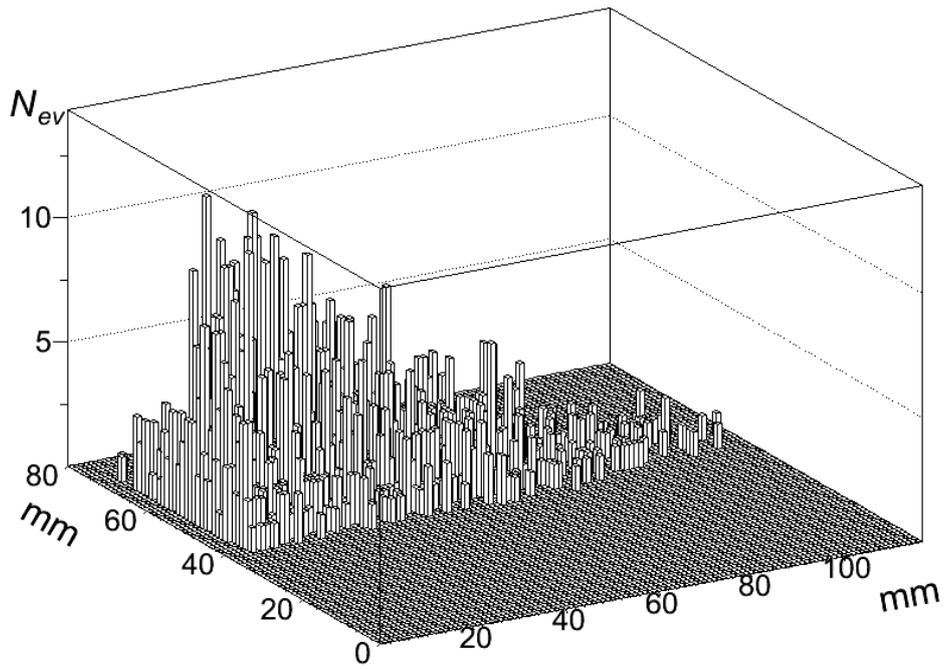


В диапазоне энергии ядер несколько МэВ на нуклон возникает возможность имплантации радиоактивных ядер в вещество детектора. Конечно, в таком подходе исследуются не сами ядра, а их дочерние состояния. В этой связи заслуживают упоминания известные, хотя и несколько забытые возможности эмульсии для детектирования медленных радиоактивных ядер. Более полувека назад наблюдались «молоточковые» следы от распадов ядер  ${}^8\text{Be}$  через первое возбужденное состояние  $2^+$  с энергией около 2.9 МэВ, возникавших в  $\beta$ -распадах остановившихся фрагментов  ${}^8\text{Li}$  и  ${}^8\text{B}$ , рожденных в свою очередь частицами высоких энергий [29]. Другой пример – это первое наблюдение ядра  ${}^9\text{C}$  по распаду  $2\alpha + p$  [56]. При использовании достаточно чистых вторичных пучков ядерная эмульсия оказывается эффективным средством для систематического исследования распадов легких ядер как с избытком нейтронов, так и протонов. В ядерной эмульсии направления и длины пробега пучковых ядер и медленных продуктов их распада могут быть измерены, что дает основу для  $\alpha$ -спектрометрии. Первоочередной интерес представляет дополнение  $3\alpha$ -спектроскопии распадов ядер  ${}^{12}\text{N}$  и  ${}^{12}\text{B}$  данными об угловых  $3\alpha$  корреляциях.

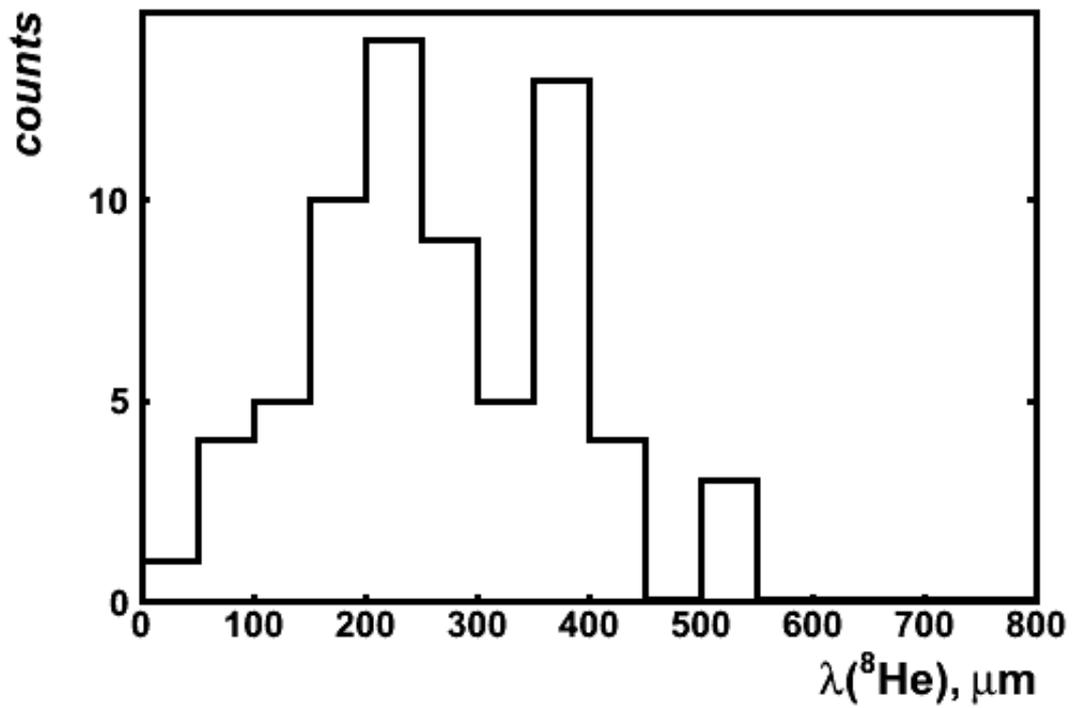
В марте 2012 г. ядерная эмульсия вновь была облучена в Лаборатории ядерных реакций имени Г. Н. Флерова (ОИЯИ) на спектрометре ACCULINNA [60,61]. Использованный пучок был обогащен ядрами  ${}^8\text{He}$  с энергией около 7 А МэВ. При облучении слой эмульсии толщиной 107  $\mu\text{m}$  ориентировался под углом  $10^\circ$ , что обеспечивало примерно 5-кратное увеличения эффективного слоя торможения. На рис. 26 приведен распад ядра  ${}^8\text{He}$ , остановившегося в эмульсии. За десять минут облучения получена статистика около двух тысяч таких распадов. Приятно отметить, что была использована эмульсия, воспроизведена недавно предприятием «Славич» (г. Переславль-Залесский, Россия).

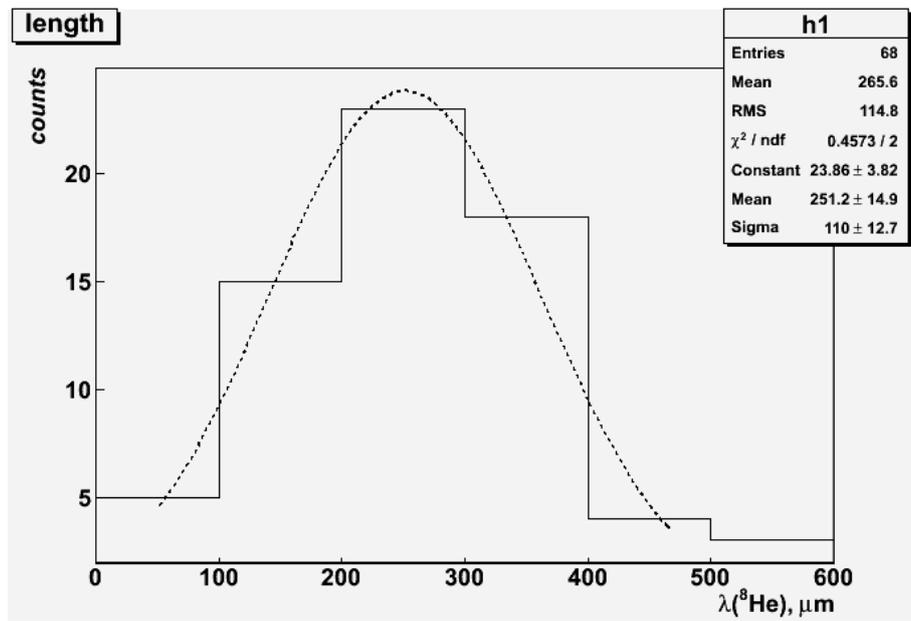


Профиль пучка по молоточковым распадам

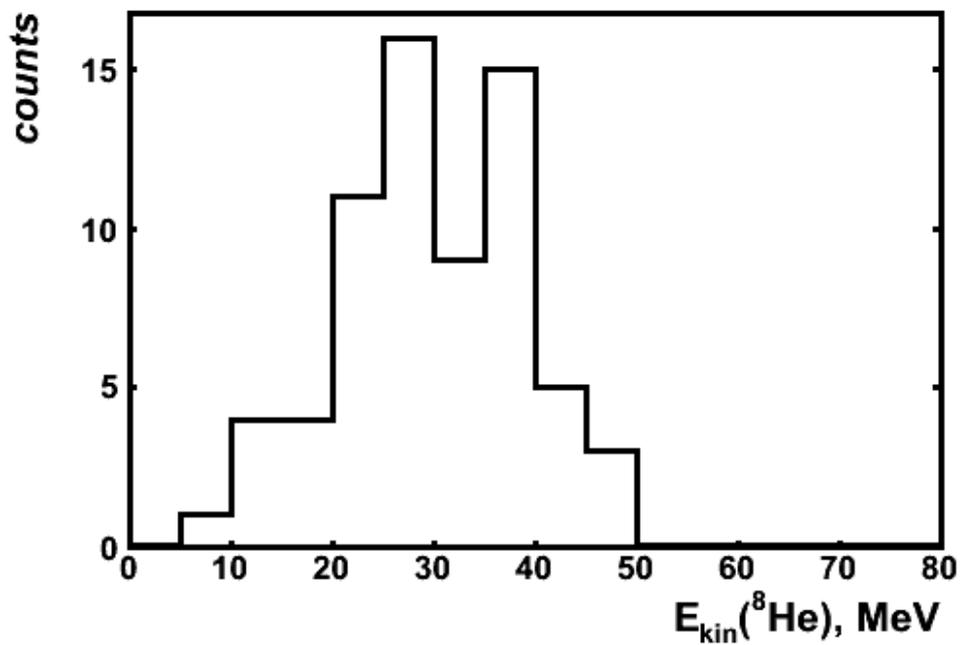
**Результаты измерений в облучении  $^8\text{He}$ .**

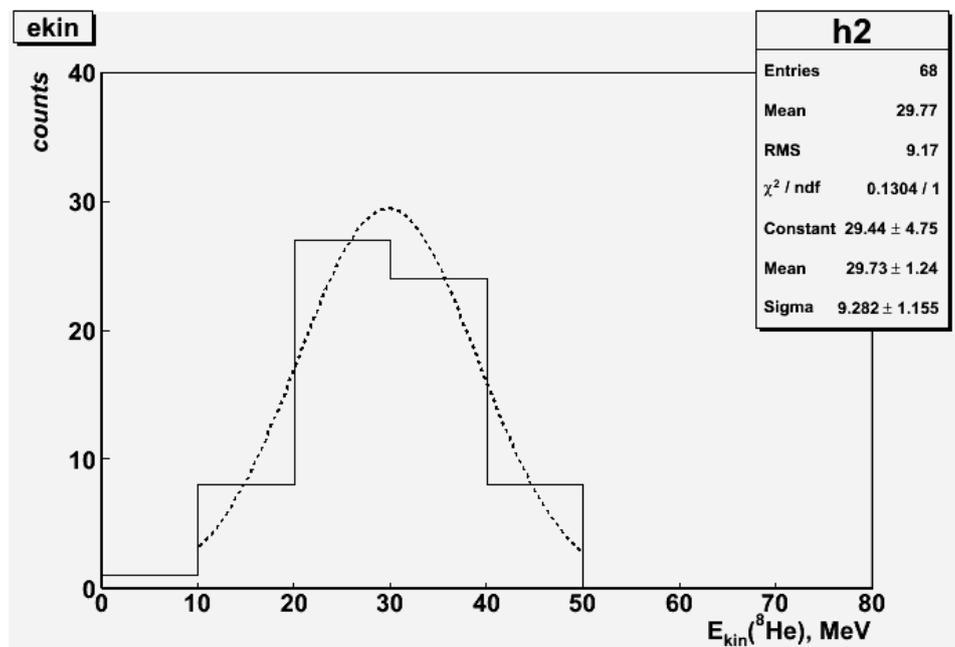
Количество измеренных событий: 10 – Кахрамон, 58 – Ралица.



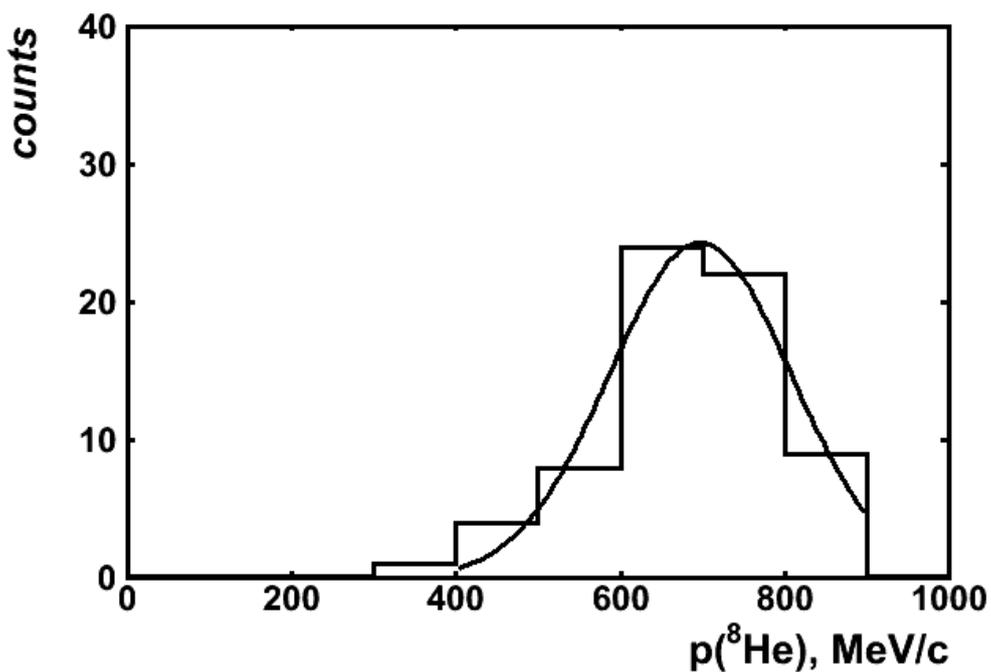


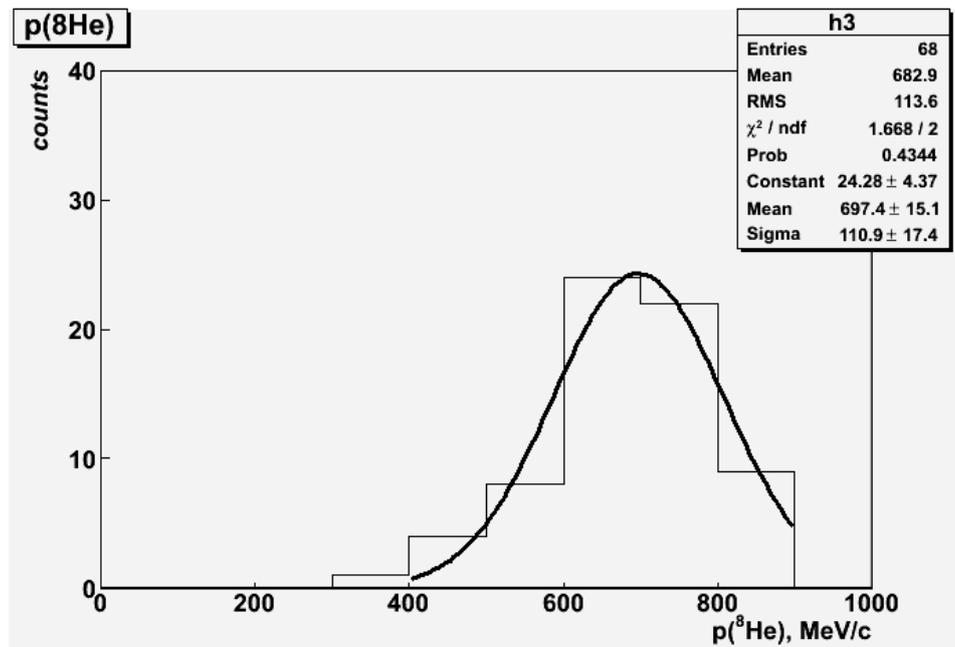
Распределение событий по длине трека  $^8\text{He}$  в эмульсии.  $\langle \lambda(^8\text{He}) \rangle = (265,6 \pm 32,2)$  мкм. RMS = 114,8 мкм.



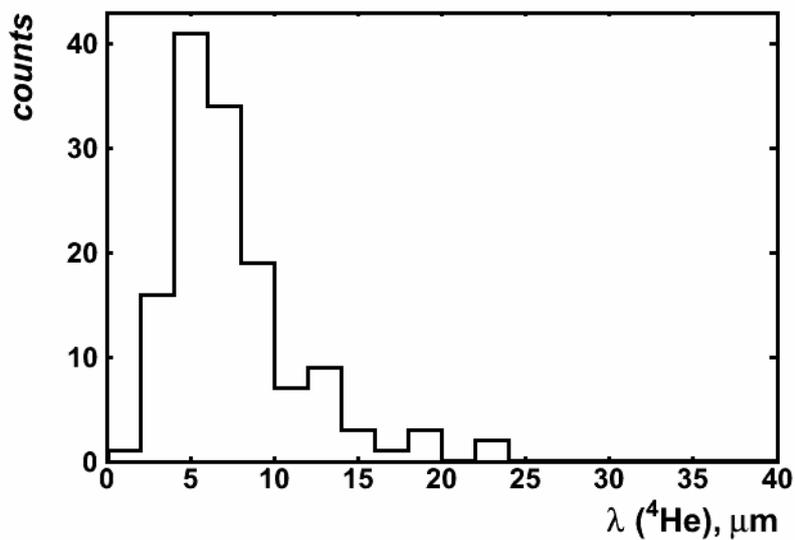


Распределение событий по кинетической энергии ядер  ${}^8\text{He}$  (спектр получен на основе моделирования пробег/энергия для ядер  ${}^8\text{He}$  в sim).  $\langle E_{\text{кин}}({}^8\text{He}) \rangle = (29,8 \pm 3,6)$  МэВ. RMS = 9,17 МэВ.

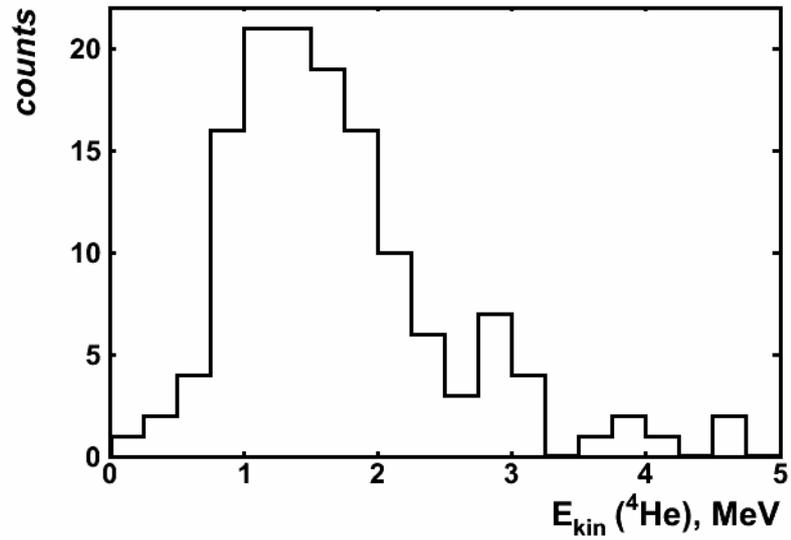




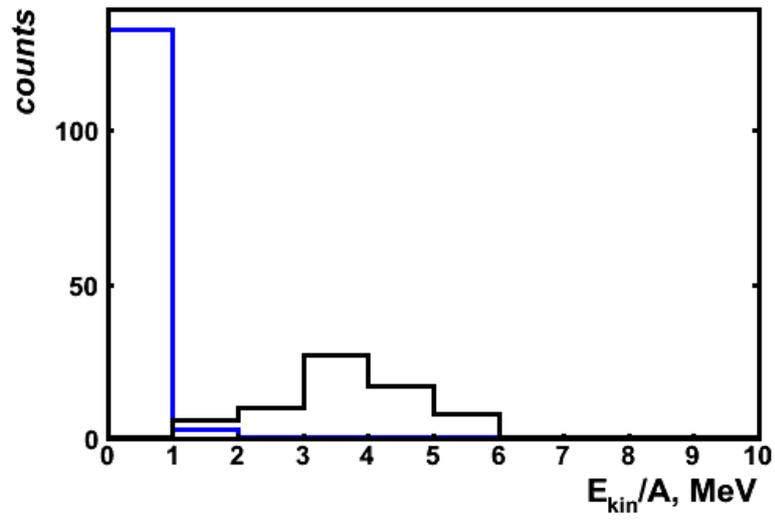
Распределение событий по полному импульсу ядер  $^8\text{He}$



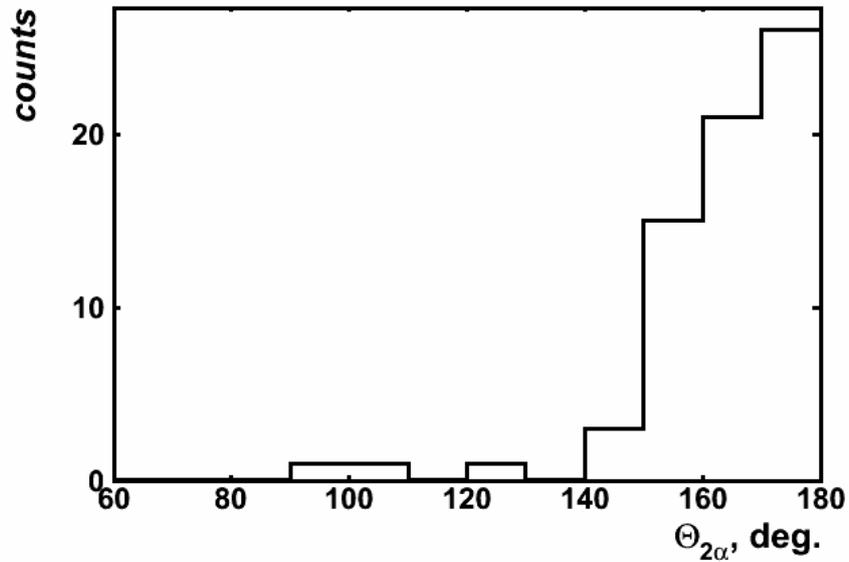
Распределение треков альфа-фрагментов по длине трека в эмульсии.  
 $\langle \lambda^4(\text{He}) \rangle = (7,4 \pm 0,6) \text{ мкм}$ .  $\text{RMS} = 3,95 \text{ мкм}$ .



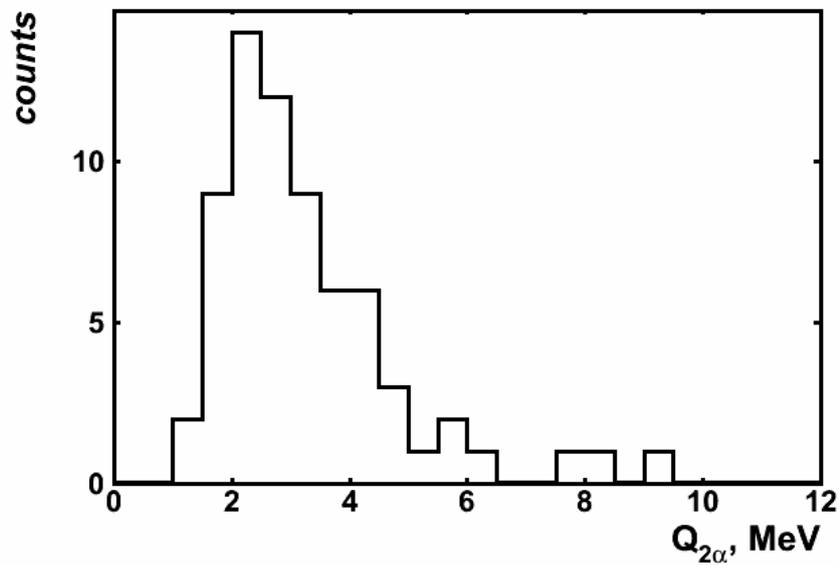
Распределение треков альфа-фрагментов по кинетической энергии (спектр получен на основе моделирования пробег/энергия для ядер  $^4\text{He}$  в *stim*).  
 $\langle E_{kin} (^4\text{He}) \rangle = (1,7 \pm 0,2) \text{ МэВ}$ .  $\text{RMS} = 0,83 \text{ МэВ}$



$\langle E_{kin}^8(\text{He})/A \rangle = (3,7 \pm 0,5) \text{ МэВ. RMS} = 1,15 \text{ МэВ. (Черный цвет)}$   
 $\langle E_{kin}^4(\text{He})/A \rangle = (0,43 \pm 0,05) \text{ МэВ. RMS} = 0,21 \text{ МэВ. (Синий цвет)}$



Распределение событий по величине относительного пространственного угла между альфа-фрагментами в эмульсии.  $\langle \Theta_{2\alpha} \rangle = (163,4 \pm 19,8)$  deg., RMS = 14,5 deg.



Распределение событий по величине  $Q_{2\alpha}$  пары альфа-фрагментов.  $\langle Q_{2\alpha} \rangle = (3,3 \pm 0,4)$  МэВ, RMS=1,56 МэВ.