

PADME



Timepix3 Array



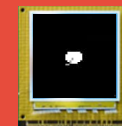
Изследване на параметрите на позитронния сноп на експеримента ПАДМЕ за търсене на нови леки частици

Светослав Иванов, докторант

катедра Атомна физика

Атестационен семинар
23 януари, 2025

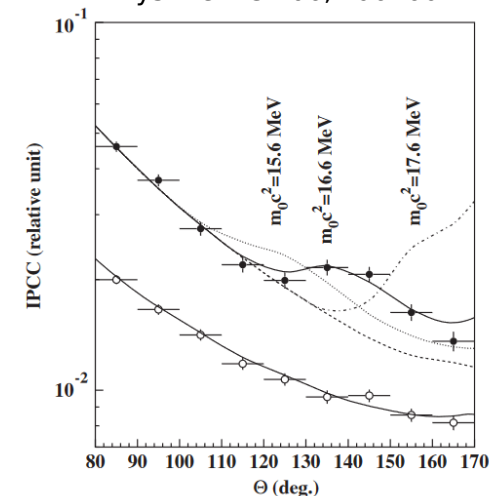
Роля на Timerix за PADME Run III търсене на X17



X17

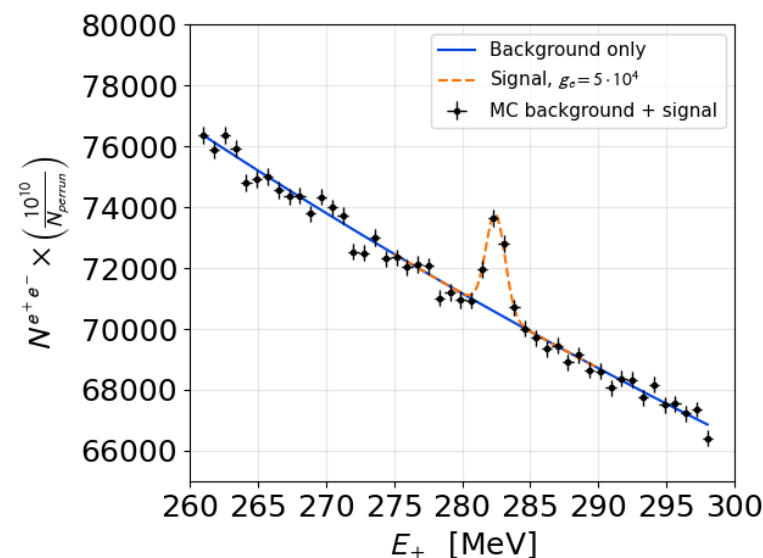
- частица, която може да обясни измерени аномално големи ъгли на e^+e^- , родени при разпад на възбудено състояние на ^8Be , ^4He , ^{12}C

Phys. Rev. C 106, L061601

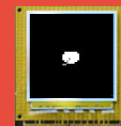


Резонансно търсене на X17

- за всяка точка по енергия на снопа, трябва да знаем точния брой позитрони с точност от порядъка на 1%



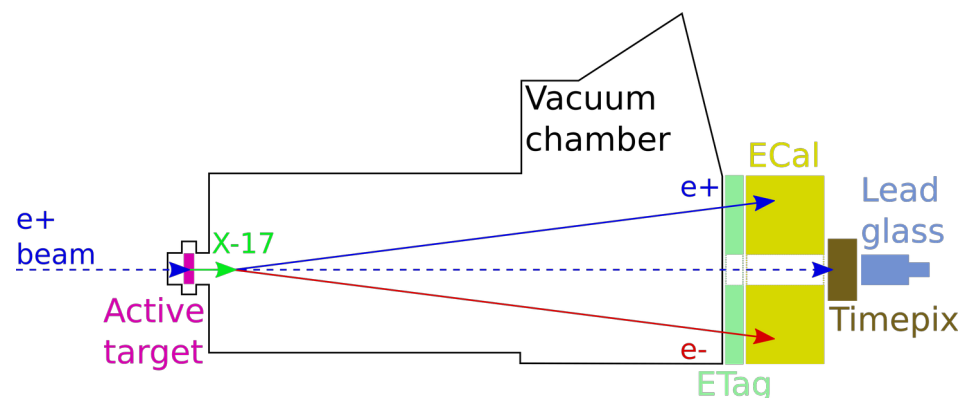
Роля на Timerix за PADME Run III търсене на X17



Място на Timerix в PADME

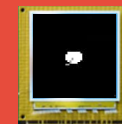
- енергия на позитронния сноп: 270 до 290 MeV
- показател за съществуване на X17 би бил увеличаване на сечението за взаимодействие $\sigma(e^+e^- \leftarrow e^+e^-)$ за дадена енергия на снопа от позитрони
- сечението за взаимодействие се определя като отношение на нормализирания брой вторично произведени e^+e^- , отнесен към общия брой позитрони

$$\sigma(e^+e^-)_{Ebeam} \simeq \frac{N_{e^+e^-}(E_{beam})}{N_{positrons}(E_{beam})}$$



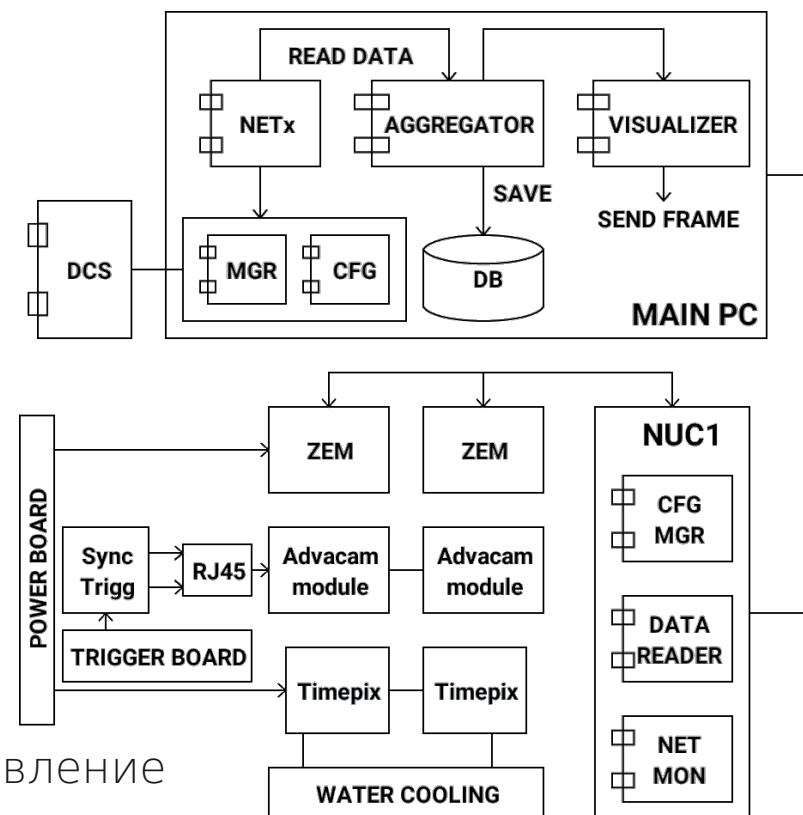
- Timerix мери параметри на сноп при изхода на експеримента
- с калориметъра (ECal) на PADME се регистрират e^+e^-
- детекторът ETag разграничава заредени от неутрални частици

Timepix в експеримента PADME



6x2 сензора Timepix произведени от ADVACAM

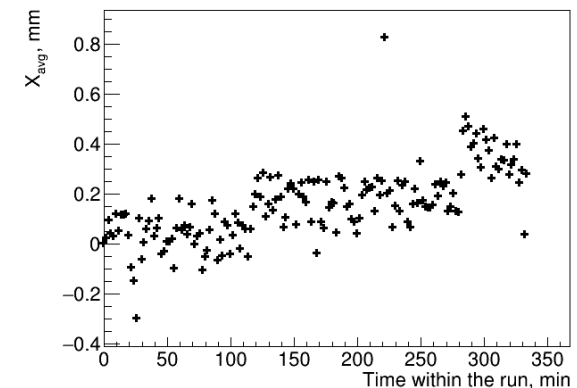
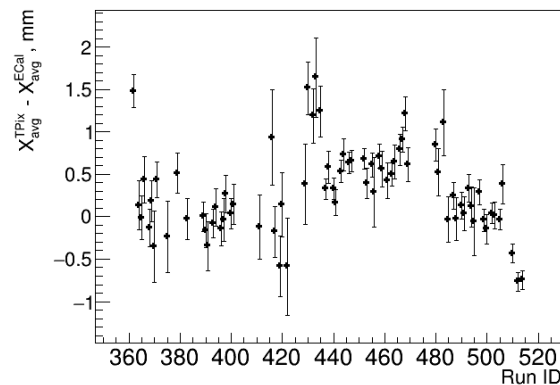
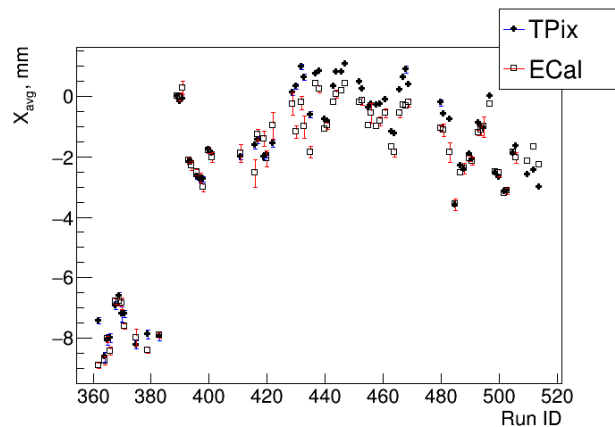
- 12 сензора Timepix3
 - всеки чип е с 2^{16} пиксела (256x256)
 - общо 786к пиксела
 - показания за ToA (1.56 ns) и ToT
- 12 интерфейс модула за комуникация и набор на данни от сензорите (OralKelly ZEM4310)
- 2 хранващи платки
- 6 пис компютри за събиране на данни и управление на отделни сензори
- външен модул, подаващ тригерен сигнал на 40MHz
- 1 основен компютър за управление на цялата система
- водно охлаждане



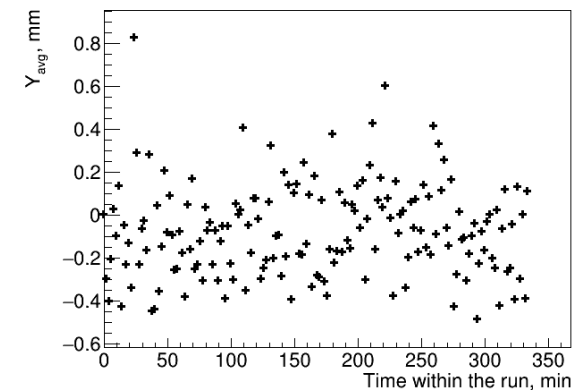
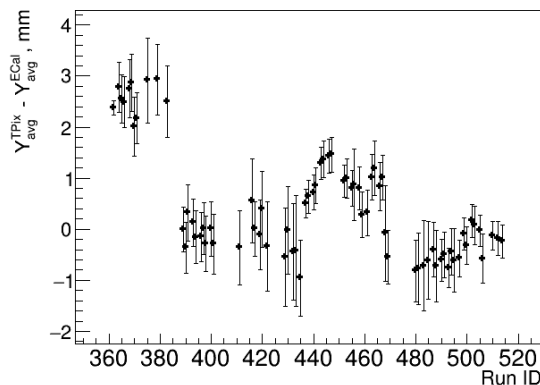
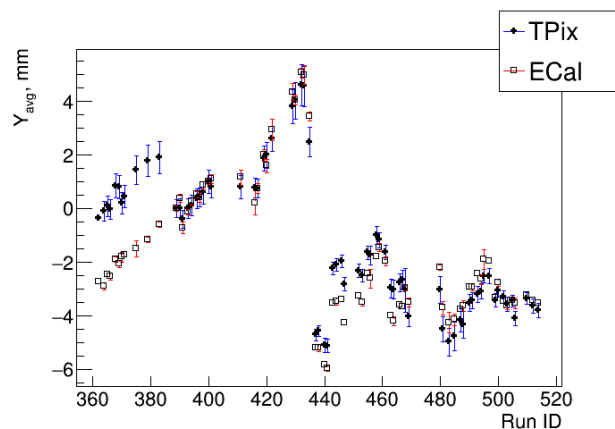
Определяне на позицията на центъра на снопа



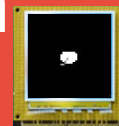
Позицията на центъра на снопа се определя от детектори TPix и ECal. При TPix се определя от параметрите на позицията на максимума след описване с крива на Гаус. Резултатите от Ecal се определят по метода на центроида.



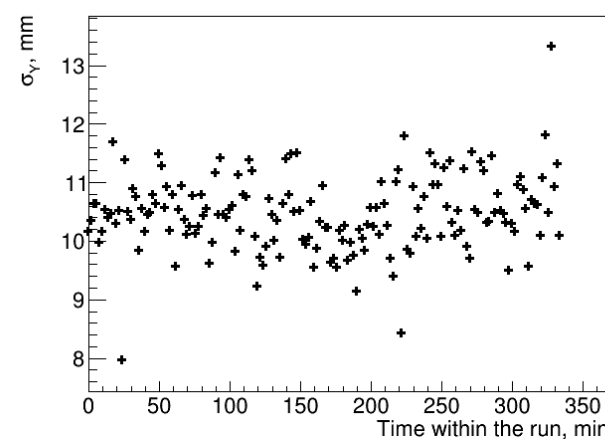
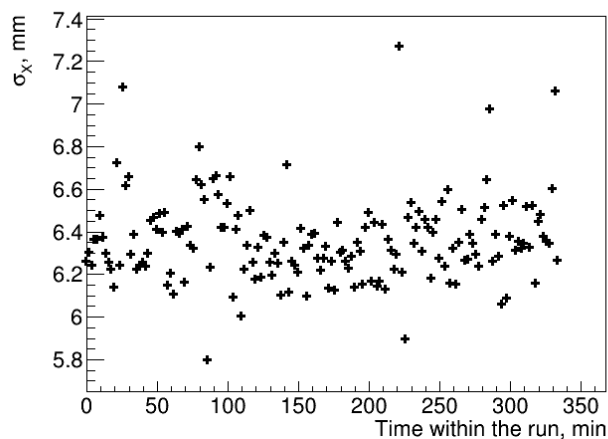
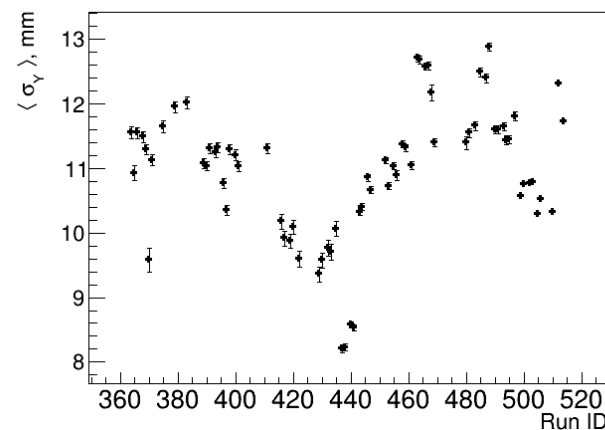
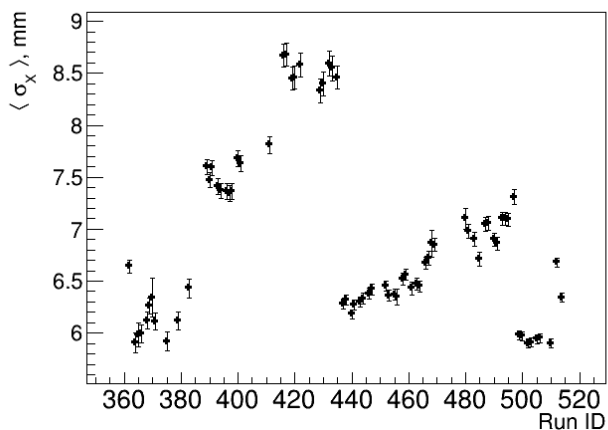
Промяна на позицията на центъра на снопа по време на един период.



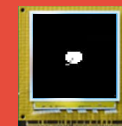
Определяне на големината на снопа от позитрони върху детектора



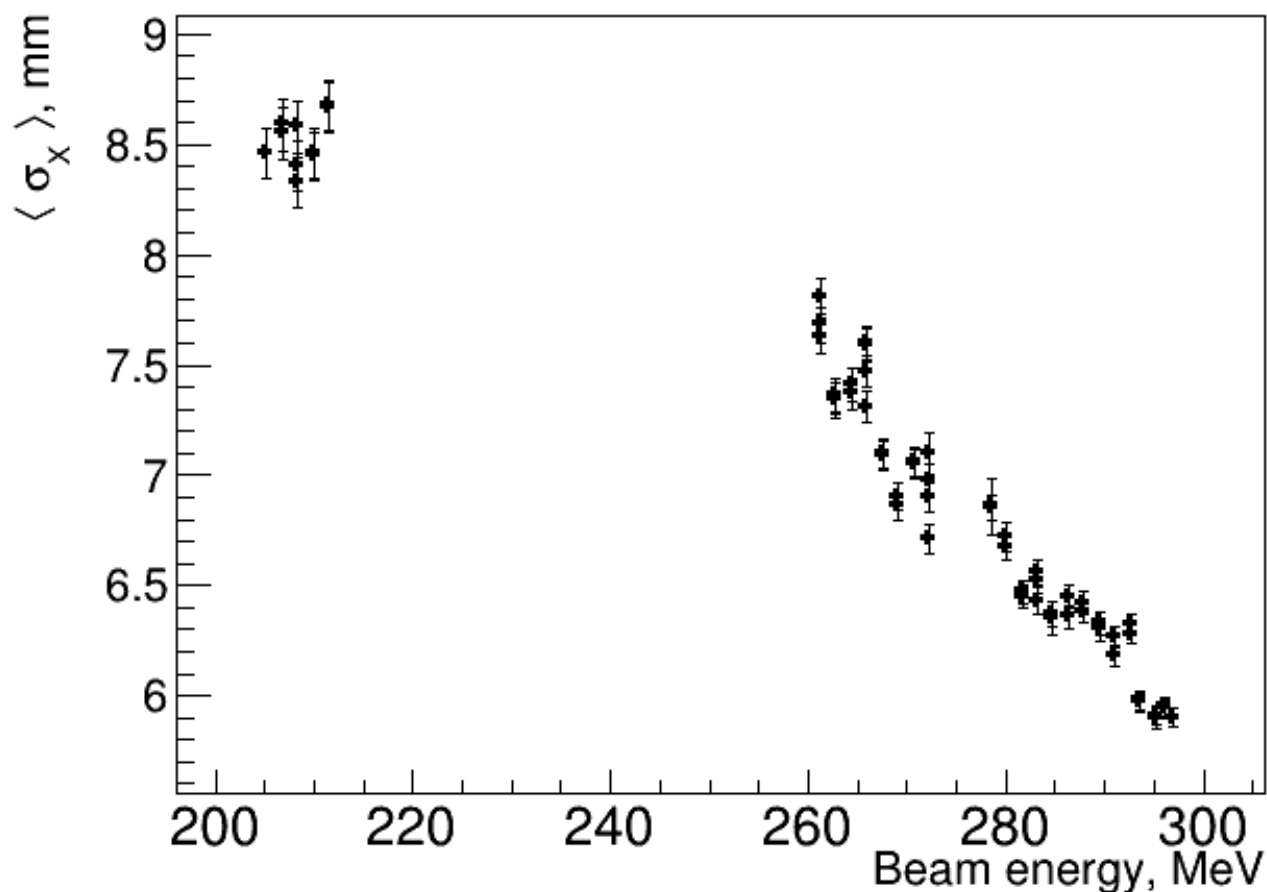
Вариация на големината на позитронния сноп за пълния период от набор на данни (горен ред) и по време на един период с една и съща енергия на e^+ .



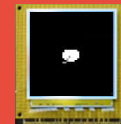
Връзка между големина на снопа по X и енергия на позитроните



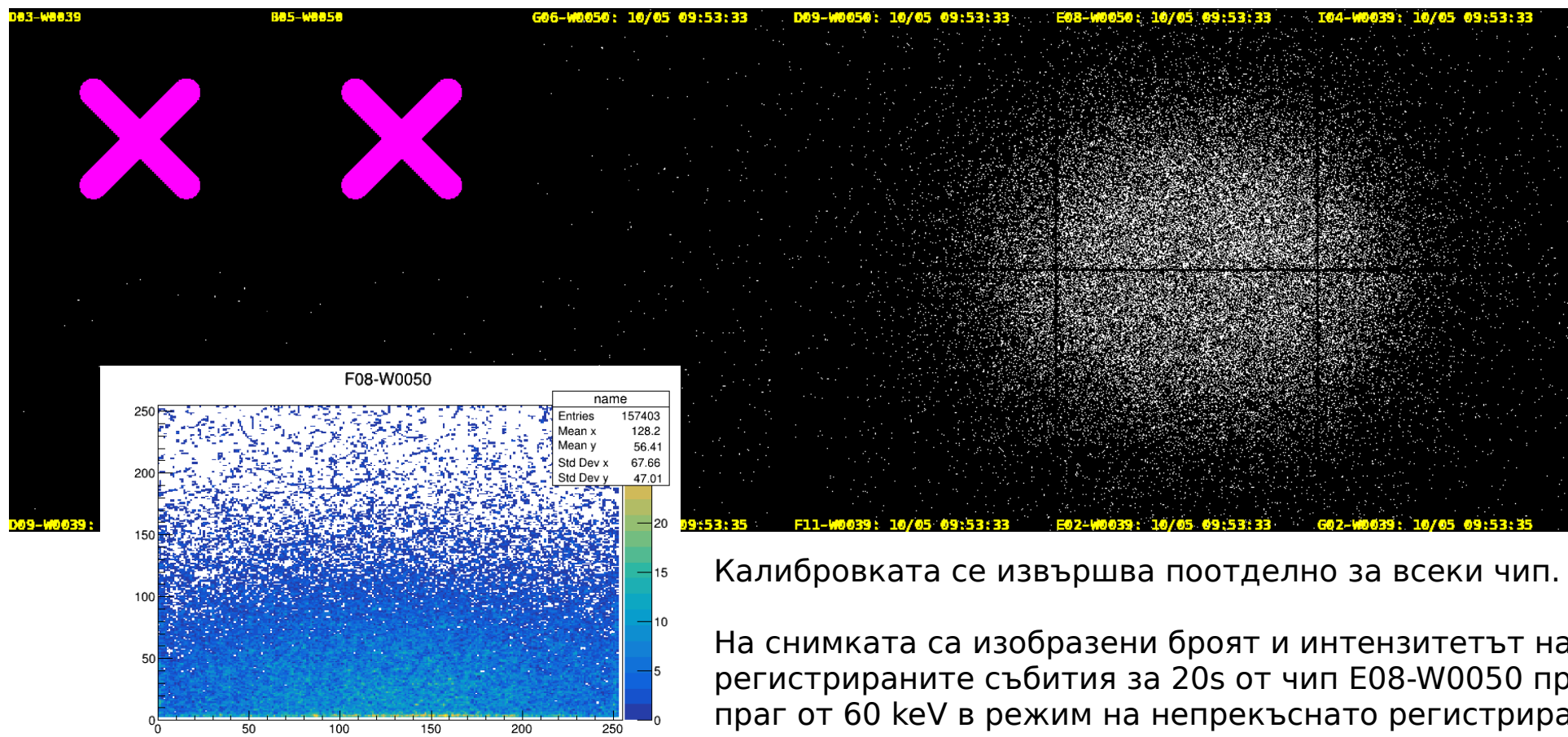
Наблюдава се обратна зависимост между големината на снопа по X и енергията на позитроните. Тази закономерност може да се обясни с позицията на детектора Timerix, която е зад фокуса на последния квадруполен магнит на ускорителната линия.



Калибровка на Tіmerіх в режим на непрекъснато регистриране на частици



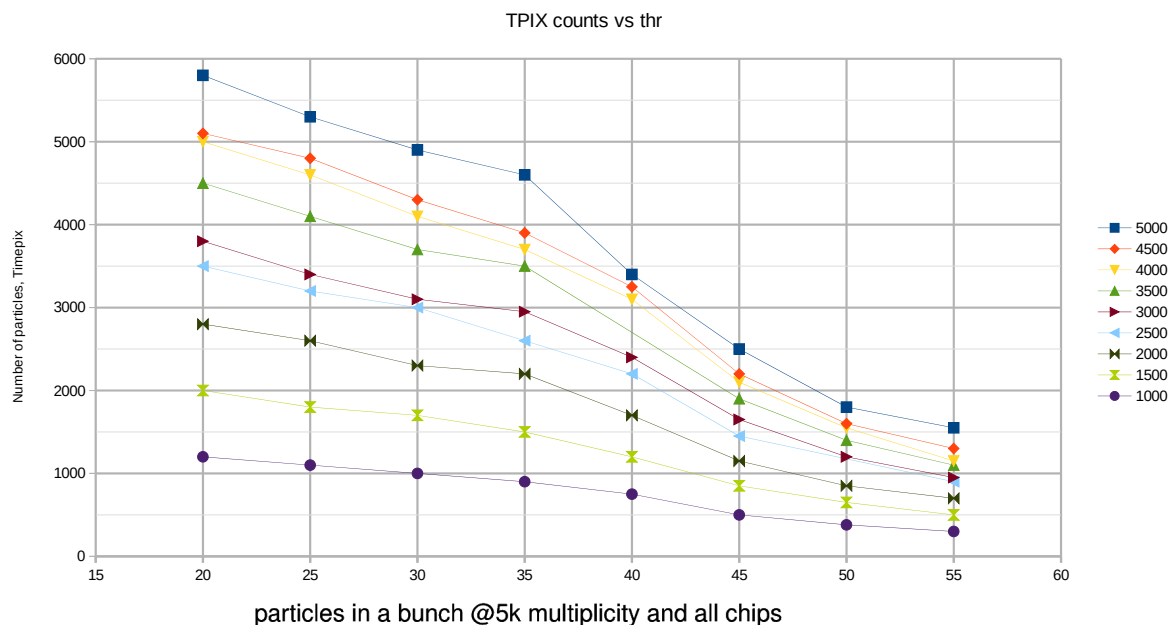
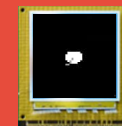
Калибровка на енергиен праг в режим на непрекъснато регистриране на частици. Петното на снопа е отместено върху стабилно работещите чипове. Броят на регистрираните частици се калибрира с показанията на FіTріх детектор, поставен на изхода на ускорителната система.



Калибровката се извършва поотделно за всеки чип.

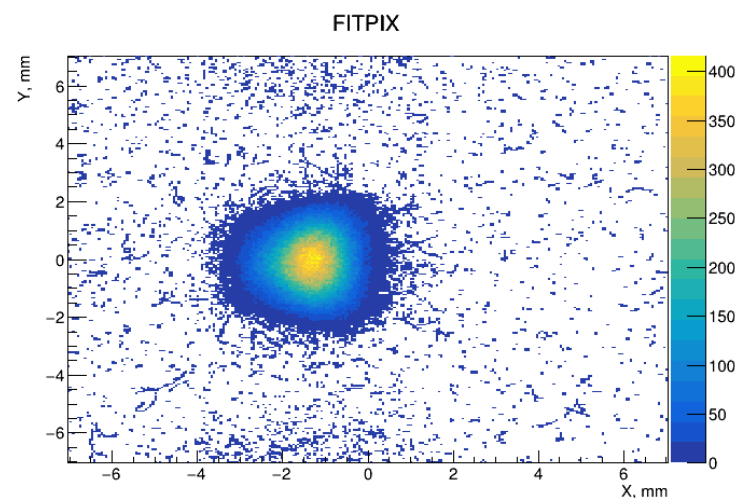
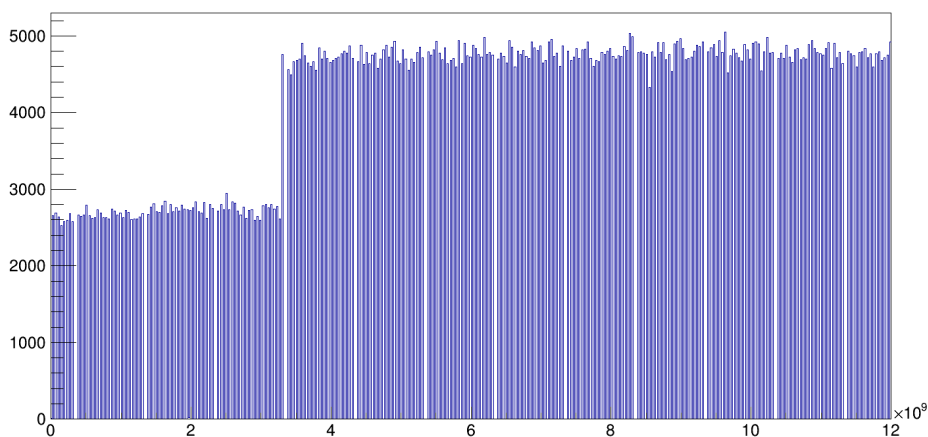
На снимката са изобразени броят и интензитетът на регистрираните събития за 20s от чип E08-W0050 при праг от 60 keV в режим на непрекъснато регистриране.

Калибровка на Tіmerіх в режим на непрекъснато регистриране на частици

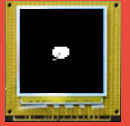


Брой на регистрирани събития от Tіmerіх за различни стойности на прага на енергия и номинален брой попадащи позитрони, регистрирани от FITріх.

Големина и позиция на снопа при FITріх за енергия от 220 MeV и среден брой от попадащи частитици 500.



Доклади и публикации



Доклади

- Second workshop on Soliton Theory, Nonlinear Dynamics and Machine Learning 2024, 16-21 август, Beam parameters estimation with machine learning from incomplete data sets

Публикации

- Beam diagnostics with silicon pixel detector array at PADME experiment, S. Bertelli et al 2024 JINST 19 C01016 (Q2)
- Application of AI Models for Determination of Beam Parameters with an Array of Timepix3 Pixel Detectors, Svetoslav Ivanov on behalf of the PADME Collaboration 2024 J. Phys.: Conf. Ser. 2794 012003 (Q4)
- Characterization of the PADME positron beam for the X17 measurement, The PADME collaboration., Bertelli, S., Bossi, F. et al., J. High Energy. Phys. 2024, 121 (2024) (Q2)

Design and performance of the front-end electronics of the charged particle detectors of PADME experiment, S. Bertelli et al 2024 JINST 19 C01051 (Q2)

