

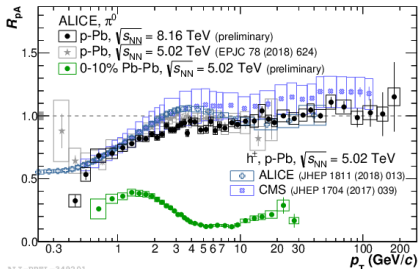
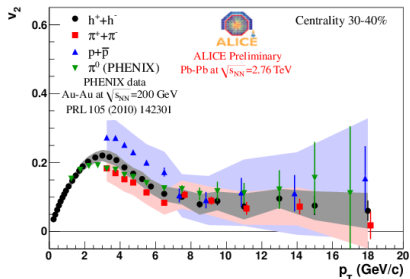
Измерение спектра нейтральных пионов с помощью калориметра PHOS эксперимента ALICE

Кусков В.А.

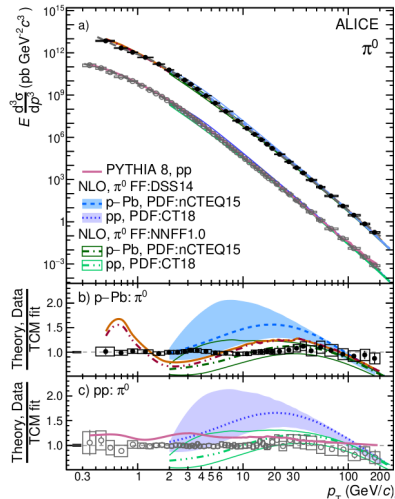
НИЯУ МИФИ

Научный руководитель: Блау Д.С.

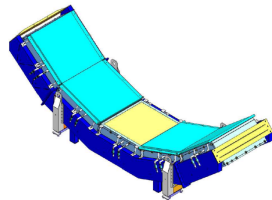
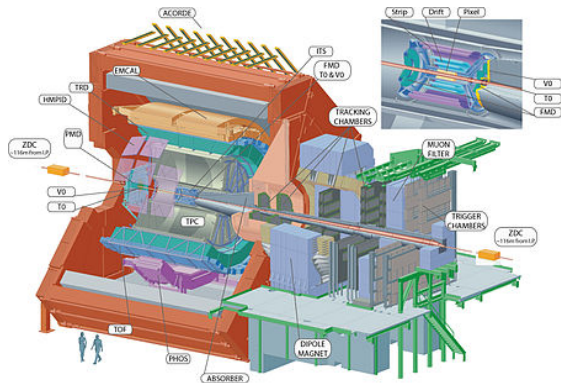
31 мая 2022



• Изучение PDF/nPDF:



В состав детектора ALICE входит фотонный спектрометр (PHOS), разработанный для измерения энергии фотонов и нейтральных мезонов.



| Параметр | Значение |
|--|-----------|
| $ Z_{vtx} $ | < 10 cm |
| Количество ячеек | > 2 |
| Минимальная энергия, MeV | 300/100 |
| Максимальная энергия, GeV | 120 |
| Время пролета, ns | 25 |
| Главная ось ливня M_{02} , cm^2 | 0.2 |
| CPV, σ | 2.5 |

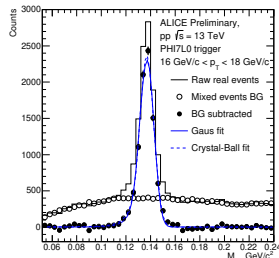
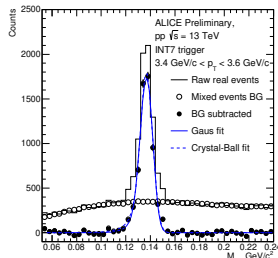
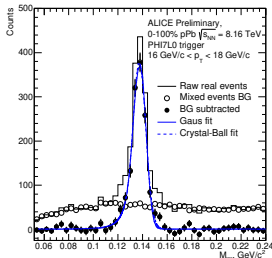
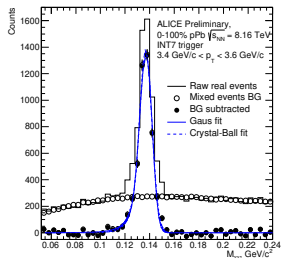
Отбирались данные по следующим триггерам:

- MB — детекторы V0A и V0C;
- L0 — низкоэнергетический триггер PHOS (L0);
- L1 — Высокоэнергетический триггер PHOS (L1).

At this analysis the following datasets were used:

- MC — LHC18b9[b,c], LHC18f5_2 with 20 p_T -hard bins;
- Real Data — LHC16[r,s], LHC17l_pass1.

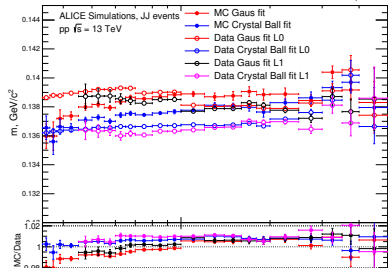
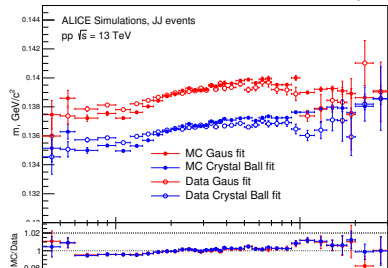
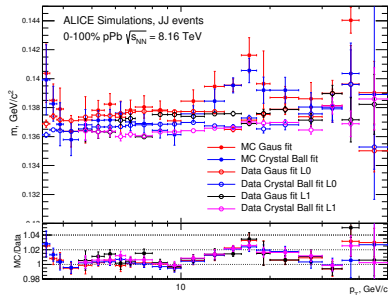
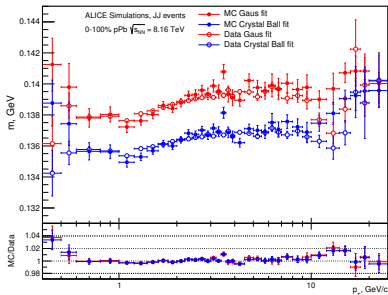
- 4 диапазона фитирования: $[0.055, 0.220]$ ГэВ/ c^2 , $[0.065, 0.22]$ ГэВ/ c^2 , $[0.55, 0.20]$ ГэВ/ c^2 , $[0.055, 0.24]$ ГэВ/ c^2 ;
- 2 функции описания комбинаторного фона — pol2 и pol3;
- 2 функции описания пика — Gaus и Crystal Ball.



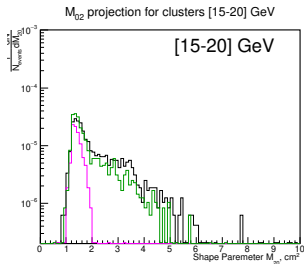
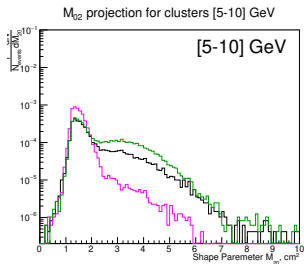
pPb-столкновения $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ ТэВ

pp-столкновения $\sqrt{s} = 13$ ТэВ

Метод инвариантных масс

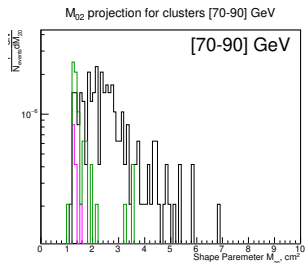
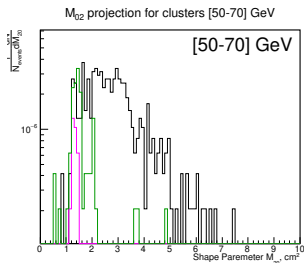
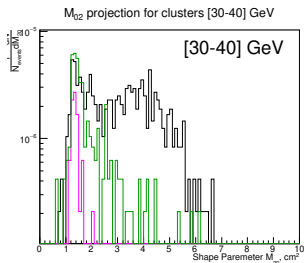


Отбор наложенных кластеров



- Merged clusters
- Single particle clusters
- Multiple particle clusters

0-100% pPb $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 8.16$ TeV
ALICE Simulations, JJ events

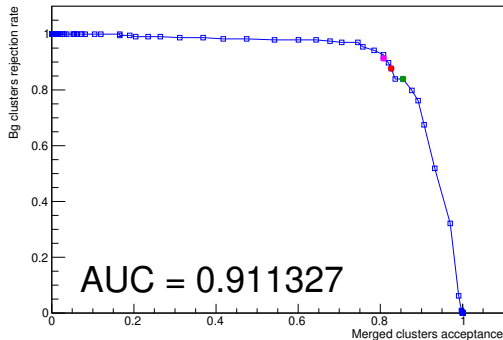


Отбор наложенных кластеров

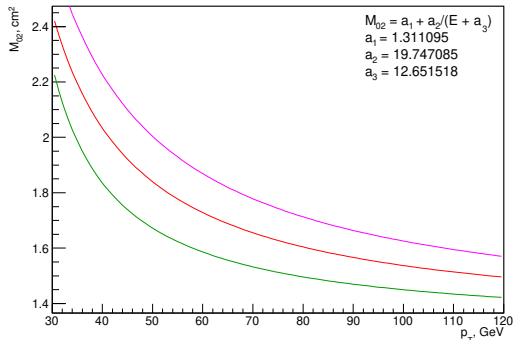
- Merged cluster acc. — $N_{merged}^{pass}(M_{02})/N_{merged}^{all}(M_{02})$;
- Bg rejection rate — $N_{notmerged}^{notpass}(M_{02})/N_{notmerged}^{all}(M_{02})$.

Каждая точка (синие квадраты) на ROC-кривой представляет ограничение на минимальный M_{02} от 0 до 10 cm^2 ([0;10], [0.1; 10], [0.2; 10] и т.д.).

ROC-curve [40-45]

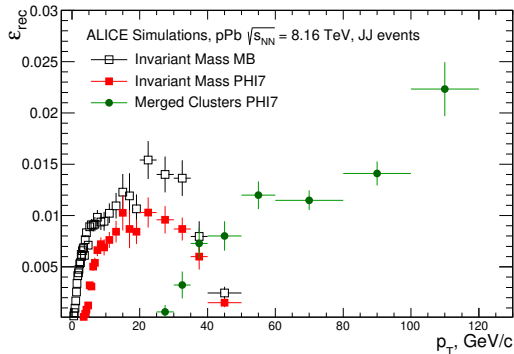
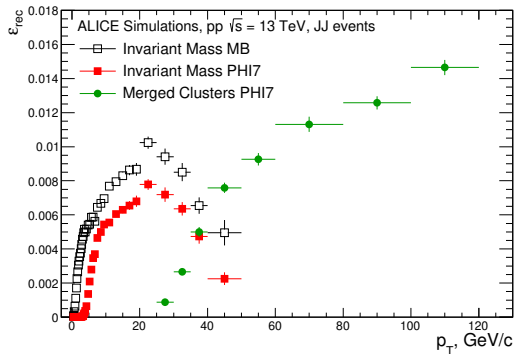


Fit Functions



Сырой спектр нейтральных пионов корректируется на эффективность реконструкции:

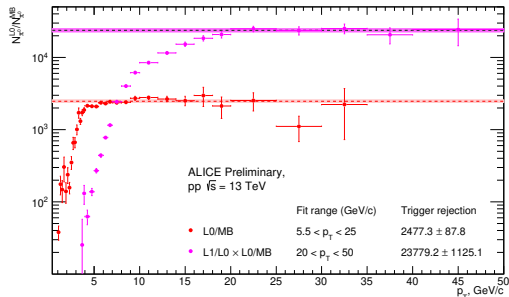
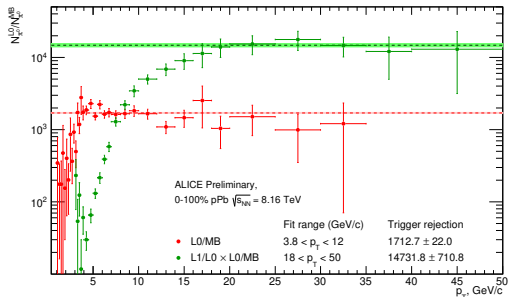
$$E \frac{d^3 N}{dp^3} = \frac{d^3 N}{p_T dp_T dy d\varphi} = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{N_{ev}} \frac{1}{p_T} \frac{1}{\varepsilon_{rec}} \frac{d^2 N}{dp_T dy}$$



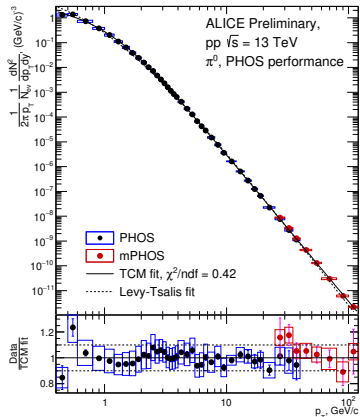
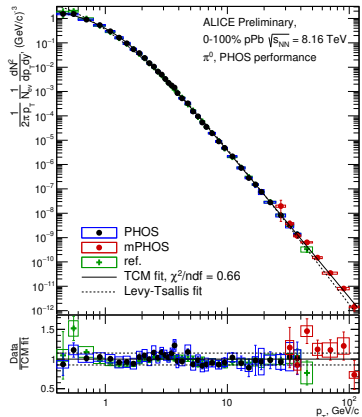
Trigger rejection factors

При регистрации событий по триггерам L0 и L1 необходимо также учитывать частоту срабатывания триггеров по отношению к событиям, зарегистрированным по триггеру MB с помощью коэффициента подавления триггеров (trigger rejection factor):

$$RF = \frac{dN_{Trig}/dy/dp_T}{dN_{MB}/dy/dp_T}$$



Спектр нейтральных пионов



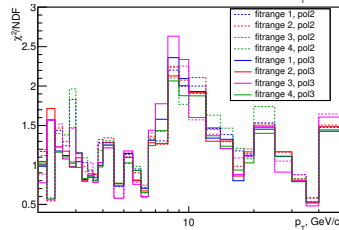
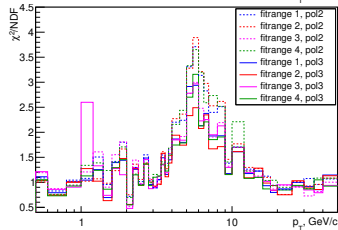
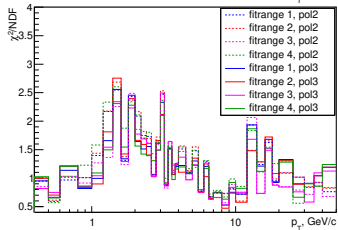
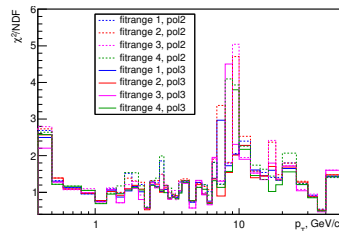
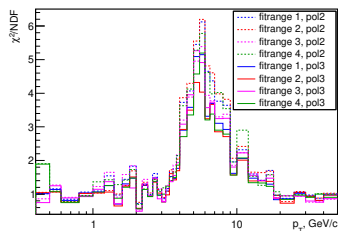
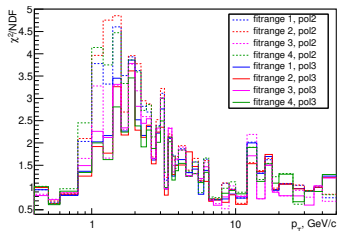
- Two-component model:

$$E \frac{d^3N}{dp^3} = A_e \exp\left(-\frac{E_T^{kin}}{T_e}\right) + A \left(1 + \frac{p_T^2}{T^2 \cdot n}\right)^{-n}$$

| | pPb | pp |
|----------------------------|-------------------|-------------------|
| $A_e, (\text{GeV}/c)^{-2}$ | 2.6 ± 0.8 | 4.6 ± 1.8 |
| T_e, GeV | 0.274 ± 0.019 | 0.175 ± 0.034 |
| $A, (\text{GeV}/c)^{-2}$ | 1.4 ± 0.3 | 1.4 ± 0.3 |
| T, GeV | 0.698 ± 0.028 | 0.645 ± 0.027 |
| n | 3.03 ± 0.02 | 2.96 ± 0.01 |
| χ^2/ndf | 0.66 | 0.42 |

- Разработан метод по отбору наложенных кластеров от π^0 в калориметре PHOS;
- Получен выход нейтральных пионов в pPb-столкновениях при $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ ТэВ методом инвариантных масс и методом наложенных кластеров, максимальное отклонение $\sim 40\%$, полученный спектр согласуется со спектром, опубликованным коллаборацией ALICE;
- Впервые получен выход нейтральных пионов в pp -столкновения при $\sqrt{s} = 13$ ТэВ;
- Метод наложенных кластеров позволил расширить диапазон реконструируемых нейтральных пионов до 120 ГэВ/с.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



$$f(m_{\gamma\gamma}, \sigma, \alpha) = \begin{cases} C \left[e^{-\frac{(m_{\gamma\gamma} - m)^2}{2\sigma^2}} + e^{\frac{m_{\gamma\gamma} - m}{\alpha}} \left(1 - e^{-\frac{(m_{\gamma\gamma} - m)^2}{2\sigma^2}} \right) \right], & m_{\gamma\gamma} < m \\ C \exp\left(-\frac{(m_{\gamma\gamma} - m)^2}{2\sigma^2}\right), & m_{\gamma\gamma} > m \end{cases} \quad (1)$$

$$f(m_{\gamma\gamma}, \sigma, n, \alpha) = \begin{cases} A(B - (m_{\gamma\gamma} - m)/\sigma)^n, & m_{\gamma\gamma} - m < -\alpha\sigma \\ C \exp\left(-\frac{(m_{\gamma\gamma} - m)^2}{2\sigma^2}\right), & m_{\gamma\gamma} - m > -\alpha\sigma \end{cases} \quad (2)$$

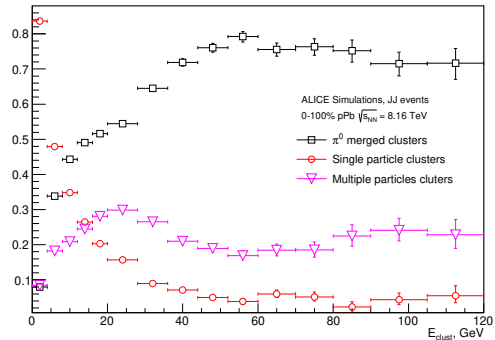
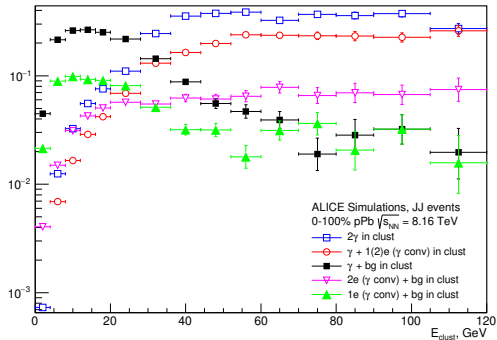
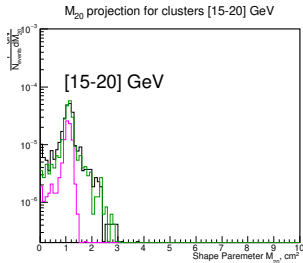
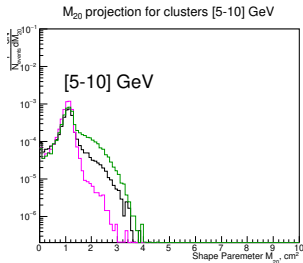
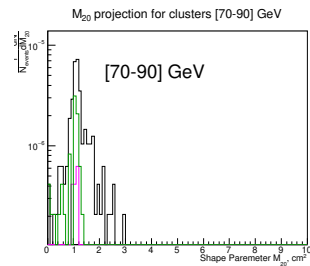
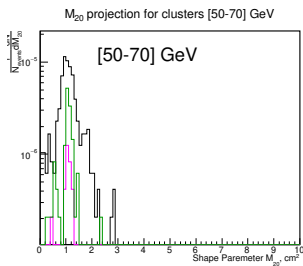
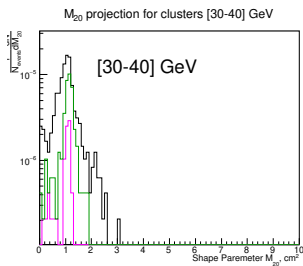


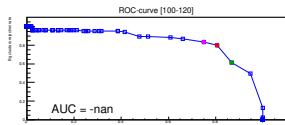
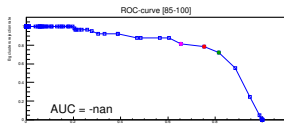
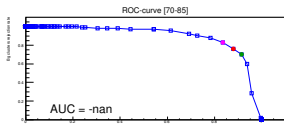
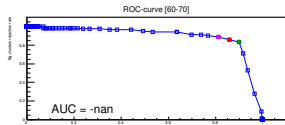
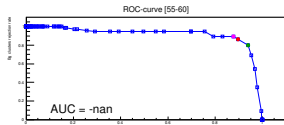
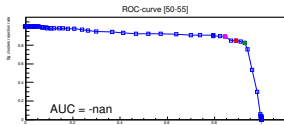
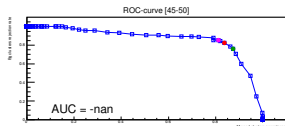
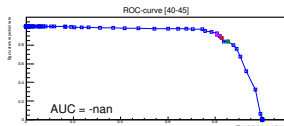
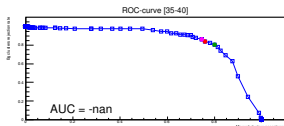
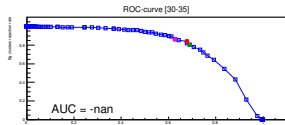
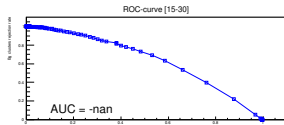
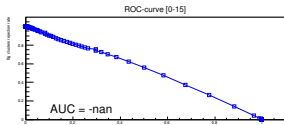
Рис.: Доли различных кластеров в выборке: а) – доли наложенных кластеров выделенных категорий; б) – доля всех наложенных кластеров среди всех кластеров PHOS

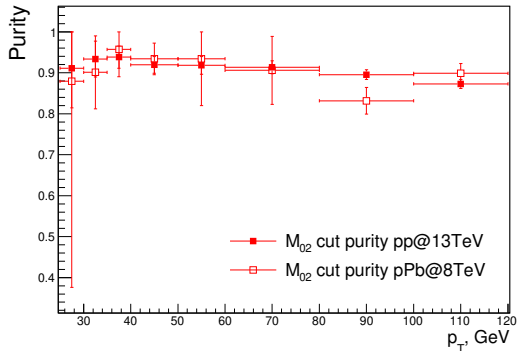
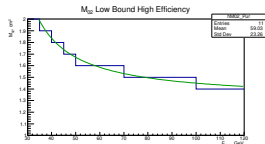
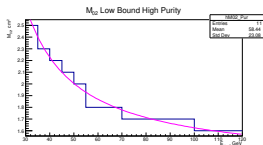
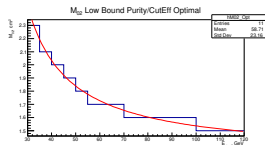


- Merged clusters
- Single particle clusters
- Multiple particle clusters

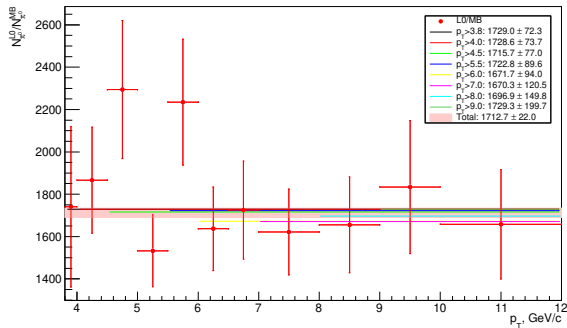
0-100% pPb $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ TeV
ALICE Simulations, JJ events







RF for PHIL0 trigger



RF for PHIL1 trigger

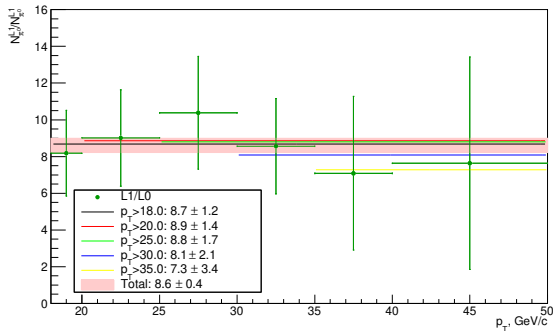


Рис.: Коэффициенты подавления триггеров: а) – для триггера L0 по отношению к триггеру MB; б) – для триггера L1 по отношению к триггеру L0