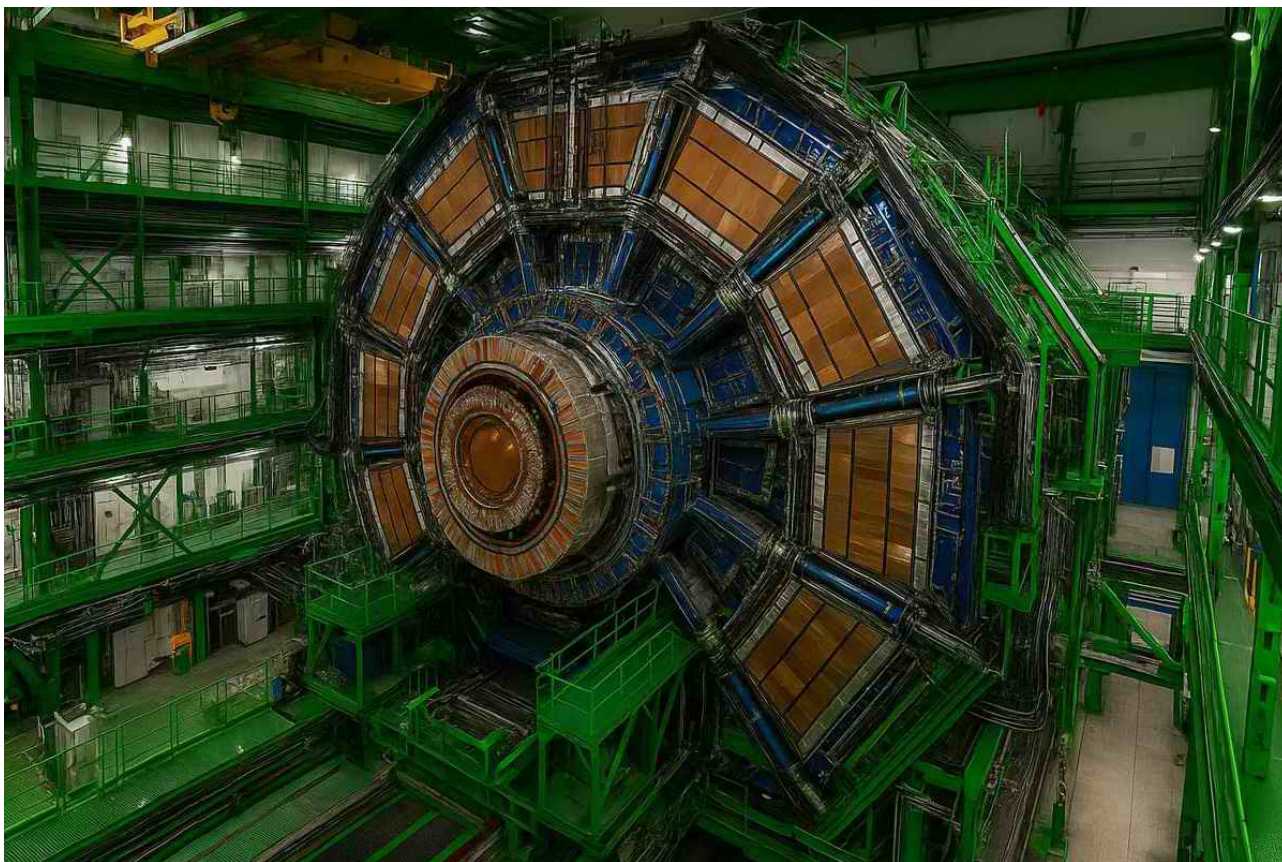


## Новое измерение массы Z-бозона: точность LHCb приближается к пределам Стандартной модели



Дата публикации: 07.06.2025

Z-бозон — одна из ключевых частиц Стандартной модели, выступающая носителем слабого ядерного взаимодействия, одной из четырёх фундаментальных сил природы. Его точная масса критически важна для физики элементарных частиц, поскольку любое отклонение от предсказаний может указывать на существование физики за пределами существующей теории. С момента открытия Z-бозона в 1983 году на SPS в ЦЕРНе учёные постоянно стремятся уточнить его свойства.

Коллаборация LHCb, одна из четырёх крупных экспериментов на Большом адронном коллайдере, недавно сделала большой шаг в этой области. Используя данные протон-протонных столкновений, собранные в 2016 году во время второго рабочего цикла LHC, они выполнили первое целенаправленное измерение массы Z-бозона на этой установке. Анализ был основан на репрезентативной выборке из 174 000 событий распада Z-бозона на пару мюонов, зарегистрированных детектором LHCb.

Полученное значение массы составило  $91\,184,2 \pm 9,5$  МэВ. Это соответствует уровню точности около 0,01% — выдающийся результат, особенно учитывая сложную среду высокоэнергетических протон-протонных столкновений, где одновременное образование множества частиц значительно затрудняет измерения. Тем не менее, учёным удалось достичь точности, сопоставимой с результатами, полученными в более «чистой» обстановке электрон-позитронного коллайдера LEP в 1990-х годах, и экспериментом CDF на Tevatron в США.

Важно, что полученное значение массы Z-бозона оказалось в полном согласии с предсказаниями Стандартной модели, чья теоретическая неопределенность составляет 8,8 МэВ. Это подтверждает высокую точность существующей теории и одновременно укрепляет доверие к новым методикам измерений на современных ускорителях.

Особенностью LHCb является его способность эффективно изучать процессы с участием мюонов, а также высокая точность в измерении траекторий и энергии частиц. Новая методика открывает перспективу не только для уточнения параметров известных частиц, но и для возможного поиска отклонений, указывающих на новые явления, включая потенциальные проявления суперсимметрии или другие формы расширения Стандартной модели.

Полученный результат служит важной вехой перед переходом к фазе высокой светимости LHC (HL-LHC), которая начнётся в 2029 году. Это обновление ускорителя позволит собрать в 10 раз больше данных, что обеспечит возможность ещё более точного измерения массы Z-бозона и других фундаментальных параметров. Независимость систематических ошибок между различными экспериментами — LHCb, ATLAS и CMS — означает, что объединённые результаты позволят ещё сильнее снизить погрешности.

На горизонте также стоят проекты следующего поколения **коллайдеров**, такие как FCC-ee — электрон-позитронный ускоритель, предлагаемый как будущая установка ЦЕРНа. Он должен стать новым эталоном точности в измерении массы Z-бозона, W-бозона и других частиц. Но уже сейчас, благодаря результатам LHCb, становится ясно, что даже в условиях многокомпонентной протон-протонной среды возможно достижение предельной точности, ранее считавшейся возможной лишь в более «идеальных» условиях.

Таким образом, новое измерение массы Z-бозона демонстрирует зрелость экспериментальных методик на LHC и доказывает, что границы точности в физике элементарных частиц можно продолжать расширять — шаг за шагом, сталкивая протоны со скоростью, близкой к световой.

**Ссылка:** «Измерение массы Z-бозона, arXiv (2025)» DOI:  
[10.48550/arxiv.2505.15582](https://doi.org/10.48550/arxiv.2505.15582).