

Последние результаты поиска бозона Хиггса в эксперименте ATLAS

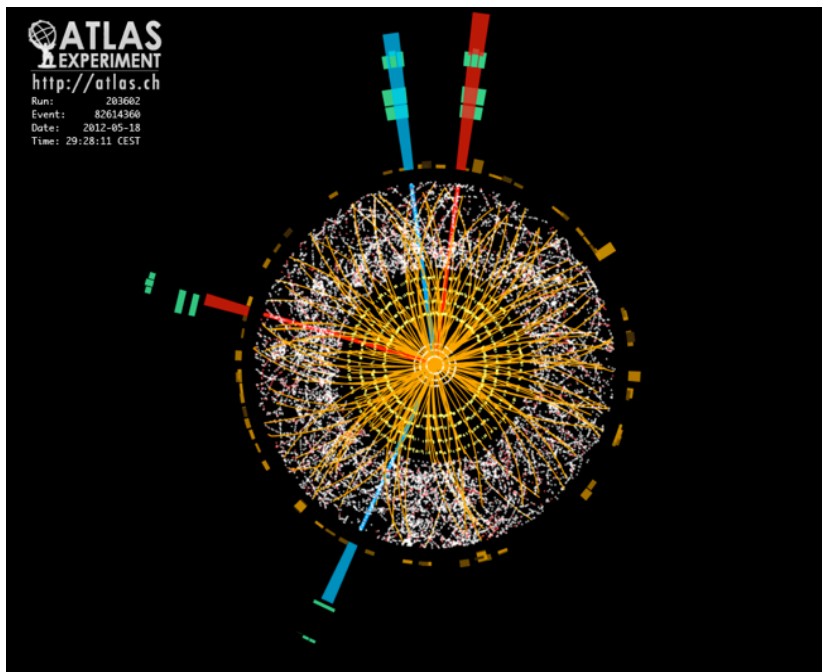


Рис. 1 Событие (кандидат) распада бозона Хиггса в четыре электрона, зарегистрированное в эксперименте ATLAS в 2012.

4 июля 2012 коллаборация ATLAS представила на семинаре в ЦЕРН, который проводился с помощью видео трансляции совместно с открывшейся международной конференцией по физике высоких энергий (ICHEP) в Мельбурне (Австралия), обновленные результаты по поиску бозона Хиггса. На семинаре в ЦЕРН были представлены предварительные результаты как для физиков в ЦЕРН, так и посредством видео трансляции для их коллег, расположенных в сотнях других институтов по всему миру. Детальный анализ результатов поиска бозона Хиггса в эксперименте ATLAS будет представлен на международной конференции в конце этой неделе в Мельбурне.

“Сегодня поиск бозона Хиггса настолько продвинулся, что мы даже не могли мечтать”, - заявила глава коллаборации ATLAS Фабиола Джанотти (Fabiola Gianotti). “Мы наблюдаем в наших данных явные признаки существования новой частицы на уровне пяти стандартных отклонений (5σ) в области масс около 126 ГэВ. Выдающиеся рабочие характеристики ускорителя LHC и детектора ATLAS, а также огромные усилия многих людей,

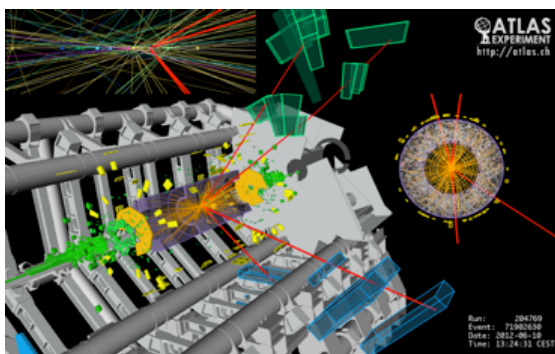


Рис. 2 Событие (кандидат) распада бозона Хиггса в четыре мюона, зарегистрированное в эксперименте ATLAS в 2012.

привели нас к этому волнующему результату. Чуть больше времени потребуется для того, чтобы закрепить эти результаты, и конечно нужно накопить больше данных и провести больше исследований для определения свойства этой новой частицы.”

Бозон Хиггса - нестабильная частица, живущая только мельчайшую долю секунды перед тем, как он распадается на другие частицы. В эксперименте бозон Хиггса можно наблюдать только измеряя его продукты распада. В стандартной модели электрослабых взаимодействий, которая является весьма успешной физической теорией, обеспечивающей очень точное описание материи, ожидается, что бозон Хиггса распадается в различные комбинации частиц или каналы. Вероятность распада в разные каналы в зависимости от массы бозона Хиггса.

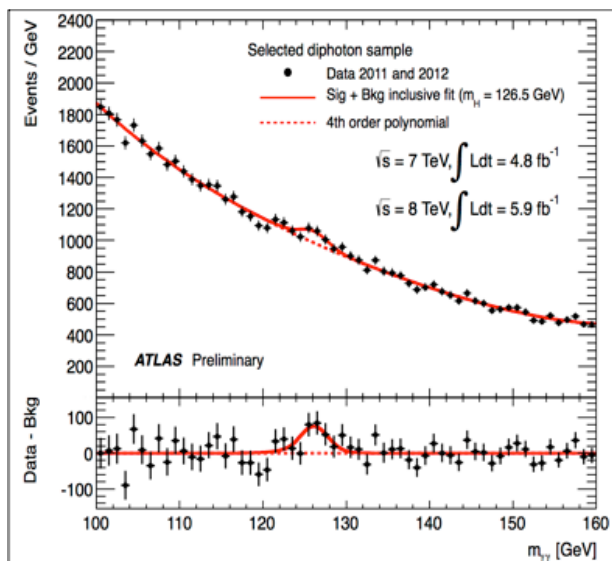


Рис. 3 Распределение по инвариантной массе в двух фотонном канале распада бозона Хиггса.

на уровне пяти стандартных отклонений (5σ). Это означает, что только один эксперимент из трех миллионов возможных других может случайно наблюдать такой же сигнал без существования бозона Хиггса во Вселенной.

Представленные результаты являются дополнением результатов предыдущего анализа данных, показанных в ЦЕРН в декабре прошлого года и опубликованных в начале этого года. Результаты, показанные в декабре, были получены из данных собранных в 2011 году при столкновениях протонов с энергией 7 ТэВ. Эти результаты ограничивали существование бозона Хиггса в двух узких интервалах масс около 117 ГэВ и 129 ГэВ. Небольшой избыток событий над ожидаемым фоном наблюдался как в эксперименте ATLAS, так и в эксперименте CMS около массы 126 ГэВ, что примерно соответствует массе атома йода.

Коллаборация ATLAS сконцентрировала свои усилия на изучении двух взаимно дополняющих каналов: распад бозона Хиггса либо в два фотона, либо в четыре лептона. Оба эти канала имеют превосходное массовое разрешение. Канал распада в два фотона имеет умеренный сигнал на большом, но измеряемом, фоне, а канал распада в четыре лептона имеет слабый сигнал, но очень низкий фон. Оба канала показывают статистически значимое превышение примерно на том же месте - около массы 126 ГэВ. Статистическая комбинация этих и других каналов устанавливает, что наблюдается отклонение от фона

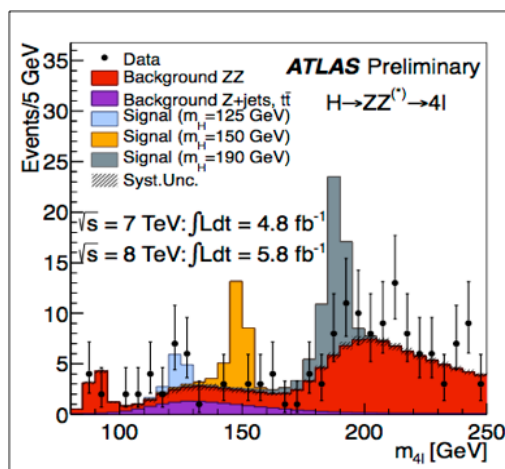


Рис. 4 Распределение по инвариантной массе в четырех лептонном канале распада бозона Хиггса.

Следующий шаг для эксперимента ATLAS, ускорителя LHC и сообщества физики высоких энергий состоит в измерении свойств этой частицы и сравнении этих измерений с предсказанными свойствами бозона Хиггса. Уже сейчас некоторые из этих свойств соответствуют предсказаниям, например тот факт, что частица наблюдается в предсказанных каналах и с массой определенной из других, косвенных измерений. В предстоящие недели и месяцы, эксперимент ATLAS уточнит свойства этой частицы, чтобы дать более ясную картину о том, что эта частица является бозоном Хиггса, или это первая частица из большого семейства таких частиц, или это что-то совсем другое.

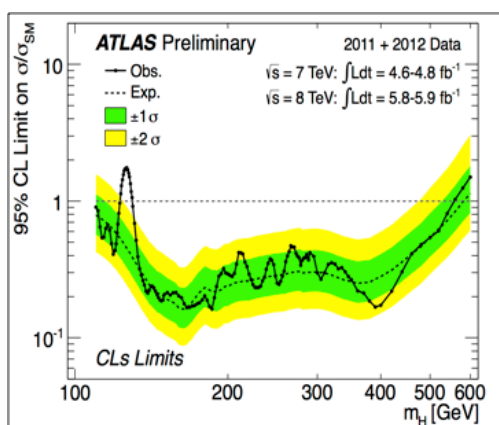


Рис. 5 Экспериментальные пределы на существование бозона Хиггса соответствующего стандартной модели.

Данные 2012 года набираются в протонных столкновениях с повышенной энергией в системе центра масс до 8 ТэВ и включают в себя больше данных (набранных за три месяца), чем было набрано за весь 2011 год. Это быстрое накопление данных стало возможным благодаря выдающимся усилиям группы ускорителя LHC. Набор данных, представленных на семинаре соответствует примерно одному квадриллиону (миллион миллиардов) протонных столкновений.

Детектор ATLAS, даже в более трудных условиях пучка 2012 года, работал замечательно, с высокой эффективностью, набрав данные высочайшего качества для поиска бозона Хиггса. Мощные вычислительные ресурсы обеспечивались по всему миру с использованием ГРИД (LHC Computing Grid) инфраструктуры, что имело важное значение для реконструкции и анализа данных.

Как ожидается, ускоритель LHC, перед началом долгой остановки для модернизации ускорителя, обеспечит эксперимент ATLAS до конца 2012 года дополнительными данными превышающими в два раза те, которые были набраны в начале 2012 года. Когда, к концу 2014 года, ускоритель начнет работать снова, он будет работать с энергией в системе центра масс протонных пучков почти в два раза выше сегодняшней энергии 7 ТэВ.

Новые данные 2012 года и данные, полученные после модернизации ускорителя позволят ученым ответить на вопросы о бозоне Хиггса, поднятые на сегодняшнем семинаре, а также на другие вопросы, фундаментальные для нашего знания о природе.

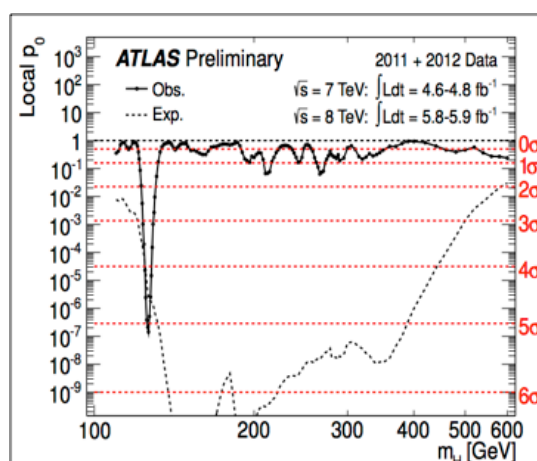


Рис. 6 Вероятность флуктуации фона имитирующего сигнал для всего диапазона возможных масс бозона Хиггса.

Об эксперименте ATLAS

ATLAS представляет собой эксперимент по физике элементарных частиц на Большом адронном коллайдере (LHC) в ЦЕРНе. Детектор ATLAS предназначен для поиска новых явлений при столкновении протонов чрезвычайно высокой энергии. ATLAS занимается изучением фундаментальных взаимодействий, которые сформировали нашу Вселенную в момент её рождения и которые будут определять ее дальнейшую судьбу. Среди возможных неизвестных физических явлений, эксперимент ATLAS занимается изучением происхождения масс элементарных частиц, поиском дополнительных измерений пространства, изучением объединения известных фундаментальных взаимодействий в одно универсальное, и поиском частиц кандидатов темной материи во Вселенной.

На момент написания коллаборация ATLAS состоит из 3000 физиков из 176 институтов, расположенных в 38 различных странах по всему миру. Более 1000 аспирантов участвуют в работе эксперимента ATLAS и анализе его данных.

Информацию об эксперименте ATLAS можно найти на общедоступном сайте [<http://atlas.ch>].

Полные подписи к рисункам

Рисунок 1.

Событие (кандидат) распада бозона Хиггса в четыре электрона, зарегистрированное в эксперименте ATLAS в 2012.

Рисунок 2.

Событие (кандидат) распада бозона Хиггса в четыре электрона, зарегистрированное в эксперименте ATLAS в 2012.

Рисунок 3.

Распределение по инвариантной массе в двух фотонном канале распада бозона Хиггса. Самое сильное свидетельство регистрации новой частицы приходит из анализа событий с двумя фотонами. Пунктирной линией показан фон от известных процессов. Сплошная линия показывает сумму сигнала и фона. Новая частица выглядит как избыток событий около массы 126 ГэВ. Из полного анализа можно сделать вывод, что вероятность такой флуктуации фона три шанса на миллион.

Рисунок 4.

Распределение по инвариантной массе в четырех лептонном канале распада бозона Хиггса. Поиск в этом низкофоновом канале осуществляется путем анализа событий распада двух Z бозонов, которые распадаются на пары электронов или мюонов. В области от 120 до 130 ГэВ наблюдается 13 событий, когда ожидалось лишь 5.3 фоновых события. Полный анализ приводит к выводу, что вероятность наблюдения такого избытка событий была бы три раза за десять тысяч, если бы это была не новая частица.

Рисунок 5.

Экспериментальные пределы на существование бозона Хиггса соответствующего стандартной модели в диапазоне масс 110-600 ГэВ. Сплошная кривая отражает наблюдаемые экспериментальные ограничения на рождение бозона Хиггса для каждого возможного значения массы (горизонтальная ось). Область, в которой сплошная кривая находится ниже горизонтальной пунктирной линии значение которой равно 1 исключает существование бозона Хиггса с 95% уровнем достоверности (CL). Пунктирная кривая показывает ожидаемый предел в отсутствие бозона Хиггса, вычисленный на основании моделирования фоновых событий. Зеленые и желтые полосы соответствуют (соответственно) 68% и 95% уровню отклонения от ожидаемых пределов. Видно, что с 95% уровнем достоверности не исключено существование бозона Хиггса с массой в узком диапазоне 123-130 ГэВ.

Рисунок 6.

Вероятность флуктуации фона имитирующего сигнал для всего диапазона возможных масс бозона Хиггса. Практически для всех масс эта вероятность (сплошная линия) составляет несколько процентов, однако при массе 126.7 ГэВ наблюдается падение вероятности до 3×10^{-7} , что соответствует одному шансу на три миллиона. Для открытия новой частицы обычно достаточно (“золотой стандарт”) пять стандартных отклонений (5σ). Наличие бозона Хиггса соответствующего стандартной модели дает в этой области масс провал до 4.6σ (пунктирная кривая).

Другие источники информации об эксперименте ATLAS

- Домашняя страница эксперимента ATLAS: <http://atlas.ch>
- Прямая трансляция с эксперимента ATLAS: <http://cern.ch/atlas-live>
- Twitter: <http://twitter.com/ATLASexperiment>
- Google+: <http://gplus.to/ATLASExperiment>
- Facebook: <http://www.facebook.com/ATLASexperiment>
- YouTube: <http://www.youtube.com/TheATLASExperiment>
- ATLAS Blog: <http://atlas.ch/blog>