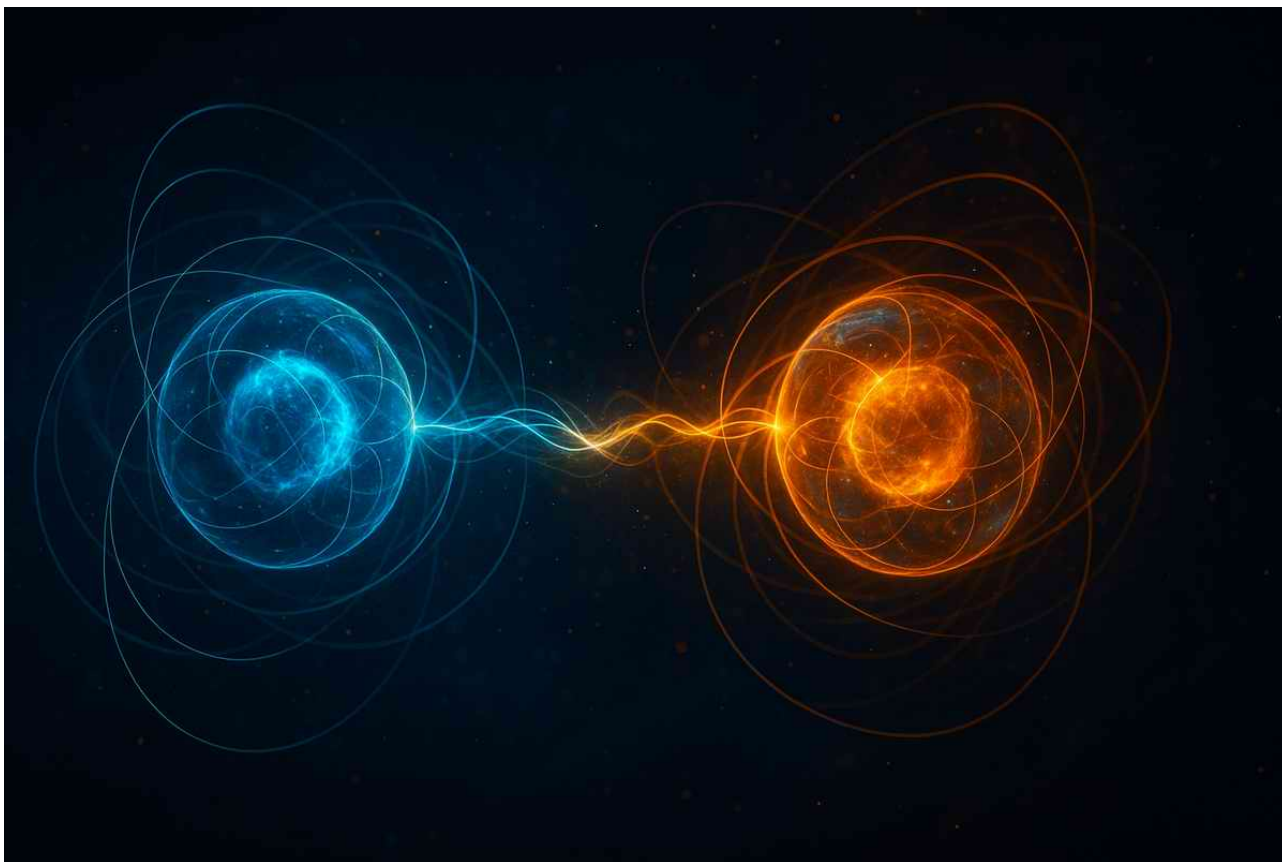


ATLAS фиксирует редкие распады бозона Хиггса: шаг к новой физике



Дата публикации: 15.08.2025

На конференции Европейского физического общества по физике высоких энергий (EPS-HEP 2025) в Марселе коллаборация ATLAS представила результаты, которые могут приблизить физиков к ответам на вопросы, выходящие за рамки Стандартной модели. В центре внимания оказались два редких канала распада бозона Хиггса — на пару мюонов ($H \rightarrow \mu\mu$) и на Z-бозон с фотоном ($H \rightarrow Z\gamma$), каждый из которых несёт особую научную ценность.

Распад $H \rightarrow \mu\mu$ встречается крайне редко — примерно один случай на пять тысяч распадов Хиггса. Несмотря на малую вероятность, этот процесс является прямым тестом взаимодействия бозона Хиггса с фермионами второго поколения, тогда как ранее прямые подтверждения касались лишь частиц третьего поколения: тау-лептонов, а также верхних и нижних кварков. Наблюдение этого процесса помогает уточнить, как механизм Хиггса распределяет массы между поколениями элементарных частиц.

Канал $H \rightarrow Z\gamma$ представляет ещё больший интерес, поскольку реализуется

через квантовую «петлю» виртуальных частиц. Если в таких петлях участвуют ещё не открытые частицы, их влияние может проявиться в вероятности распада. Это делает процесс важным инструментом поиска «новой физики». Особенность в том, что Z-бозон далее распадается на пару электронов или мюонов лишь примерно в 6% случаев, а фотоны нередко могут быть ошибочно приняты за струи адронов, что значительно осложняет экспериментальное выделение сигнала.

Чтобы увеличить точность анализа, учёные ATLAS объединили данные первого трёхлетнего периода Run 3 с полным массивом информации Run 2. Был усовершенствован алгоритм моделирования фоновых процессов, а также введена тонкая классификация событий по механизму рождения бозона Хиггса, что позволило максимально повысить чистоту сигнала.

В результате для $H \rightarrow \mu\mu$ получена наблюдаемая статистическая значимость 3,4 стандартных отклонения при ожидаемых 2,5 — вероятность, что сигнал вызван случайной флуктуацией, составляет менее 1 к 3000. Для $H \rightarrow Z\gamma$ достигнута наблюдаемая значимость 2,5 стандартных отклонения при ожидаемых 1,9, что является наиболее чувствительным измерением вероятности этого распада на сегодняшний день.

Эти достижения стали возможны благодаря сочетанию высокой производительности детектора ATLAS, точных методик отбора событий и огромного объёма данных, предоставленных Большим адронным коллайдером. Каждый новый шаг в изучении редких каналов распада Хиггса не только уточняет параметры Стандартной модели, но и открывает окно в область гипотез, где могут скрываться новые фундаментальные частицы и силы. По мере накопления данных и совершенствования методов анализа физики надеются либо подтвердить, либо опровергнуть намёки на отклонения, которые могут изменить наше представление о структуре Вселенной.