

## Откуда берётся масса: физики нашли следы нового экзотического состояния материи

Дата публикации: 18.04.2026

Происхождение массы остается одним из самых фундаментальных вопросов современной физики. Несмотря на успехи Стандартной модели и открытие бозона Хиггса, ученые продолжают искать более глубокие механизмы, объясняющие, почему элементарные частицы обладают именно такими массами. Новые экспериментальные результаты указывают на то, что ключ к этому вопросу может скрываться в поведении частиц внутри плотной ядерной материи.

Современное представление о вакууме существенно отличается от интуитивного. В физике вакуум — это не пустое пространство, а сложная среда, насыщенная квантовыми флуктуациями и полями. Именно взаимодействие частиц с этой структурой определяет их свойства, включая массу. Однако прямое изучение таких процессов крайне затруднено, поэтому исследователи обращаются к косвенным методам, в частности к изучению мезонов.

Мезоны — это частицы, состоящие из кварка и антикварка, связанные сильным взаимодействием. Они существуют крайне недолго, но в определенных условиях могут образовывать связанные состояния с атомными ядрами. Такие системы, называемые мезическими ядрами, представляют собой уникальную лабораторию для изучения свойств материи в экстремальных условиях.

Особый интерес вызывает  $\eta'$ -мезон, обладающий необычно большой массой по сравнению с другими мезонами. Теоретические модели предсказывают, что внутри плотной ядерной среды его масса может изменяться. Проверка этой гипотезы позволяет глубже понять механизмы, лежащие в основе формирования массы.

В рамках нового эксперимента ученые исследовали взаимодействие высокоэнергетических протонов с ядрами углерода. Эти столкновения приводят к образованию мезонов, которые могут быть временно захвачены ядром, формируя связанное состояние. Для регистрации таких событий использовались высокоточные детекторы и спектрометрические системы, включая FRS и WASA.

Анализ полученных данных выявил характерные энергетические пики, соответствующие связанным состояниям  $\eta'$ -мезона внутри ядра. Эти структуры интерпретируются как возможное доказательство существования ранее не наблюдавшихся  $\eta'$ -мезических ядер. Если эти результаты подтвердятся, они станут важным шагом в экспериментальном изучении квантовой хромодинамики

— теории, описывающей сильное взаимодействие.

Одним из наиболее значимых выводов стало указание на то, что масса  $\eta'$ -мезона внутри ядра уменьшается по сравнению с его значением в вакууме. Это подтверждает идею о том, что свойства частиц не являются фиксированными, а зависят от окружающей среды. Таким образом, масса оказывается не просто внутренней характеристикой частицы, а результатом ее взаимодействия с вакуумной структурой и другими частицами.

Ключевые аспекты исследования можно свести к следующим положениям: обнаружены признаки существования  $\eta'$ -мезических ядер, масса мезона изменяется внутри ядерной среды, свойства частиц зависят от плотности материи, вакуум играет активную роль в формировании массы, новые методы позволяют изучать короткоживущие состояния.

Эти результаты имеют важные последствия для фундаментальной физики. Они помогают уточнить модели сильного взаимодействия и дают новые инструменты для изучения структуры материи. Кроме того, понимание того, как масса возникает и изменяется, может иметь значение для космологии, где аналогичные процессы происходили в ранней Вселенной.

Будущие исследования будут направлены на повышение точности измерений и поиск дополнительных подтверждений существования таких экзотических состояний. Для этого планируется использовать более мощные ускорители и усовершенствованные детекторы, способные фиксировать еще более редкие и кратковременные процессы.

Таким образом, изучение мезических ядер открывает новое направление в исследовании природы массы. Эти работы демонстрируют, что даже фундаментальные свойства материи могут зависеть от условий, в которых она находится, и что вакуум, вопреки интуиции, является активным участником физических процессов.

**Ссылка:** «Спектры возбуждения реакции вблизи порога испускания - мезонов, измеренные в совпадении с протонами с большим импульсом» [DOI: 10.1103/6vsl-ng7x](https://doi.org/10.1103/6vsl-ng7x).