



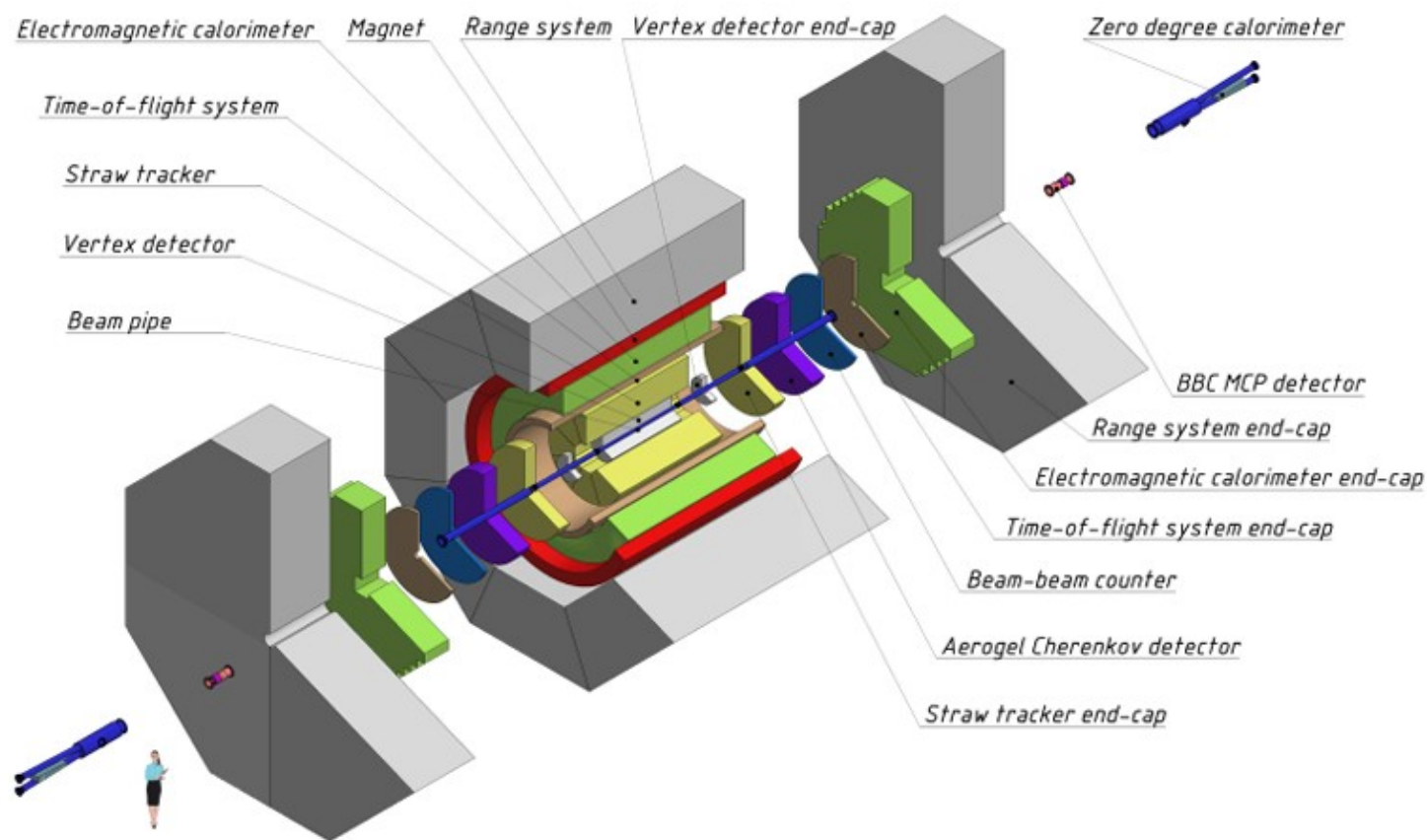
Исследование реконструкции фотонов электромагнитным калориметром эксперимента SPD на ускорителе NICA

Студент: Петров Г. Е. Б22-102

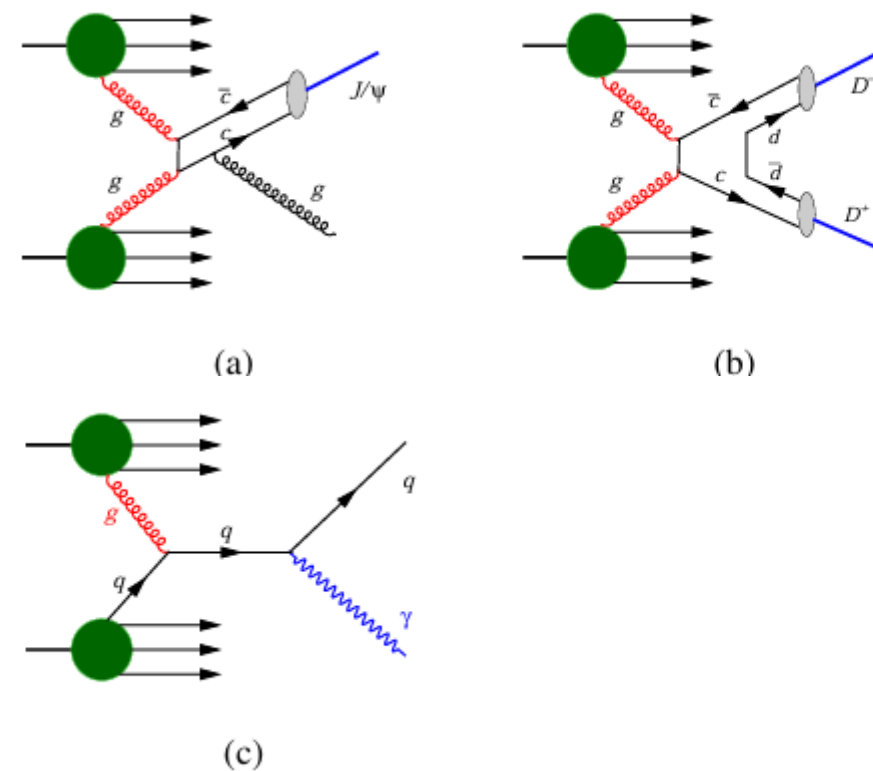
Научный руководитель: Солдатов Е. Ю.



Об эксперименте SPD

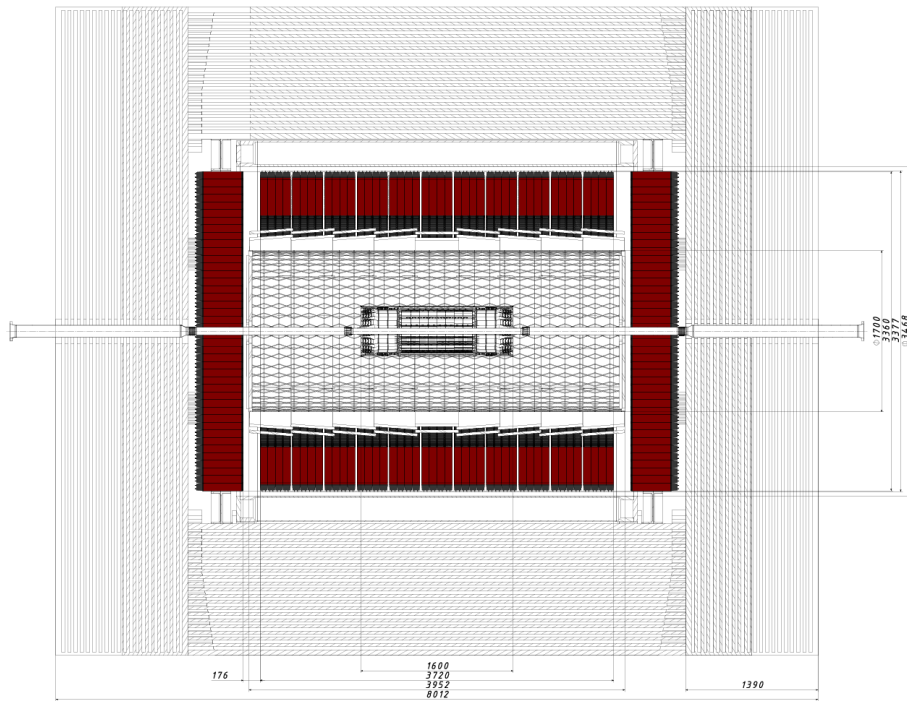


Детекторы второй стадии эксперимента



Диаграммы иллюстрирующие реакции: production of (a) charmonium, (b) opencharm, and (c) prompt photons

Электромагнитный калориметр (Ecal)



Чертеж Ecal, вид сбоку



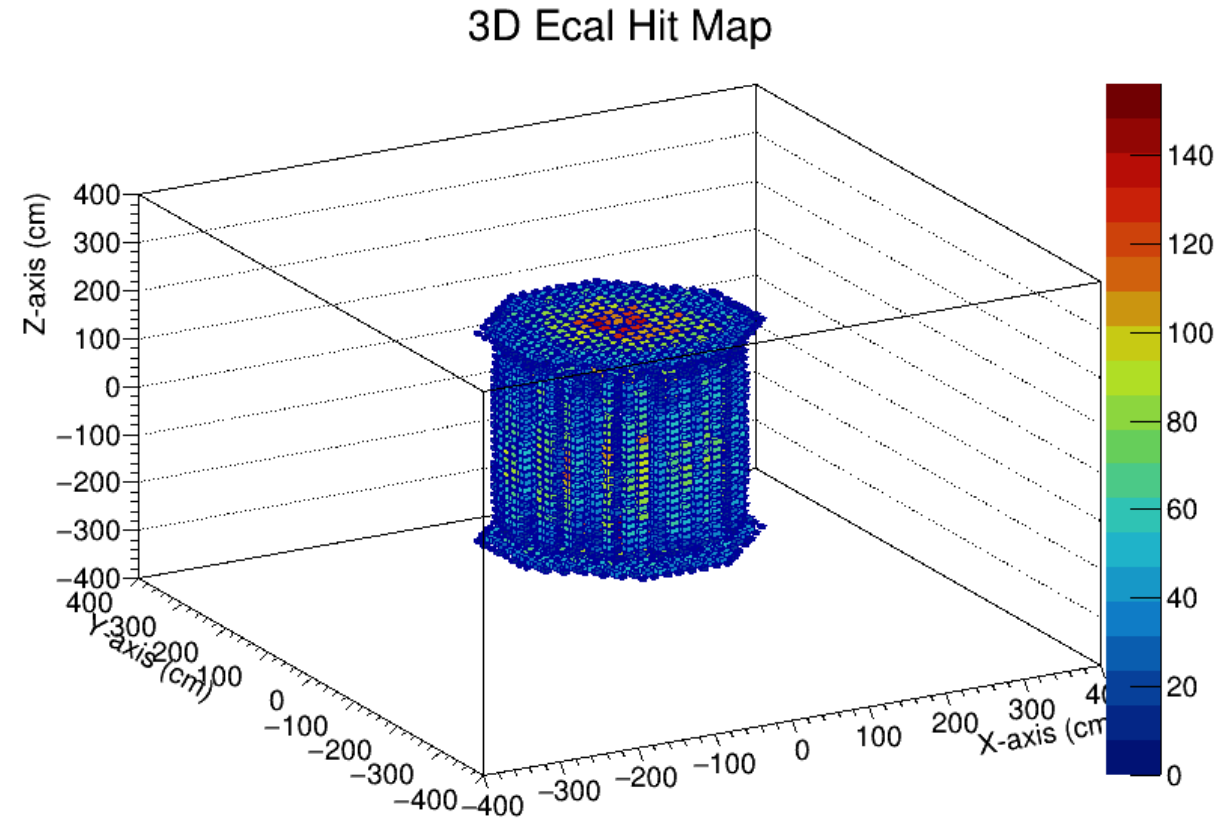
Фото отдельного модуля без внешнего корпуса

Первая симуляция: р-р столкновения, 10 GeV, 10000 событий. Проблема с реконструкцией.

Включены все детекторы кроме SVD, отборы отсутствуют

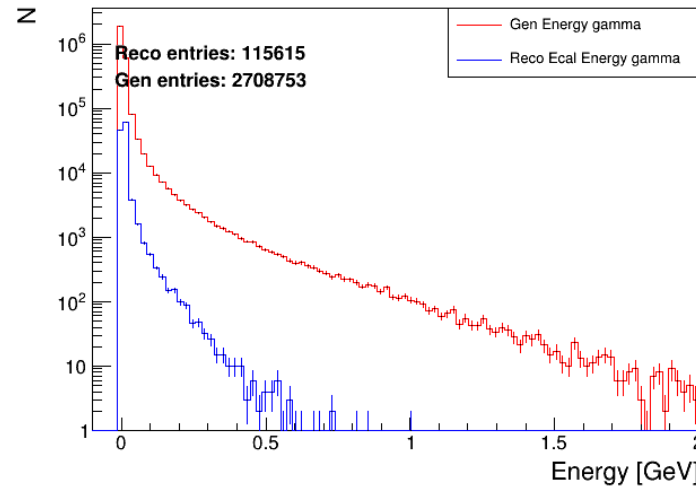
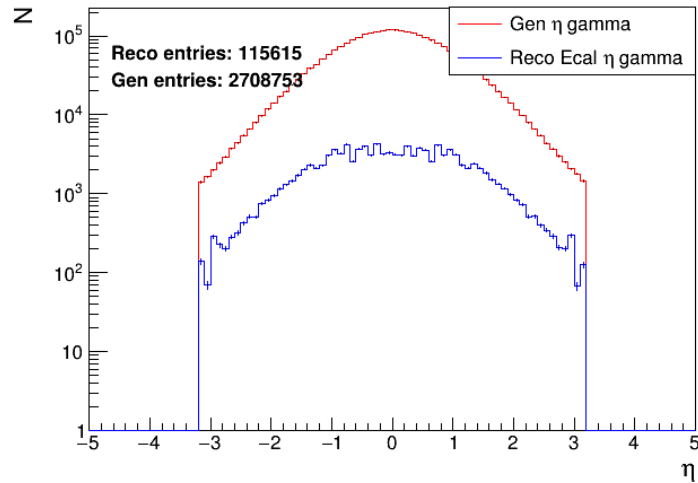
```
-I- <SpdMCEventMaker::Finish>  
-I- <SpdBbcMCHitProducer::Finish> [Hits] total: 113561, failed: 0  
-I- <SpdEcalMCHitProducer::Finish> [Hits] total: 0, failed: 0  
-I- <SpdRsmCHitProducer::Finish> [Hits] total: 449990 failed: 0  
-I- <SpdZdcMCHitProducer::Finish> [Hits] total: 29, failed: 0  
-I- <SpdTsmCHitProducer::Finish> [Hits] total: 5692055 failed: 0  
-I- <SpdAegMCHitProducer::Finish> [Hits] total: 186768, failed: 0  
-I- <SpdTofMCHitProducer::Finish> [Hits] total: 76256, failed: 0  
-I- <SpdEcalRCMaker::Finish> hits [acc/total]: 0/0, clusters/particles: 0/0  
-I- <SpdEcalClusterMCInfoMaker::Finish> clusters (accepted): 0, infos: 0, particles: 0
```

Реконструкция прошла успешно для всех детекторов, однако в ECal события отсутствовали, что потребовало дальнейшего анализа.

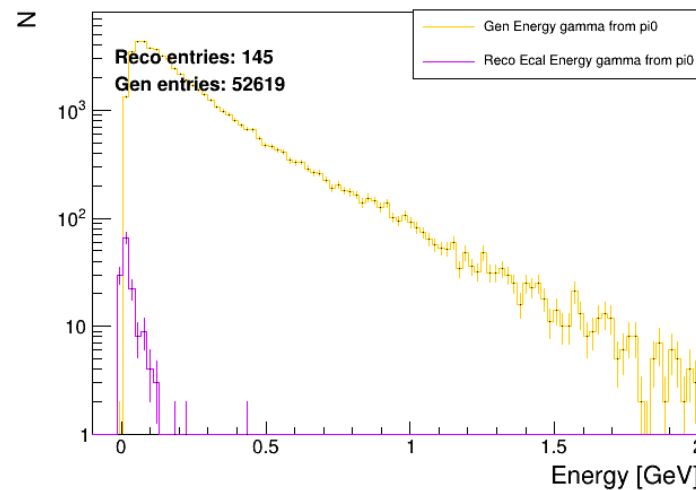
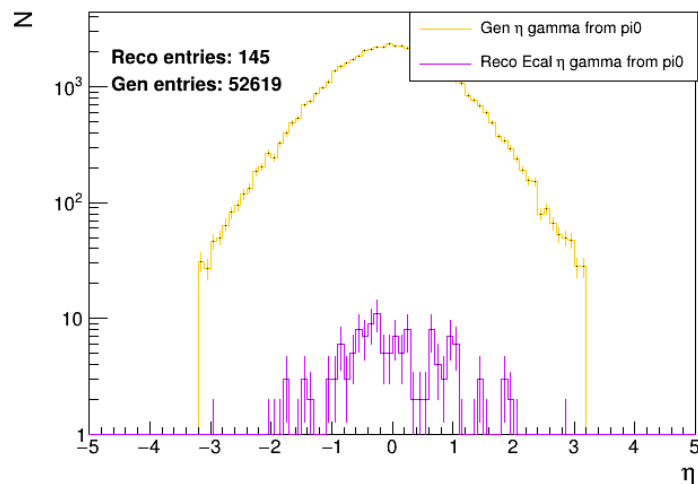


Проблема была решена, удалось добиться успешной реконструкции в Ecal

р-р столкновения, 10 GeV, 10000 событий. Моделирование реакции $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$. Основные распределения для фотонов.



Работает фильтрация частиц, которые реконструируются, как одна и та же. Так же здесь есть фильтрация по eta от -3.2 до 3.2 для частиц из генерации

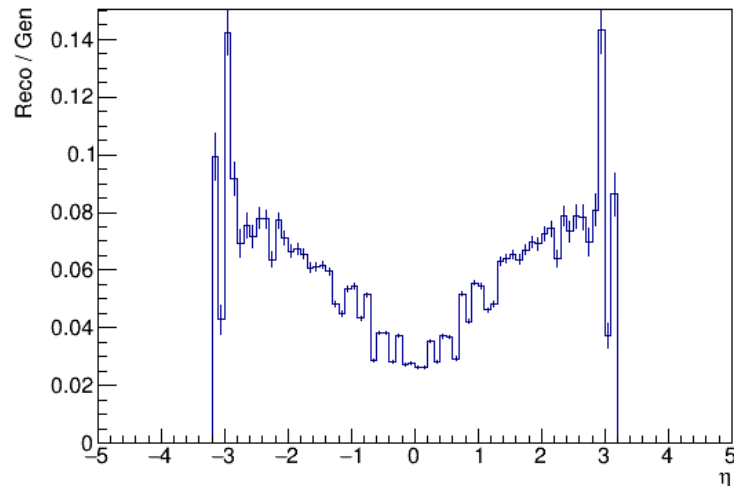


```
Total EcalHits gamma :115619
Didn't pass filter: 4
```

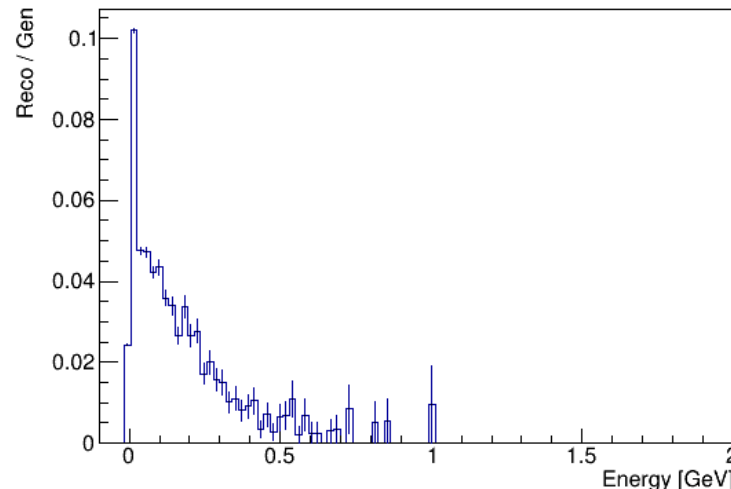
Число gamma с одной и той же hmctruth – 4.

р-р столкновения, 10 GeV, 10000 событий. Моделирование реакции $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$. Эффективности реконструкции для гистограмм с предыдущего слайда.

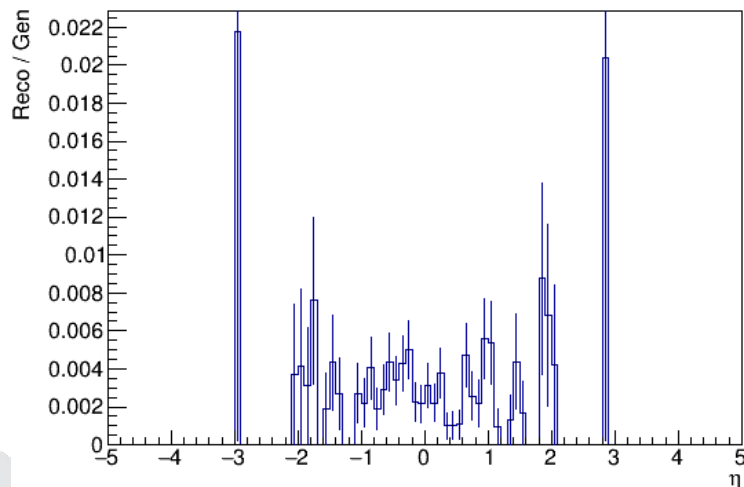
Reco / Gen (η) of gamma



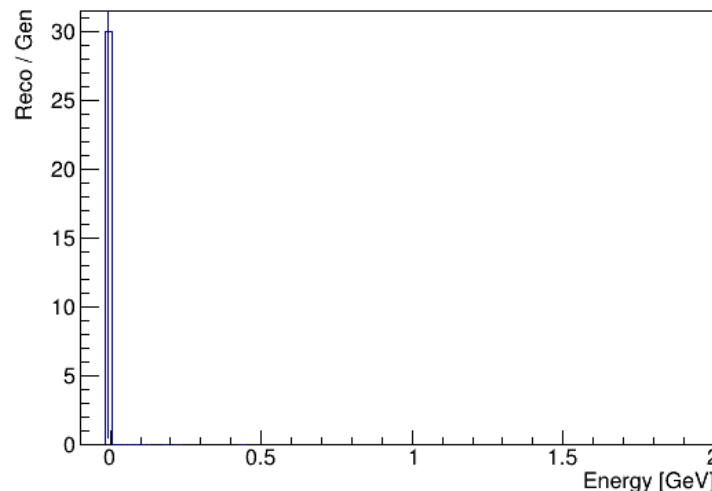
Reco / Gen (Energy) of gamma



Reco / Gen (η) of gamma from π^0

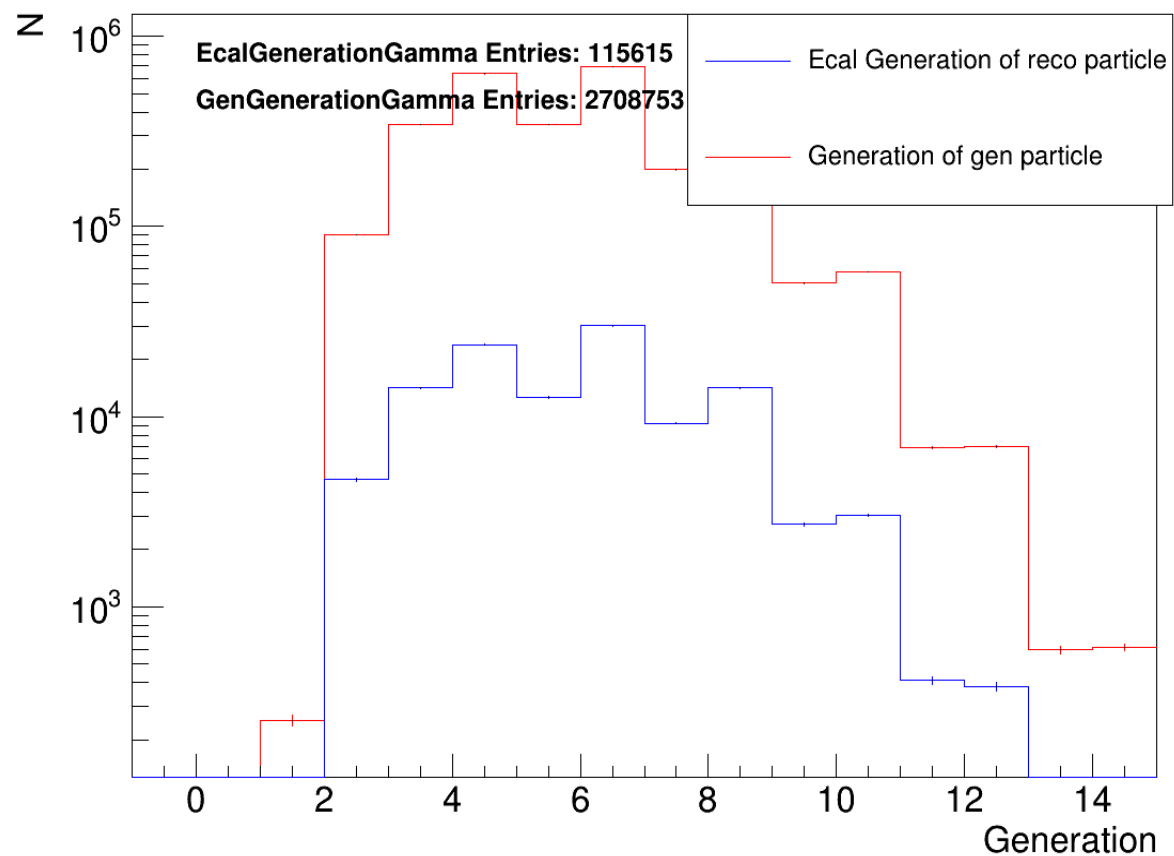


Reco / Gen (Energy) of gamma from π^0

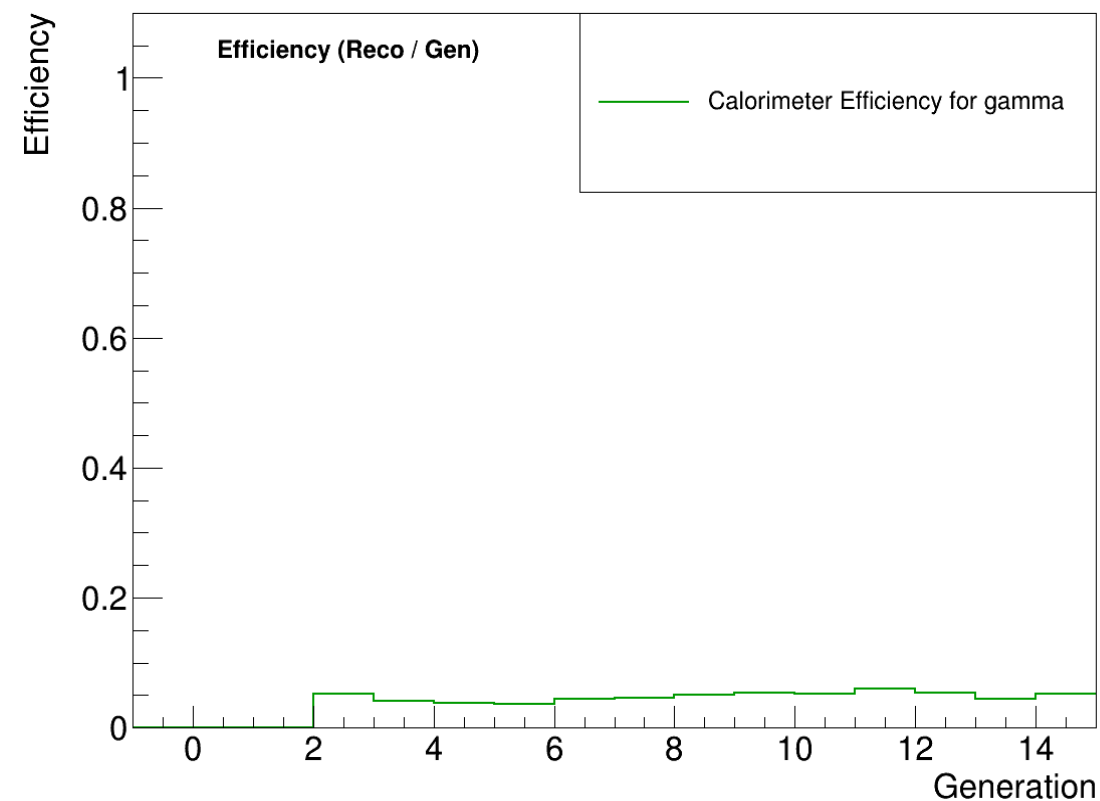


Работает фильтрация частиц, которые реконструируются, как одна и та же.
Есть фильтрация по eta от -3.2 до 3.2 для частиц из генерации и фильтрация дубликатов

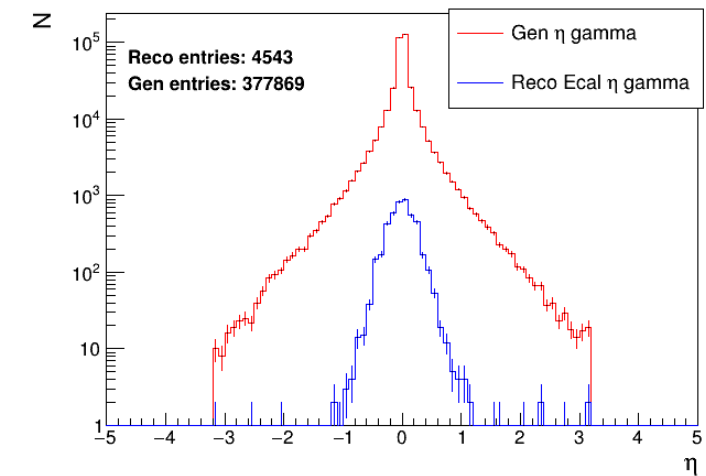
р-р столкновения, 10 GeV, 10000 событий. Число гамма квантов по поколениям и эффективность реконструкции.



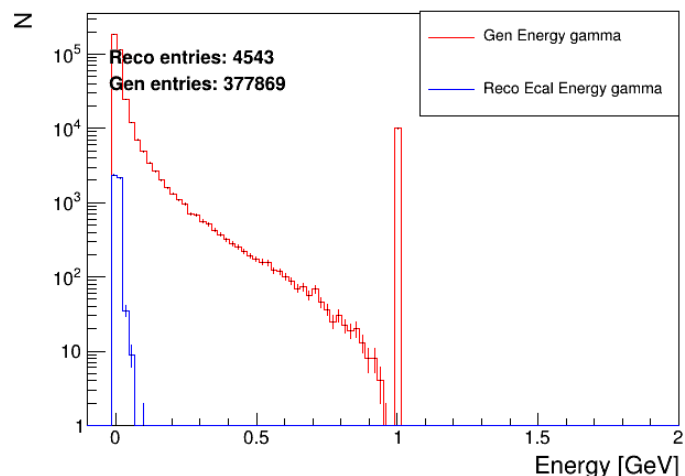
Efficiency of Calorimeter for gamma



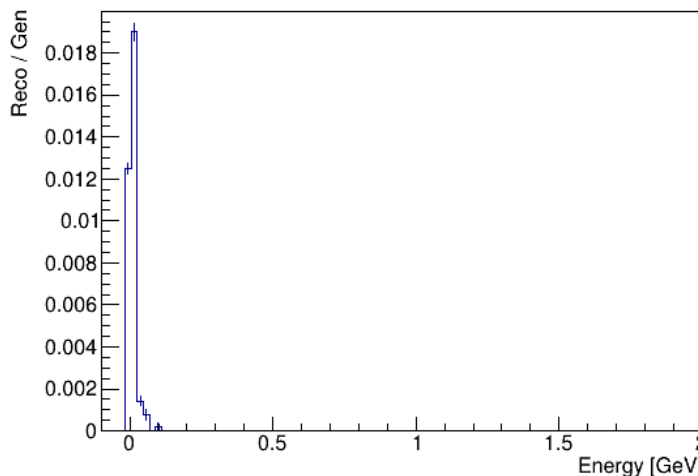
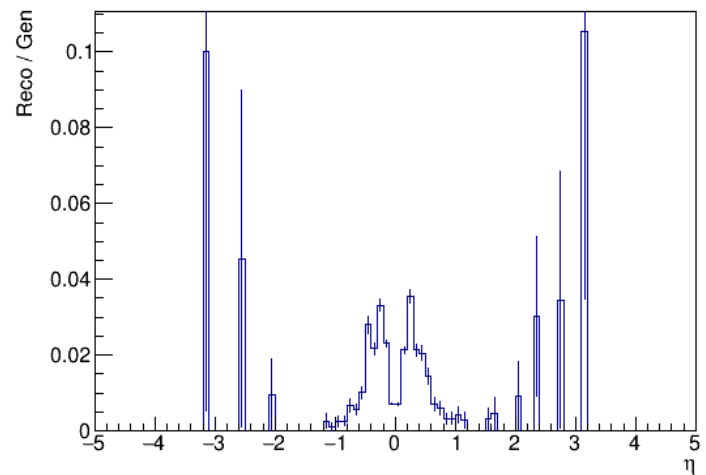
Gamma, пучок вдоль Оу из точки начала координат, 1 GeV, 10000 событий. Основные распределения для фотонов. Эффективности реконструкции по eta и энергии.



Reco / Gen (η) of gamma



Reco / Gen (Energy) of gamma



```
Total EcalHits gamma :4543  
Didn't pass filter: 0
```

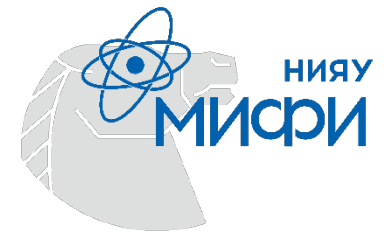
Число gamma с одной и той же hmctruth – 0

Отключены все детекторы кроме калориметра. Работает фильтрация частиц, которые реконструируются, как одна и та же. Так же здесь есть фильтрация по eta от -3.2 до 3.2 для частиц из генерации

```
Частые частицы в Ecal (>100):  
Pdg: -11, Particle name: e+, Entries: 8477  
Pdg: 11, Particle name: e-, Entries: 10909  
Pdg: 22, Particle name: gamma, Entries: 4543  
  
Частые материнские частицы (>100) для:gamma  
Pdg: -11, Particle name: e+, Entries: 2087  
Pdg: 11, Particle name: e-, Entries: 2426
```

Практически все gamma в калориметре от e+ и e-

Заключение



Результаты:

- 1) Устранена критическая ошибка в инициализации калориметра, из-за которой события не реконструировались в ECal.
- 2) Разработан и реализован алгоритм устранения дубликатов частиц на основе минимизации углового расстояния ΔR , что позволило повысить точность сопоставления частиц между симуляцией и реконструкцией.
- 3) Выполнен анализ реконструкции π^+ -мезонов из распада K_S^0 , что подтвердило корректную работу детектора и выявило возможные особенности отклика калориметра в переходной зоне между баррельной частью и эндкапами.
- 4) Проведено исследование реконструкции фотонов из распада $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$, а также симуляции одиночных фотонов. Было выявлено, что часть хитов фотонов, регистрируемых в калориметре, не являются фотонами из пучка, а являются фотонами из соответствующего ливня. Это показало необходимость кластеризации хитов и более строгих критериев отбора при оценке эффективности реконструкции.

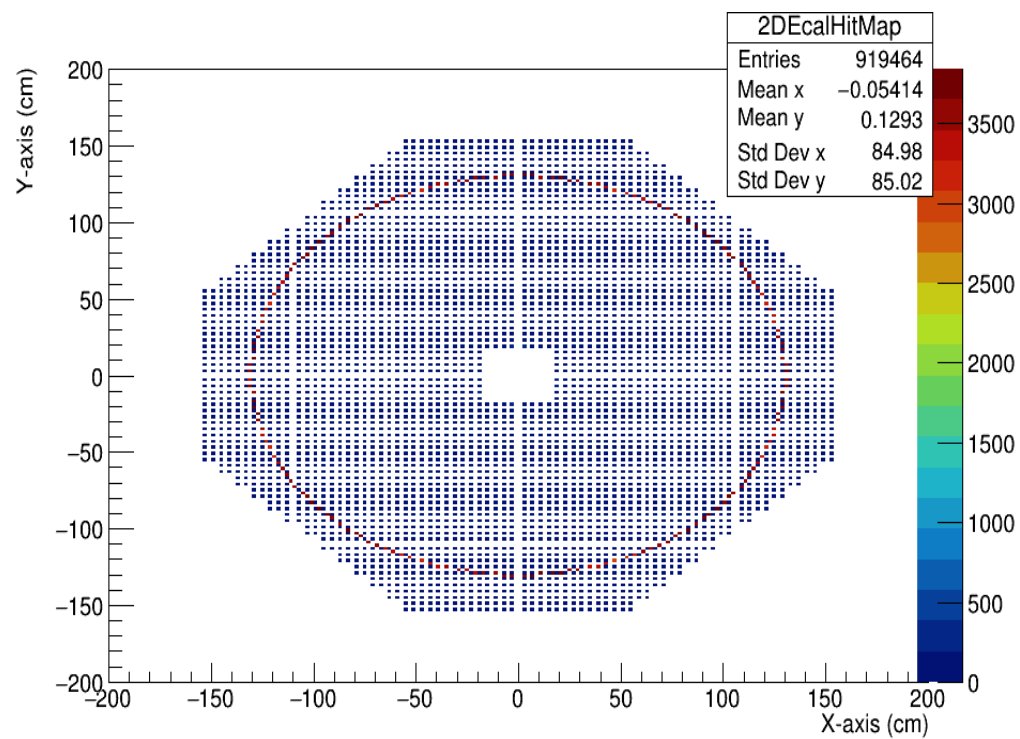
Выводы:

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что система реконструкции в ECal функционирует в целом корректно, однако требуется дальнейшая работа для точной оценки эффективности. Полученные методы фильтрации и сопоставления частиц могут быть использованы в дальнейших исследованиях и при подготовке к экспериментальной фазе SPD.



**Спасибо за
внимание**

Приложение. 2D карта попаданий в калориметре.



2D карта попаданий в
проекции xy .

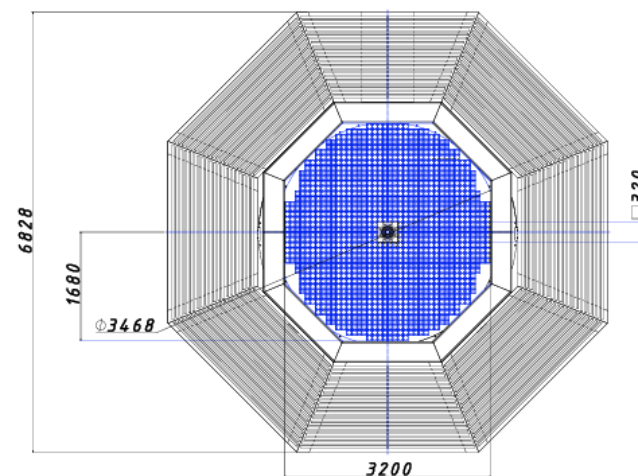
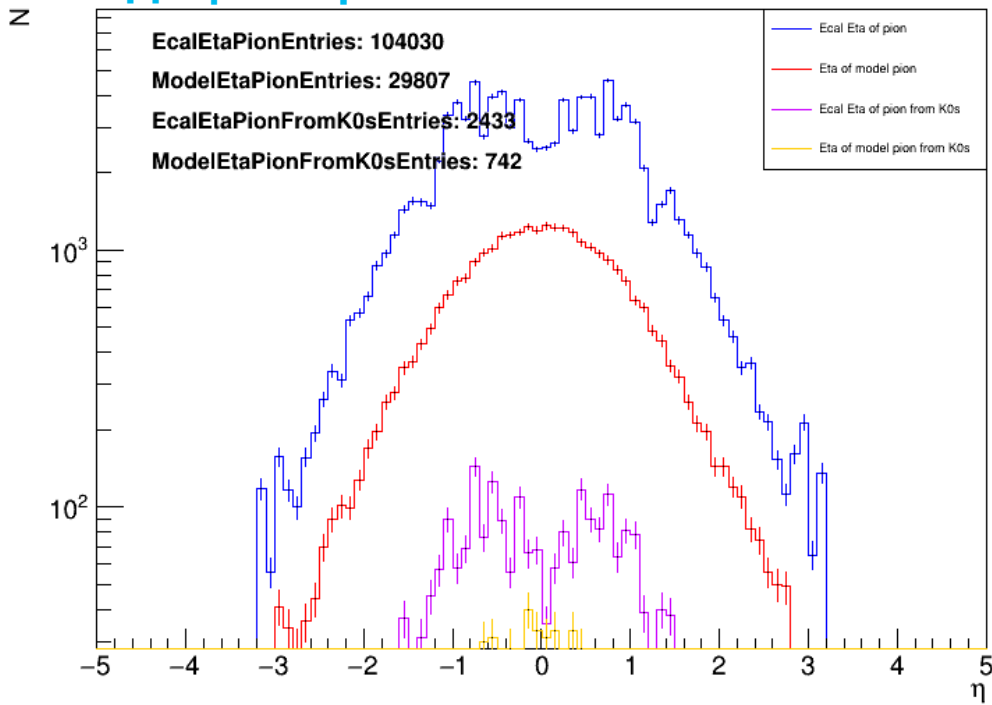


Figure 6.5: The end-cap part of the calorimeter in the frame, installed in RS. Each end-cap consists of 5136 cells with a total weight of 14.4 tons. The holes of size $320 \times 320 \text{ mm}^2$ for the beam pipe can be seen in the centers of the end-caps. All dimensions are in millimeters.

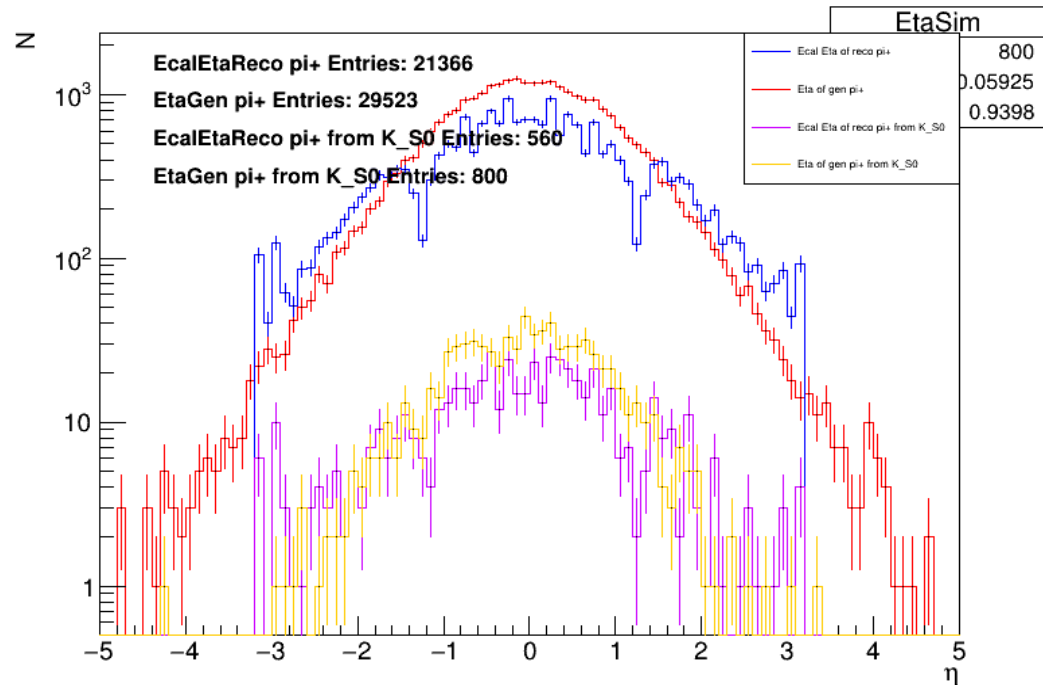
Приложение. Причина создания фильтра по дубликатам. p-p столкновения, 10 GeV, 10000 событий. Моделирование реакции

Была замечена проблема: одной hmctruth может соответствовать более одного EcalHit.
В связи с этой проблемой был написан фильтр, который отбирает наилучший хит по критерию – наименьший $\Delta R = \sqrt{\Delta\phi^2 + \Delta\theta^2}$.
В дальнейшем данный фильтр применяется везде.

До фильтра



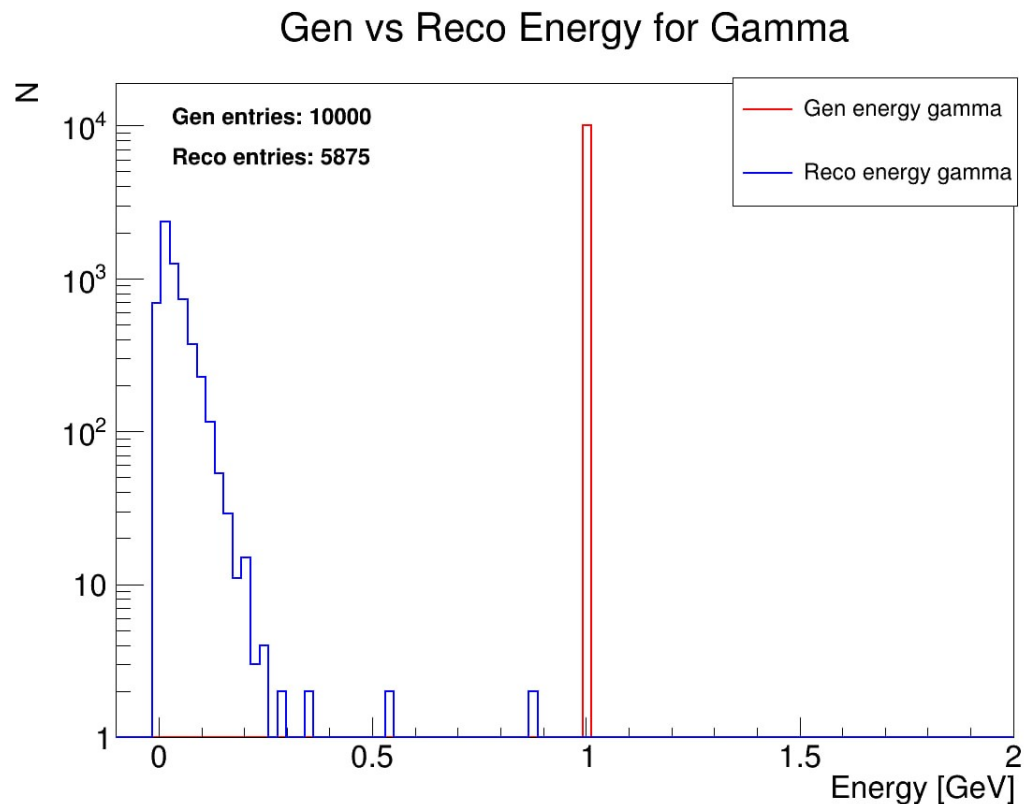
После фильтра



```
Total EcalHits pi+ :105106  
Didn't pass filter: 83740
```

Число pi+ с одной и той же hmctruth порядка 80000.

Приложение. Альтернативная методика оценки эффективности реконструкции. Gamma, пучок вдоль Оу из точки начала координат, 1 GeV, 10000 событий.



Отключены все детекторы кроме калориметра. Работает фильтрация частиц, которые реконструируются, как одна и та же. Так же здесь есть фильтрация по η от -3.2 до 3.2 для частиц из генерации

Для каждого события вычислялось суммарное энергосодержание в калориметре по всем зарегистрированным частицам. Полученное значение интерпретировалось как реконструированная энергия частицы. В качестве генерируемых частиц в симуляции рассматривались частицы первого поколения с энергией 1 ГэВ.

Если определить эффективность как отношение числа частиц, для которых зарегистрировано ненулевое энергосодержание, к общему числу частиц, то полученное значение составляет порядка 0.59, что все еще ниже ожиданий, но выше предыдущих результатов.