

Изучение возможности восстановления гиперонов в эксперименте VM@N на комплексе NICA

Выполнил:

Барак Р.К.

Руководитель научно-исследовательской

работы:

в.н.с. Мерц С. П.

Москва, 27/01/2023

Введение

- Столкновения тяжелых релятивистских ионов позволяют нам изучать ядерную материю при экстремальной плотности и температуре.
- При достаточно высоких температуре и плотности энергии формируется так называемая Кварк-глюонная плазма (КГП) [1]:
 - Производство странных гиперонов
- Теоретические модели предлагают разные описания [2],[3]:
 - Нужны новые экспериментальные данные для разъяснения

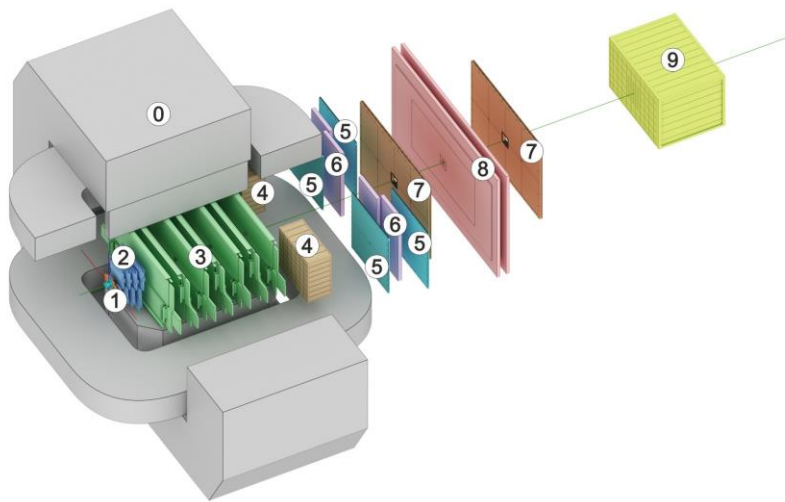
[1] Kapishin.M, “Studies of baryonic matter at the BM@N experiment (JINR).” Nuclear Physics A 982 (2019) 967–970.

[2] J. A. et al Nucl. Phys., vol. A 757, pp. 102–183, 2005.

[3] K. A. et al Nucl. Phys., vol. A 757, pp. 184–283, 2005.

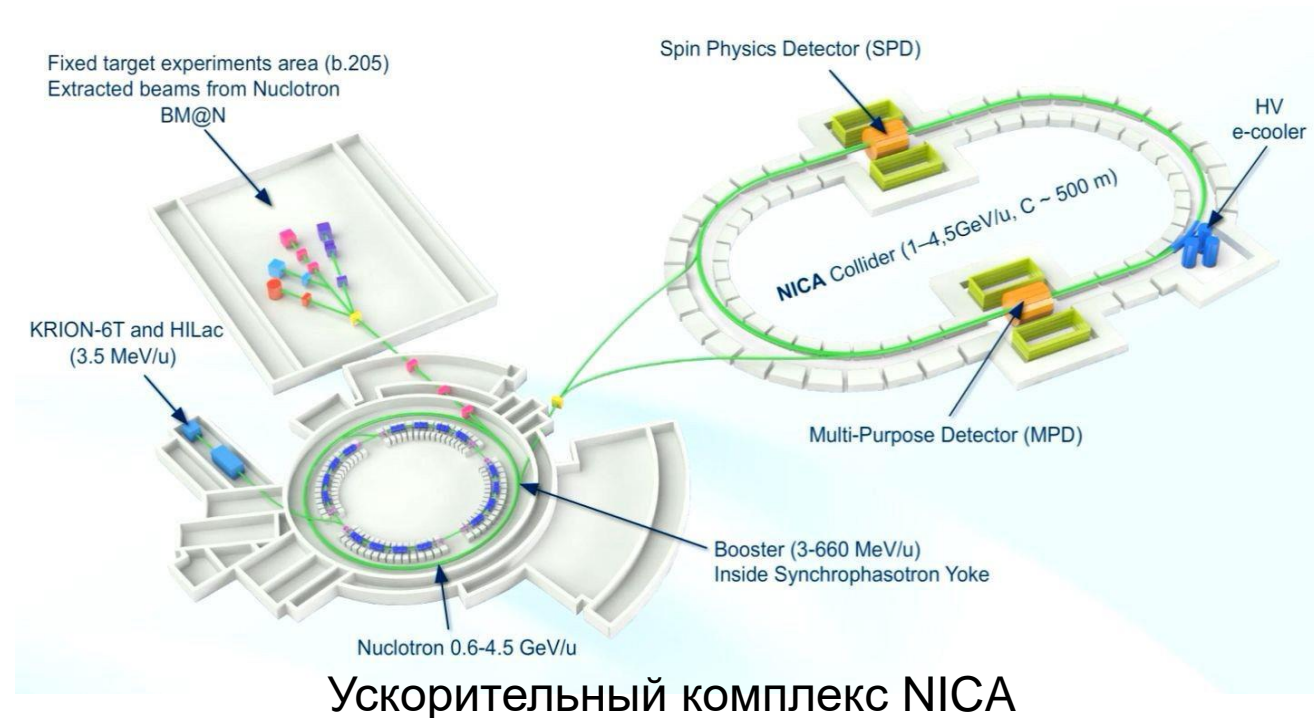
Эксперимент BM@N на комплексе NICA

- Столкновения элементарных частиц и ионов с неподвижной мишенью при энергиях до 4 ГэВ на нуклон.
- Изучение свойств плотной барионной материи, образование гиперматерии, странность и адронную фемтоскопию.



- Magnet SP-41 (0)
- Triggers: BD + SiD (1)
- Forward Silicon (2)
- GEM (3)
- ECAL (4)
- CSC 1x1 m² (5)
- TOF 400 (6)
- CSC 2x1.5 m² (7)
- TOF 700 (8)
- ZDC (9)

Экспериментальная установка BM@N



Ускорительный комплекс NICA

Цель работы

- Поиск странных гиперонов в данных эксперимента $BM@N$ с помощью математических алгоритмов.

Задачи

- Смоделировать и реконструировать данные для анализа.
- Разработать и реализовать в `bmnroot` алгоритм восстановления гиперонов.
- Определить источники повышения фона в массовом распределении.
- Исследовать влияние источников фона на качество восстановления.

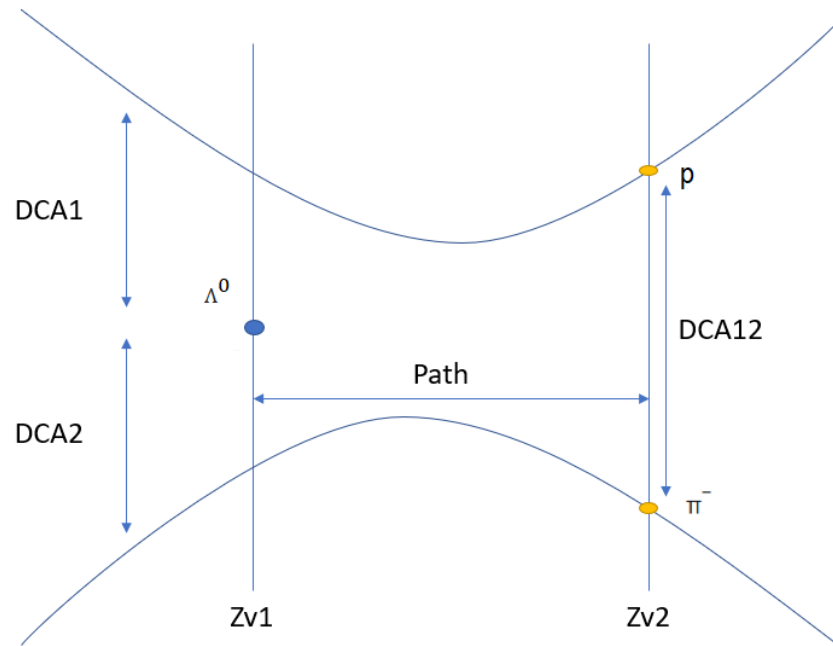
Данные

- Экспериментальные пока отсутствуют (экспериментальный сеанс с пучком Xe и мишенью CsI при 3.9 GeV на нуклон на установке VM@N (Baryonic Matter at Nuclotron) находится в стадии запуска. Данные набираются с конца 2022 года и ещё неделю будут набираться.).
- Для анализа использовались данные, полученные из Монте-Карло генератора DCMSMM [4]. Было смоделировано 500000 событий.

[4] Baznat M., Botvina A., Musulmanbekov G., Toneev V., Zhezher V. Monte-Carlo Generator of Heavy Ion Collisions DCM-SMM, Physics of Particles and Nuclei Letters 17, 3, 303-324 (2020)

Обработка данных

- Проведена реконструкция трэков частиц.
- Разработаны и реализованы математические алгоритмы для поиска траекторий лямбда-гиперонов по каналу распада на протон и отрицательный пи-мезон:
 - перебор пар частиц с разными знаками
 - вычисление инвариантной массы
 - наложении ряда геометрических ограничений на параметры каждой пары



Источники ухудшения сигнала

- Размытие пучка

- В наименее реалистичном случае принимается, что пучок точечный. В реальности присутствует размытие пучка в поперечной плоскости, а также небольшой разброс по углу.

- SiMD, BD

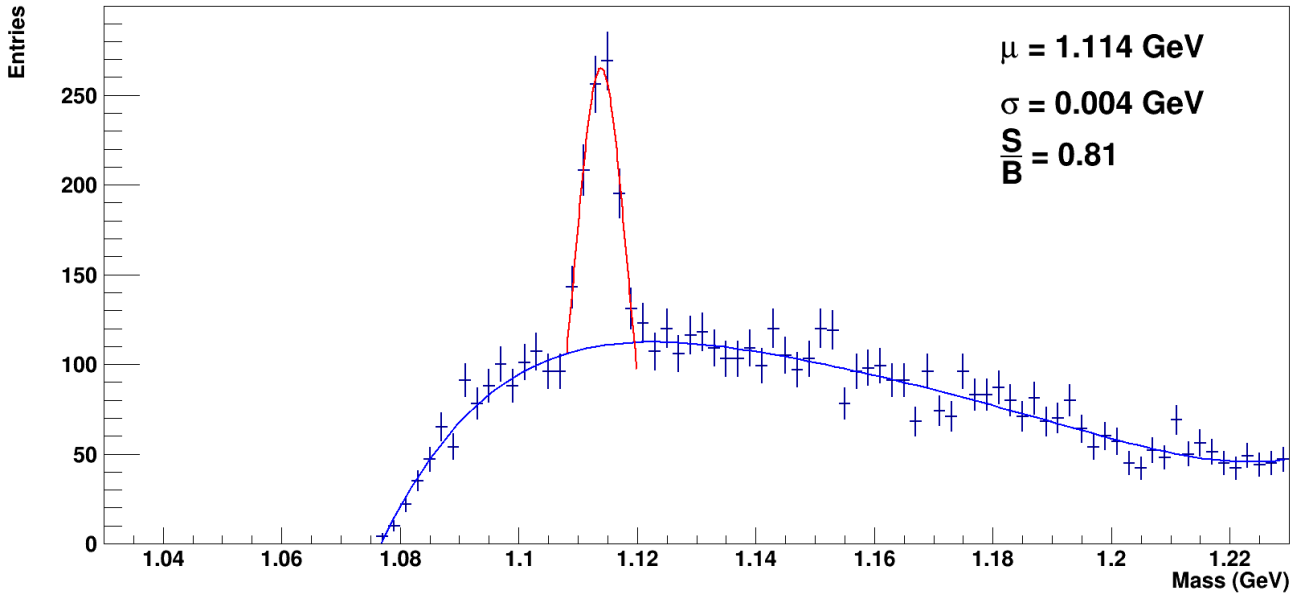
- На рождение вторичных частиц и, как следствие, повышение фона в массовом распределении лямбда-гиперонов, может влиять наличие вещества триггерных детекторов, расположенных после мишени до трековых детекторов.

- Target

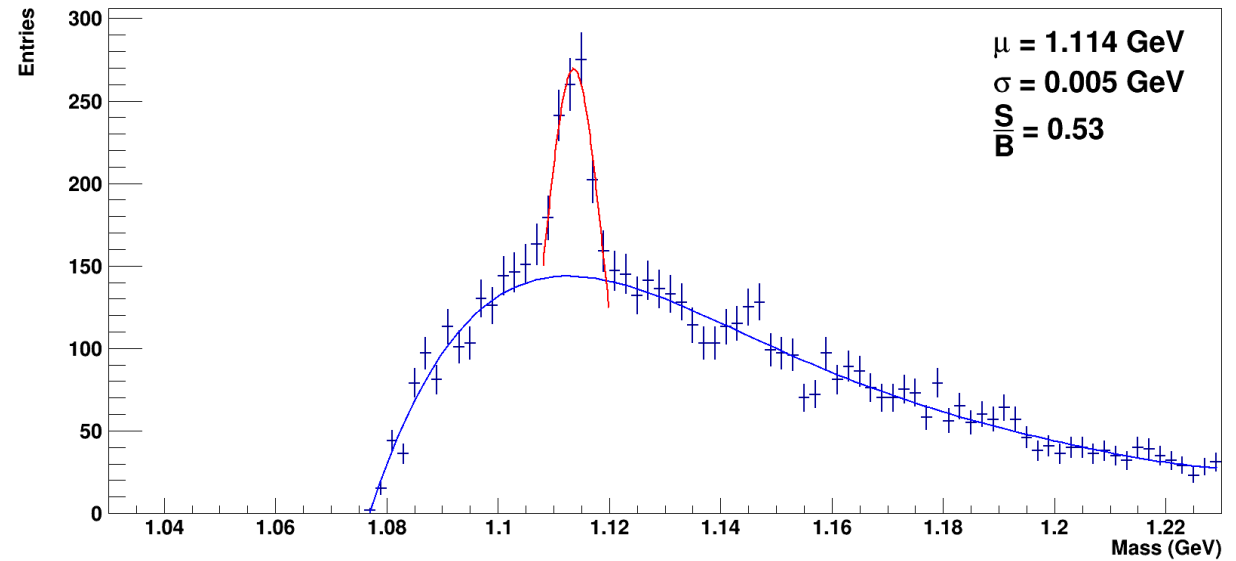
- Так как мишень является протяженным объектом, то помимо первичного взаимодействия пучка с мишенью, возникают взаимодействия вторичных частиц с ядрами мишени. Это также может быть источником повышенного фона в массовых спектрах.

Результаты

Идеальный случай

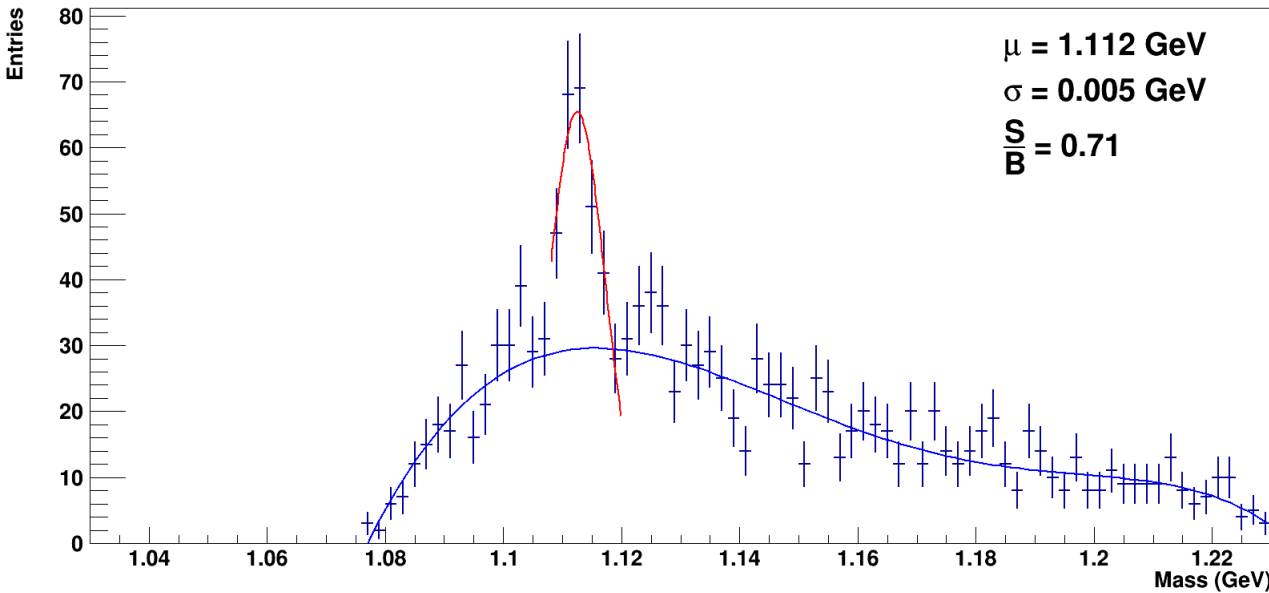


С источниками ухудшения сигнала

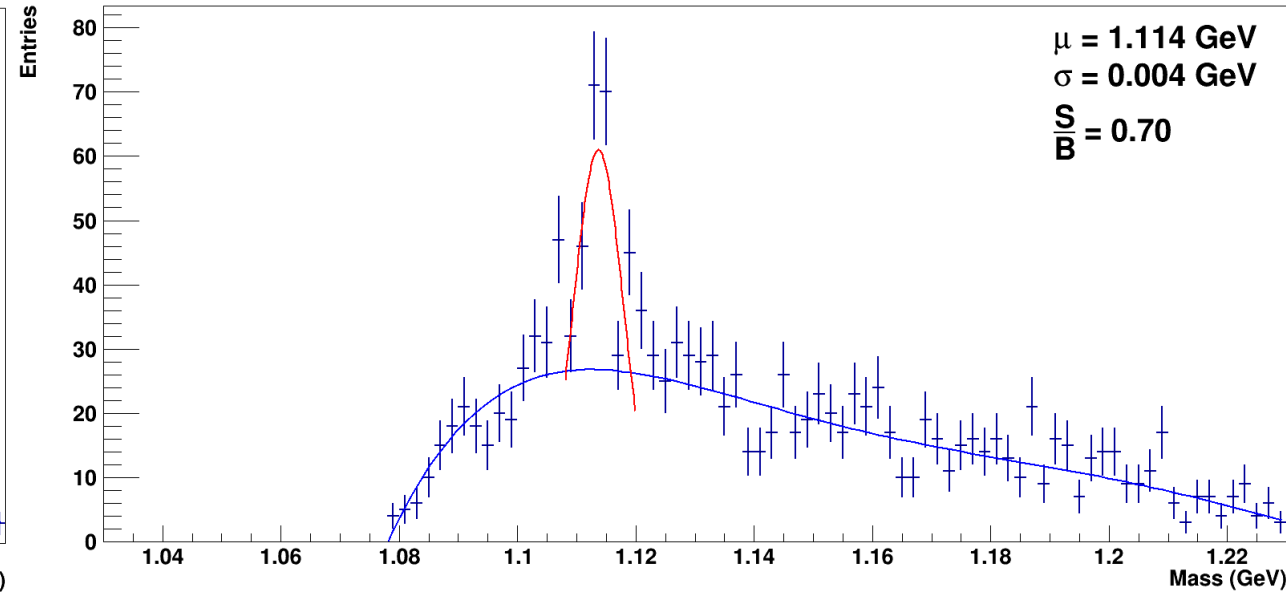


Результаты

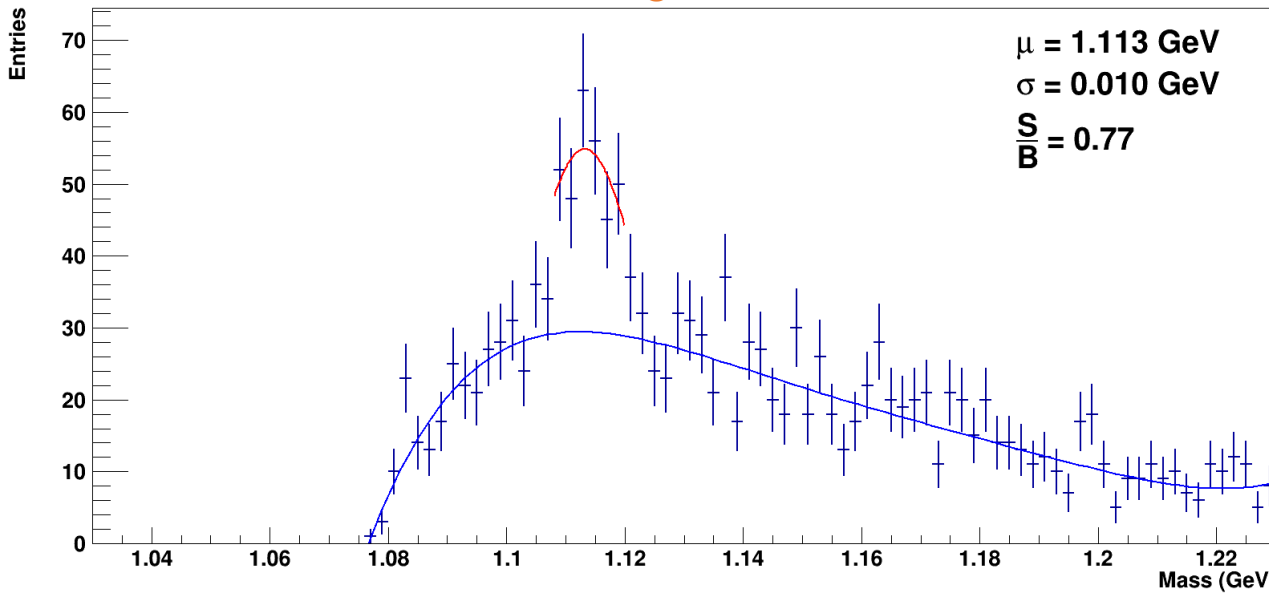
Идеальный случай



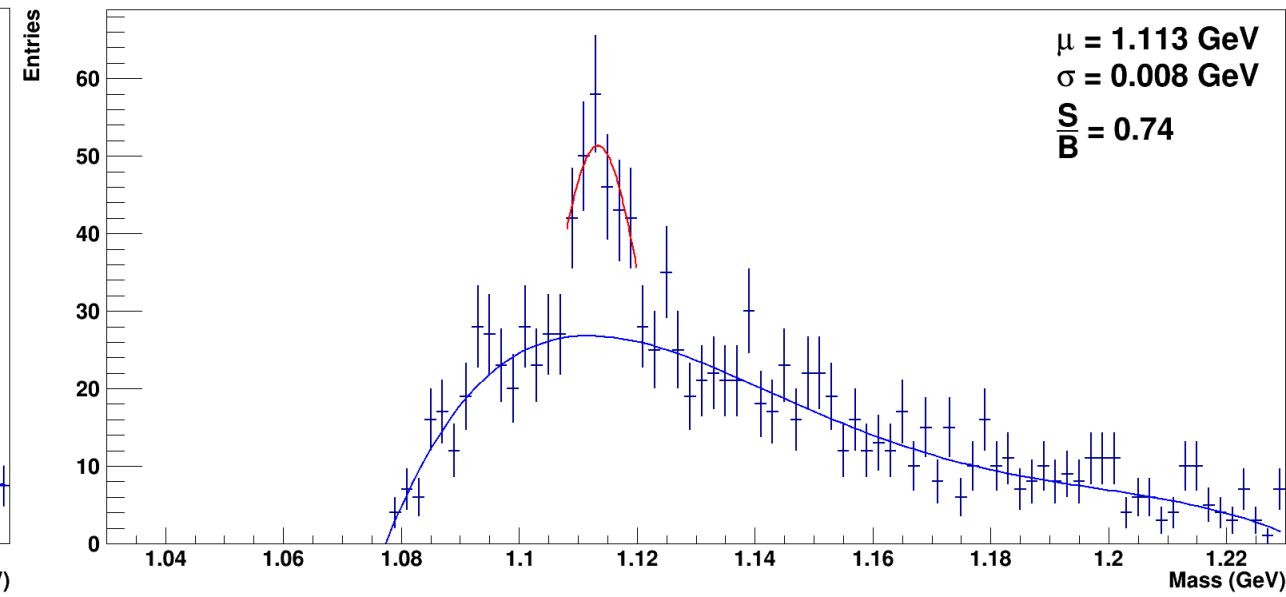
Размытие пучка



Target

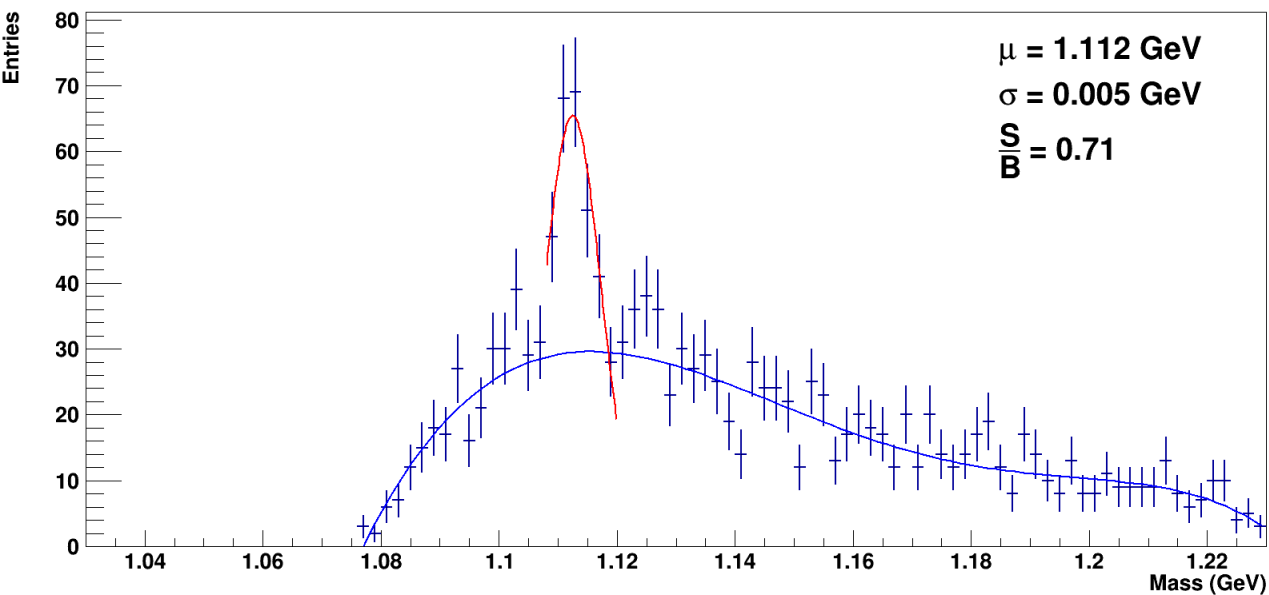


BD

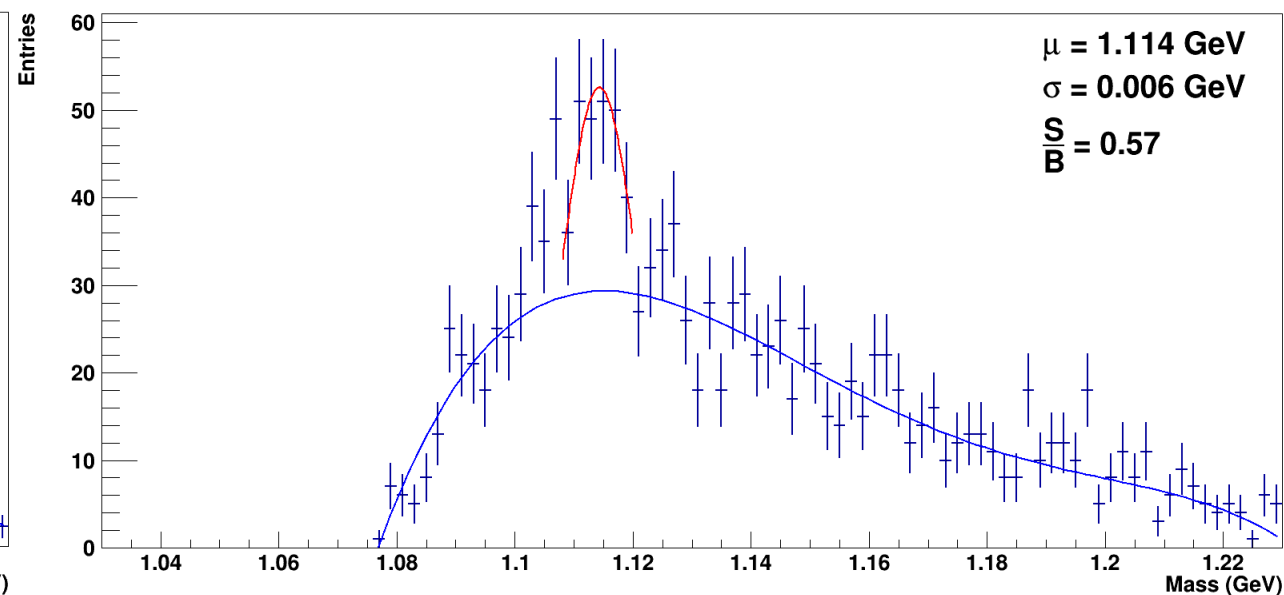


Результаты

Идеальный случай



SiMD



Результаты

Источник ухудшения сигнала	“Ширина сигнала”	$\frac{S}{B}$	$\frac{S}{\sqrt{S+B}}$
Идеальный случай	0.01 GeV	0.71	0.32
Размытие пучка	0.008 GeV	0.70	0.30
Target	0.02 GeV	0.77	0.34
simd	0.012 GeV	0.57	0.27
bd	0.016 GeV	0.74	0.32

Заключение

В данной работе исследовалась возможность восстановления гиперонов в эксперименте $BM@N$ на комплексе NICA:

- Проведено моделирование и анализ 500000 событий для идеального случая и случая с различными источниками ухудшения сигнала.
- Выявлено присутствие лямбда гиперона в обоих случаях.
- Начат анализ влияния каждого источника ухудшения сигнала индивидуально на 100000 событиях.

Спасибо за внимание!