым. Согласно второй, наоборот, два тяжёлых состояния располагаются выше, а третье оказывается самым лёгким. Определение правильного варианта имеет огромное значение для дальнейшего развития физики частиц и космологии.

Ответ на этот вопрос поможет лучше понять процессы, происходившие в первые мгновения после Большого взрыва. Более того, свойства нейтрино могут оказаться связанными с одной из величайших загадок современной науки — причиной преобладания материи над антиматерией во Вселенной.

Сегодня известно, что нейтрино играют важную роль во многих космических явлениях. Они рождаются в недрах звёзд, во время взрывов сверхновых, при взаимодействии космических лучей с атмосферой Земли и даже сохранились в виде реликтового фона со времён ранней Вселенной. Некоторые исследователи считают, что изучение этих частиц способно открыть путь к новой физике за пределами Стандартной модели.

Китайская обсерватория JUNO становится одним из ключевых мировых центров таких исследований. В ближайшие годы её результаты будут сравниваться с данными других крупных проектов. Среди них японская установка Hyper-Kamiokande и американский эксперимент Deep Underground Neutrino Experiment, которые должны начать полноценную научную работу в следующем десятилетии.

Использование различных методов наблюдения позволит учёным независимо проверять полученные результаты и постепенно формировать наиболее полную картину поведения нейтрино. Многие физики считают, что именно эти эксперименты способны привести к одному из крупнейших научных прорывов XXI века.

Первые данные JUNO пока не раскрыли главную тайну массы нейтрино, однако они убедительно продемонстрировали, что новый детектор обладает необходимой чувствительностью для решения этой задачи. А значит, человечество стало ещё на один шаг ближе к пониманию фундаментального устройства Вселенной и природы частиц, которые миллиарды лет незаметно путешествуют через космос, сохраняя информацию о самых ранних этапах его истории.

Ссылка: «Измерение осцилляций реакторных нейтрино с использованием первых данных JUNO» [DOI: 10.1038/s41586-026-10538-z](https://doi.org/10.1038/s41586-026-10538-z).