

Мотивация

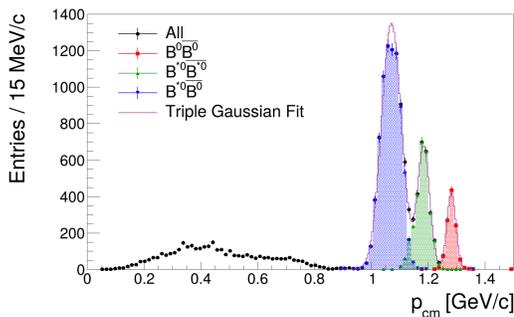
Одинокое рождение: разность масс и время жизни $B_{H,L}$ -мезонов таковы, что B^0 -мезон успевает проосциллировать с вероятностью $(18.60 \pm 0.11)\%$

Для рождения квантово-коррелированной пары вероятность осцилляции одного из B^0 -мезонов в случае:

- ▶ С-нечётной функции – $(18.60 \pm 0.11)\%$
- ▶ С-чётной функции – $(41.96 \pm 0.16)\%$

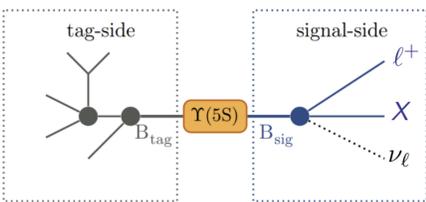
В отличие от $\Upsilon(4S)$, где $B^0-\bar{B}^0$ рождаются только в С-нечётном состоянии, на $\Upsilon(5S)$ имеют место все случаи:

- ▶ С-нечётные состояния: $B^0\bar{B}^0$, $B^{*0}\bar{B}^{*0}$ + те же распады с π^0
- ▶ С-чётные состояния: $B^0\bar{B}^{*0}$, $B^{*0}\bar{B}^0$ + те же распады с π^0
- ▶ состояния без определенной С-чётности: $B^{*0}B^-\pi^+$, $B^{*0}B^+\pi^-$ + зарядово сопряжённые



Идея анализа

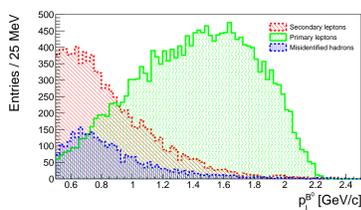
- ▶ **Задача:** измерить вероятности осцилляции B^0 -мезонов в разных С-состояниях, сравнить с теоретическими предсказаниями
- ▶ **Метод:** полное восстановление одного B -мезона или пары $B-\pi$ для определения моды распада $\Upsilon(5S)$
- ▶ Полное восстановление необходимо, чтобы измерить импульс B -мезона, по которому определяется С-чётность состояния



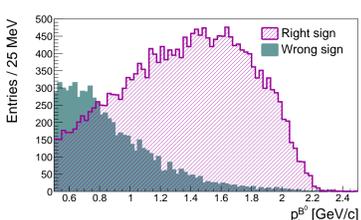
Изучение фона

Оптимизация основана на распределениях правильного и неправильного знака с учётом неправильно идентифицированных адронов

- ▶ Первичные, вторичные и неправильно идентифицированные адроны:

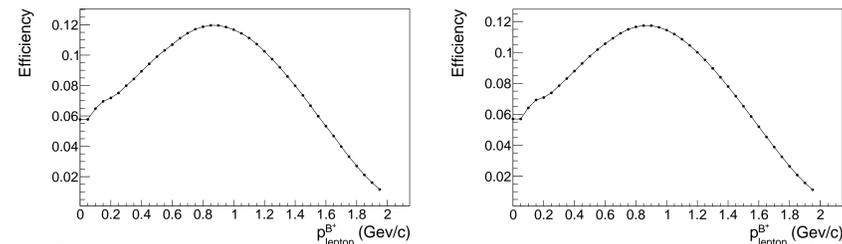


- ▶ Правильный и неправильный знаки:



Оптимизация критериев отбора

Сравнение статистической эффективности тагирования как функции импульса лептона в системе покоя B -мезона ($p_{lepton}^{B^0}$) на $\Upsilon(5S)$ и $\Upsilon(4S)$:



- ▶ Значение, которое вносят **неправильно тагированные события**, планируется получить с помощью оптимизации **импульса лептона в системе покоя B -мезона ($p_{lepton}^{B^0}$)**, используя $\Upsilon(4S)$ данные
- ▶ $\text{Eff} = \varepsilon \cdot (1 - 2\omega)^2$, где $\varepsilon = \frac{N(B^0+l)}{N(B^0)}$ – это доля полностью восстановленных событий B^0 , в которых в остатке события найден тагирующий заряженный лептон (e/μ), прошедший отбор, а ω – вероятность того, что знак найденного лептона указывает неверный аромат B -мезона
- ▶ $\chi_d^{\text{true}} = \frac{\chi_d^{\text{meas}} - \omega}{1 - 2\omega}$ – вероятность смешивания поправленная на долю ошибочного тагирования

$B^0 \rightarrow$	$ M(B^0) - 5.279 $
$D^-\pi^+$	$< 0.03 \text{ GeV}/c^2$
$D^{*-}\pi^+$	
$D^-\pi^+\pi^0$	$< 0.045 \text{ GeV}/c^2$
$D^{*-}\pi^+\pi^0$	
$D^-\pi^+\pi^+\pi^-$	$< 0.02 \text{ GeV}/c^2$
$D^{*-}\pi^+\pi^+\pi^-$	
$D^{*-}K^+K^-\pi^+$	
$D_s^+D^-$	$< 0.01 \text{ GeV}/c^2$
$D_s^{*+}D^-$	
$D_s^+D^{*-}$	
$D_s^{*+}D^{*-}$	
$J/\psi K^+\pi^-$	

Критерии отбора:

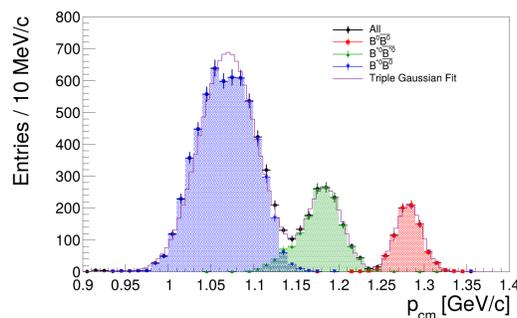
- ▶ $\text{sigProb} > 0.01$ – выход классификатора **FEI**
- ▶ $p_{lepton}^{B^0} > 1.0 \text{ GeV}/c$
- ▶ $eID > 0.9$ и $\mu ID > 0.9$
- ▶ $dr < 0.5 \text{ см}$ и $|dz| < 2 \text{ см}$

Вероятности осцилляции

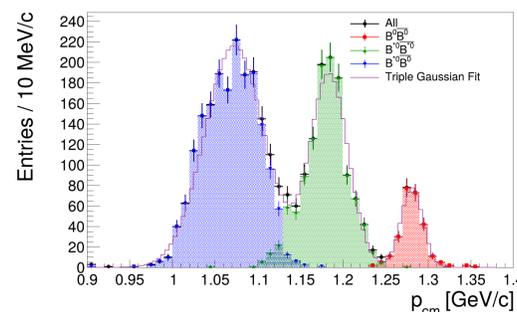
- ▶ После полного восстановления одного B -мезона производится поиск **заряженного лептона (e или μ)** в остатке события
- ▶ Лептоны разделяются по знаку заряда относительно аромата **полностью восстановленного B -мезона** на “правильный” знак (соответствующий прямому полулептонному распаду без осцилляции) и “неправильный” знак, который возникает вследствие осцилляции нейтральных мезонов или присутствия вторичных лептонов

Распределение на моделировании после применения прооптимизированных критериев отбора:

$B^0\ell^-$ пары на моделировании:



$B^0\ell^+$ пары на моделировании:



- ▶ $\Upsilon(5S) \rightarrow B^{(*)0}B^{(*)-}\pi^+$, в трех-частичном распаде нет пиков в импульсном распределении

Сигнальная переменная: поправленная масса отдачи в системе $B\pi$:

$$M_{rec}^1(B\pi) = \sqrt{(E_{cms} - E_{B\pi})^2 - p_{B\pi}^2} + M(B) - 5.279$$

Измерения f_{BBX} и f_{β}

- ▶ Алгоритм **FEI** даёт возможность определить эффективность восстановления лептонов и долю вторичных лептонов в событиях каждого типа $e^+e^- \rightarrow B\bar{B}X$
- ▶ В данной работе этот метод будет использован для восстановления B^0 , B^+ , B_s -мезонов
- ▶ Число событий с **одним лептоном** определяется как

$$N_{\ell} = 2N_{b\bar{b}} \cdot [f_s(\varepsilon_{\ell^+}^{(B_s^0)} + \varepsilon_{\ell^-}^{(B_s^0)}) + \frac{f_{BBX}}{2}(\varepsilon_{\ell^+}^{(B^0)} + \varepsilon_{\ell^-}^{(B^0)} + \varepsilon_{\ell^+}^{(B^+)} + \varepsilon_{\ell^-}^{(B^+)})]$$

- ▶ Число событий с **лептонами одинакового и противоположного знака** определяется как:

$$N_{\ell^+\ell^+} = N_{b\bar{b}} \cdot [2f_s \cdot \varepsilon_{\ell^+}^{(B_s^0)} \cdot \varepsilon_{\ell^+}^{(B_s^0)} + f_{BBX} \cdot (\varepsilon_{\ell^+}^{(B^0)} \cdot \varepsilon_{\ell^+}^{(B^0)} + \varepsilon_{\ell^+}^{(B^+)} \cdot \varepsilon_{\ell^+}^{(B^+)})]$$

$$N_{\ell^+\ell^-} = N_{b\bar{b}} \cdot [f_s((\varepsilon_{\ell^+}^{(B_s^0)})^2 + (\varepsilon_{\ell^-}^{(B_s^0)})^2) + \frac{f_{BBX}}{2}((\varepsilon_{\ell^+}^{(B^0)})^2 + (\varepsilon_{\ell^-}^{(B^0)})^2 + (\varepsilon_{\ell^+}^{(B^+)})^2 + (\varepsilon_{\ell^-}^{(B^+)})^2)]$$

- ▶ Возможно провести независимое измерение $f_{BBX} = 1 - f_s - f_{\beta}$ и измерение f_{β} с хорошей точностью
- ▶ Система из **трёх уравнений с двумя неизвестными параметрами f_s и f_{BBX}** , из которой получена следующая оценка долей рождения:

$$f_s = (21.4_{-5.8}^{+5.5})\% \quad f_{BBX} = (73.8_{-5.6}^{+6.0})\%$$

- ▶ Полученная статистическая точность примерно в три раза хуже, чем текущие среднемировые значения:

$$f_s = (21.4_{-1.7}^{+1.5})\% \quad f_{BBX} = (73.8_{-2.9}^{+1.5})\%$$

- ▶ Оценка вклада $f_{\beta} = (4.8_{-0.3}^{+0.2})\%$, что гораздо точнее современного значения

$$f_{\beta} = (4.8_{-0.5}^{+3.6})\%$$

Заключение

Получена оценка точности измерений вероятности осцилляции для четырех способов производства B^0 :

- ▶ $B\bar{B}$ – $(21.15 \pm 1.28)\%$
- ▶ $B\bar{B}^*$ – $(43.42 \pm 1.01)\%$
- ▶ B^*B^* – $(22.46 \pm 0.48)\%$
- ▶ $B^{(*)}B^{(*)}\pi^+$ – $(14.29 \pm 2.17)\%$