

XII Черенковские чтения.
Москва, ФИАН, 16 апреля 2019 г.

Образование частиц и ядер в СА- взаимодействиях под малым углом при энергии пучка 20.5 ГэВ/нуклон.

НИЦ «Курчатовский Институт» Институт Физики Высоких Энергий,
e-mail: Dmitriy.Elumahov@ihep.ru

*А.Г. Афонин, М.Ю. Боголюбский, А.А. Волков, Д.К. Елумахов, В.Н. Запольский,
А.А. Иванюков, А.Ю. Калинин, А.Н. Креницын, В.И. Крышкин, Н.В. Кулагин,
Д.И. Паталаха, К.А. Романишин, В.В. Скворцов, В.В. Талов, Л.К. Турчанович,
Ю.А. Чесноков.*

Введение

Основной задачей являлось измерение выхода адронов и ядерных фрагментов в С-А взаимодействиях в диапазоне магнитной жесткости 7-70 ГэВ/с в рамках предложения эксперимента *“Образование частиц в переднем направлении при взаимодействии протонов и ядер с ядрами”* (Препринт ИФВЭ 2013-11, ОЭФ).

Установка

Пучок: 90% ^{12}C , 1% ^6Li , 6% ^4He , 3% d, 20.5 A GeV.

Стохастический медленный вывод пучка $\sim 10^9$ за цикл 1.2 с.

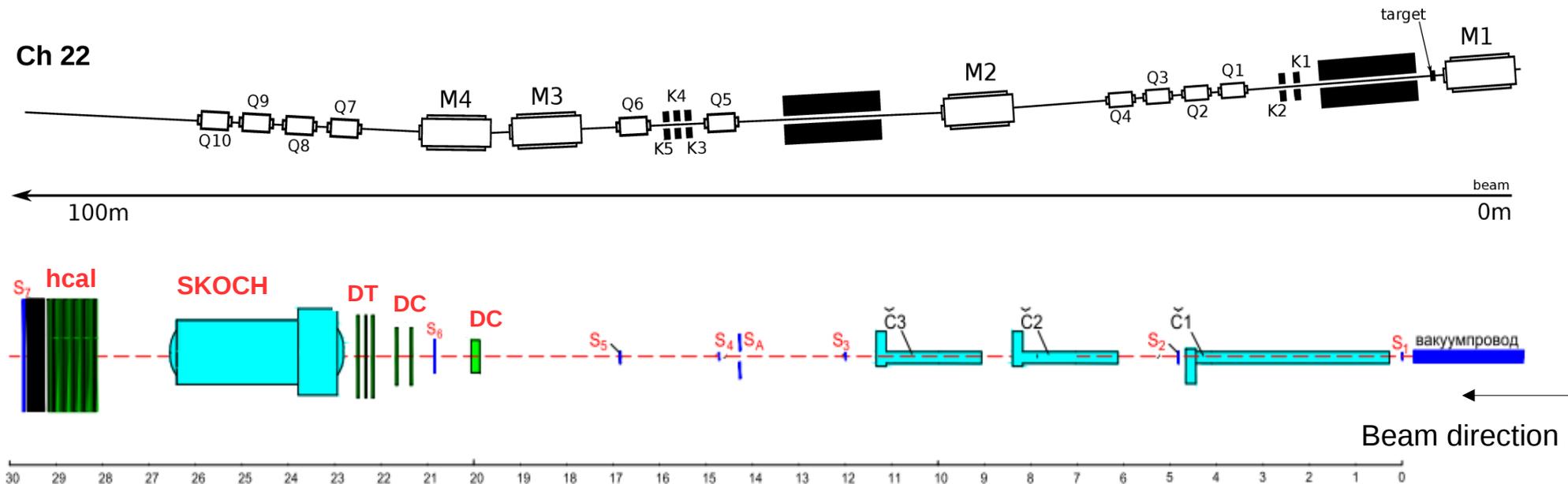
Интенсивность измеряется камерой вторичной эмиссии.

Мишени: C(1.9 см), Pb(1.8 см) и “пустая”.

Полная длина $\sim 120\text{м}$.

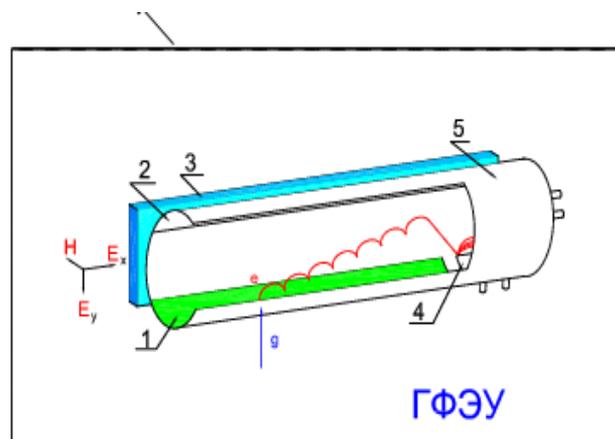
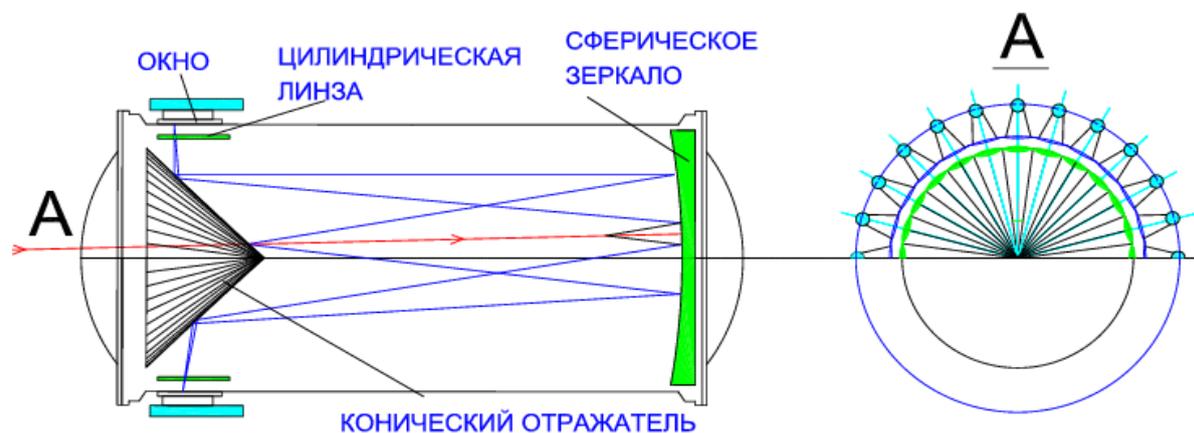
Акцептанс: ~ 3.4 мкр, 35 мкр.

Импульсный разброс: 1.2%, 2.4%.



S_i -сцинтилляционные счётчики, \check{C}_i - пороговые черенковские счётчики,
SKOCH – Спектрометр КОлец Черенковского излучения, **hCAL** – адронный
калориметр, **DT** – дрейфовые трубки, **DC** – дрейфовые камеры.

Спектрометр КОлец Черенковского излучения



24 ГФЭУ

~3.5 атм. Фреон-218

Отбор событий

Один трек в событии.

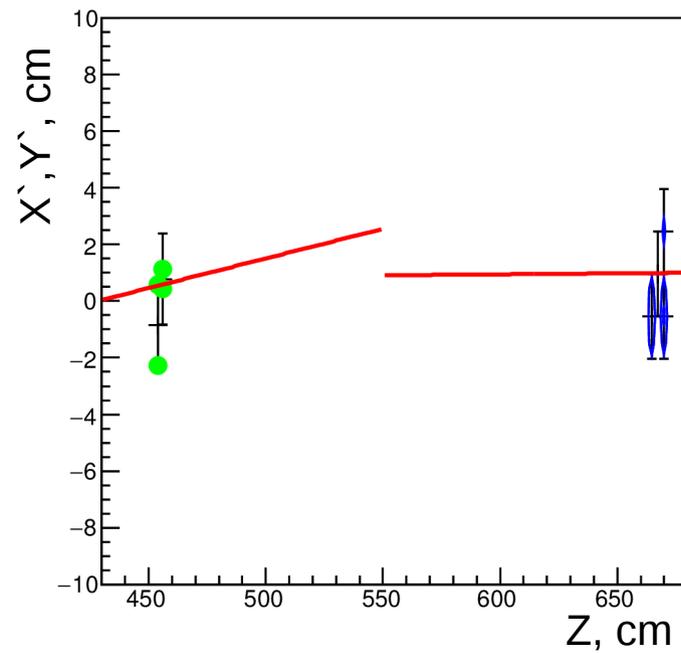
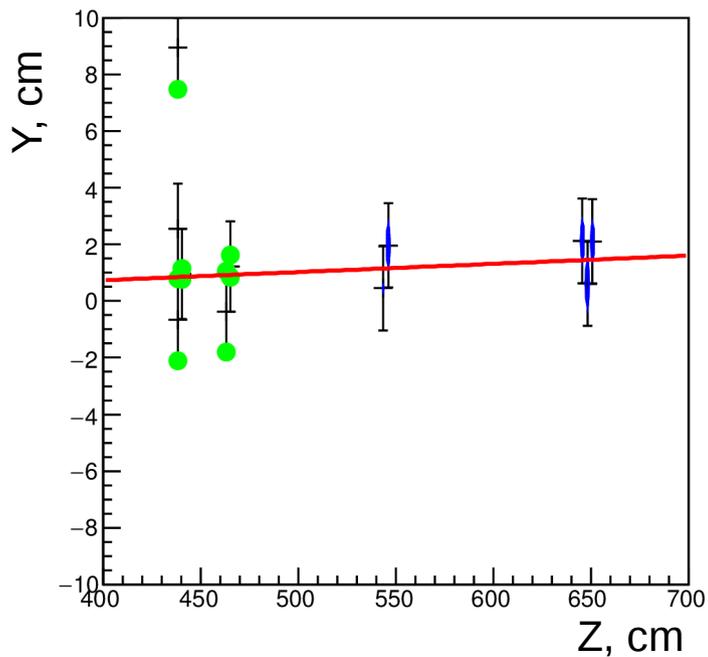
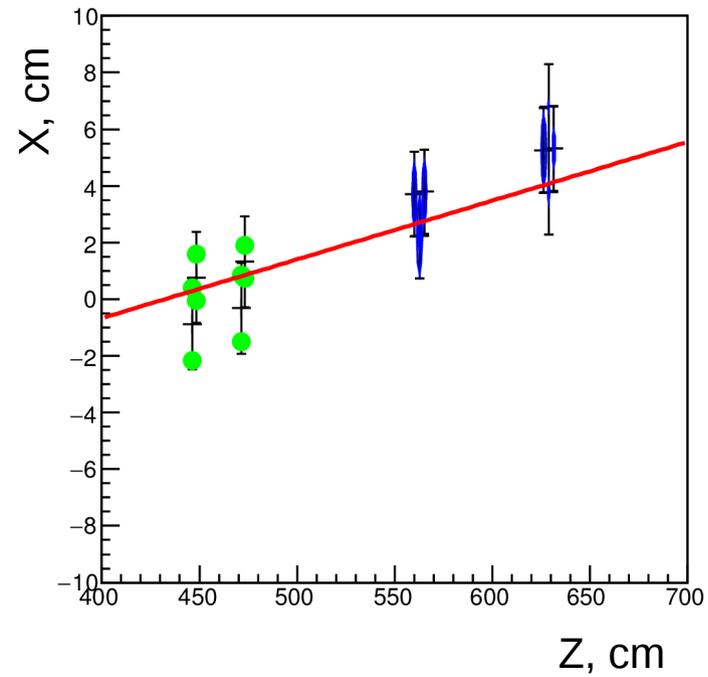
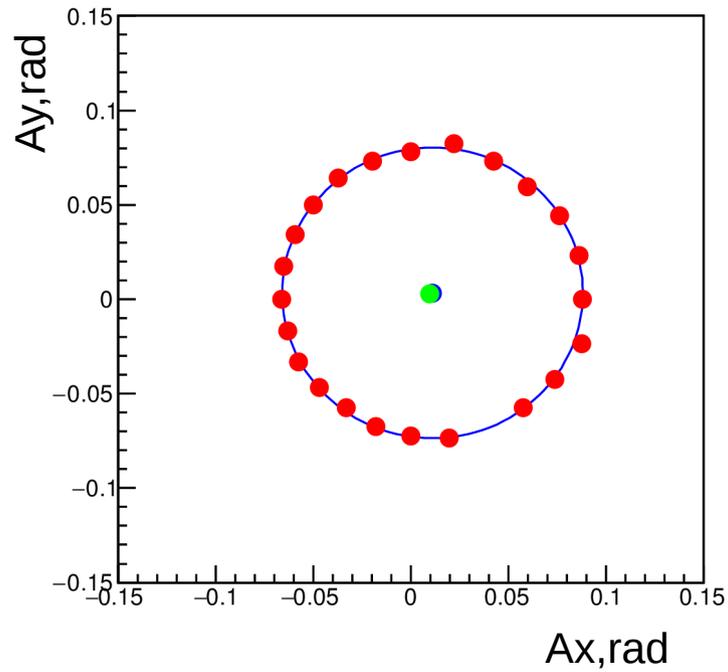
Энерговыделение в адронном калориметре более 5 ГэВ, для подавления мюонов.

Амплитуда во всех сцинтилляционных счетчиках, одном черенковском счетчике соответствует прохождению одной частицы ($\sim \sum z_i^2$).

Отношение энерговыделения в калориметре к магнитной жёсткости канала соответствует заряду частицы ($E \approx p^*z$).

В черенковском спектрометре есть кольцо, соответствующее треку, или отсутствует сигнал, если частица не даёт наблюдаемого черенковского света.

Пример события в СКОЧ и трековой системе



Реконструкция массы в СКОЧ

$$n^2 \cos^2(\theta) = \beta^{-2};$$
$$m_{reco}^2 = p^2 (n^2 \cos^2(\theta) - 1);$$

$$p = p_{ch} * z;$$

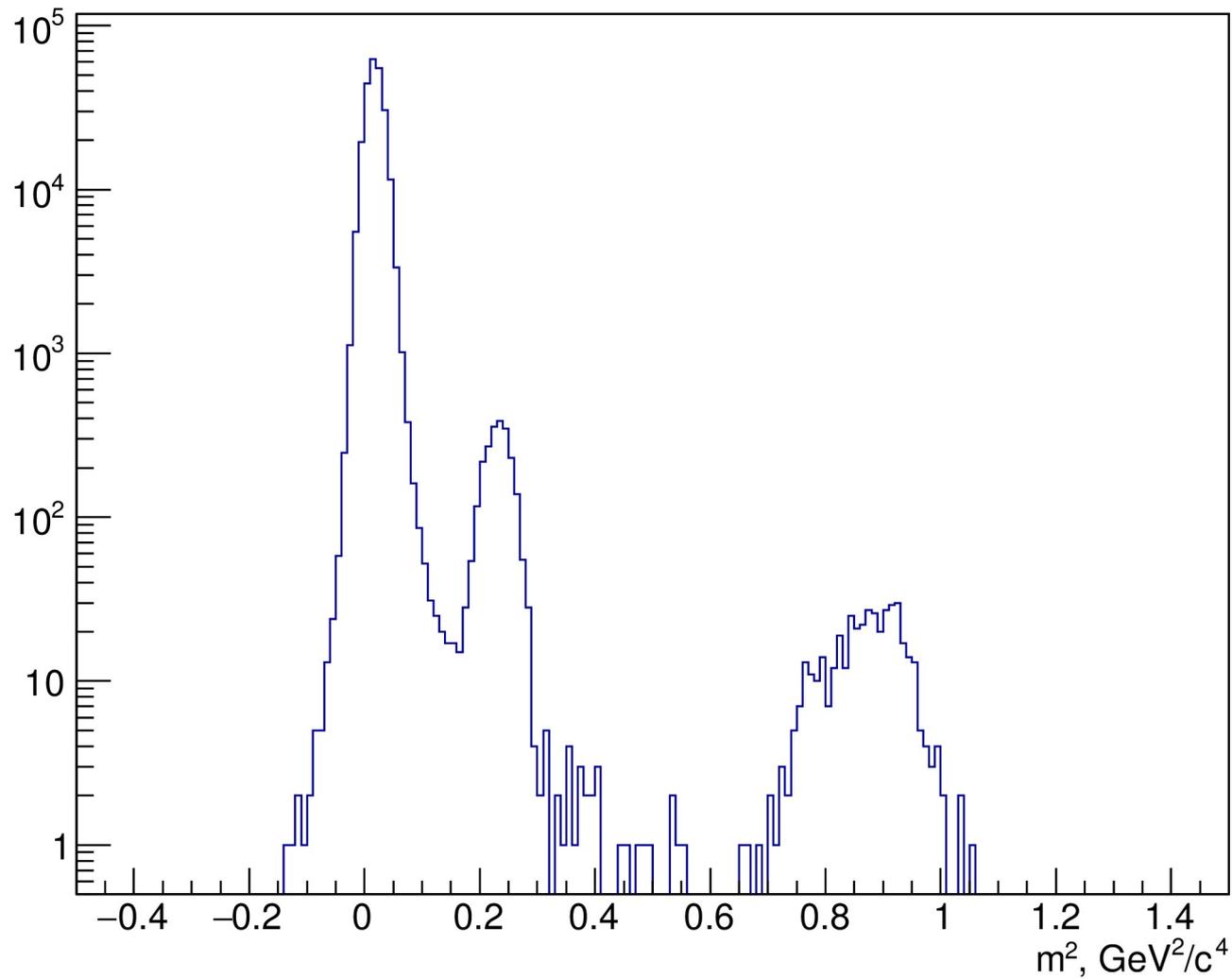
$$m_{reco}^2 = m_{real}^2 \left(\frac{p_{ch} * z}{p_{real}} \right)^2;$$

СКОЧ регистрирует фотоны черенковского света с углами от 40 до 120 мрад относительно оси детектора.

Максимальный угол черенковского излучения для релятивистских частиц составляет ~ 93 мрад.

Разрешение спектрометра ~ 0.5 - 1 мрад.

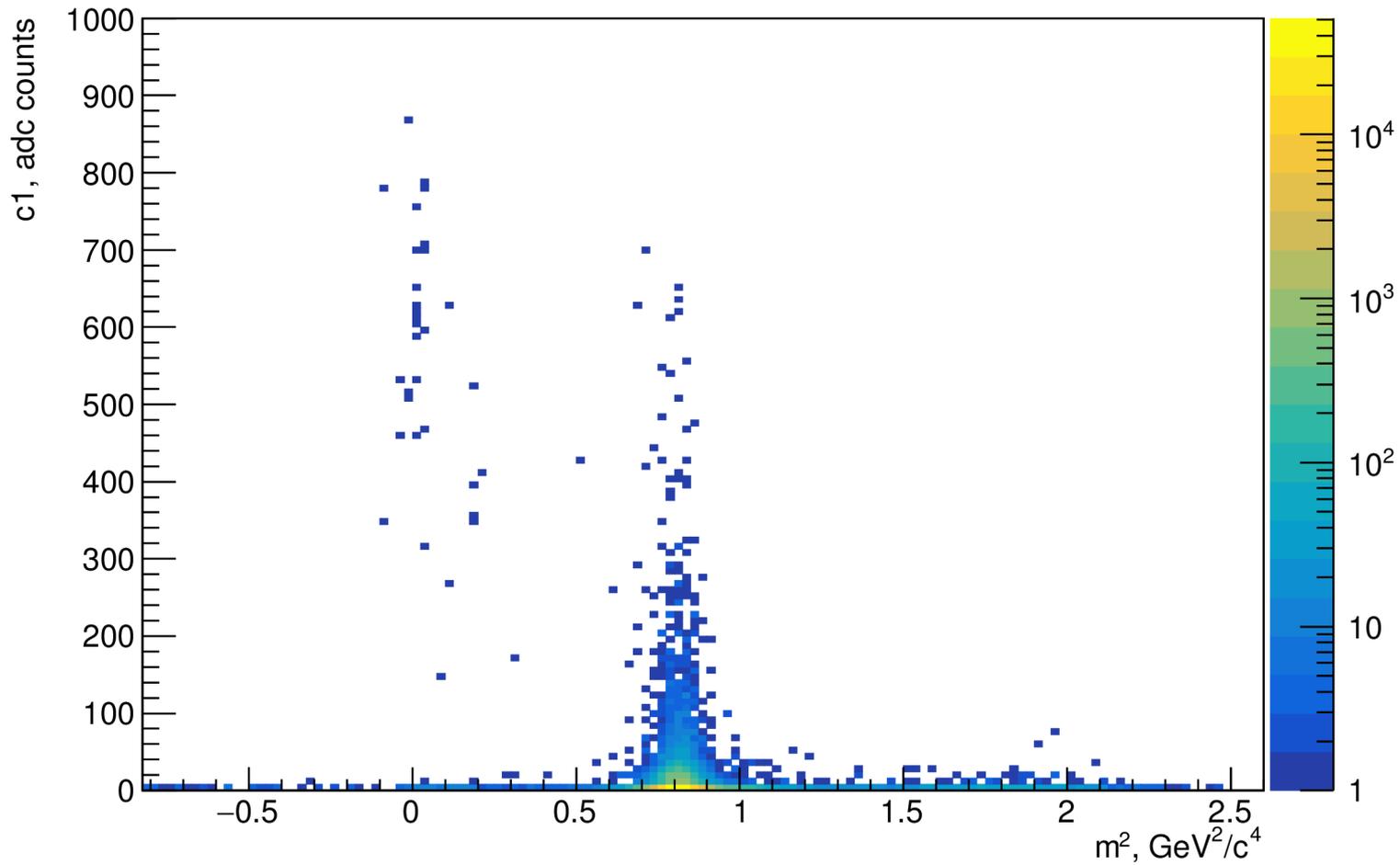
Идентификация частиц в СКОЧ



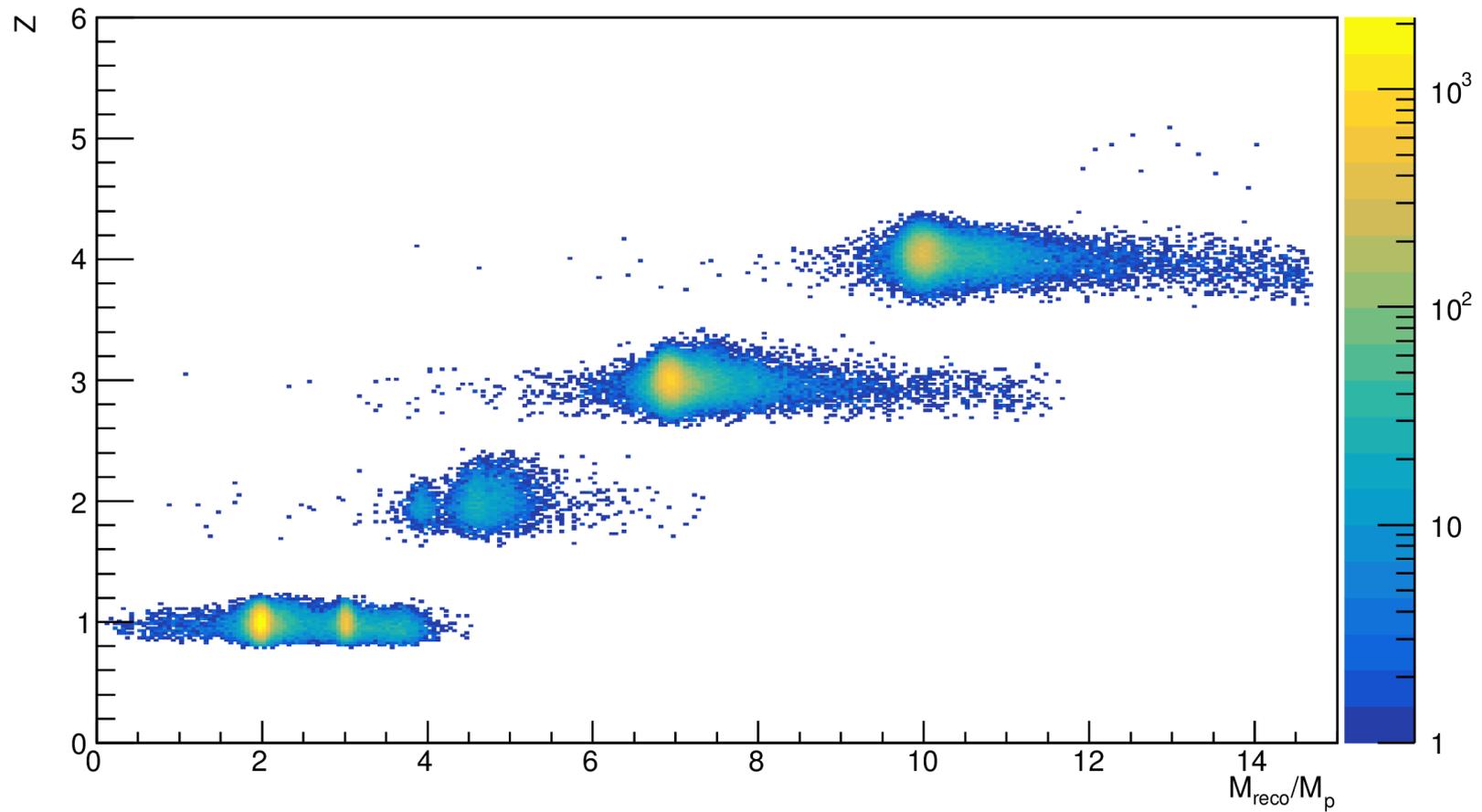
Настройка канала на 15 ГэВ/с, медленный вывод, отрицательная полярность.

Идентификация частиц в СКОЧ

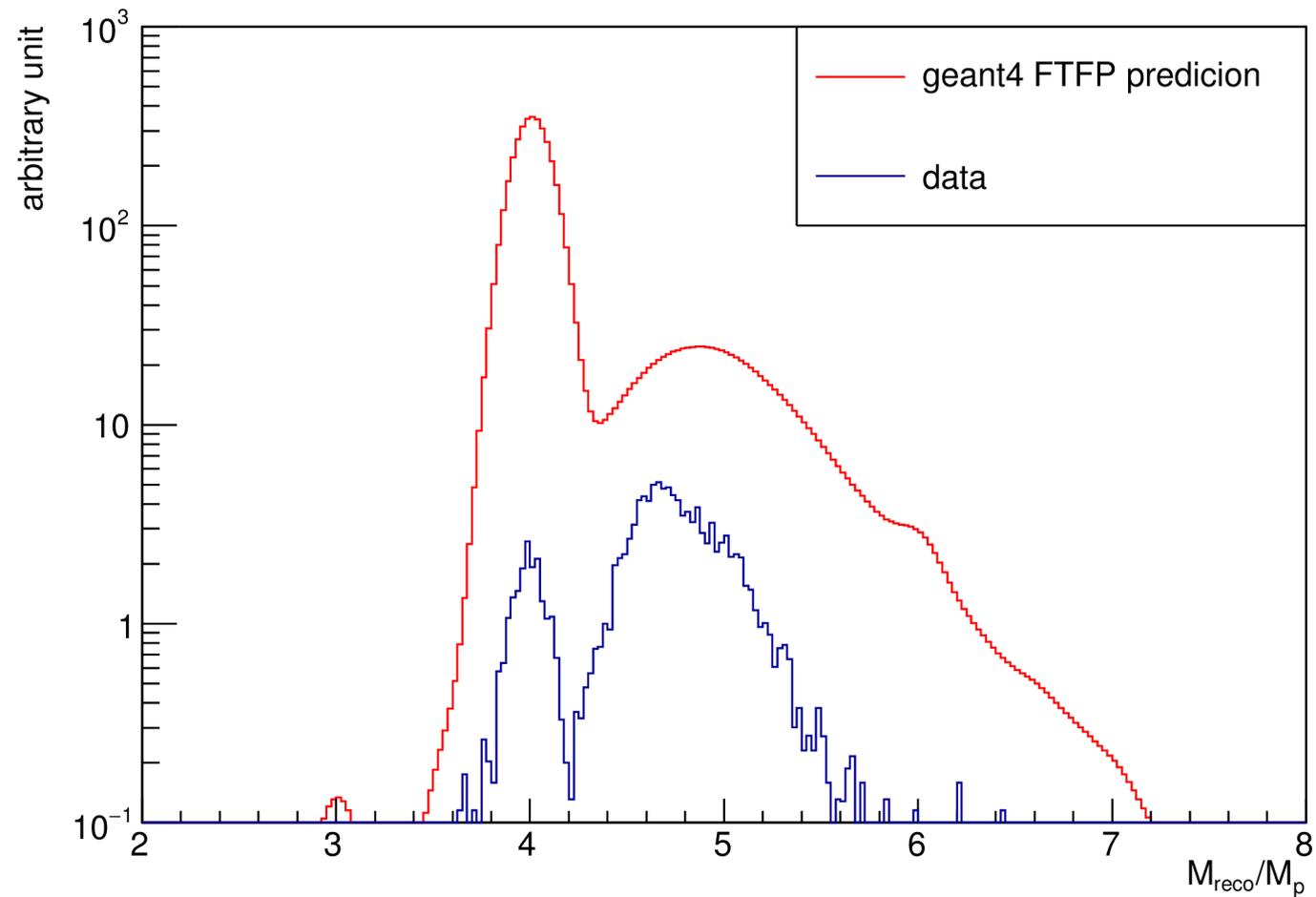
Выделение π^+ с помощью порогового счетчика.



Идентификация частиц в СКОЧ



Идентификация частиц в СКОЧ



Основные систематические ошибки измерений.

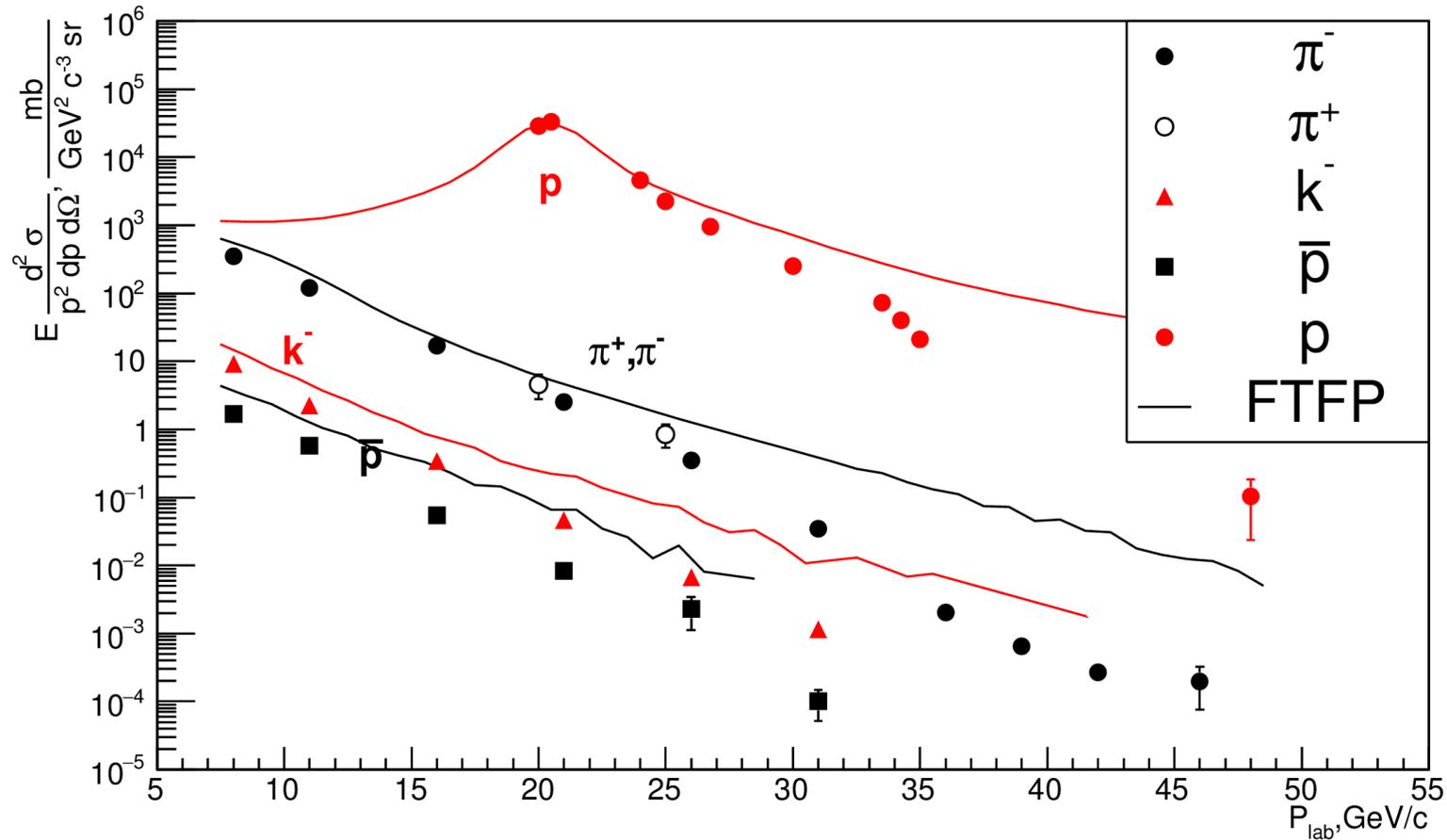
Калибровки монитора ~ 30%.

Акцептанс (контроль положения и профиля пучка) ~ 20%.

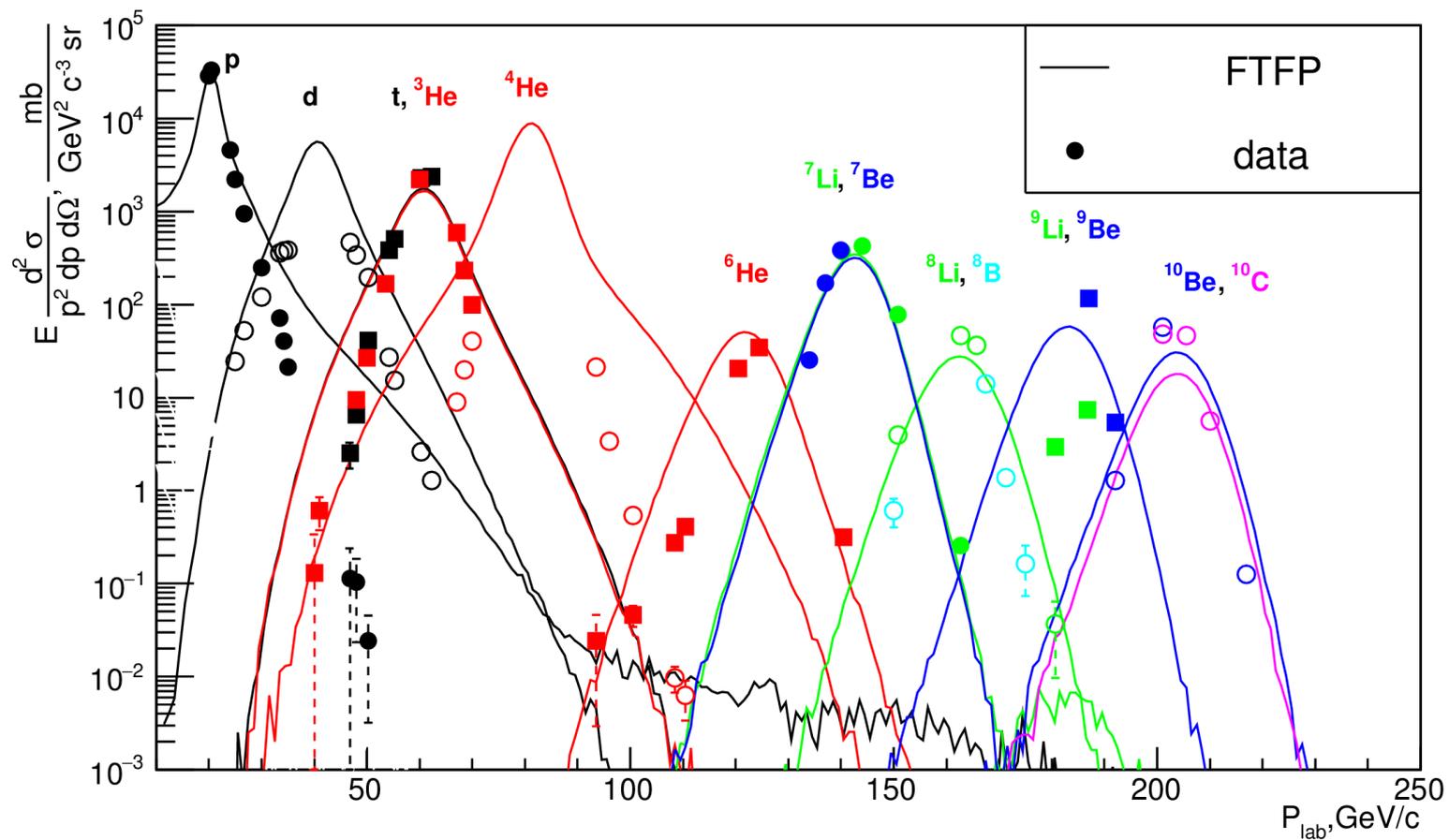
Вычитание фона “пустой” мишени ~ 10%.

Точность установки магнитной жесткости канала ~ 2%.

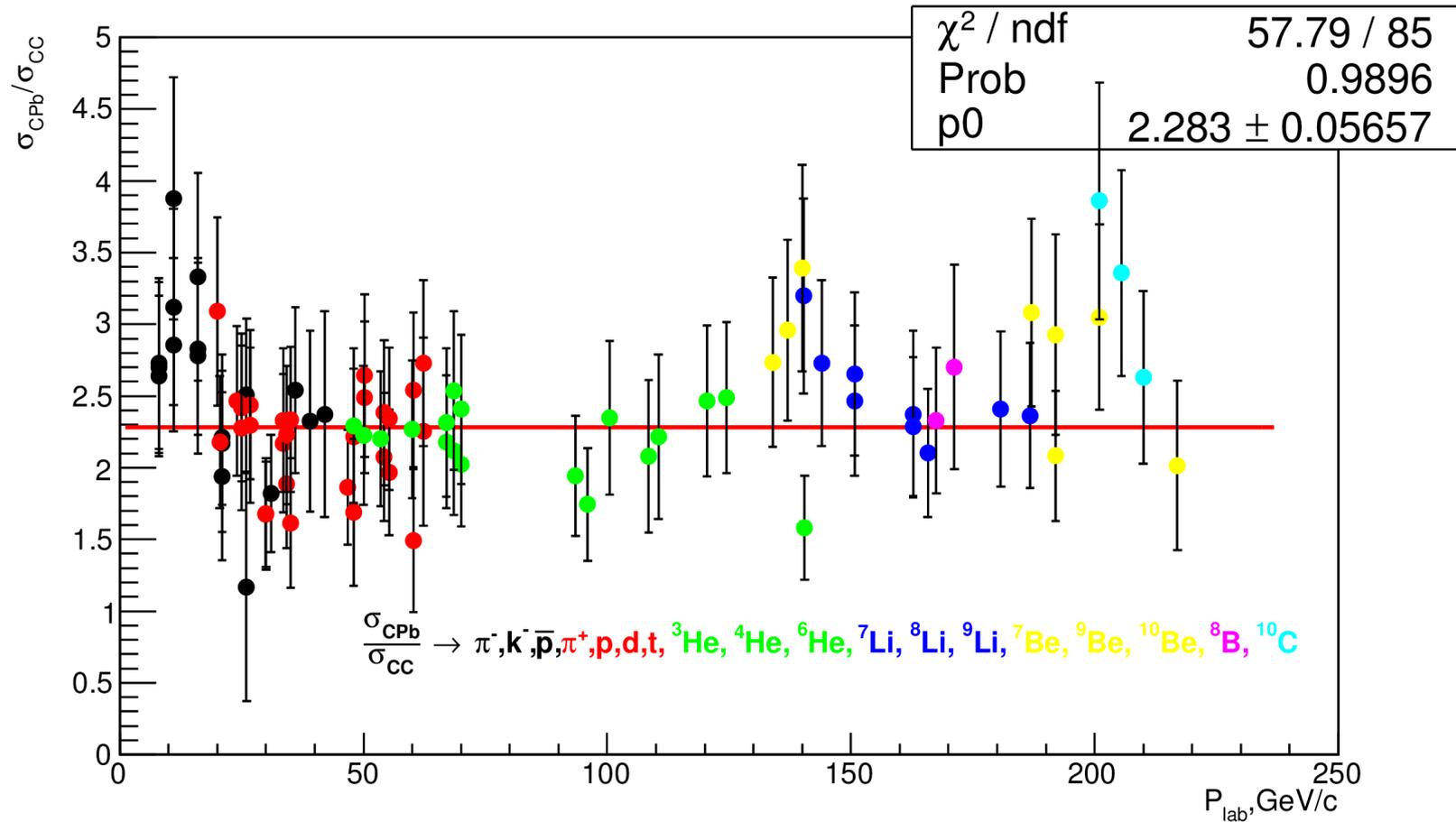
Инклюзивные сечения образования p, \bar{p}, π^+, π^- и K^- мезонов.



Инклюзивные сечения образования фрагментов.



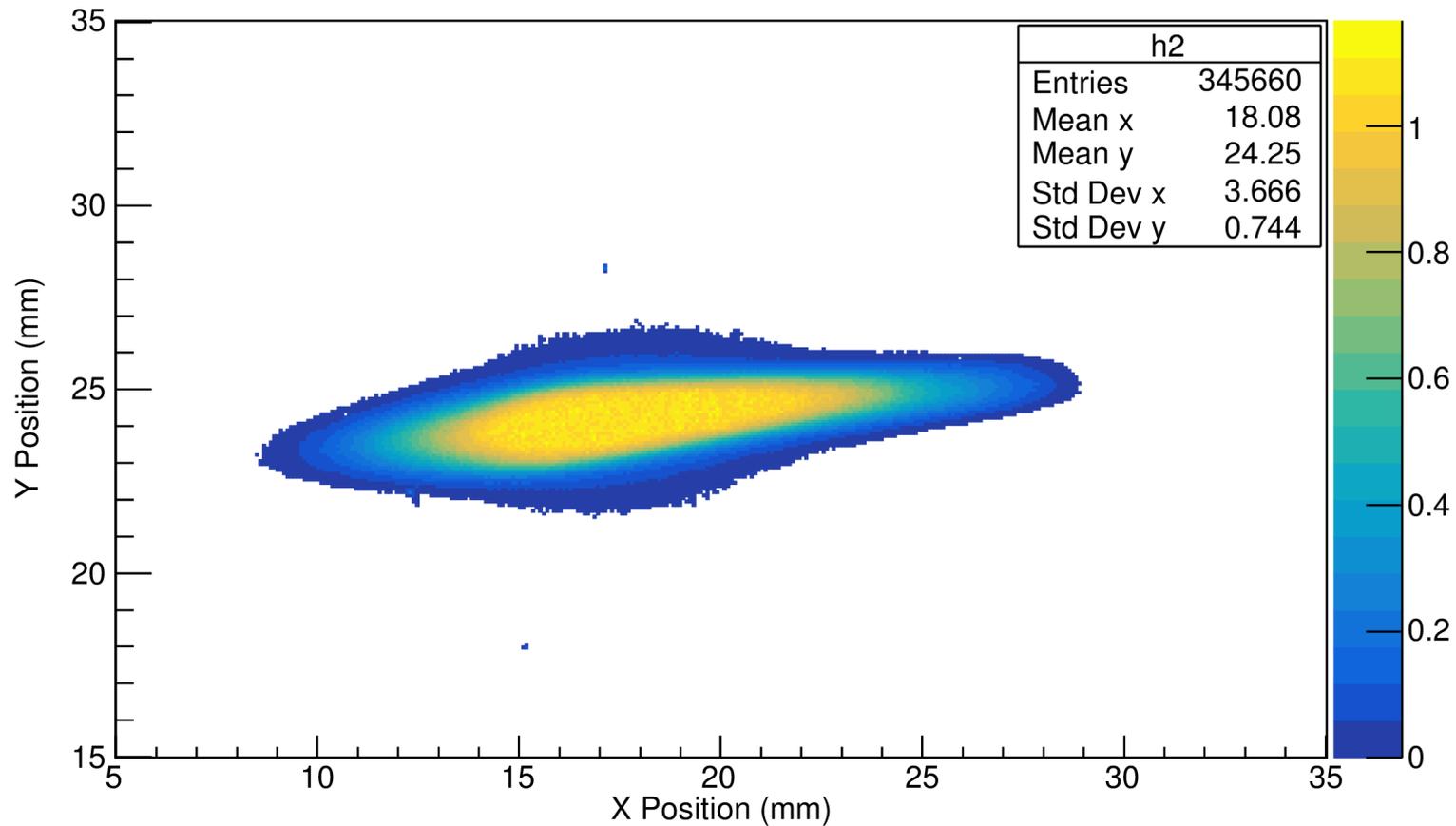
A-зависимость.



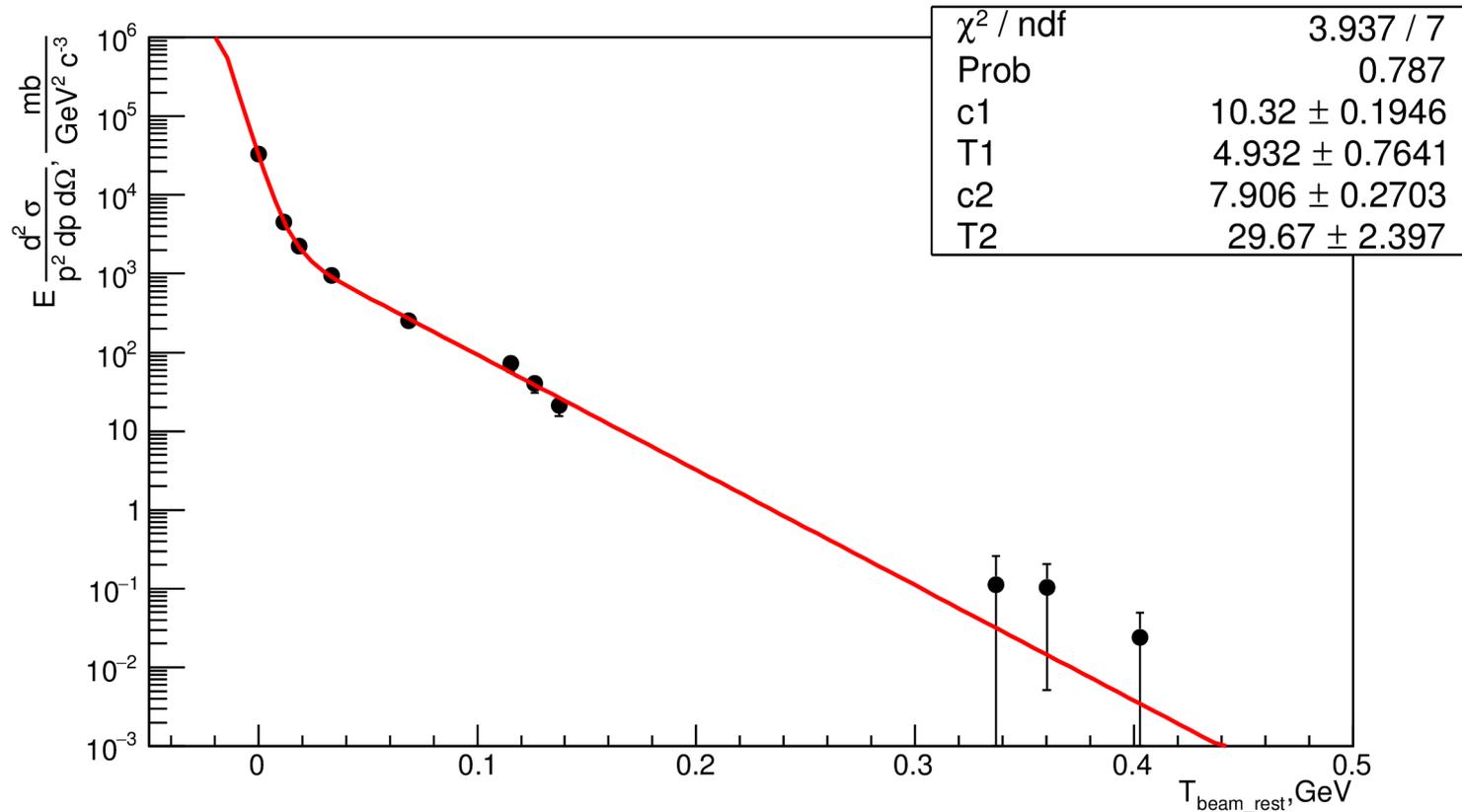
$$\sigma \sim A^\alpha \Rightarrow \alpha \simeq 0.29$$

Backup

Профиль пучка на мишени

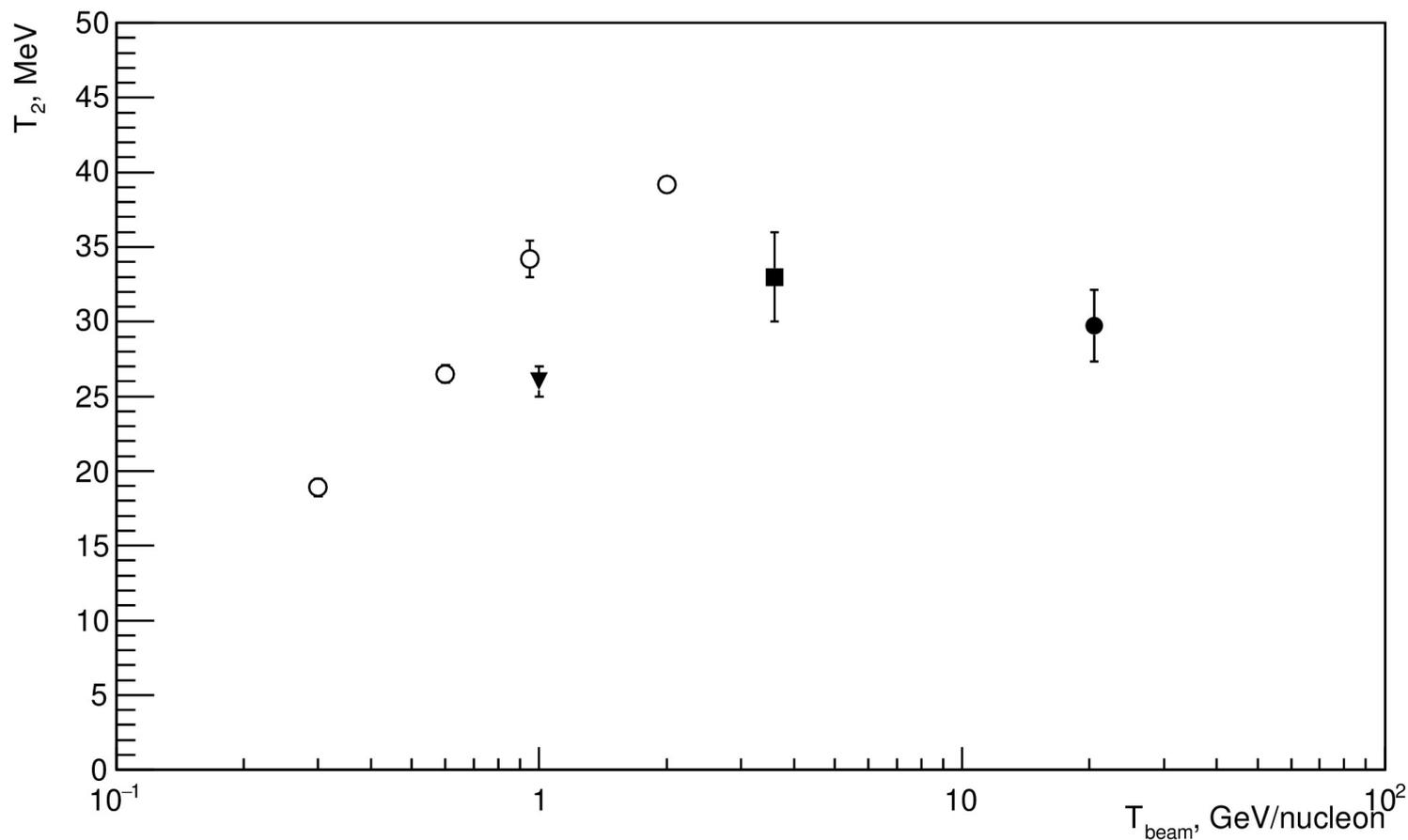


Зависимость инклюзивного сечения образования протонов от их кинетической энергии в системе покоя пучка



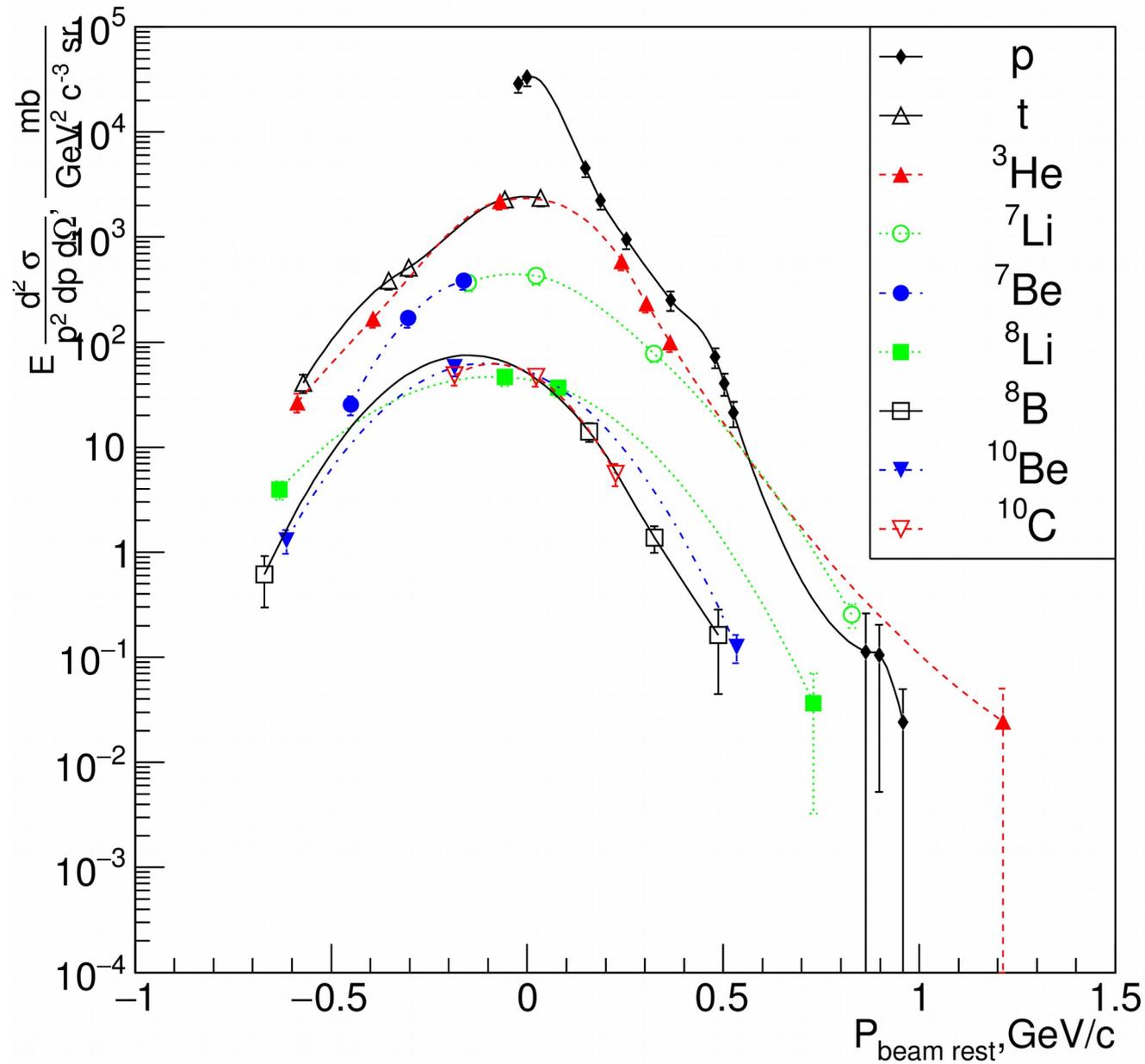
$$\sigma_{inv}(T_{kin}) = c_1 * e^{-T_{kin}/T_1} + c_2 * e^{-T_{kin}/T_2}$$

Параметр T_2 в зависимости от энергии пучка

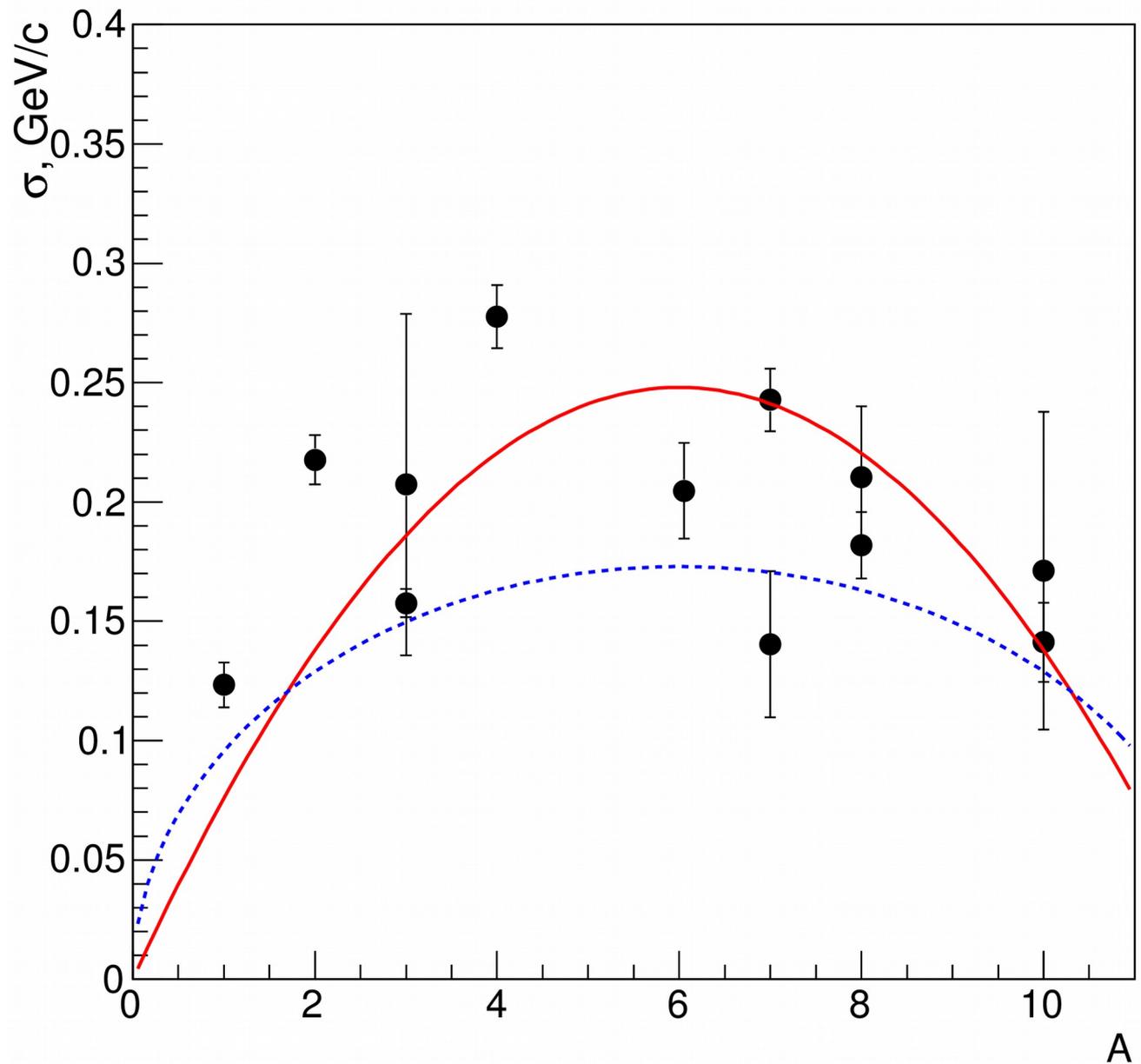


- - Б.М. Абрамов и др., ЯФ, 2018, т. 81, №3, с. 314-321.,
- - М.Кх. Anikina et al., Sov. J. Nucl. Phys., 43, 780 (1986),
- ▼ - Odeh T et al 2000 Phys. Rev. Lett 84 4557,
- - эта работа.

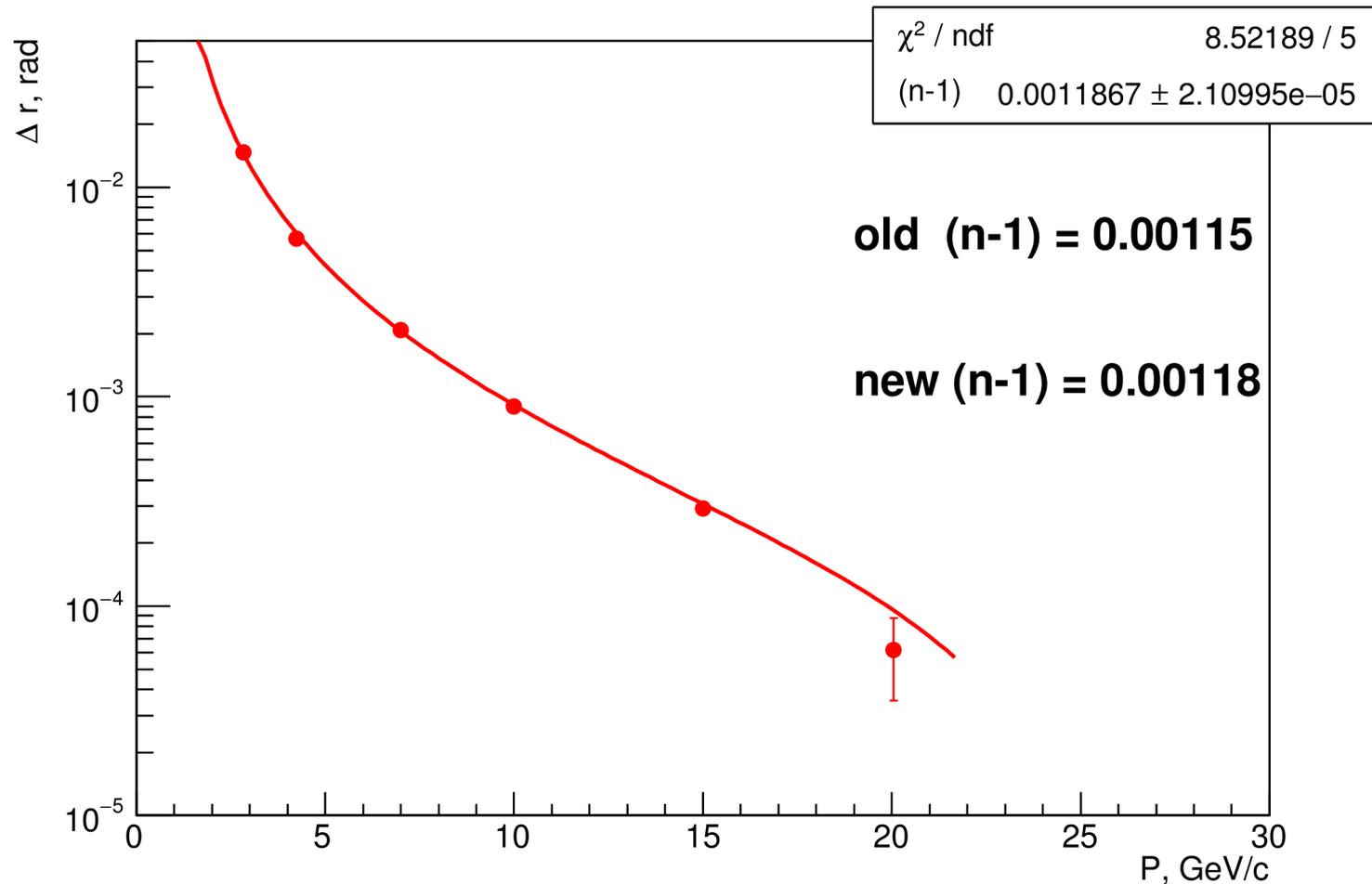
Зависимость инклюзивного сечения образования фрагментов от их импульса в системе покоя пучка



Оценка ширины импульсного распределения фрагментов в системе покоя пучка

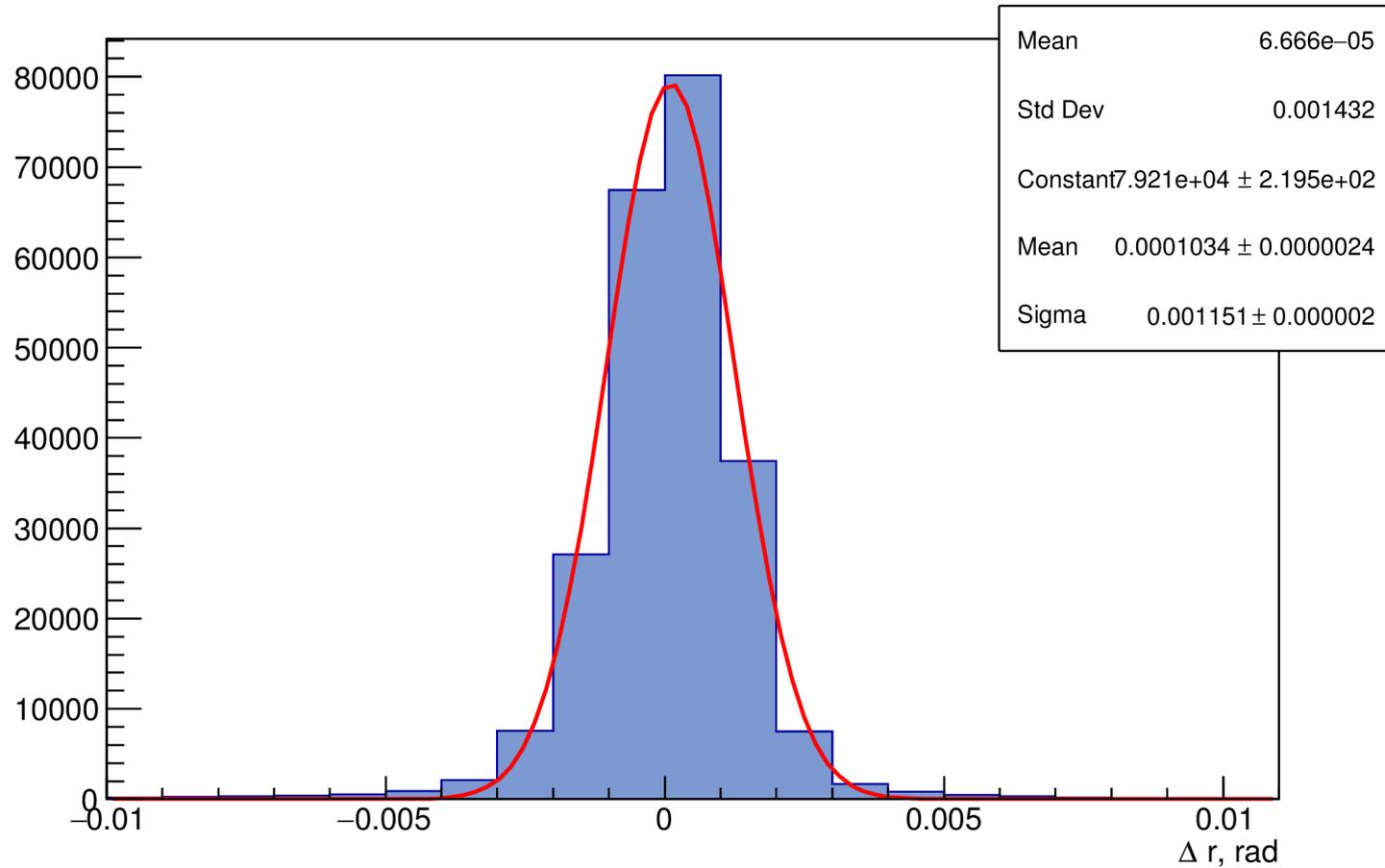


СКОЧ Показатель преломления

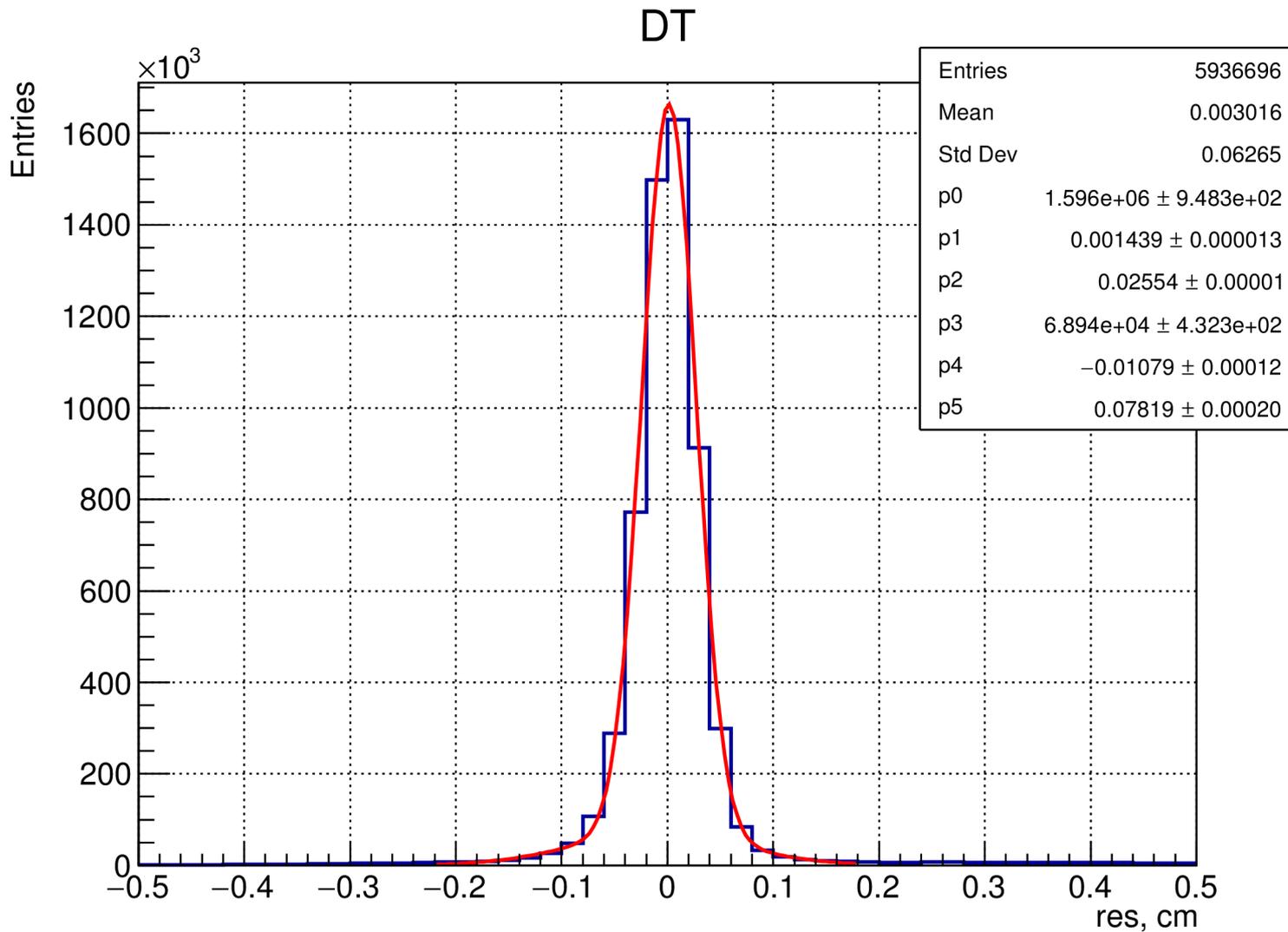


Refractive index of octofluoropropane (Freon 218 - C₃F₈) in the 300-150 nm wavelength range. A.Bideau-Mehu R.Abjean Y.Guern, Nuclear Instruments and Methods, Volume 381, Issues 2–3, 1 November 1996, Pages 576-577

СКОЧ Разрешение ГФЭУ



Трековая система



10 плоскостей ДК
15 плоскостей ДТ

Разрешение:

ДТ ~ 625 мкс

ДК ~ 750 мкс

Эффективность
каждой плоскости
~93%

Вклад пустой мишени

