

РАСПАДЫ B -МЕЗОНОВ В СОСТОЯНИЯ С ЧАРМОНИЕМ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ATLAS

А. С. Маевский^{1, 2, *}, Л. Н. Смирнова^{1, 2}

¹ Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д. В. Скобельцына
Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Москва

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва

Представлены недавние результаты коллаборации ATLAS по измерению параметров распадов B -мезонов в состояния с чармонием. Приведены результаты измерения массы B^+ -мезона, а также доли J/ψ -мезонов, являющихся продуктами распадов b -адронов, при энергии pp -соударений 13 ТэВ в системе центра масс. Также представлены результаты измерения парциальных ширин и поляризации в распадах $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^+$ и $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{*+}$ и параметров CP-нарушения в распаде $B_s^0 \rightarrow J/\psi \phi$ при значениях энергии pp -соударений в системе центра масс 7 и 8 ТэВ.

The paper presents several recent ATLAS results for the analyses of B -meson decays into charmonium states. These include measurements of the B^+ mass and differential non-prompt J/ψ production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV, as well as the study of the $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^+$ and $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{*+}$ decays and CP-violation parameters measurement in the $B_s^0 \rightarrow J/\psi \phi$ decay with 7 and 8 TeV pp data.

PACS: 14.40.Nd; 13.25.Hw

ВВЕДЕНИЕ

В 2015 г. начался второй сеанс работы Большого адронного коллайдера. Ему предшествовал перерыв длительностью в два года, в течение которого проводились работы по усовершенствованию коллайдера и его экспериментальных установок. Так, в новом сеансе энергия pp -соударений была увеличена с 8 до 13 ТэВ, значительно возросли светимость и число pp -взаимодействий на одно пересечение пучков. Одной из существенных модификаций эксперимента ATLAS было внедрение в область между внутренним детектором и пучковым каналом дополнительного слоя пиксельных полупроводниковых координатных детекторов (Insertable B-Layer, IBL), призванных повысить разрешение измерений координат вторичных вершин.

Высокое качество работы детектора ATLAS при этих новых условиях подтверждается первыми физическими результатами, полученными на основе

*E-mail: artem.maevskiy@cern.ch

новых данных. В данной статье представлены два результата по измерениям тяжелых адронов при $\sqrt{s} = 13$ ТэВ: измерения массы B^+ -мезона и доли J/ψ -мезонов, являющихся продуктами распадов b -адронов (непрямых J/ψ -мезонов). Кроме того, приведены результаты двух измерений, выполненных при 7 и 8 ТэВ: измерение парциальных ширин и поляризации в распадах $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{(*)+}$ и параметров CP-нарушения в распаде $B_s^0 \rightarrow J/\psi \phi$.

1. ИЗМЕРЕНИЕ МАССЫ B^+ -МЕЗОНА ПРИ $\sqrt{s} = 13$ ТэВ

Для измерения массы B^+ -мезона использовался канал $B^+ \rightarrow J/\psi(\mu^+\mu^-)K^+$ [1]. Отбирались события с двумя мюонами, идентифицированными в мюонном спектрометре, треки которых фитировались в общую вершину. Эти два мюонных трека далее фитировались в общую вершину вместе с третьим треком, которому приписывалась масса K^+ -мезона. Распределение инвариантной массы данной системы из трех треков затем фитировалось методом наибольшего правдоподобия с одной сигнальной и тремя фоновыми компонентами. На рис. 1 показаны распределение инвариантной

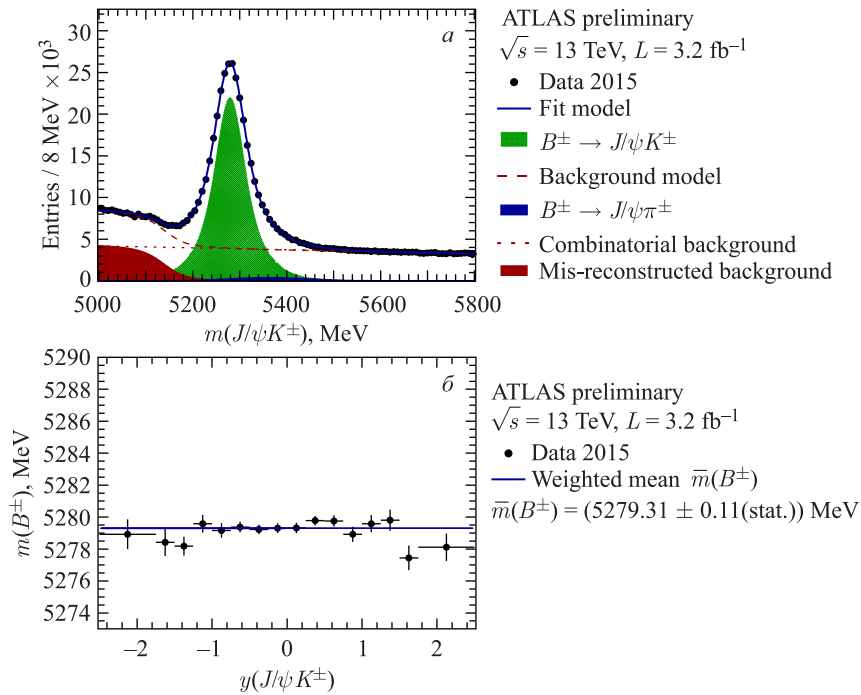


Рис. 1. Распределение инвариантной массы кандидатов в B^+ -мезоны, а также различные компоненты массового фита (а); измерения массы в различных интервалах по быстройте y кандидатов в B^+ -мезоны (б)

массы (рис. *a*) и величина фитированной массы в интервалах по быстройте y кандидатов в B^+ -мезоны (рис. *b*).

Из рис. 1, *b* видно, что измеренные в интервалах y значения массы отклоняются от их взвешенного среднего значения $((5279,31 \pm 0,11(\text{стат.}) \pm 0,25(\text{сист.})) \text{ МэВ})^*$ менее чем на 0,1%, что говорит о хорошей калибровке внутреннего детектора.

2. ИЗМЕРЕНИЕ ДОЛИ НЕПРЯМЫХ J/ψ -МЕЗОНОВ ПРИ $\sqrt{s} = 13 \text{ ТэВ}$

Для идентификации J/ψ использовался канал $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$ [2]. Распределения J/ψ -кандидатов по инвариантной массе и собственному времени

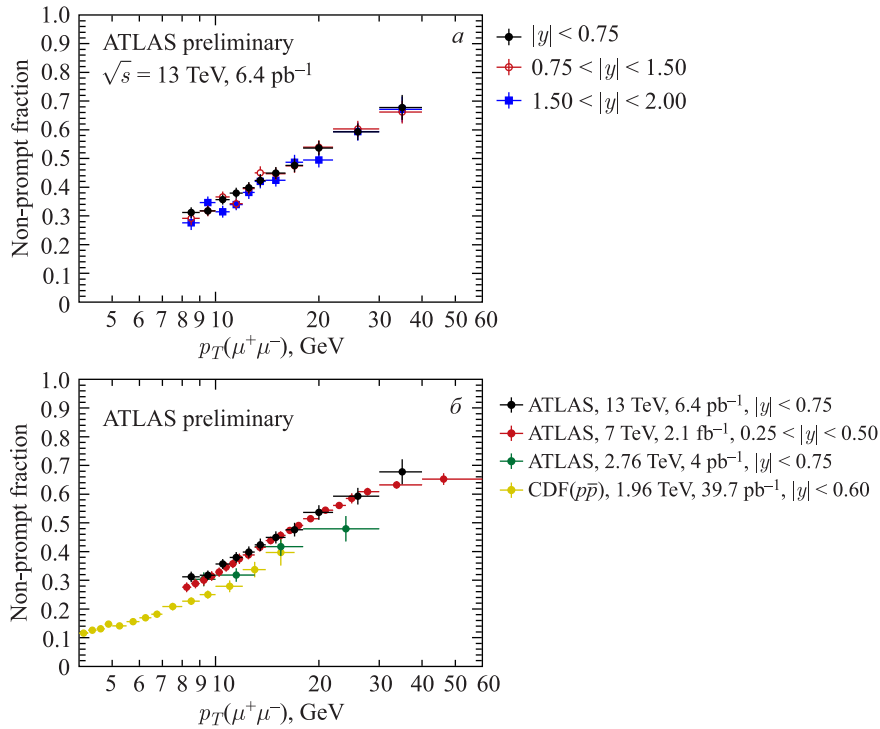


Рис. 2. Зависимость доли не прямых J/ψ от поперечного импульса для трех интервалов по быстройте (*a*) и для центральной области быстройте в сравнении с прошлыми результатами ATLAS и результатом эксперимента CDF (*b*)

*Приведенная систематическая ошибка является неполной, так как не включает ошибку, связанную с калибровкой внутреннего детектора по определению координат и поперечных импульсов частиц.

жизни одновременно фитировались методом наибольшего правдоподобия с двумя сигнальными (прямые и не прямые J/ψ) и тремя фоновыми компонентами. Измеренные значения доли не прямых J/ψ в зависимости от поперечного импульса представлены на рис. 2.

Из рис. 2, *а* видно, что результат слабо зависит от быстроты J/ψ -мезона. Для центральных быстрот на рис. 2, *б* следует, что при энергиях от 7 до 13 ТэВ измеренные значения долей не прямых J/ψ совпадают в пределах доступной точности в противоположность их увеличению от меньших энергий до 7 ТэВ.

3. ИЗУЧЕНИЕ РАСПАДОВ $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{(*)+}$ ПРИ $\sqrt{s} = 7$ И 8 ТэВ

B_c^+ -мезон является единственной известной слабо распадающейся частицей, состоящей из двух тяжелых кварков, благодаря чему он представляет особый интерес для понимания и проверки предсказаний квантовой хромодинамики (КХД). Свойства распадов $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{(*)+}$ были исследованы в эксперименте ATLAS [3] по данным первого сеанса работы детектора при энергиях pp -соударений 7 и 8 ТэВ в системе центра масс. Были измерены отношения между парциальными ширинами распадов $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{(*)+}$ и $B_c^+ \rightarrow J/\psi \pi^+$, а также относительная доля распадов $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{*+}$ через состояние с поперечной поляризацией J/ψ и D_s^{*+} . Данные результаты показаны на рис. 3.

Результаты ATLAS находятся в согласии с LHCb и теоретическими предсказаниями в пределах погрешностей.

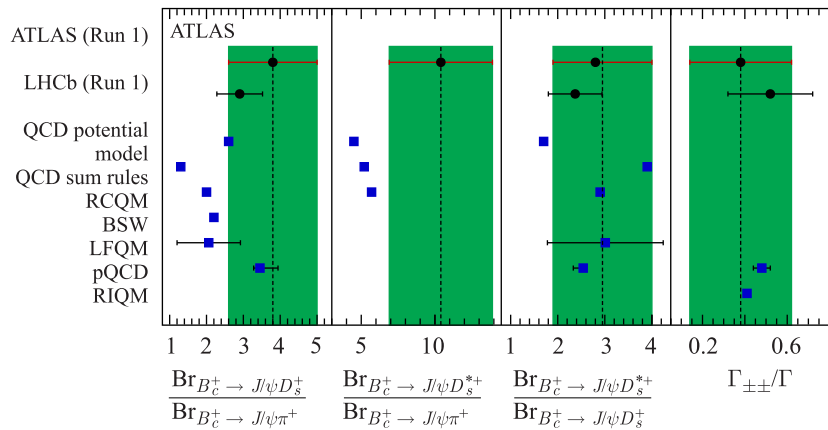


Рис. 3. Отношения парциальных шириин и поляризации распадов $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{(*)+}$ и $B_c^+ \rightarrow J/\psi \pi^+$, измеренные в ATLAS, в сравнении с результатом LHCb и рядом теоретических предсказаний [3]

4. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СР-НАРУШЕНИЯ В РАСПАДЕ $B_s^0 \rightarrow J/\psi\phi$

Проявления новой физики могут влиять на значение слабой фазы ϕ_s , характеризующей СР-нарушение в распаде $B_s^0 \rightarrow J/\psi\phi$. Значение этой величины вместе с разностью ширинок тяжелых и легких состояний B_s^0 -мезона было измерено в эксперименте ATLAS по данным pp -соударений при $\sqrt{s} = 7$ и 8 ТэВ [4]. Данный результат представлен на рис. 4. Видно, что в пределах

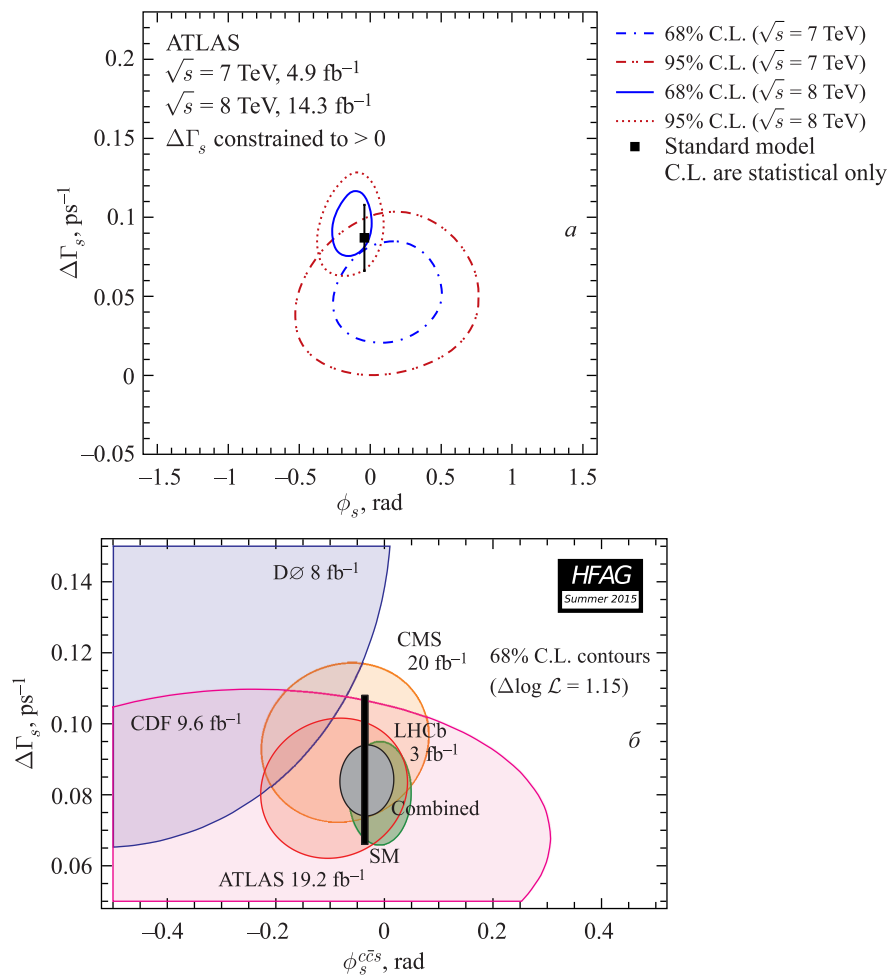


Рис. 4. Контуры правдоподобия в плоскости $\Delta\Gamma_s - \phi_s$ для результата ATLAS (a) и других экспериментов с комбинацией [5] их результатов (б)

имеющейся точности результат ATLAS согласуется с другими экспериментами и с предсказанием Стандартной модели.

Благодарности. Работа была выполнена при частичной поддержке РФФИ, грант № 15-02-08133.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *ATLAS Collab.* ATLAS-CONF-2015-064. 2015.
2. *ATLAS Collab.* ATLAS-CONF-2015-030. 2015.
3. Aad G. et al. (*ATLAS Collab.*) // Eur. Phys. J. C. 2016. V. 76. P. 4.
4. Aad G. et al. (*ATLAS Collab.*). arXiv:1601.03297[hep-ex].
5. Amhis Y. et al. (*Heavy Flavor Averaging Group (HFAG) Collab.*). arXiv: 1412.7515 [hep-ex]; <http://slac.stanford.edu/xorg/hfag>.