

Возможная трещина в Стандартной модели: что показали новые эксперименты на БАК



Дата публикации: 21.04.2026

Современная физика элементарных частиц опирается на Стандартная модель — теоретическую конструкцию, которая описывает фундаментальные частицы и три из четырёх известных взаимодействий. Несмотря на высокую точность предсказаний, эта модель считается неполной, поскольку не объясняет такие явления, как гравитация или тёмная материя. Новые данные, полученные на Большой адронный коллайдер, могут указывать на первые серьёзные расхождения между теорией и экспериментом.

Исследования проводились в рамках эксперимента LHCb, специализирующегося на изучении редких распадов частиц. Основное внимание уделялось В-мезонам — нестабильным частицам, содержащим так называемый «красивый» кварк. Эти частицы распадаются на другие, более лёгкие компоненты, и характер этих процессов позволяет проверять точность теоретических предсказаний.

Особый интерес вызвали так называемые «пингвиновые» распады — редкие

процессы, при которых В-мезон превращается в набор других частиц, включая каоны, пионы и мюоны. Такие события происходят крайне редко, примерно один раз на миллион распадов, но именно они наиболее чувствительны к возможному влиянию неизвестных физических эффектов.

В ходе анализа огромного массива данных, включающего сотни миллиардов зарегистрированных распадов, учёные обнаружили отклонения от предсказаний Стандартной модели. Статистическая значимость результата составила около четырёх стандартных отклонений, что означает крайне низкую вероятность случайного совпадения. Хотя это ещё не достигает уровня, необходимого для официального открытия, данные уже рассматриваются как серьёзный сигнал.

Ключевым моментом является то, что такие отклонения могут быть вызваны влиянием неизвестных частиц или взаимодействий, которые не входят в Стандартную модель. Эти гипотетические эффекты могут проявляться косвенно, влияя на вероятность и характеристики распадов, даже если сами частицы слишком тяжёлые для прямого обнаружения.

Дополнительную поддержку этим результатам дают данные другого эксперимента на БАК — CMS, которые показывают схожие тенденции, хотя и с меньшей точностью. Совпадение результатов независимых экспериментов усиливает интерес к обнаруженной аномалии.

Среди возможных объяснений рассматриваются новые теоретические модели, включающие гипотетические частицы, такие как лептокварки, объединяющие свойства кварков и лептонов, а также более тяжёлые аналоги уже известных частиц. Эти модели могут расширить существующую теорию и объяснить наблюдаемые отклонения.

Ключевые направления исследований можно описать так: анализ редких распадов частиц, поиск косвенных признаков новой физики, проверка Стандартной модели с высокой точностью, разработка расширенных теоретических моделей, увеличение объёмов экспериментальных данных.

Однако остаются и альтернативные объяснения, связанные с трудностями теоретических расчётов. Некоторые процессы внутри самой Стандартной модели, такие как сложные квантовые эффекты, могут быть недостаточно точно описаны и потенциально влиять на результаты. Это требует дальнейшего уточнения теоретических моделей.

Будущие перспективы связаны с накоплением новых данных. Уже сейчас объём информации, собранной после 2018 года, значительно превышает использованный в текущем анализе, а планируемые модернизации коллайдера позволят увеличить статистику в несколько раз. Это даст возможность либо

подтвердить наблюдаемую аномалию, либо уточнить её природу.

Таким образом, современные эксперименты на Большом адронном коллайдере приближают физику к возможному открытию новой фундаментальной теории. Если обнаруженные отклонения подтвердятся, это станет одним из самых значимых прорывов в понимании структуры материи и устройства Вселенной за последние десятилетия.

Ссылка: «Комплексный анализ распада $B^0 \rightarrow K^0 \mu^+ \mu^-$ » DOI: [10.1103/24g9-yn9d](https://doi.org/10.1103/24g9-yn9d).