

# Проблема с кодами частиц в UrQMD 4.0

```
Warning in <McPIDConverter::GetPDGCode>: PDG code not found for convention=2, pid=4203
```

itype	nucleus	ichg	Id	PdgCode
200	deuteron	+1	3200	1000010020
201	triton	+1	3201	1000010030
202	$^3\text{He}$	+2	4202	1000020030
203	$^4\text{He}$	+2	4203	1000020040
211	Hypertriton	+1	3211	1010010030
213	$^4_{\Lambda}\text{H}$	+1	3213	1010010040
220	H-dibaryon	0	2220	
221	$\Xi$ -dibaryon	0	2221	
222	$\Xi$ -tribaryon	0	2222	

```
if (ityp >= 0)
    id = 1000 * (ichg + 2) + ityp;
else
    id = -1000 * (ichg + 2) + ityp;
```

В файле с конвертацией UrQMD кодов частиц в PDG коды частиц [/opt/urqmd-4.0/urqmd\\_pdg.dat](/opt/urqmd-4.0/urqmd_pdg.dat) отсутствуют коды для некоторых ядер и их анти-ядер.

Код выдал ошибку при обработке 1000 событий по столкновению O+O при 6 ГэВ на  $^4\text{He}$ .

Файл [/opt/urqmd-4.0/urqmd\\_pdg.dat](/opt/urqmd-4.0/urqmd_pdg.dat) взят из образа [/cvmfs/spd.jinr.ru/images/spdroot\\_apptainer\\_development-b91a9725.sif](/cvmfs/spd.jinr.ru/images/spdroot_apptainer_development-b91a9725.sif)

# Проблема с кодами частиц в UrQMD 4.0

## Анти-ядра

itype	nucleus	ichg	Id	PdgCode
-200	deuteron	-1	-1200	-1000010020
-201	triton	-1	-1201	-1000010030
-202	$^3\text{He}$	-2	-202	-1000020030
-203	$^4\text{He}$	-2	-203	-1000020040
-211	Hypertriton	-1	-1211	-1010010030
-213	$^4_{\Lambda}\text{H}$	-1	-1213	-1010010040
-220	H-dibaryon	0	-2220	
-221	$\Xi$ -dibaryon	0	-2221	
-222	$\Xi$ -tribaryon	0	-2222	

```
if (itype >= 0)
    id = 1000 * (ichg + 2) + itype;
else
    id = -1000 * (ichg + 2) + itype;
```

В файле с конвертацией UrQMD кодов частиц в PDG коды частиц [/opt/urqmd-4.0/urqmd\\_pdg.dat](/opt/urqmd-4.0/urqmd_pdg.dat) отсутствуют коды для некоторых ядер и их анти-ядер.

Код выдал ошибку при обработке 1000 событий по столкновению O+O при 6 ГэВ на  $^4\text{He}$ .

Файл [/opt/urqmd-4.0/urqmd\\_pdg.dat](/opt/urqmd-4.0/urqmd_pdg.dat) взят из образа [/cvmfs/spd.jinr.ru/images/spdroot\\_apptainer\\_development-b91a9725.sif](/cvmfs/spd.jinr.ru/images/spdroot_apptainer_development-b91a9725.sif)

# Результаты с SpdRoot

Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6 \text{ GeV}$

Statistics: 72 130 events

UrQMD 3.4  $\Rightarrow$  McDst  $\Rightarrow$  simulation  $\Rightarrow$  reconstruction

ITS, ST, BBC

**Пучок**

Размытие по Гауссу  
 $\sigma = 1 \text{ мм}$  в плоскости XY  
 $\sigma = 30 \text{ см}$  по Z

[MC-TRACK FINDER]  
[MC-VERTEX FITTER]  
[REAL VERTEX FINDER (FITTED MC-TRACKS)]

Не был включен при реконструкции:  
[RC-TRACK FINDER]

**SpdTrackMC** uses MC true information for initialization (position, momentum, start time and pdgpid)  
**SpdTrackRC** uses independent initialization (pVtx(0,0,0), pMom(0,0,1), 0, pion\_pdgpid) before fitting.

В SpdRoot при восстановлении вершины используются mc-tracks, а не rc-tracks

# Положение первичной вершины

Kr + Kr  $\sqrt{s}_{NN} = 6$  GeV

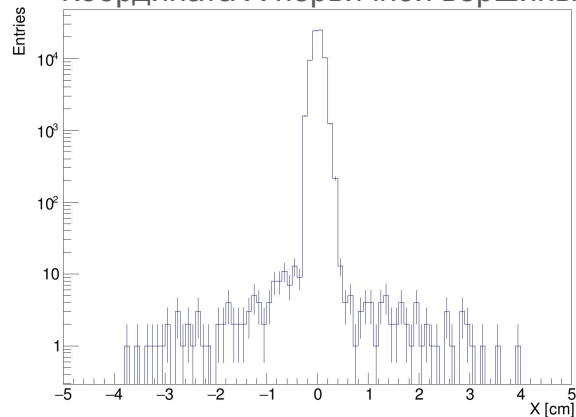
Размытие по Гауссу

$\sigma = 1$  мм в плоскости XY

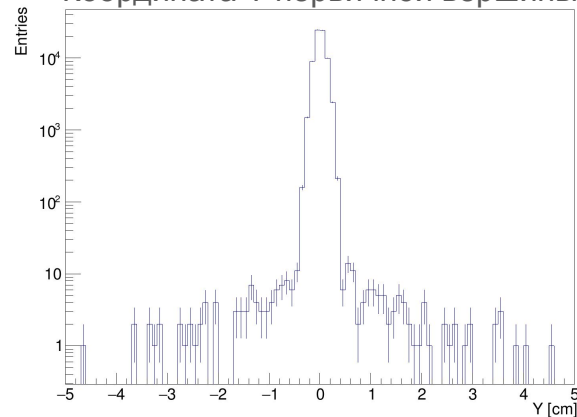
$\sigma = 30$  см по Z

SpdVertexRC

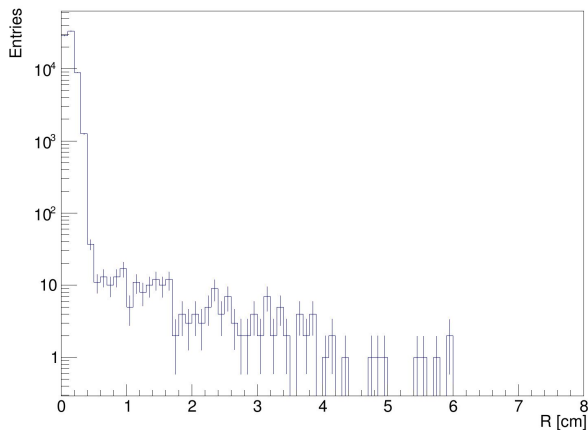
Координата X первичной вершины



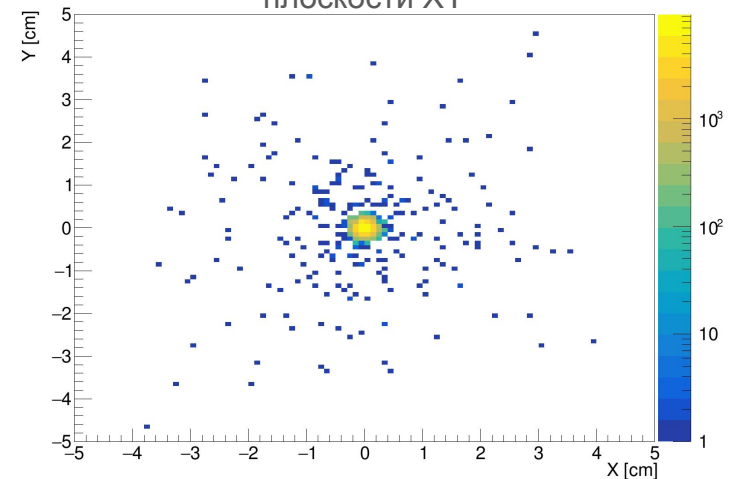
Координата Y первичной вершины



$$\text{Vertex } R = \sqrt{X^2 + Y^2}$$



Положение первичной вершины в плоскости XY



Распределения построены для событий, в которых восстановлена первичная вершина

# Положение первичной вершины

Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6 \text{ GeV}$

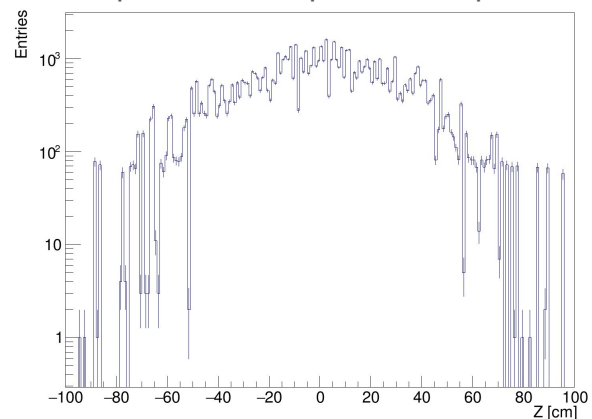
Размытие по Гауссу

$\sigma = 1 \text{ мм}$  в плоскости XY

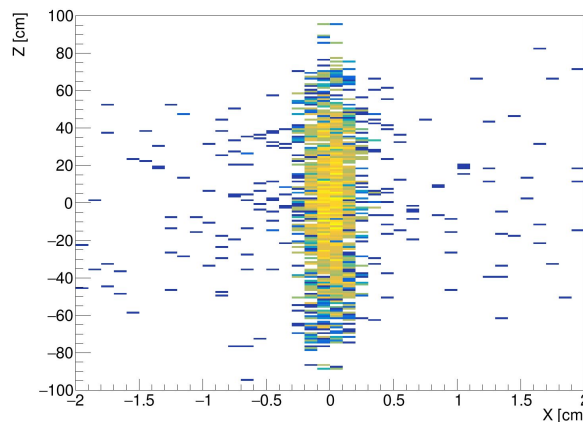
$\sigma = 30 \text{ см}$  по Z

SpdVertexRC

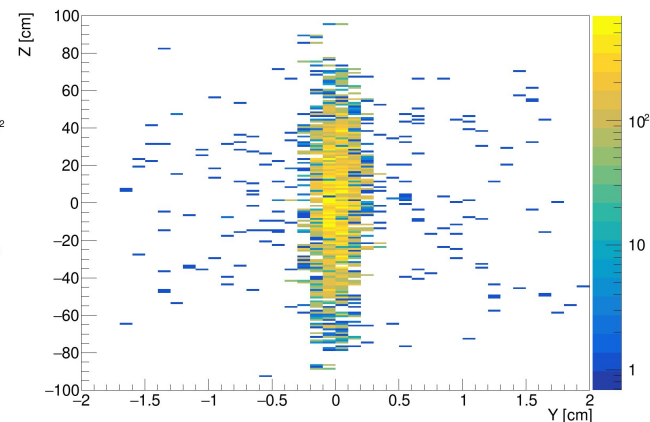
Координата Z первичной вершины



Положение первичной вершины в плоскости XZ



Положение первичной вершины в плоскости YZ

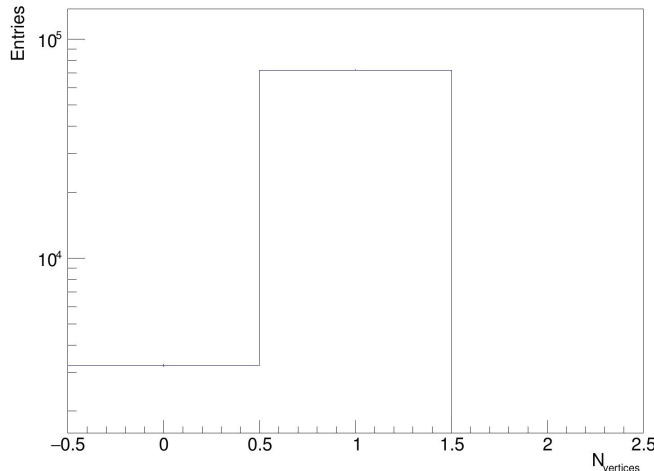


Распределения построены для событий, в которых восстановлена первичная вершина

# Восстановление первичной вершины (с помощью SpdRCVerticesFinder)

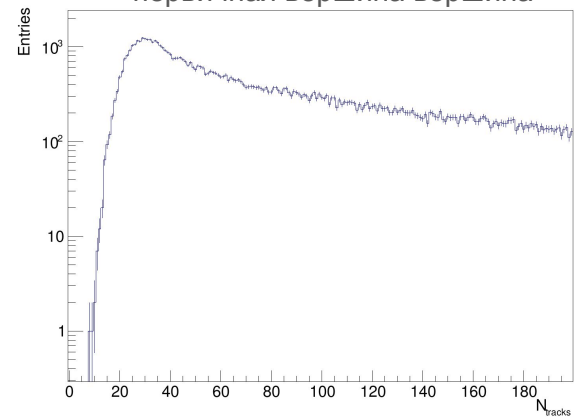
Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6 \text{ GeV}$

Количество вершин в событии



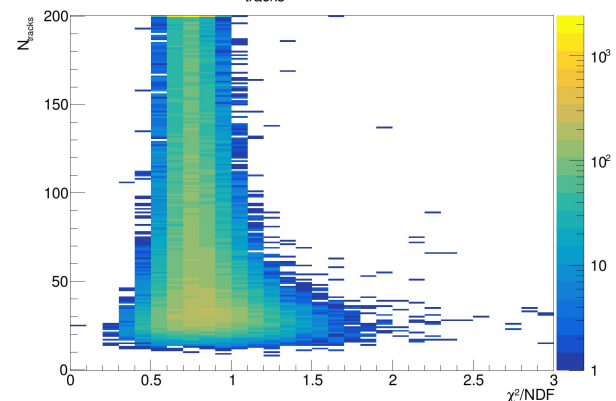
Есть события, в которых первичная вершина не была восстановлена

Количество треков, по которым восстановлена первичная вершина



для событий, в которых количество вершин = 1

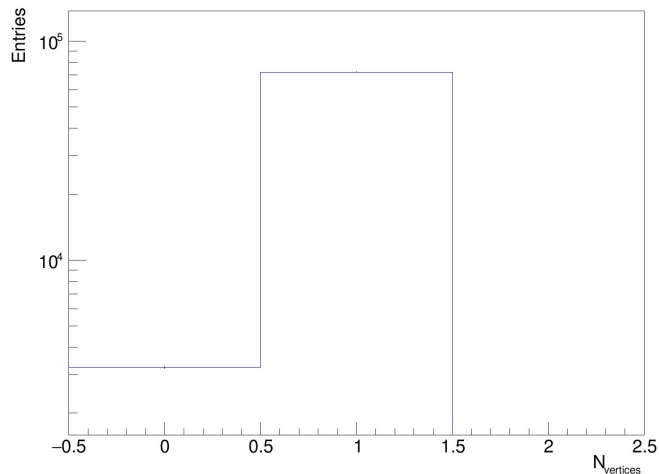
Vertex  $N_{\text{tracks}}$  vs Vertex  $\chi^2/\text{NDF}$



# Восстановление первичной вершины (с помощью SpdRCVerticesFinder)

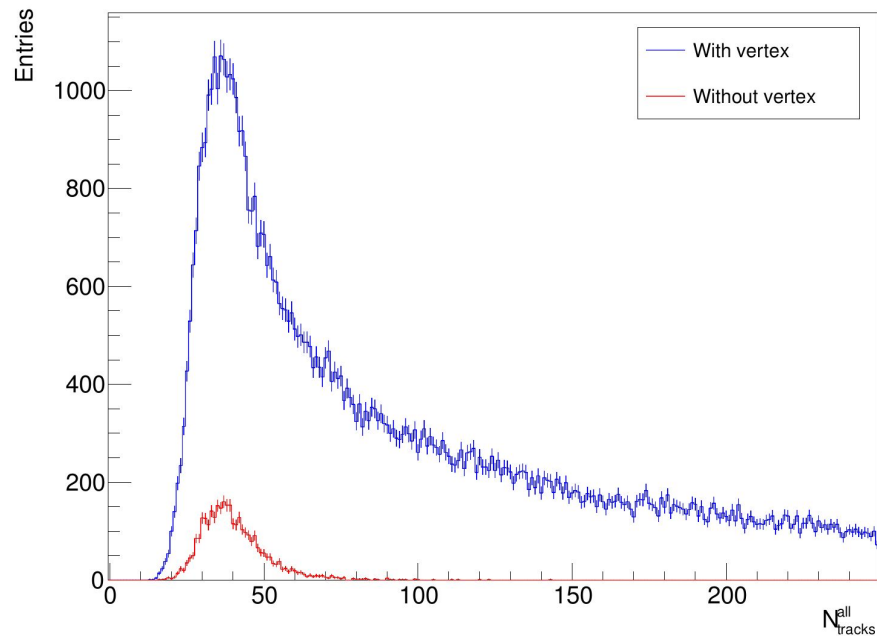
Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

Количество вершин в событии



Есть события, в которых первичная вершина не была восстановлена

Количество треков в событии



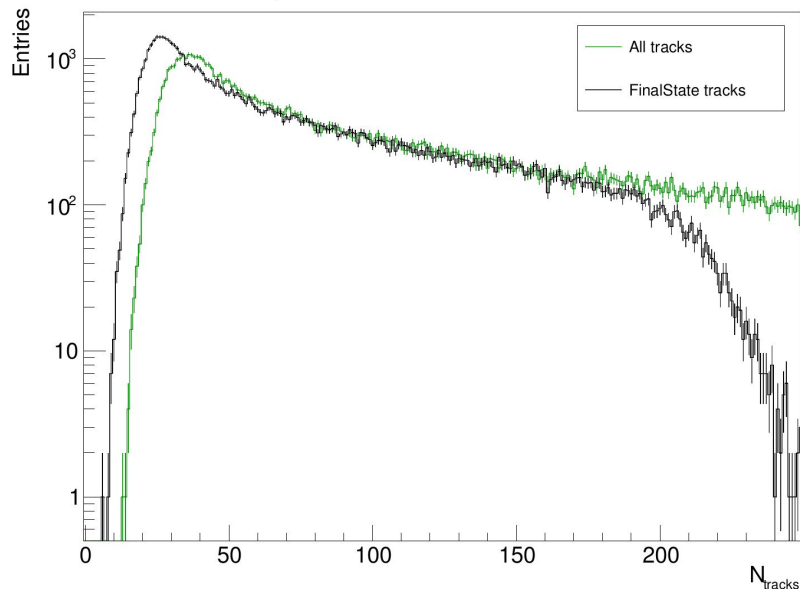
Все треки без применения каких-либо критериев отбора

# Восстановление первичной вершины (с помощью SpdRCVerticesFinder)

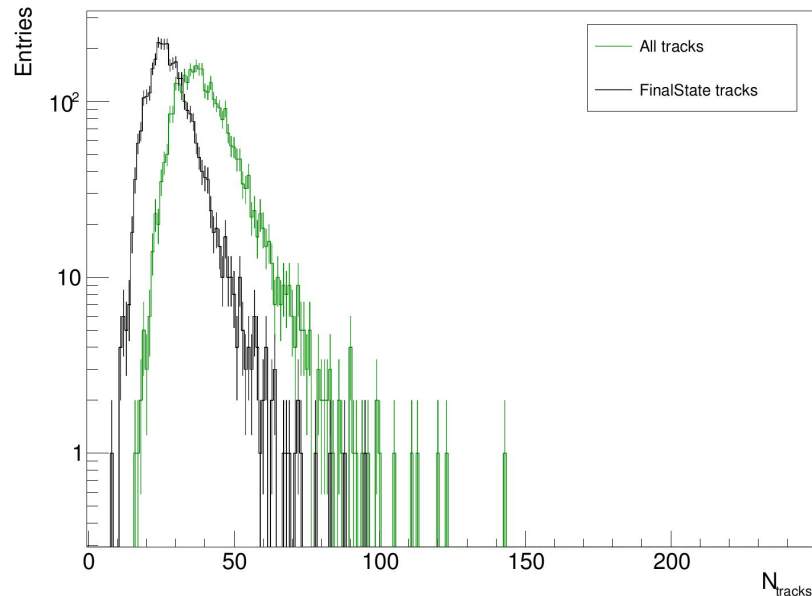
Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

- В событиях, в которых первичная вершина не была восстановлена имеются FinalState треки
- FinalState – state in the primary vertex if it's found

Распределение для событий, в которых  
**вершина восстановлена**



Распределение для событий, в которых  
**вершина не восстановлена**



# Положение треков в первичной вершине

Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

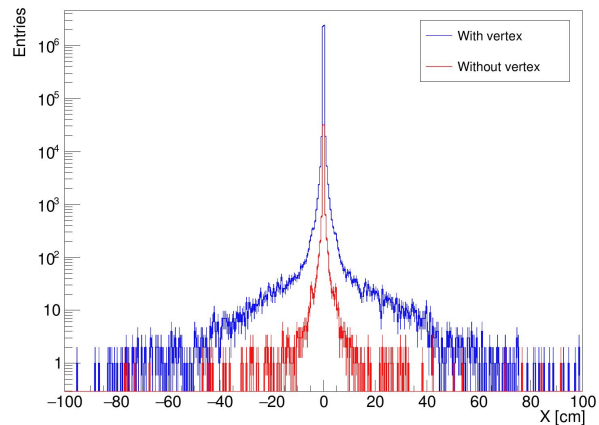
В событиях, в которых первичная вершина не была восстановлена имеются FinalState треки

FinalState – state in the primary vertex if it's found

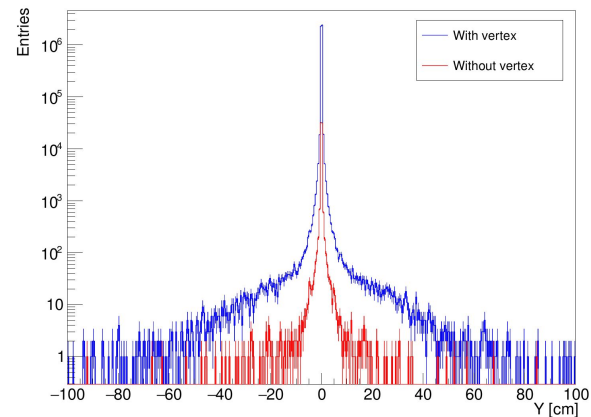
Для FinalState треков возможно посмотреть их положение в первичной вершине

*Куда экстраполируются треки в событиях, в которых первичной вершины нет? В точку (0., 0., 0.)?*

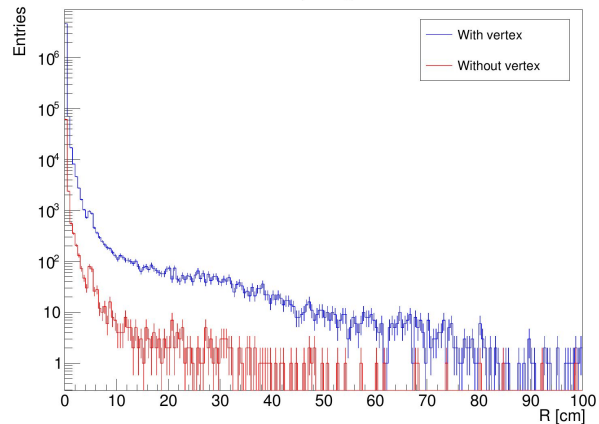
Track X at vertex



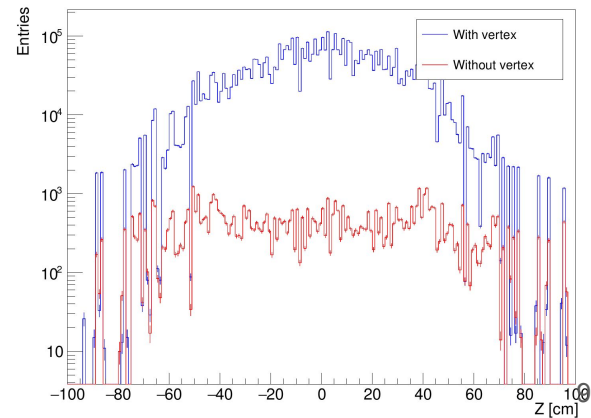
Track Y at vertex



Track R =  $\sqrt{x^2+y^2}$  at vertex



Track Z at vertex

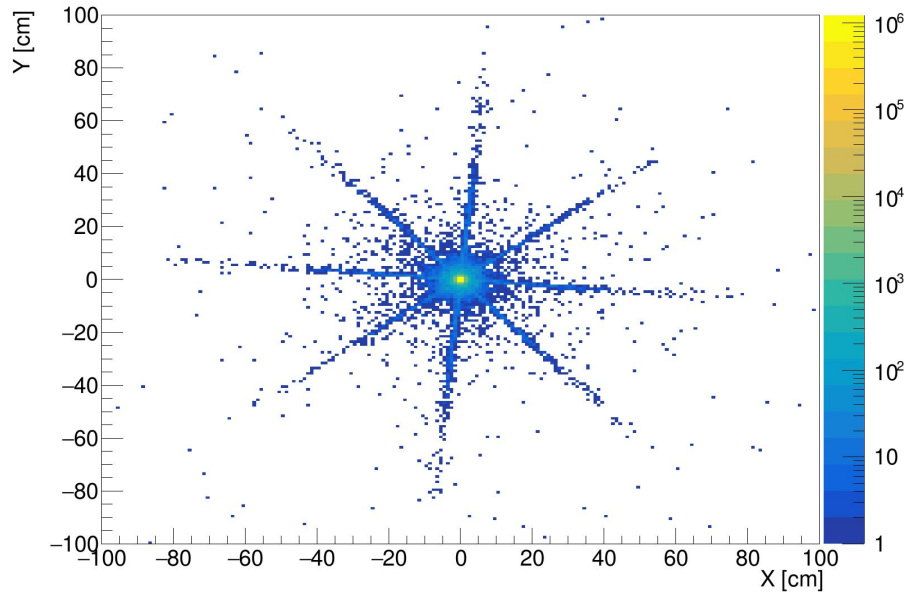


# Положение треков в первичной вершине

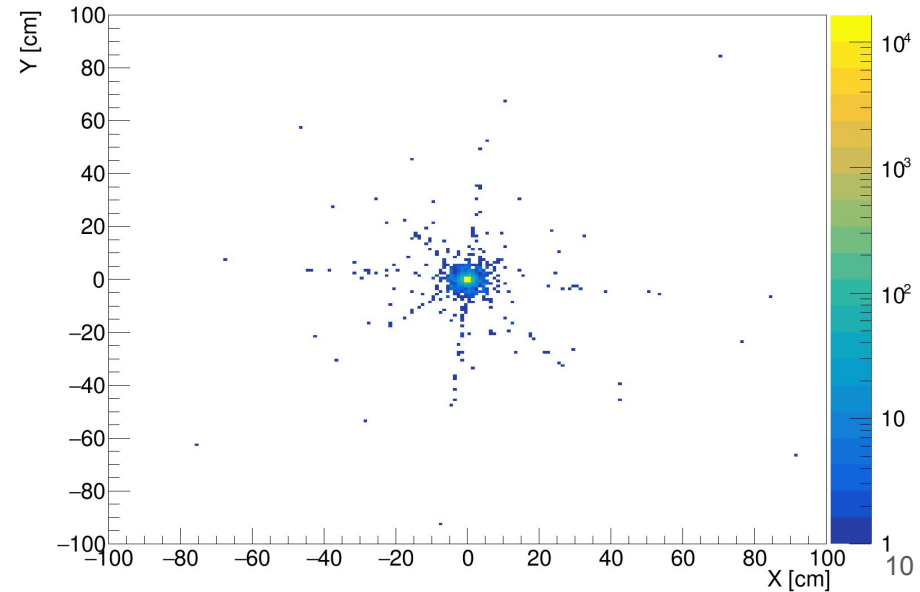
Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6 \text{ GeV}$

- В событиях, в которых первичная вершина не была восстановлена имеются FinalState треки
- FinalState – state in the primary vertex if it's found
- Координаты FinalState треков в первичной вершине в событиях без вершины (?) в большей степени сосредоточены вокруг (0., 0.) в плоскости XY по сравнению с событиями, в которых вершина была восстановлена

Track X vs Y (with vertex)



Track X vs Y (no vertex)

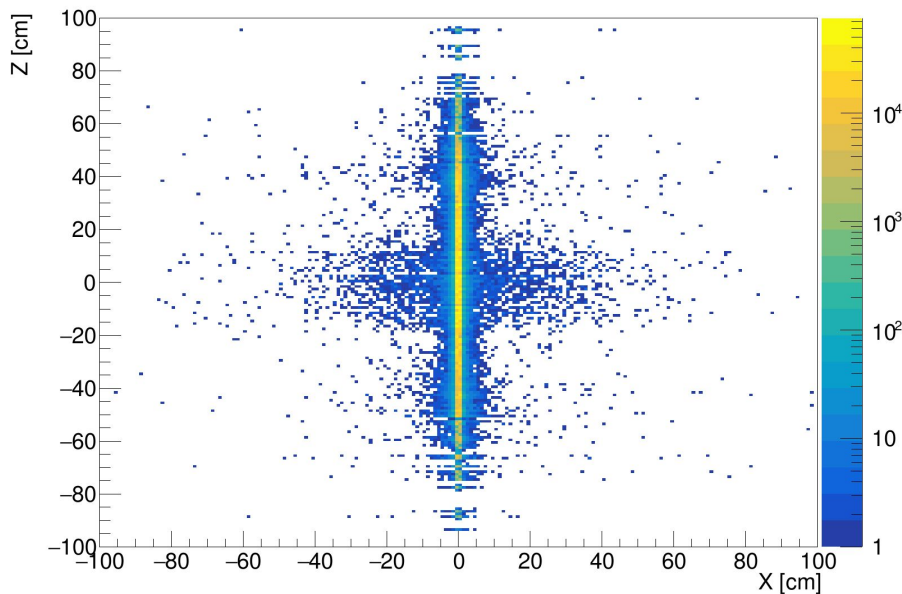


# Положение треков в первичной вершине

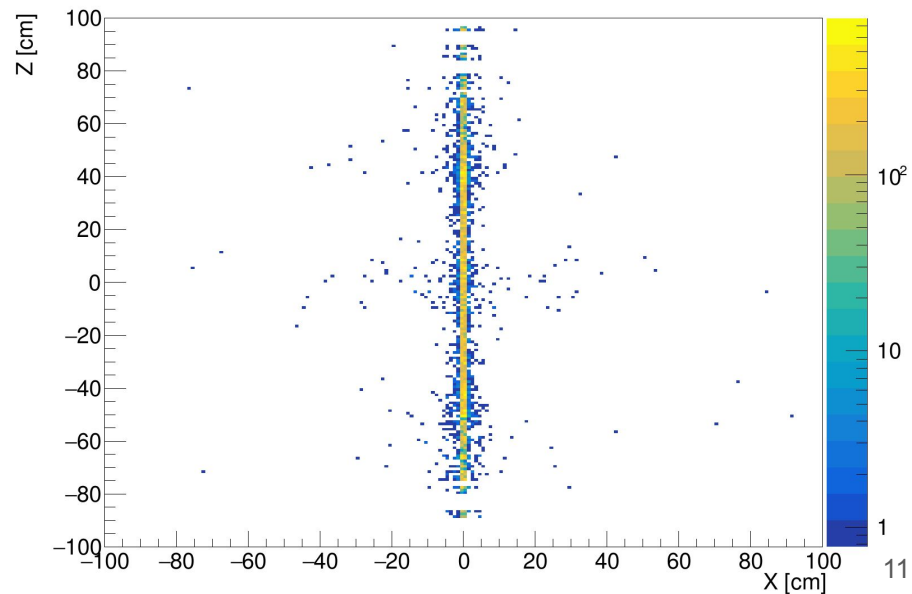
Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6 \text{ GeV}$

- В событиях, в которых первичная вершина не была восстановлена имеются FinalState треки
- FinalState – state in the primary vertex if it's found
- Координаты FinalState треков в первичной вершине в событиях без вершины (?) в большей степени сосредоточены вокруг (0., 0.) в плоскости XY по сравнению с событиями, в которых вершина была восстановлена

Track X vs Z (with vertex)



Track X vs Z (no vertex)

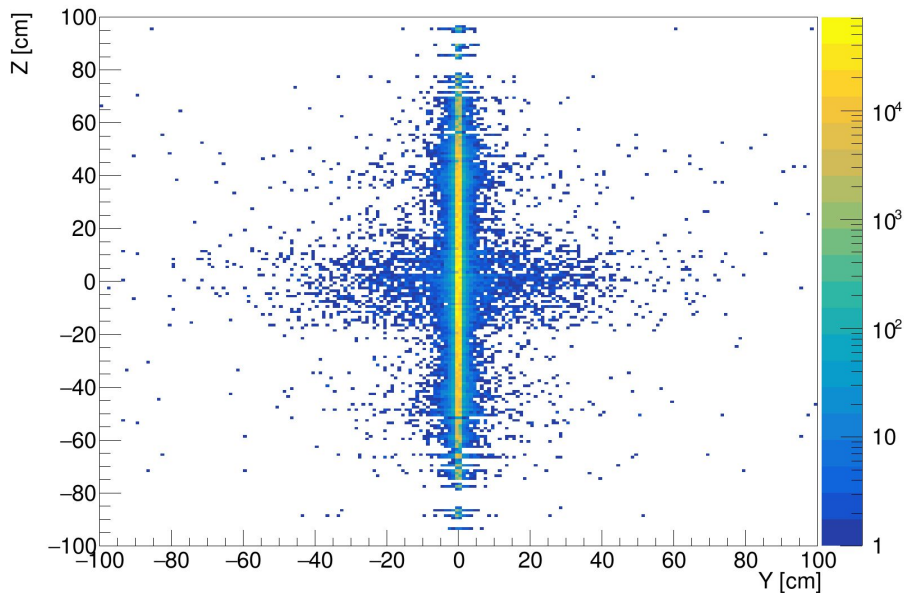


# Положение треков в первичной вершине

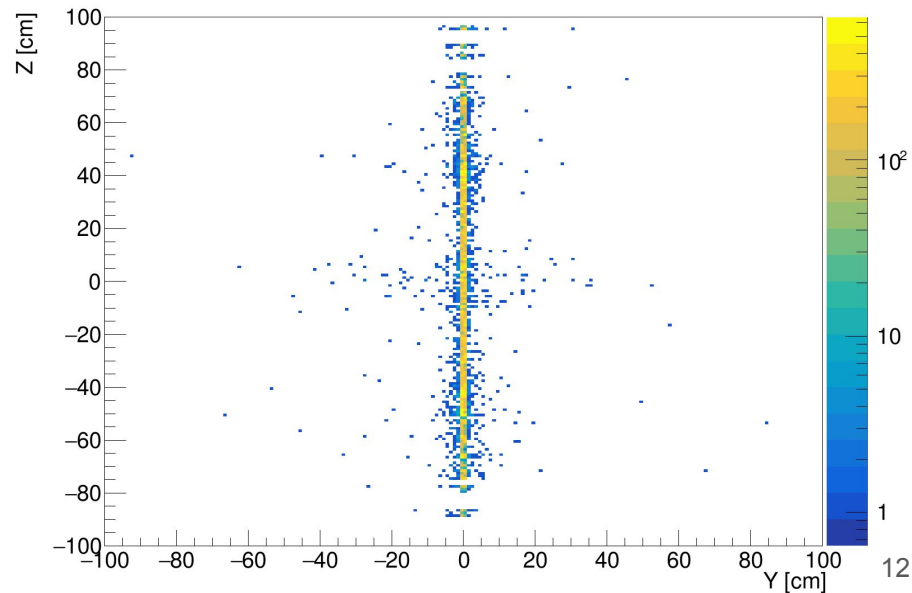
Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6 \text{ GeV}$

- В событиях, в которых первичная вершина не была восстановлена имеются FinalState треки
- FinalState – state in the primary vertex if it's found
- Координаты FinalState треков в первичной вершине в событиях без вершины (?) в большей степени сосредоточены вокруг (0., 0.) в плоскости XY по сравнению с событиями, в которых вершина была восстановлена

Track Y vs Z (with vertex)

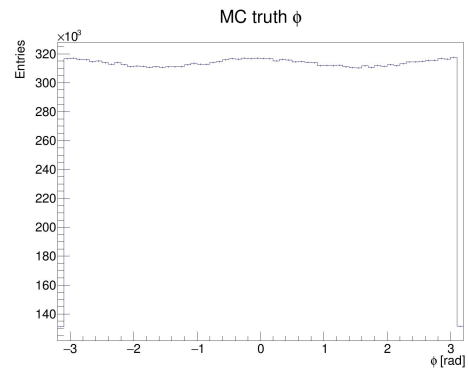
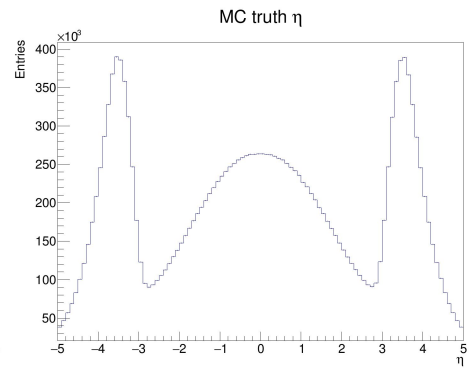
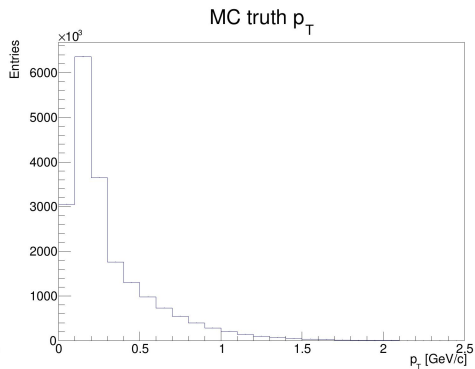
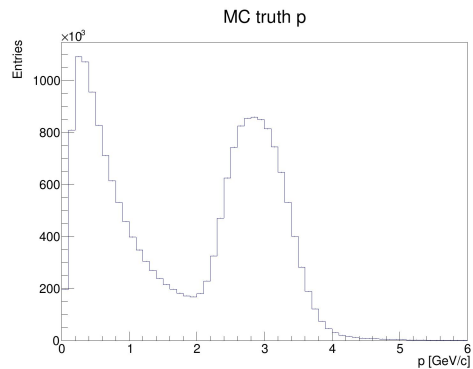


Track Y vs Z (no vertex)

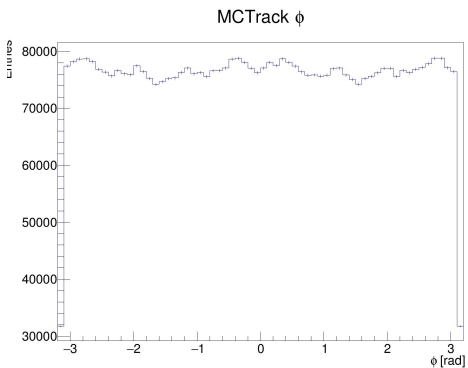
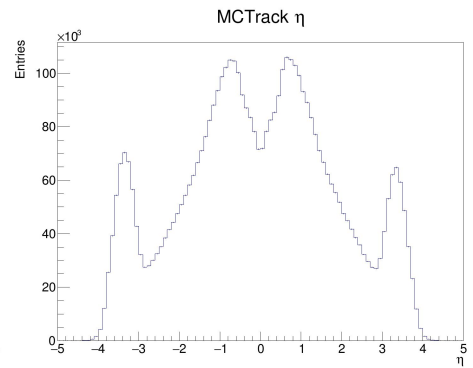
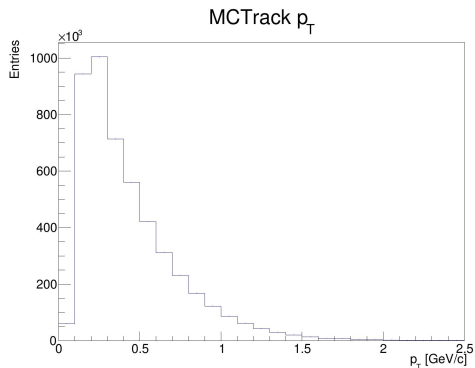
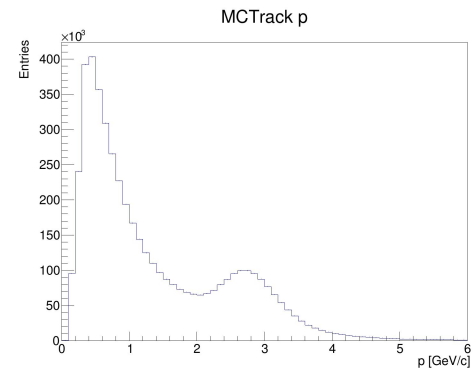


Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

## Распределения для частиц из генератора (MCParticle)

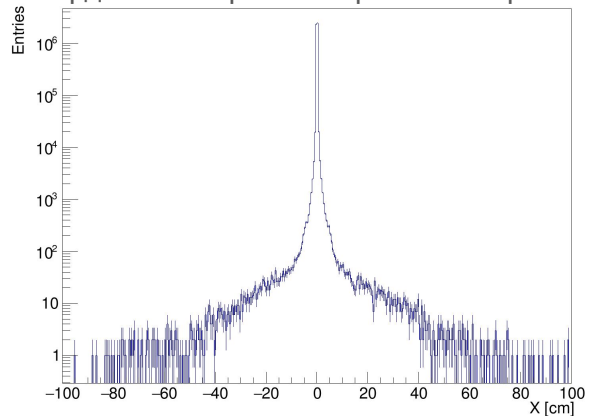


## Распределения для треков (MCTracks, FinalState)

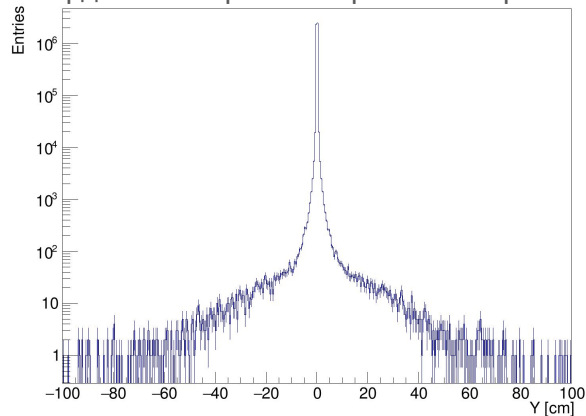


Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV MCTracks, FinalState

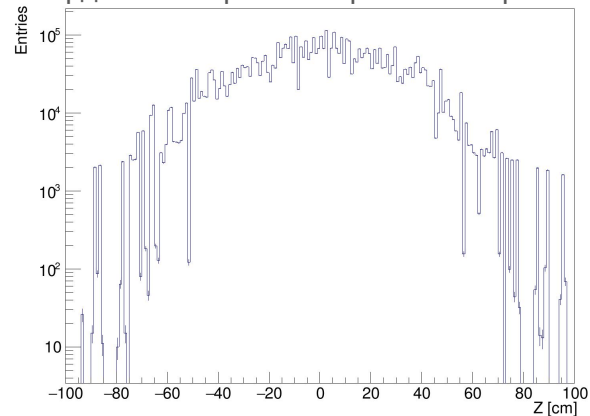
Координата X трека в первичной вершине



Координата Y трека в первичной вершине

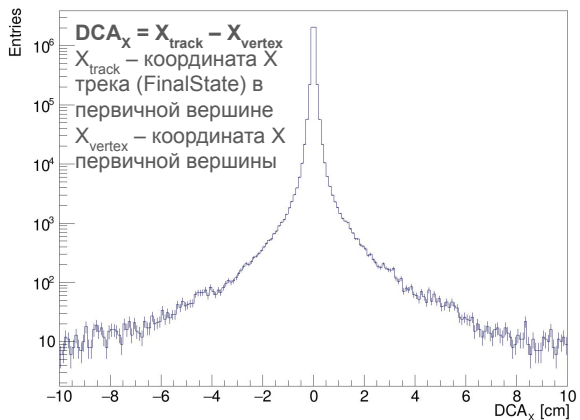


Координата Z трека в первичной вершине

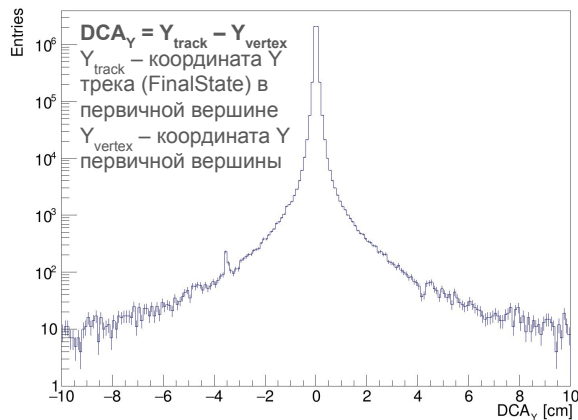


Distance of closest approach (DCA) = Track position at Vertex (Final State) – Vertex position

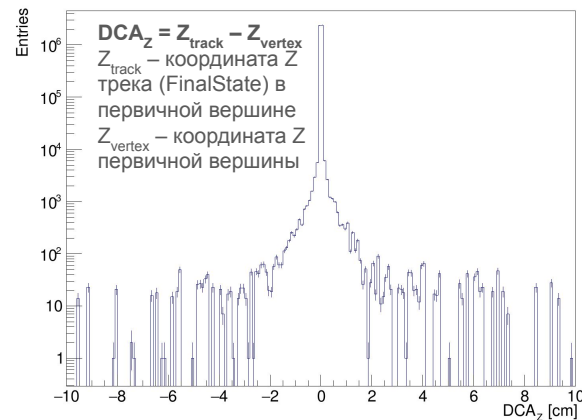
DCA<sub>x</sub>



DCA<sub>y</sub>



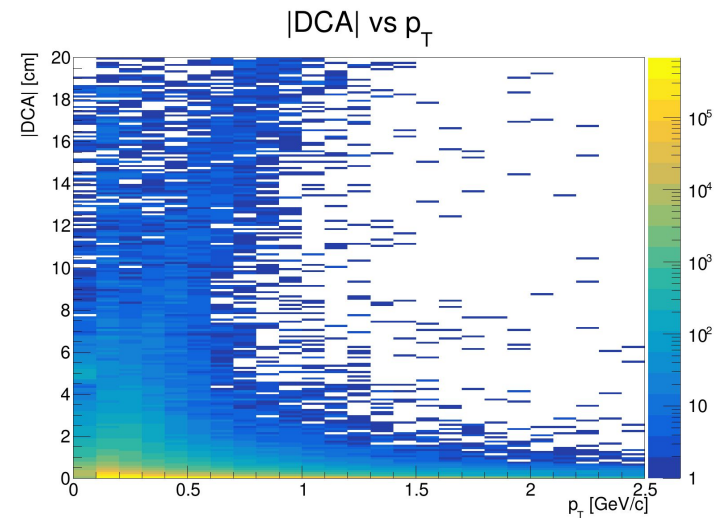
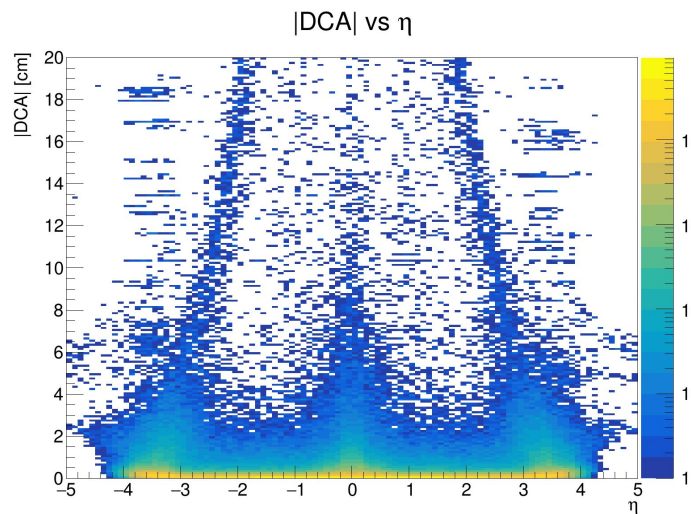
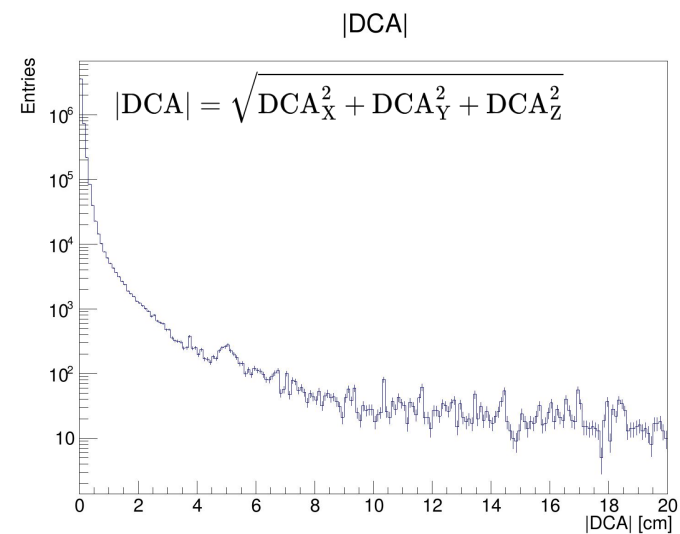
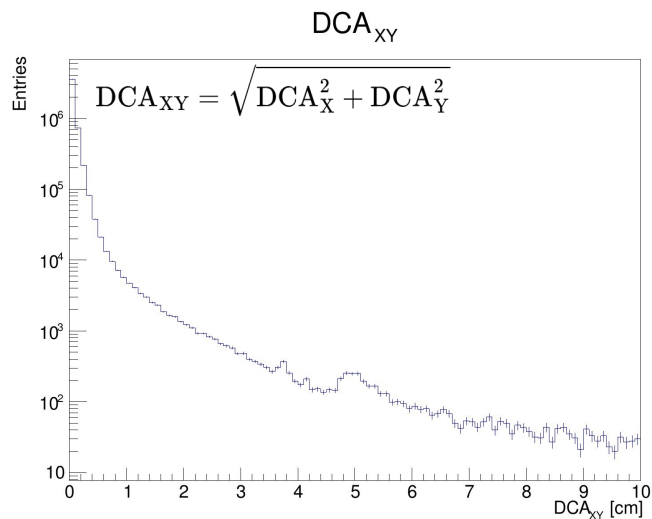
DCA<sub>z</sub>



Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

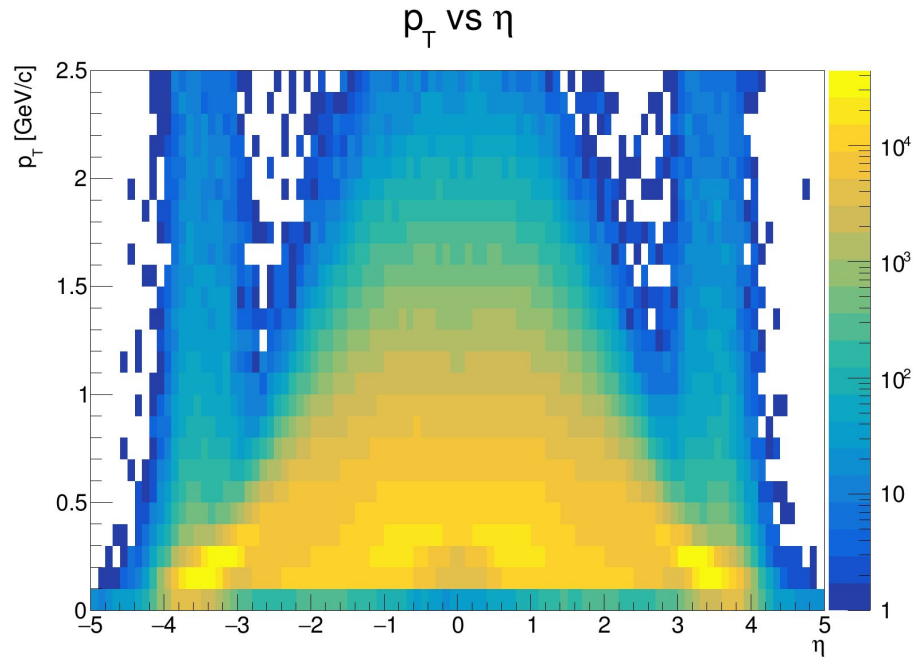
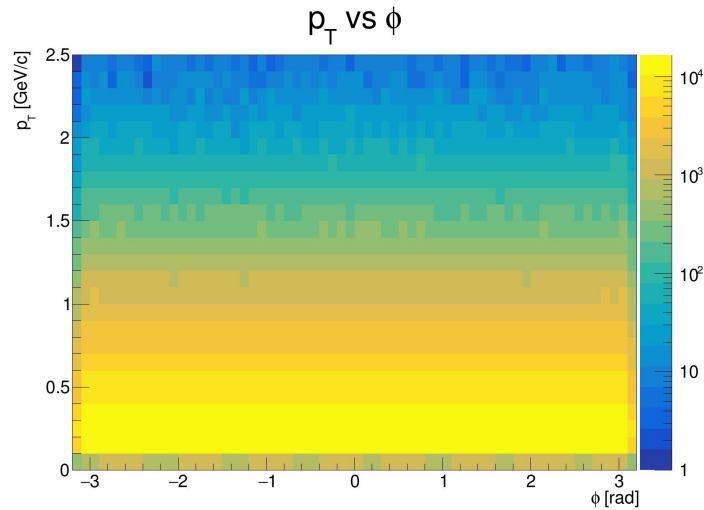
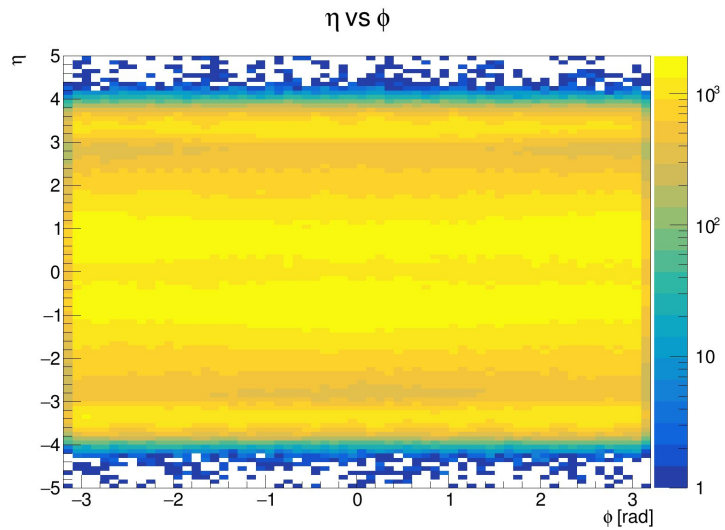
MCTracks, FinalState

Distance of closest approach (DCA)



Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

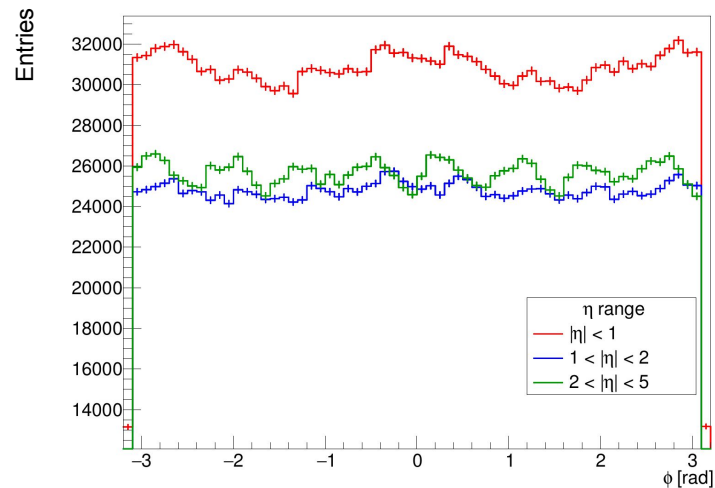
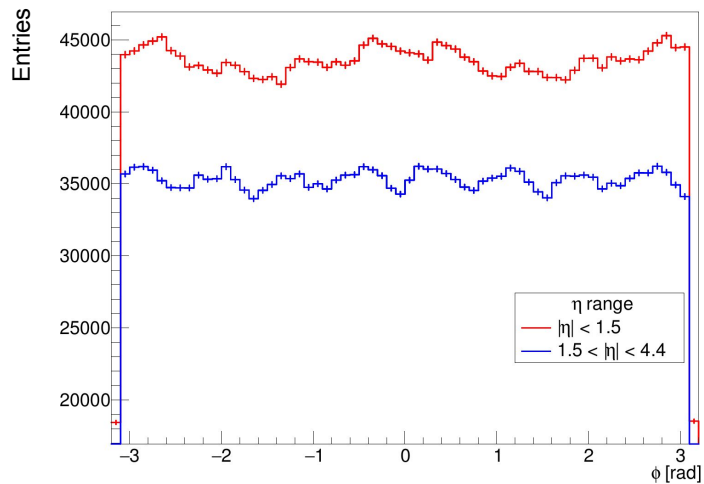
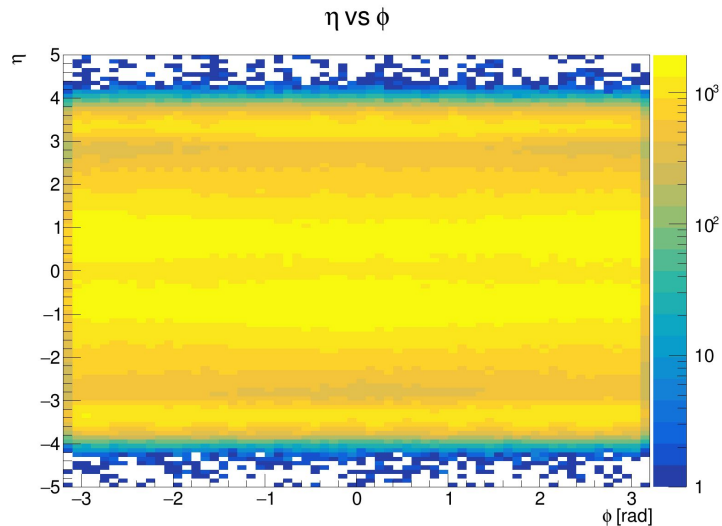
Распределения для треков (MCTracks, FinalState)



Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

MCTracks, FinalState

Распределения по азимутальному углу для разных диапазонов по псевдобыстроте

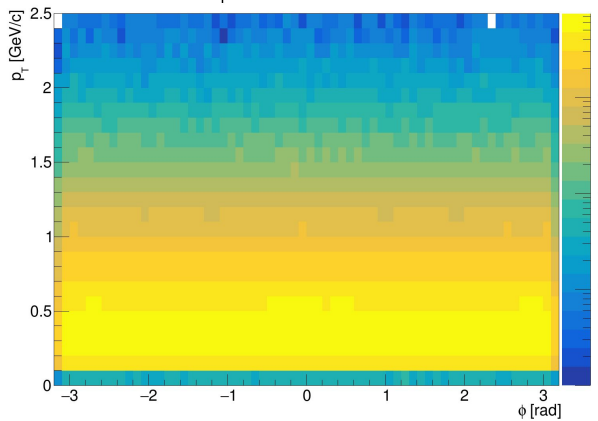


# Распределения $p_T$ vs. $\phi$ для разных диапазонов по псевдобыстроте

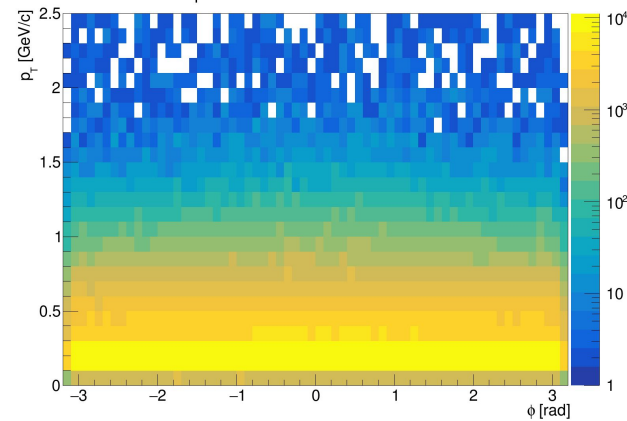
Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

MCTracks, FinalState

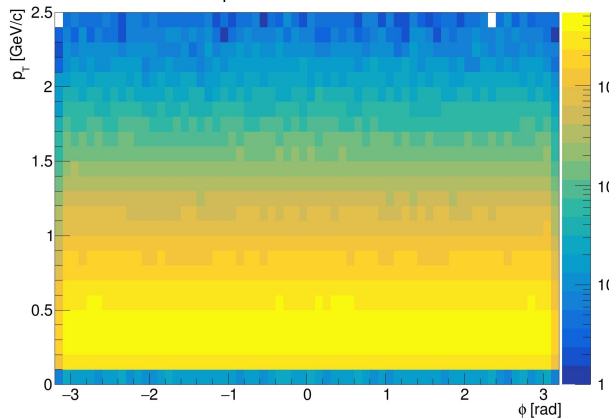
$p_T$  vs  $\phi$  for  $|\eta| < 1.5$



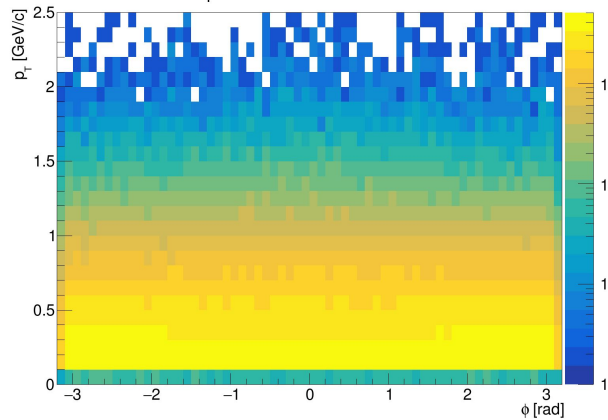
$p_T$  vs  $\phi$  for  $1.5 < |\eta| < 4.4$



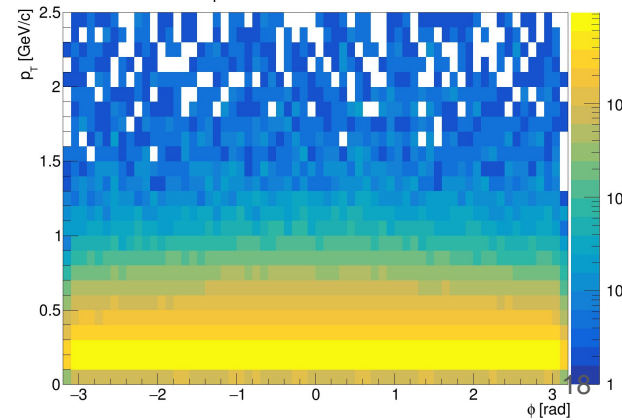
$p_T$  vs  $\phi$  for  $|\eta| < 1$



$p_T$  vs  $\phi$  for  $1 < |\eta| < 2$

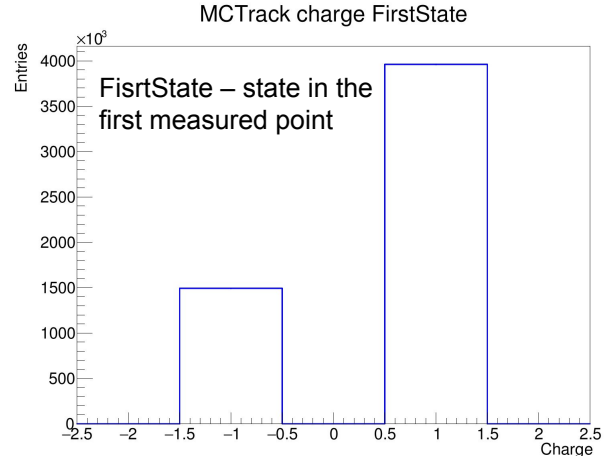
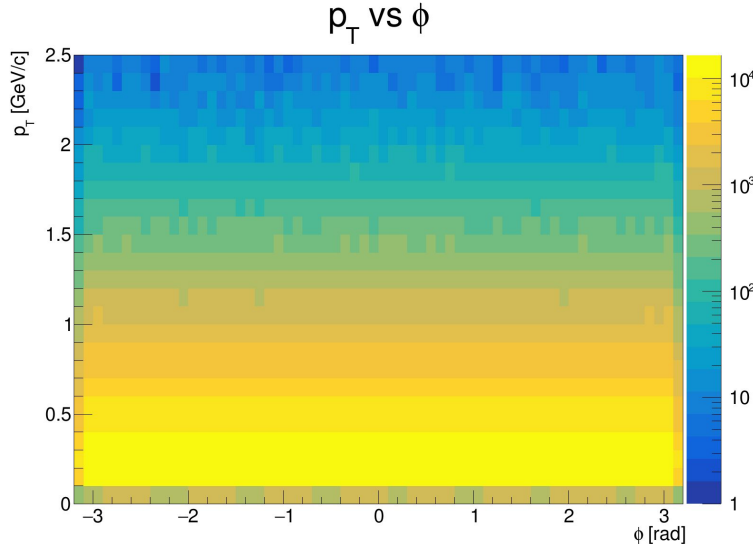


$p_T$  vs  $\phi$  for  $2 < |\eta| < 5$



Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

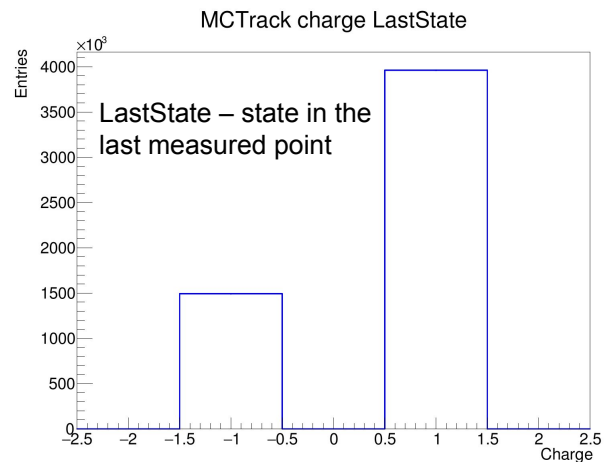
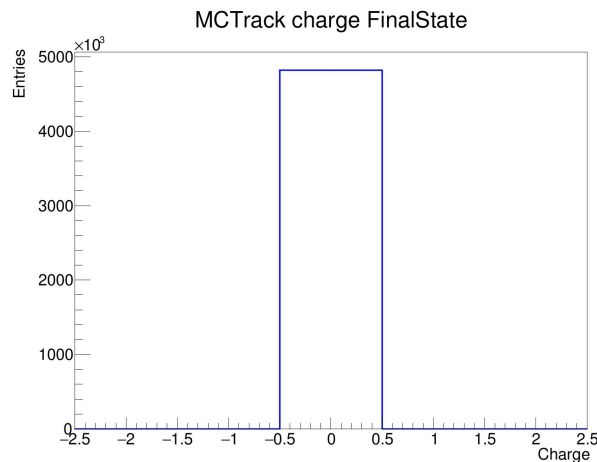
MCTracks, FinalState



У треков в FirstState и LastState заряды  $-1$  и  $+1$

У всех FinalState треков заряд равен нулю

FinalState – state in the primary vertex if it's found

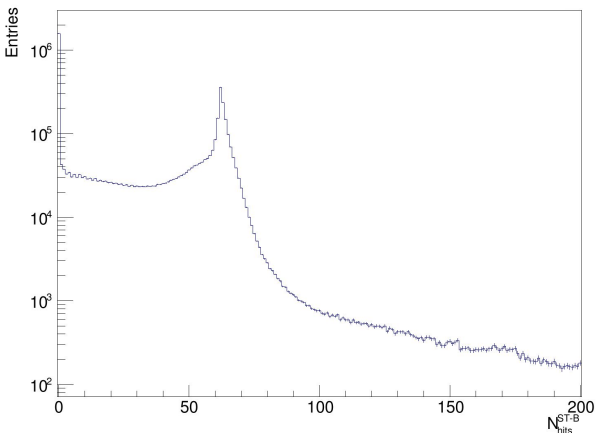


# Количество хитов, используемых для фита трека

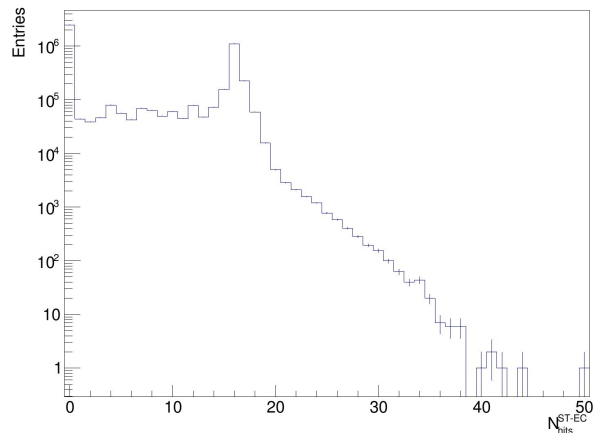
Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

MCTracks, FinalState

Количество хитов в Straw Tracker barrel

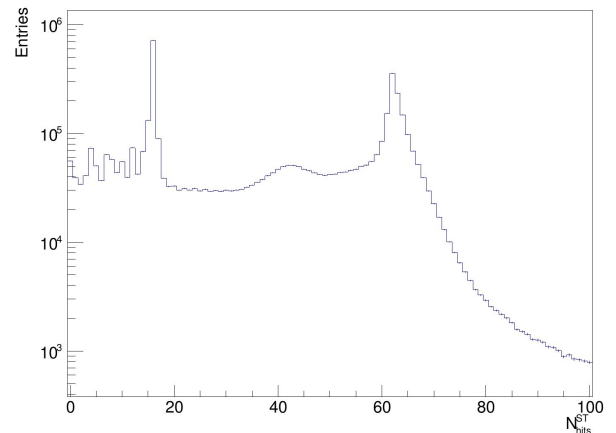


Количество хитов в Straw Tracker endcap

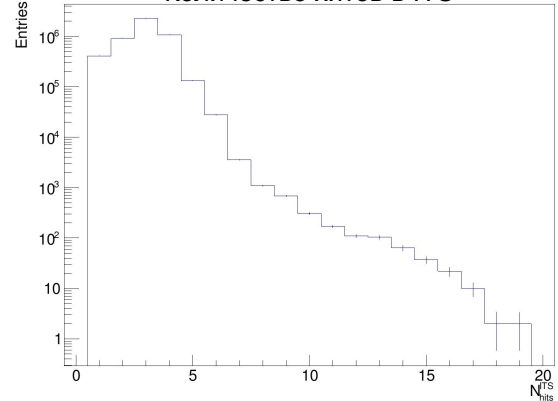


Полное количество хитов в Straw Tracker

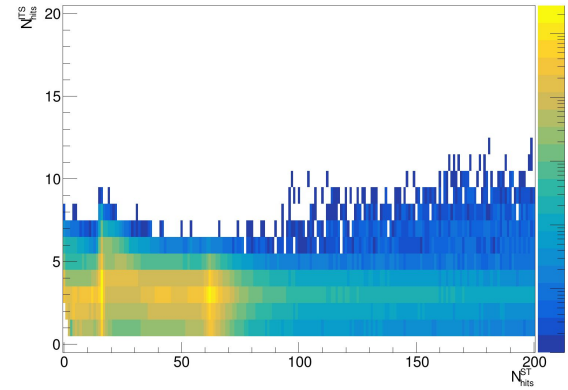
$$N_{hits}^{ST} = N_{hits}^{ST-B} + N_{hits}^{ST-EC}$$



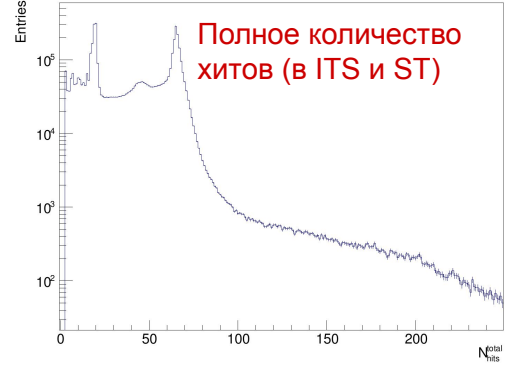
Количество хитов в ITS

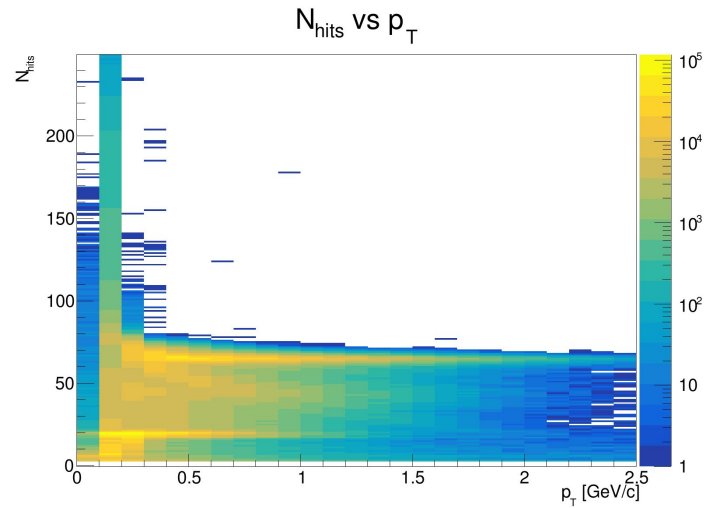
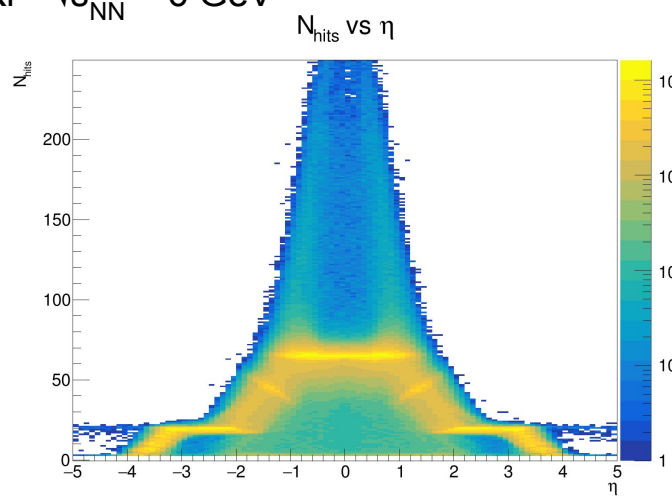


ITS hits vs ST hits

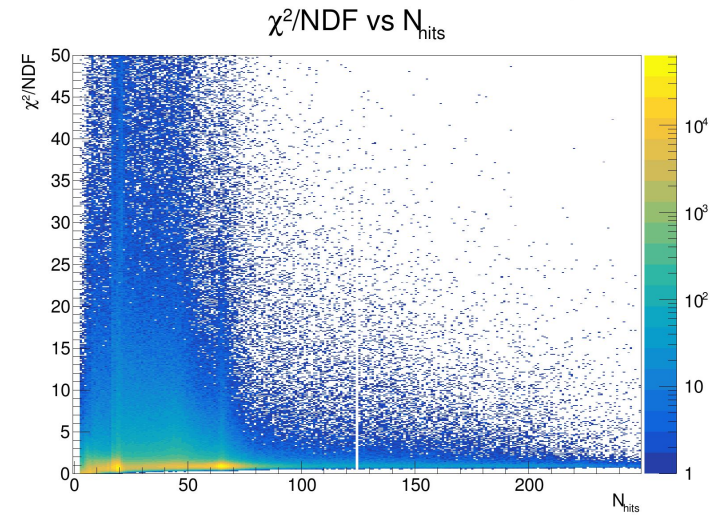
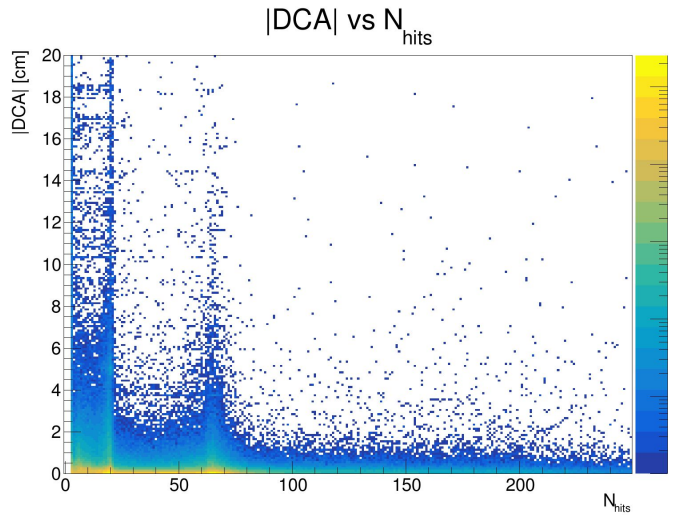


Total hits  $N_{hits}^{total} = N_{hits}^{ST} + N_{hits}^{ITS}$





$N_{\text{hits}}$  – сумма хитов в ST и ITS



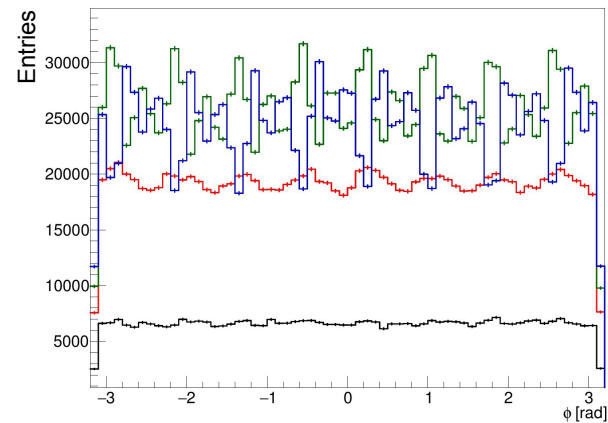
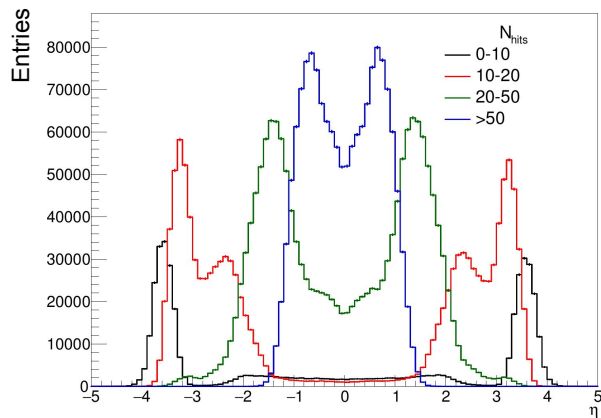
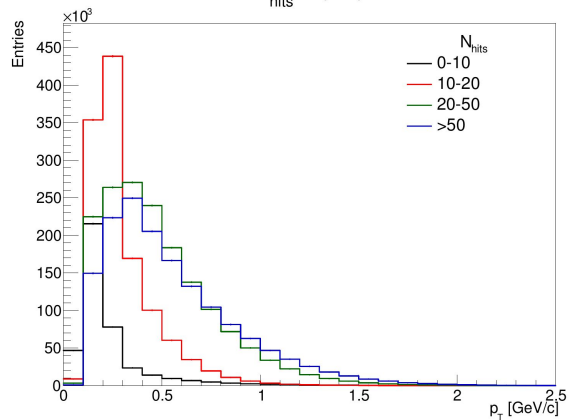
$\chi^2/\text{ndf}$  – качество фита отдельного трека

# Распределения $p_T$ , $\eta$ , $\phi$ и DCA для разного количества хитов

Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

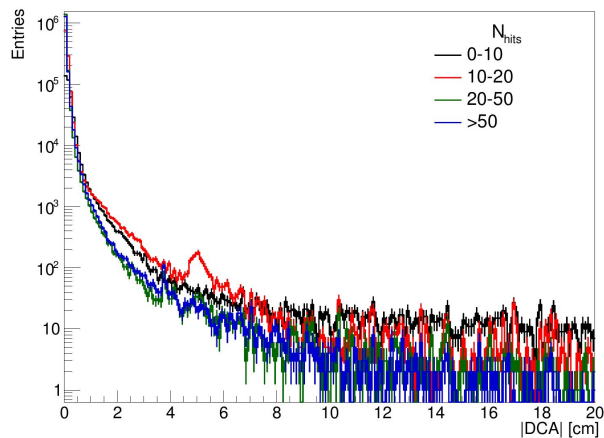
MCTracks, FinalState

$N_{hits} = 0-10$

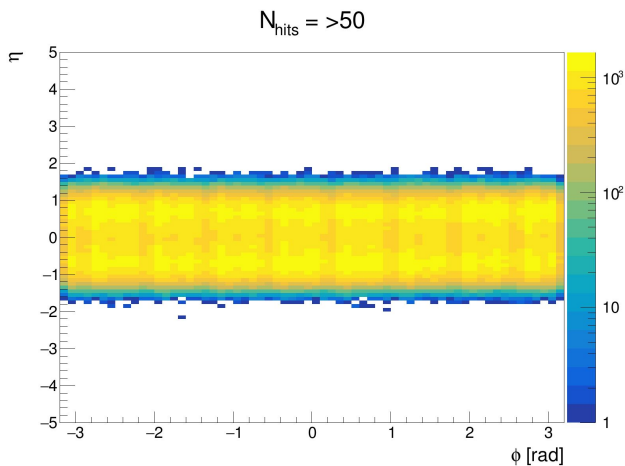
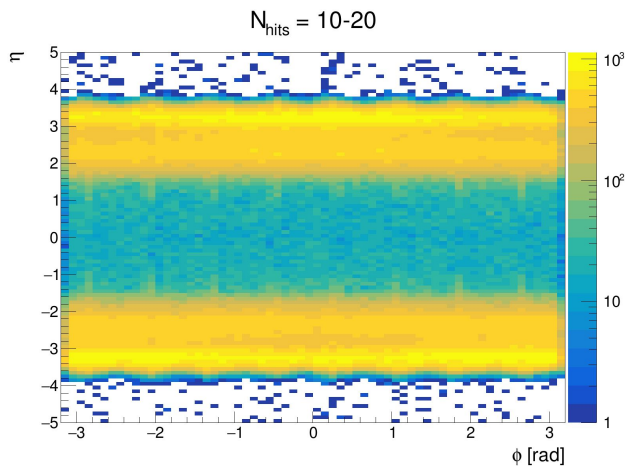
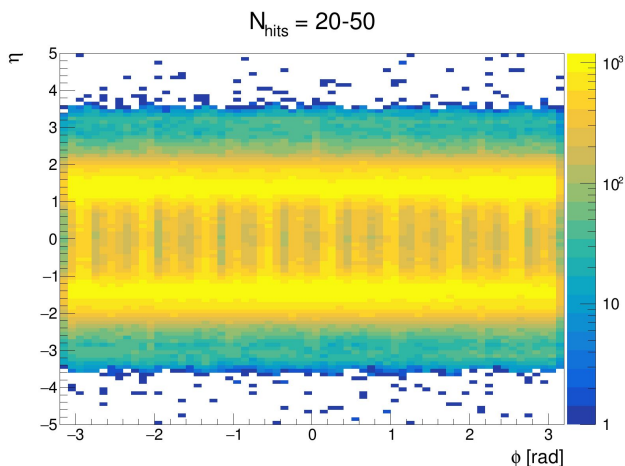
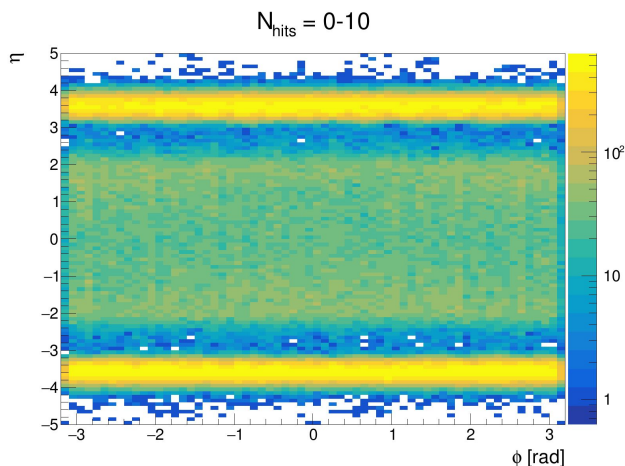


$N_{hits}$

- 0-10
- 10-20
- 20-50
- >50

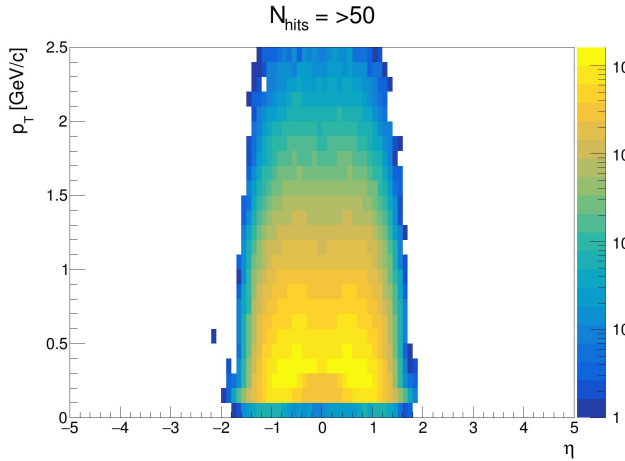
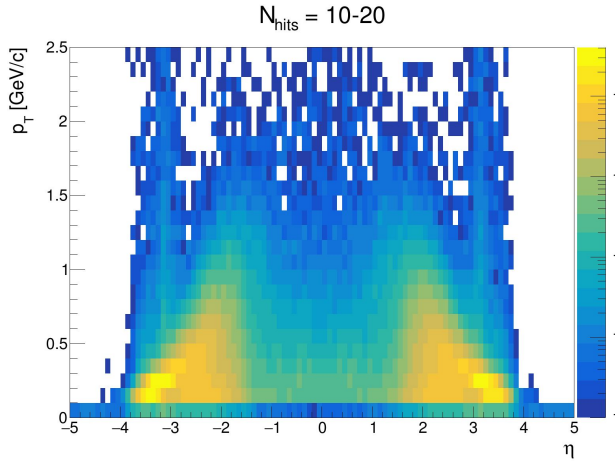
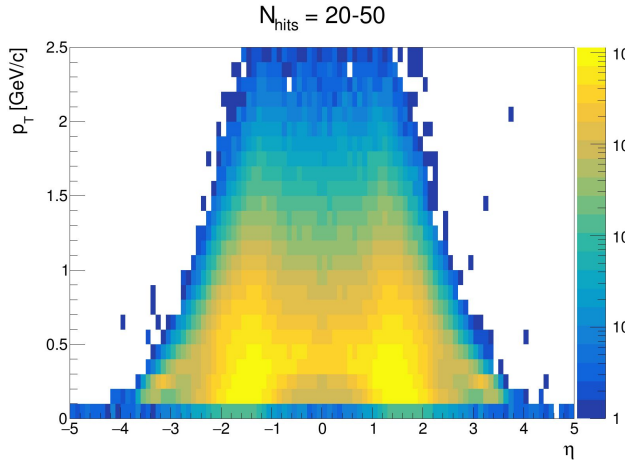
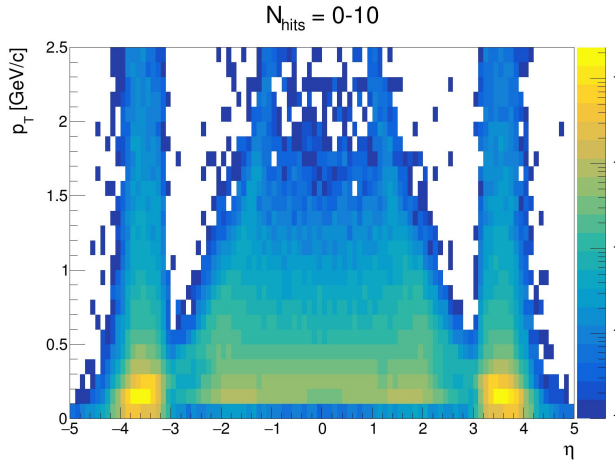


# Распределение $\eta$ vs. $\phi$ для разного количества хитов



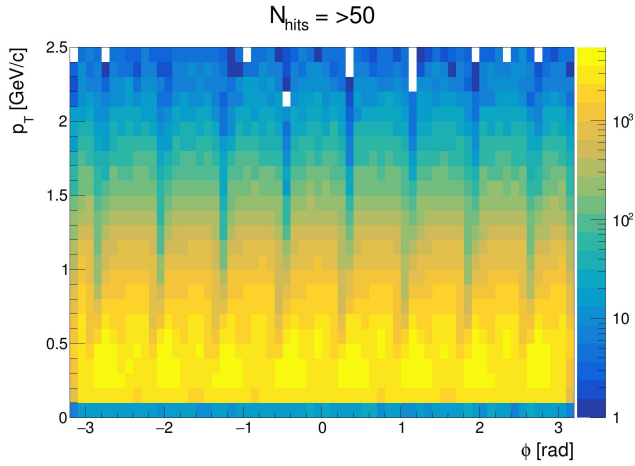
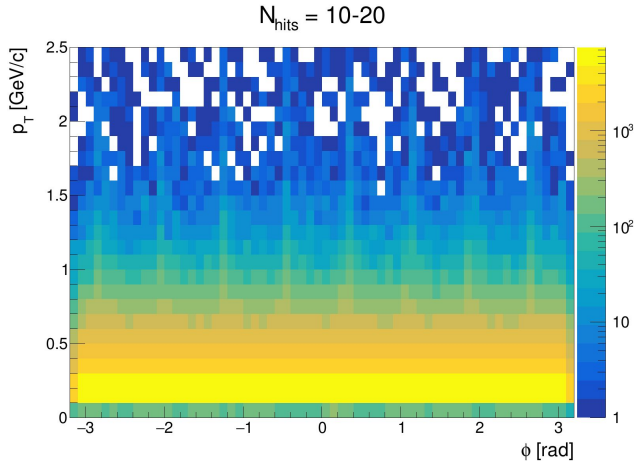
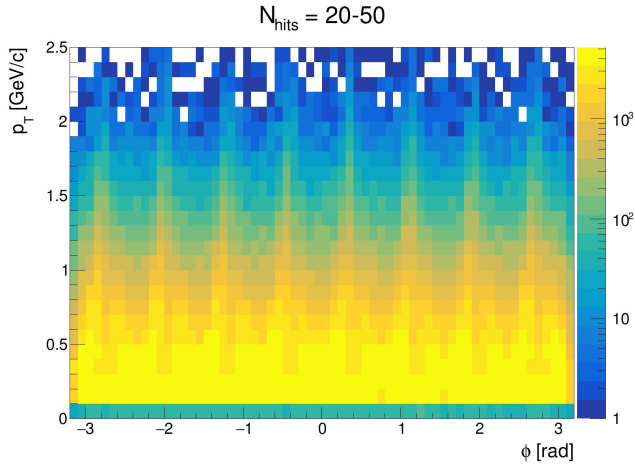
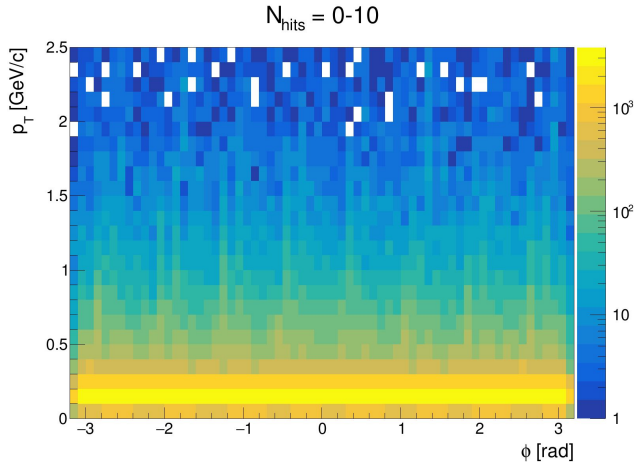
Kr + Kr  $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 6 \text{ GeV}$   
MCTracks, FinalState

# Распределение $p_T$ vs. $\eta$ для разного количества хитов



Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV  
MCTracks, FinalState

# Распределение $p_T$ vs. $\phi$ для разного количества хитов



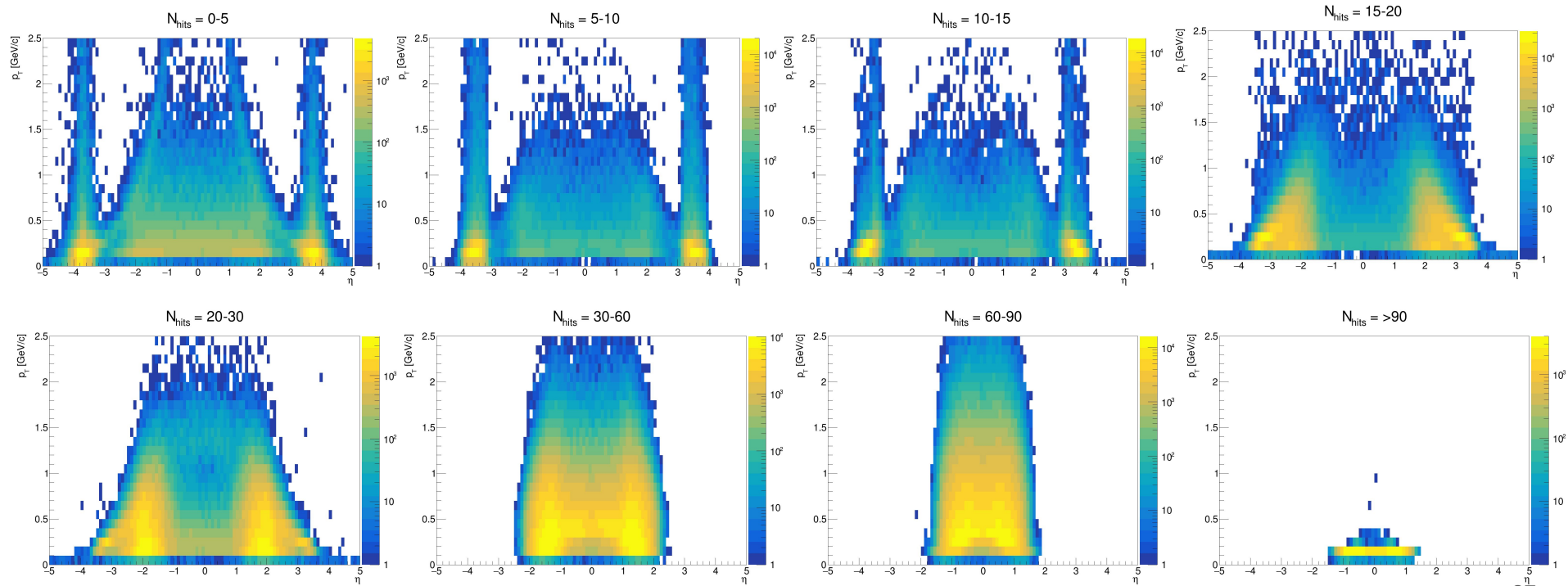
Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV  
MCTracks, FinalState

# Backup

# Распределение $p_T$ vs. $\eta$ для разного количества ХИТОВ

Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

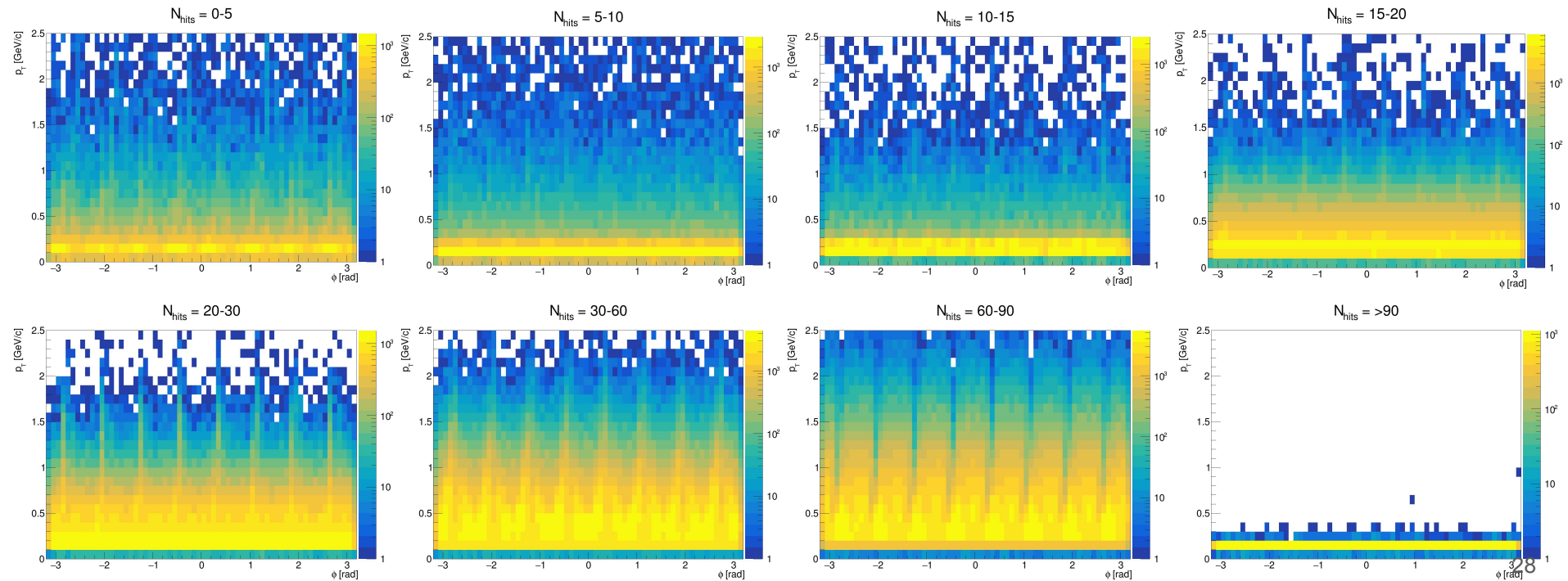
MCTracks, FinalState



# Распределение $p_T$ vs. $\phi$ для разного количества ХИТОВ

Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

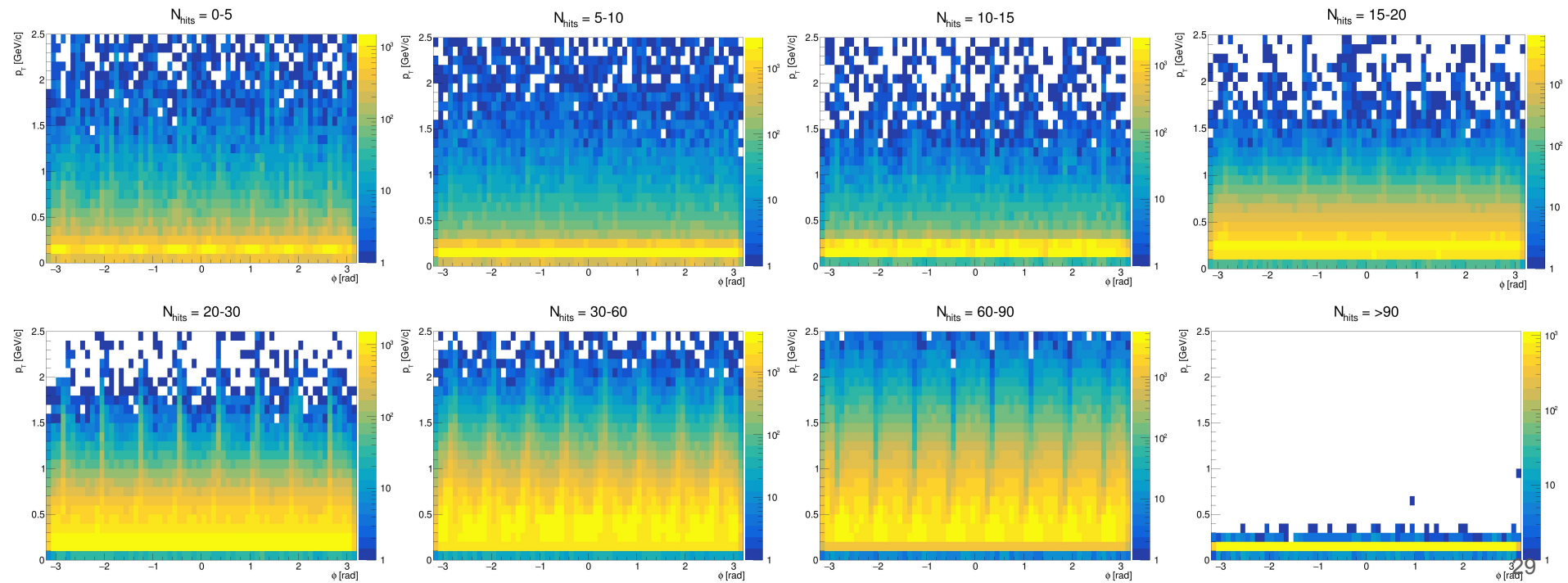
MCTracks, FinalState



# Распределение $p_T$ vs. $\phi$ для разного количества ХИТОВ

Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

MCTracks, FinalState

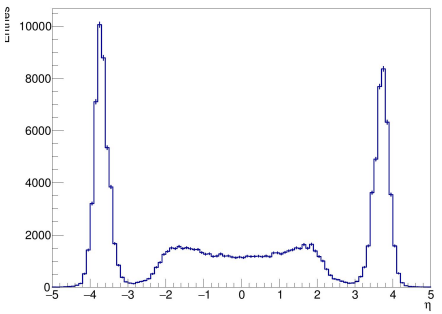


# Распределение псевдобыстроты для разного количества хитов

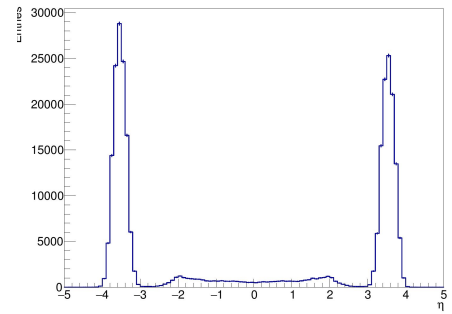
Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

MCTracks, FinalState

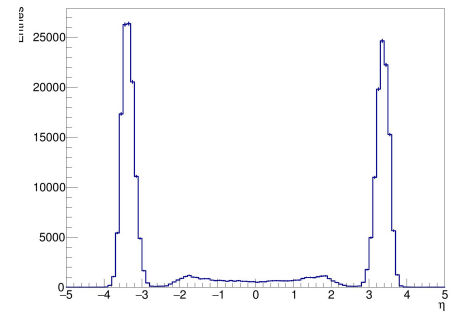
$N_{hits} = 0-5$



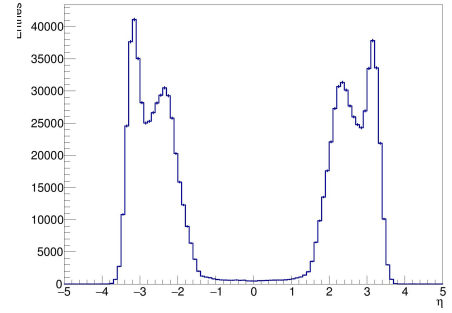
$N_{hits} = 5-10$



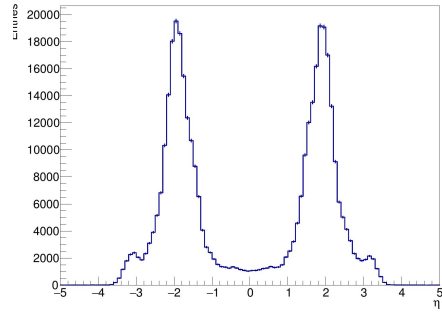
$N_{hits} = 10-15$



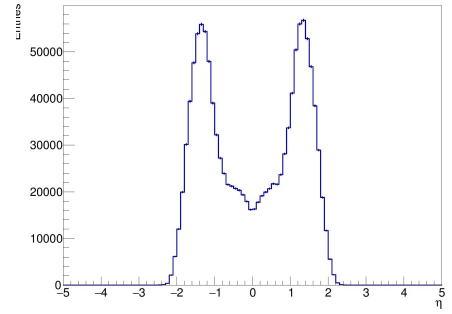
$N_{hits} = 15-20$



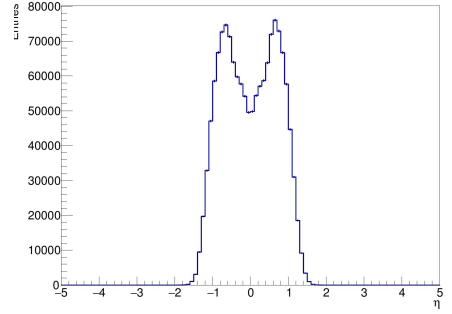
$N_{hits} = 20-30$



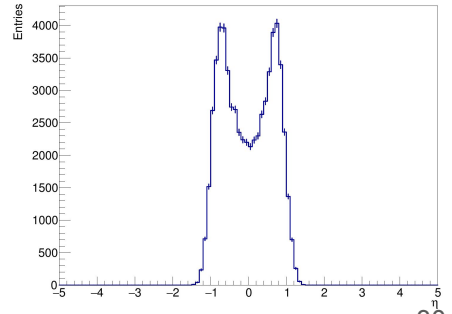
$N_{hits} = 30-60$



$N_{hits} = 60-90$



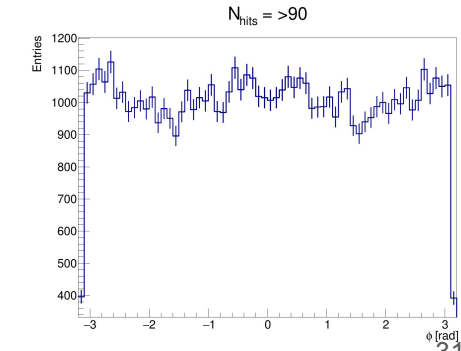
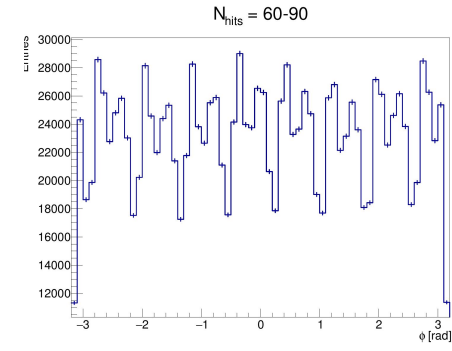
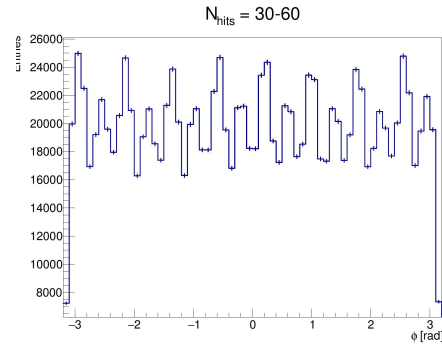
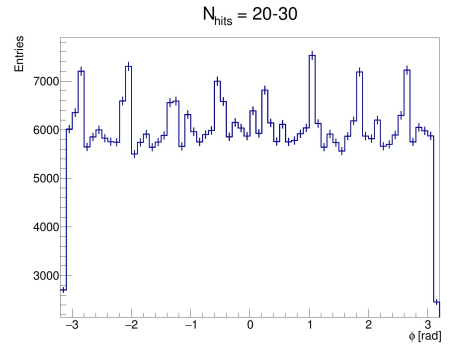
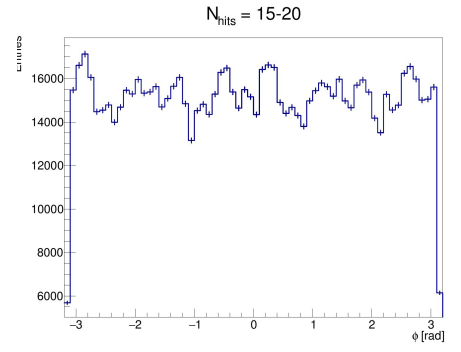
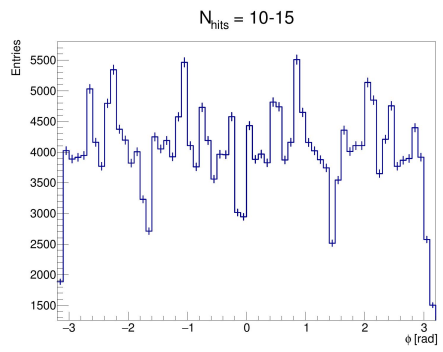
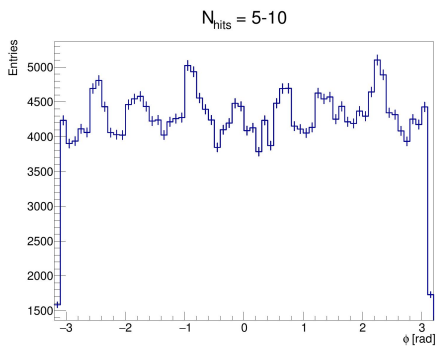
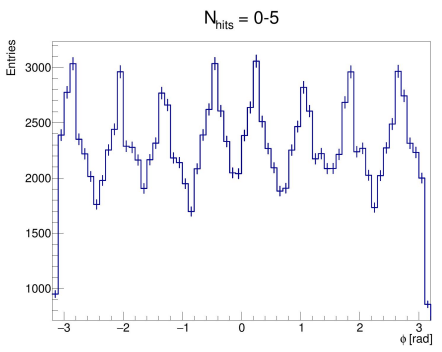
$N_{hits} = >90$



# Распределение по азимутальному углу для разного количества ХИТОВ

Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

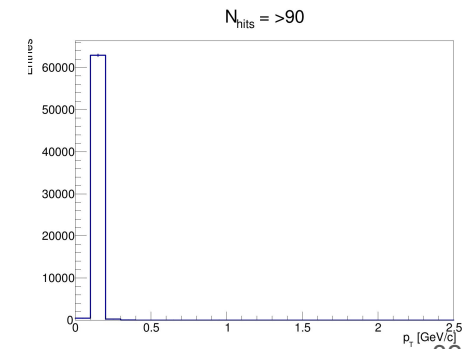
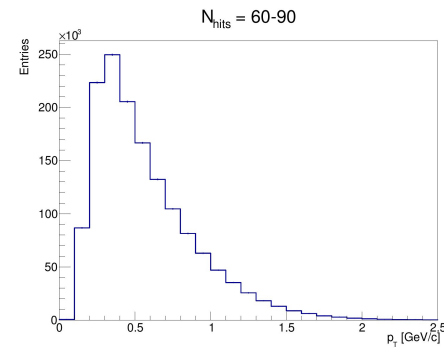
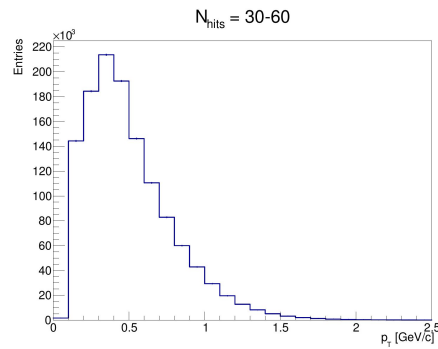
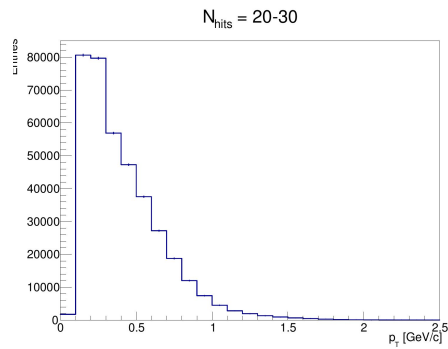
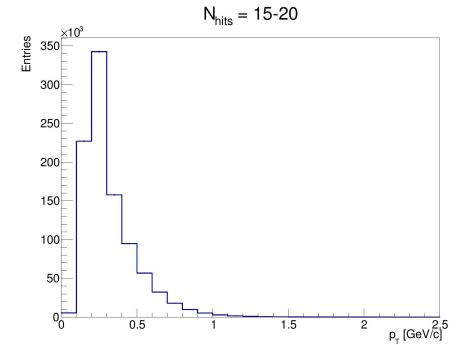
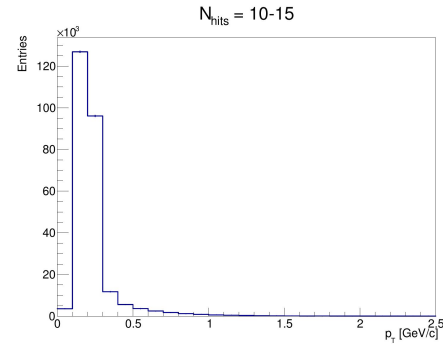
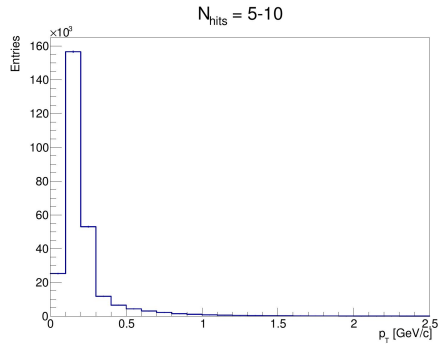
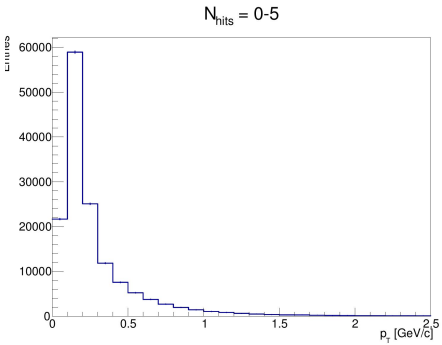
MCTracks, FinalState



# Распределение по $p_T$ для разного количества хитов

Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

MCTracks, FinalState

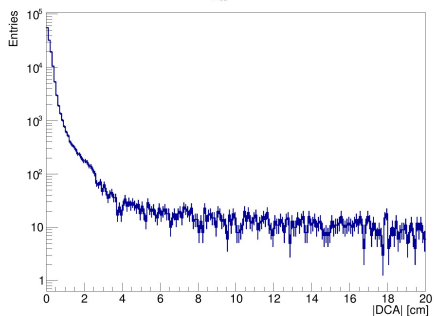


# Распределение DCA для разного количества хитов

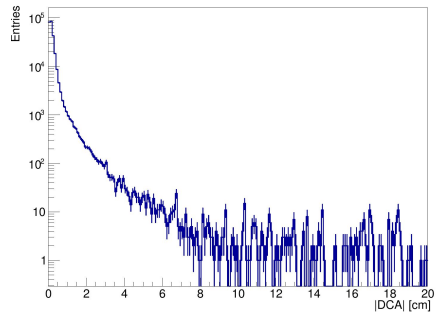
Kr + Kr  $\sqrt{s_{NN}} = 6$  GeV

MCTracks, FinalState

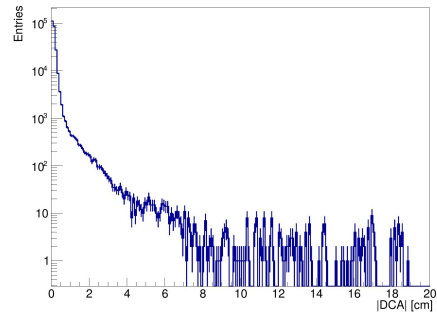
$N_{\text{hits}} = 0-5$



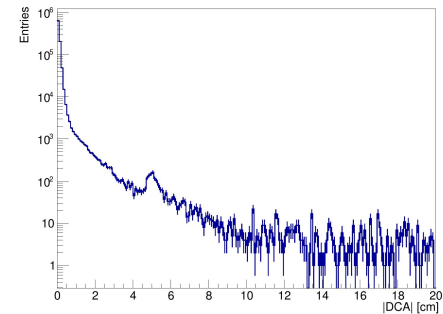
$N_{\text{hits}} = 5-10$



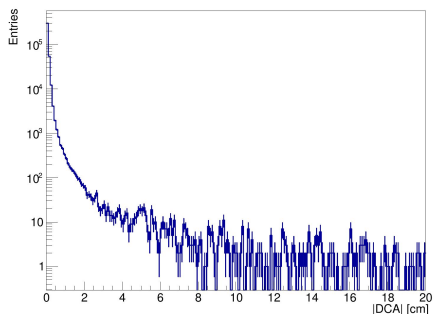
$N_{\text{hits}} = 10-15$



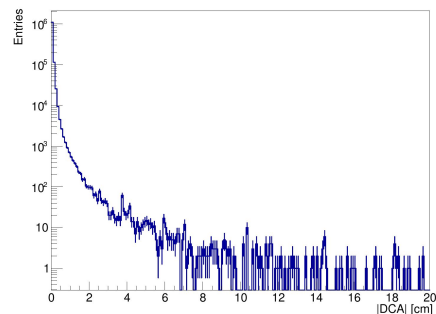
$N_{\text{hits}} = 15-20$



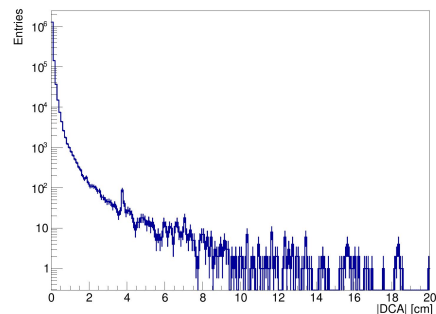
$N_{\text{hits}} = 20-30$



$N_{\text{hits}} = 30-60$



$N_{\text{hits}} = 60-90$



$N_{\text{hits}} = >90$

