

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПИНА БОЗОНА ХИГГСА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ATLAS НА БОЛЬШОМ АДРОННОМ КОЛЛАЙДЕРЕ В ПРОЦЕССЕ РОЖДЕНИЯ ФОТОННЫХ ПАР

И. П. Бурим

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель А. В. Цитринов

Стандартная модель предсказывает существование поля (называемого полем Хиггса), которое имеет ненулевую амплитуду в основном состоянии, т. е. ненулевое вакуумное ожидаемое значение. Существование ненулевого вакуумного ожидаемого значения приводит к спонтанному нарушению электрослабой калибровочной симметрии.

В 2012 г. коллаборации ATLAS и CMS объявили об открытии нового 125 ГэВ резонанса. Это был большой триумф экспериментов на БАК [1], так как свойства обнаруженного сигнала соответствовали свойствам бозона Хиггса. Сигналы были идентифицированы в разных каналах, в частности $H \rightarrow \gamma\gamma$, $H \rightarrow ZZ^*$ и $H \rightarrow WW^*$, которые изображены на рис. 1. В интервале масс $110 < M_H < 140$ ГэВ были зарегистрированы события распада бозона Хиггса на два фотона. Коллаборациями ATLAS и CMS было затрачено много усилий для определения свойств частицы, в частности для измерения спина обнаруженного бозона. Канал распада $H \rightarrow \gamma\gamma$ представляет особый интерес для исследования, так как только в этом канале теоремой Ландау–Янга запрещено рождение резонанса со спином один, и поэтому обнаруженный резонанс может быть либо бозоном со спином ноль (бозон Хиггса), либо со спином два (гравитон). Таким образом, задача разделения спина представляет собой исключение гипотезы со спином два.

Разделение гипотез со спином ноль и спином два может быть осуществлено на основе исследования кинематических распределений (угловых распределений событий рождения фотонных пар, которые показаны на рис. 2), а так же при помощи асимметрии центр–край [2]. Асимметрия центр–край (рис. 3) обладает существенным преимуществом по сравнению с анализом угловых распределений, так как являясь относительной величиной позволяет избавиться от влияния систематических погрешностей измерений и требует существенно меньшего количества зарегистрированных резонансных событий.

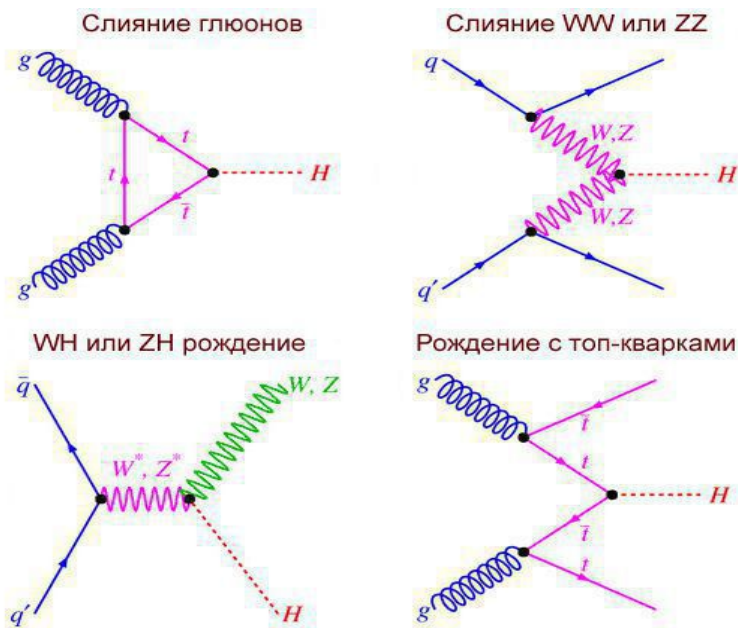


Рис. 1. Каналы рождения бозона Хиггса

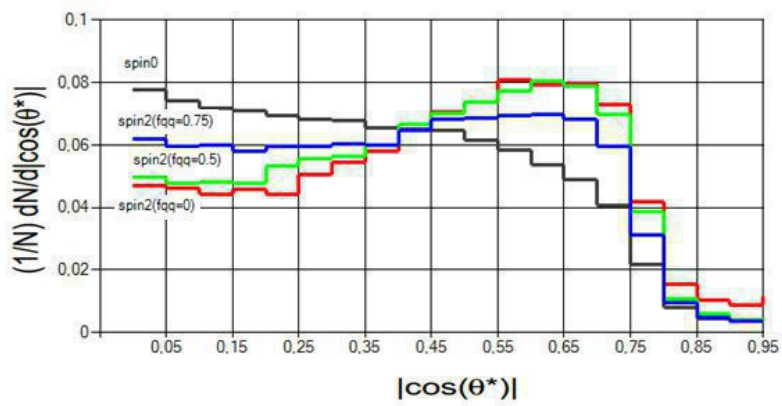


Рис. 2. Угловое распределение событий рождения фотонных пар

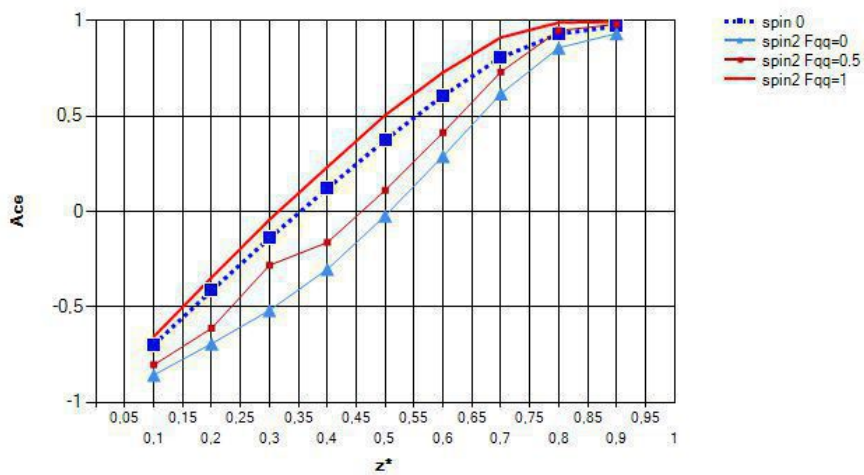


Рис. 3. Зависимость асимметрии центр-край от параметра z^*

В работе выполнен анализ углового распределения на Большом адронном коллайдере для процесса $pp \rightarrow \gamma\gamma + X$, получена оценка p -значений (рис. 4) для идентификации спина бозона Хиггса в процессе $pp \rightarrow \gamma\gamma + X$.

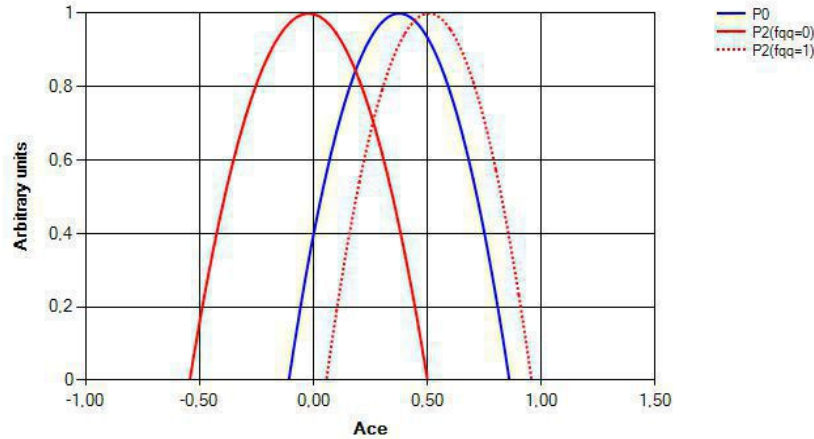


Рис. 4. p -значения для гипотез со спином-0 и спином-2 при $f_{qq} = 0; 1$

В результате анализа p -значений методом CLs выявлено, что чувствительность асимметрии центр–край достигает значений $4\sigma - 8\sigma$ (для f_{qq} в интервале от 0 до 0,4), что существенно превышает чувствительность наблюдаемой, основанной на угловом распределении ($3,5\sigma$).

Литература

1. The Large Hadron Collider // CERN. – 2014. – Режим доступа: <http://home.cern/topics/large-hadron-collider>. – Дата доступа: 13.02.2017.
2. Osland, P. The Higgs-like boson spin from the center–edge asymmetry in the diphoton channel at the LHC / P. Osland, A. A. Pankov, A. V. Tsytrinov // Eur.Phys.J. C. – 2015. – Vol. 75, No. 5. – P. 199.