

Изучение многочастичных распадов прелестных барионов Λ_b^0 в эксперименте LHCb на Большом адронном коллайдере

Керим Гусейнов

МГУ им. М. В. Ломоносова
Физический факультет
Кафедра общей ядерной физики

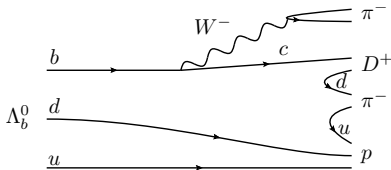
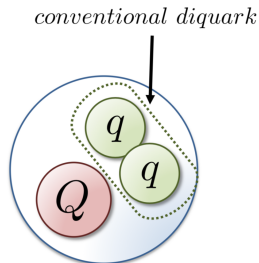
Ломоносов 2023, 11 апреля

Введение: распады прелестных барионов

- Проверка непертурбативных подходов в КХД,
- Большое высвобождение энергии, а значит, богатая резонансная структура.

Переход $b \rightarrow c$ на кварковом уровне:

- очарованный барион или D -мезон и протон в конечном состоянии: адронизация c -кварка,
- изучение как очарованных мезонов, так и барионов,
- разрешенный ККМ переход – большая статистика событий.



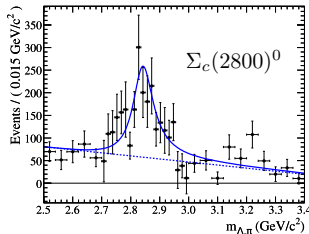
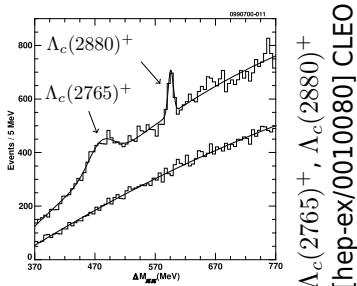
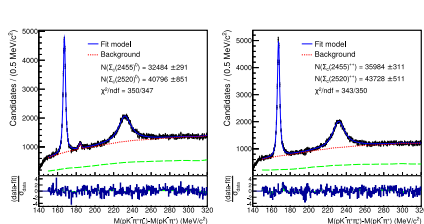
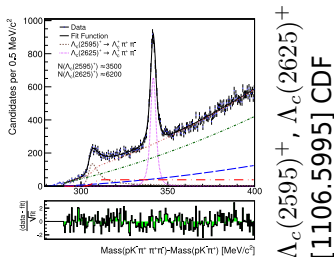
Примеры: $\Lambda_b^0 \rightarrow D^+ p \pi^- \pi^-$, $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda_c^+ \pi^+ \pi^- \pi^-$.

Известные очарованные барионные резонансы

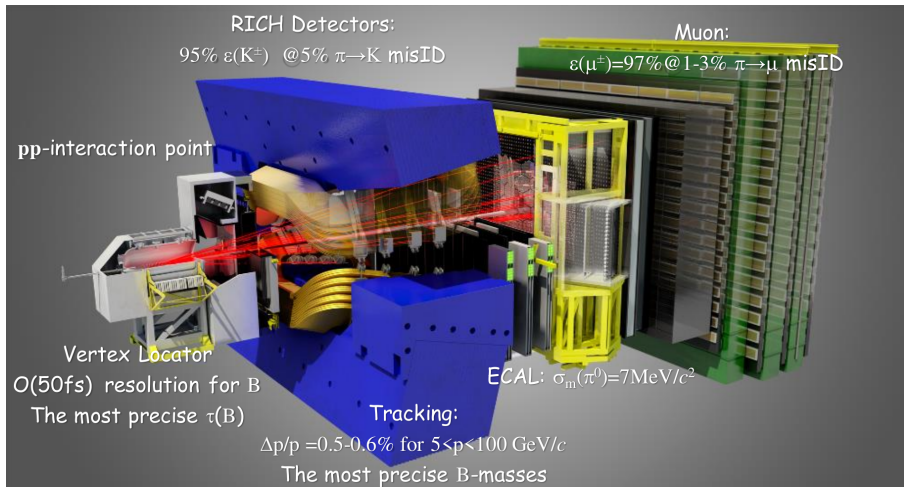
Барион	$I J^P$	Масса [МэВ/ c^2]	Ширина [МэВ]
$\Lambda_c(2595)^+$	$0 1/2^-$	2592.15 ± 0.28	2.6 ± 0.6
$\Lambda_c(2625)^+$	$0 3/2^-$	2628.11 ± 0.19	$< 0.97 @ 90\% CL$
$\Lambda_c(2765)^+(\Sigma_c(2765)^+)$	$? ?^?$	2766.6 ± 2.5	50
$\Lambda_c(2860)^+$	$0 3/2^+$	$2856.1^{+2.3}_{-6.0}$	68^{+12}_{-22}
$\Lambda_c(2880)^+$	$0 5/2^+$	2881.63 ± 0.24	$5.6^{+0.8}_{-0.6}$
$\Lambda_c(2940)^+$	$0 3/2^-$	$2939.6^{+1.3}_{-1.5}$	20^{+6}_{-5}
$\Sigma_c(2455)$ ++ + 0	$1 1/2^+$	2453.97 ± 0.14	$1.89^{+0.09}_{-0.18}$
		2452.9 ± 0.4	$< 4.6 @ 90\% CL$
		2453.75 ± 0.14	$1.83^{+0.11}_{-0.19}$
$\Sigma_c(2520)$ ++ + 0	$1 3/2^+$	$2518.41^{+0.21}_{-0.19}$	$14.78^{+0.30}_{-0.40}$
		2517.5 ± 2.3	$< 17 @ 90\% CL$
		2518.48 ± 0.20	$15.3^{+0.4}_{-0.5}$
$\Sigma_c(2800)$ ++ + 0	$1 ?^?$	2801^{+4}_{-6}	75^{+22}_{-17}
		2792^{+14}_{-5}	62^{+60}_{-40}
		2806^{+5}_{-7}	72^{+22}_{-15}

[PDG]

Существующие измерения очарованных барионов

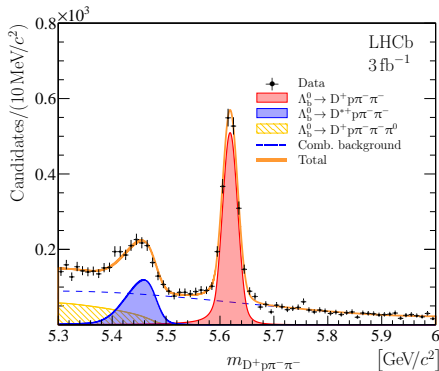


Детектор LHCb

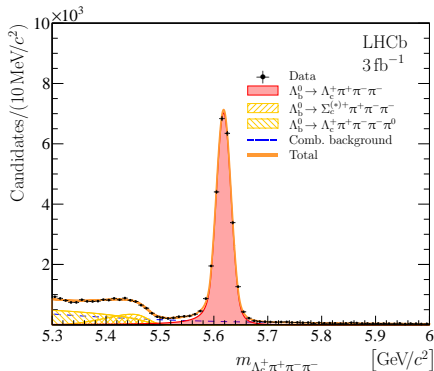


[JINST 3 S08005]

$\Lambda_b^0 \rightarrow D^{(*)+} p \pi^- \pi^-$ и $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda_c^+ 3\pi$, Run 1 (2011-2012)



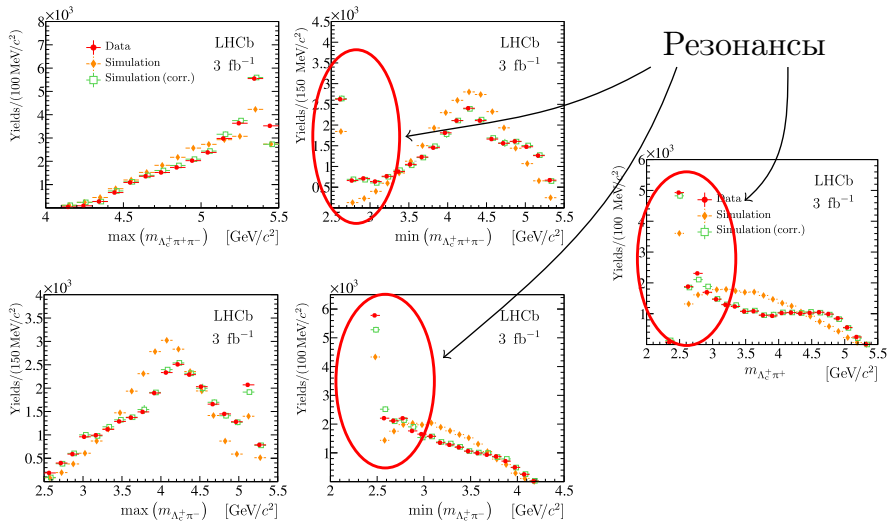
2000 событий



26 000 событий

[JHEP 03 (2022) 153]

Спектры $\Lambda_c^+ \pi^+ \pi^-$, $\Lambda_c^+ \pi^-$, $\Lambda_c^+ \pi^+$ Run 1

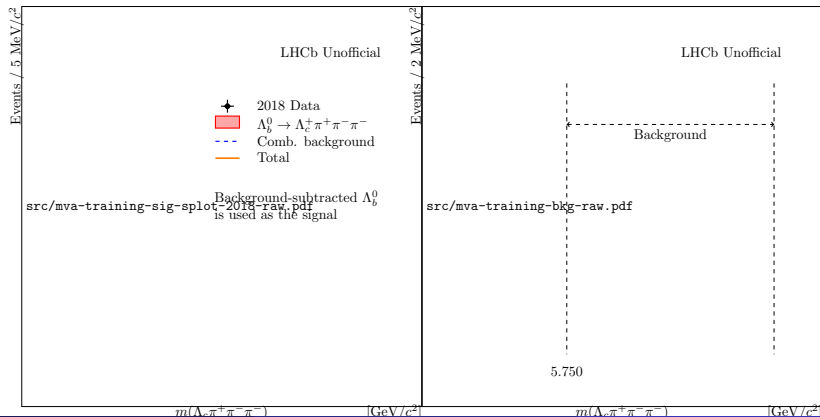


[JHEP 03 (2022) 153]

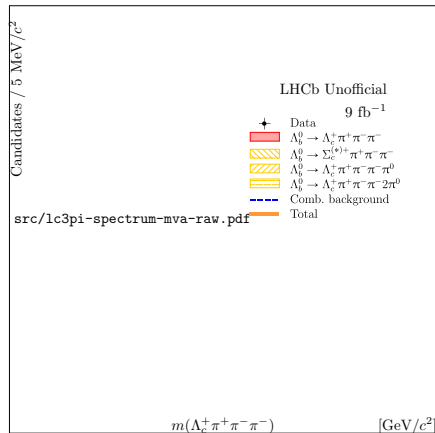
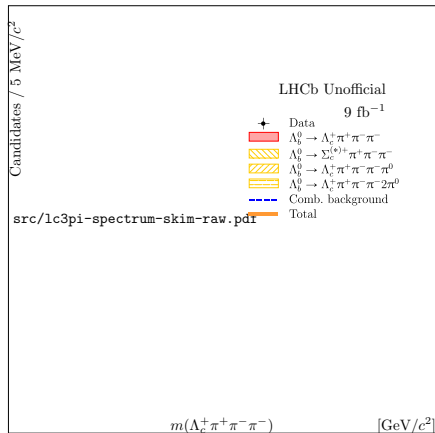
Отбор событий Run 1 (2011-2012) & 2 (2015-2018)

Предварительный отбор, за которым следует многопеременный анализ:

- 19 входных переменных: кинематика, качество реконструкции и идентификации,
- Тренировка только на данных, 9-кратная перекрестная проверка,



Улучшение качества сигнала в результате MVA



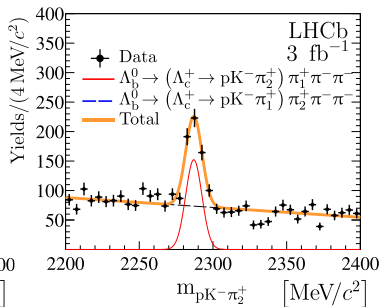
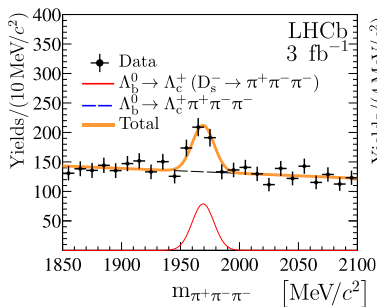
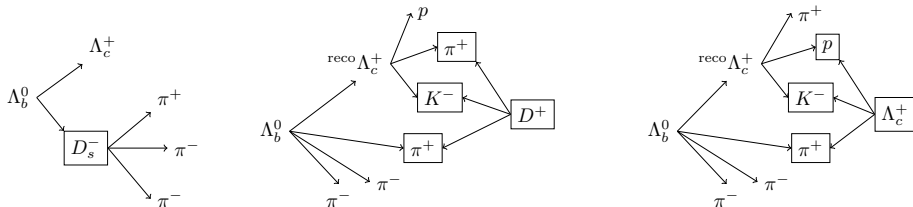
После предварительного отбора

После MVA

Сокращение фона в 5 раз при потере лишь 5% сигнала.

По сравнению с Run 1 сигнал возрос в 24 раза: $3\times$ от \mathcal{L} ($3 \rightarrow 9 \text{ fb}^{-1}$),
 $8\times$ от отбора.

Финальный отбор: исключение пикующего фона



[JHEP 03 (2022) 153]

- На большой статистике, собранной детектором LHCb в периоды 2011–2012 и 2015–2018, изучается распад $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda_c^+ \pi^+ \pi^- \pi^-$.
- Распад $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda_c^+ \pi^+ \pi^- \pi^-$ имеет богатую резонансную структуру и поэтому перспективен.
- Ожидается существенный вклад в адронную спектроскопию и поиск новых состояний.
- Ожидается существенное уточнение масс и естественных ширин очарованных барионных резонансов Λ_c^{*+} , Σ_c^* .
- Работа по изучению очарованных барионов в распаде $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda_c^+ \pi^+ \pi^- \pi^-$ активно продвигается.