

Отчет о возможности использования цифровых макрофотографий для определения чувствительности эмульсии производства ОАО «Славич»

Д.О. Кривенков (ОИЯИ)

26.12.2011

Для определения чувствительности эмульсии (НИИХИМФОТОПРОЕКТ, 80-е годы) посчитаем среднее расстояние между зернами однозарядных треков, образовавшихся в результате взаимодействия ^3He (импульс 6.75 А ГэВ/с) с ядрами эмульсии. Возьмем фотографию, полученную на комплексе «ПАВИКОМ» (Рис. 1.) и устраним серый фон, одновременно выделяя контрастностью засвеченные зерна (Рис. 2.).

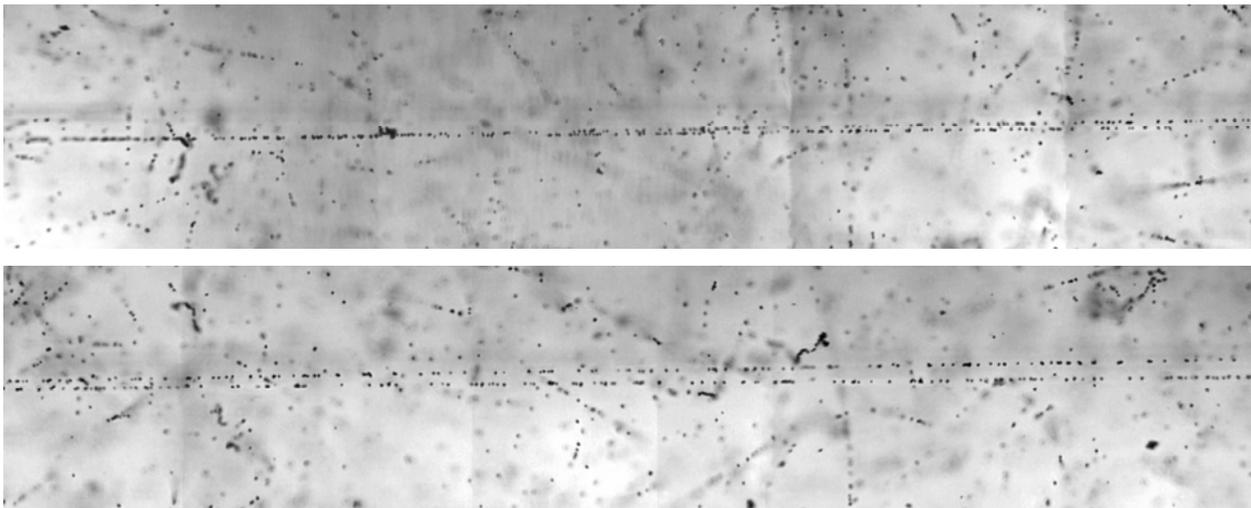


Рис. 1. Фотография распада гелия на 2 водородных фрагмента $^3\text{He} \rightarrow 2\text{H}$.

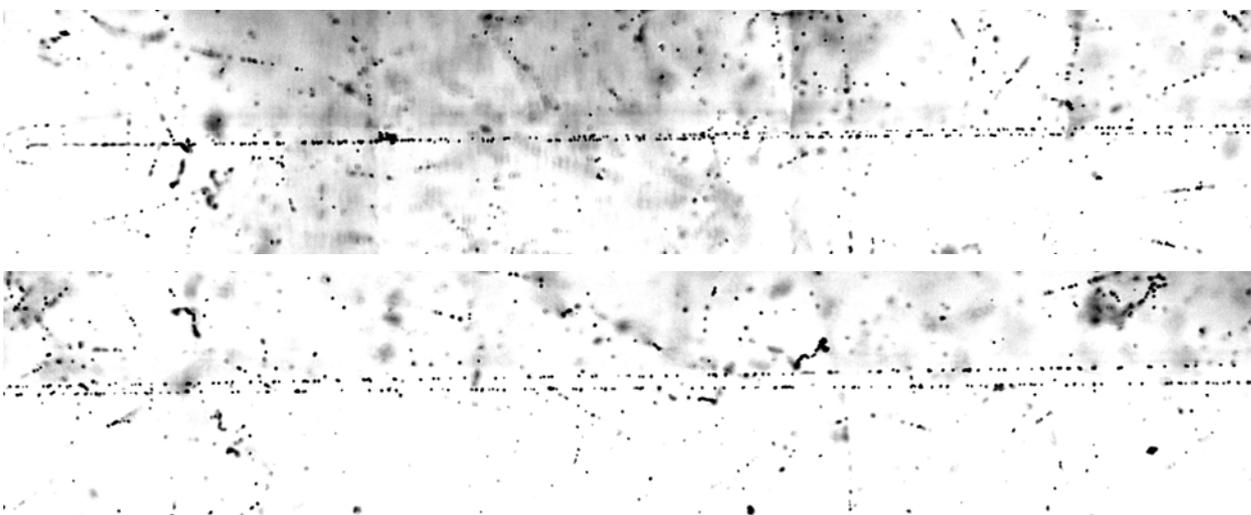


Рис.2. Обработанная фотография $^3\text{He} \rightarrow 2\text{H}$.

Теперь для удобства измерения переведем эту фотографию в векторный формат. После такого преобразования все изображенные точки и пятна представляют собой особый векторный объект, обладающий набором свойств, в том числе и геометрическим центром. Это крайне удобно для определения расстояний между зернами трека. Для этих измерений воспользуемся программой Corel 12 (Рис. 3.). Результатом является набор данных о расстоянии между зернами эмульсии в условных единицах (Рис. 4.).

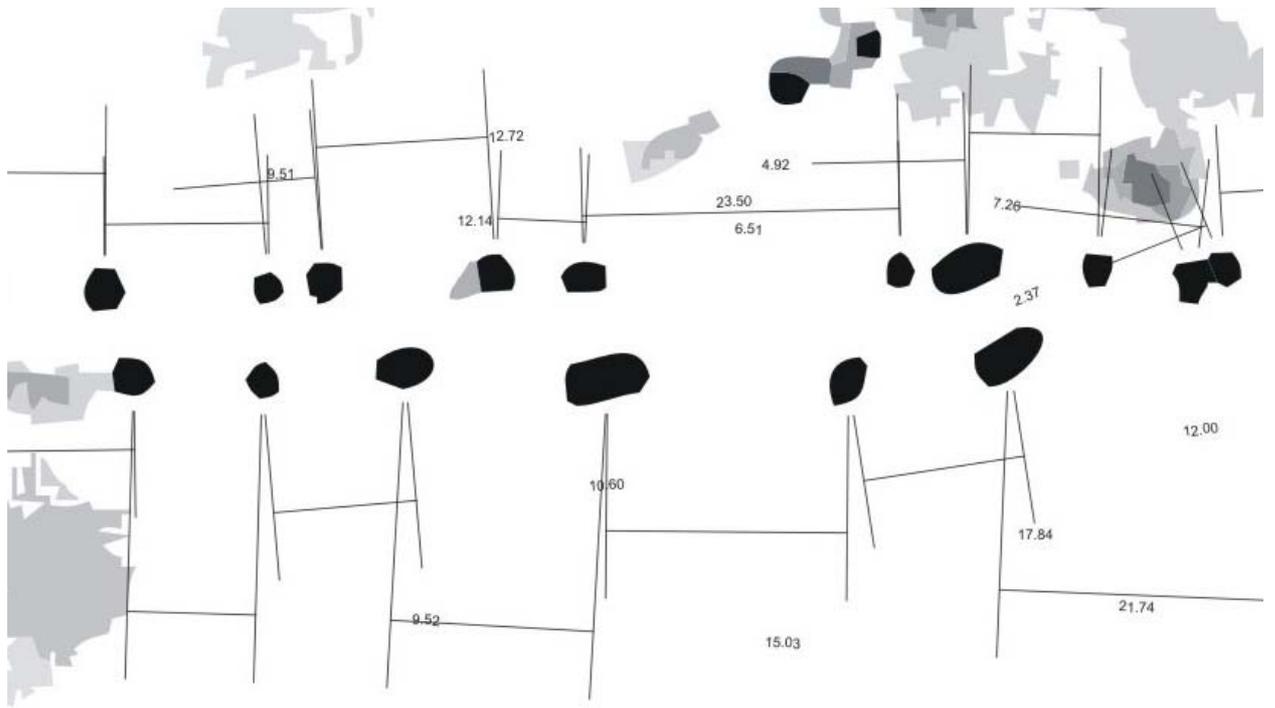


Рис. 3. Пример преобразованного векторного изображения треков с проставленными относительными расстояниями между центрами зерен.

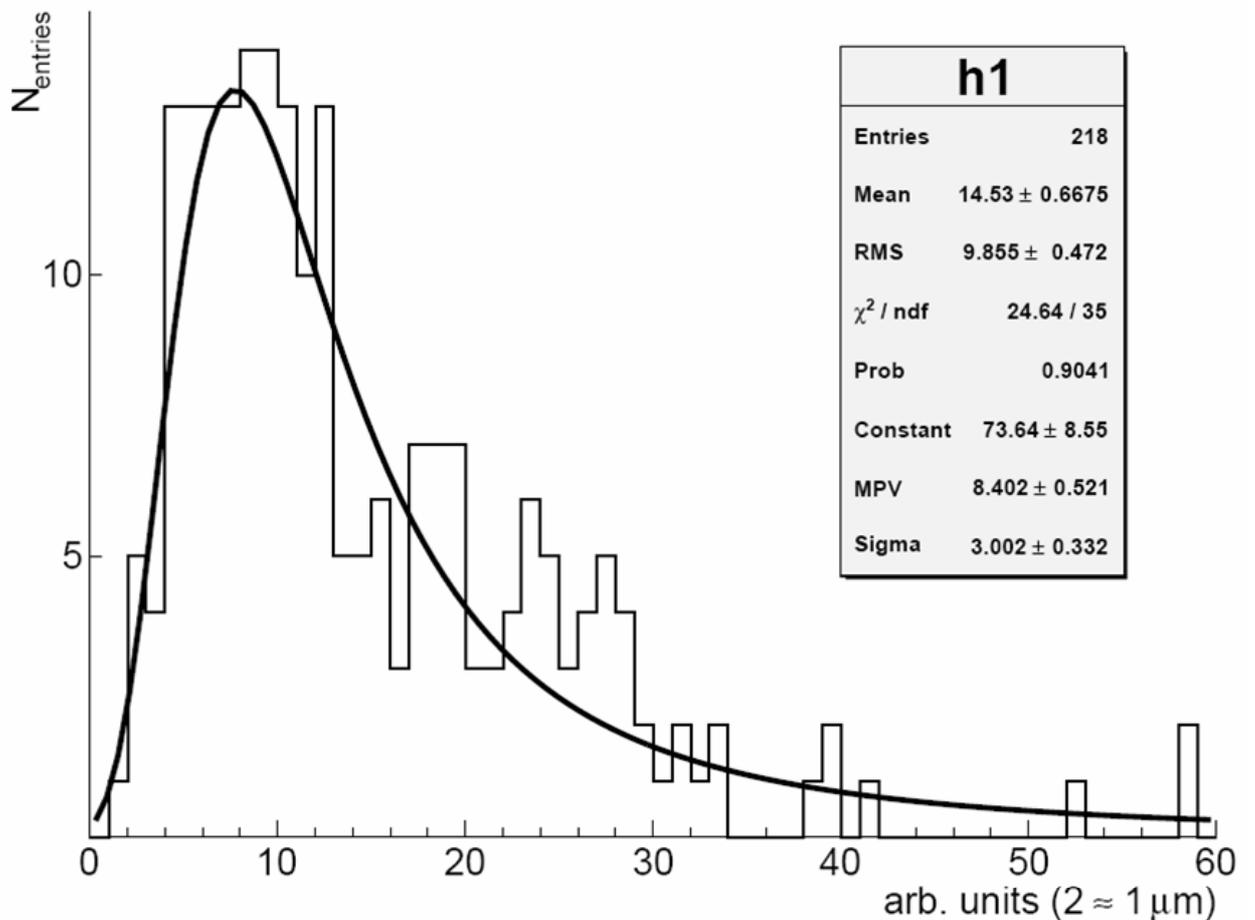


Рис. 4. Гистограмма показывает расстояние между засвеченными зернами эмульсии на однозарядном треке в условных единицах длины. Кривая – фит функцией Ландау. Средние значения и ошибки приведены в таблице.

Аналогичным образом были измерены сами зерна в тех же условных единицах (Рис. 5.).

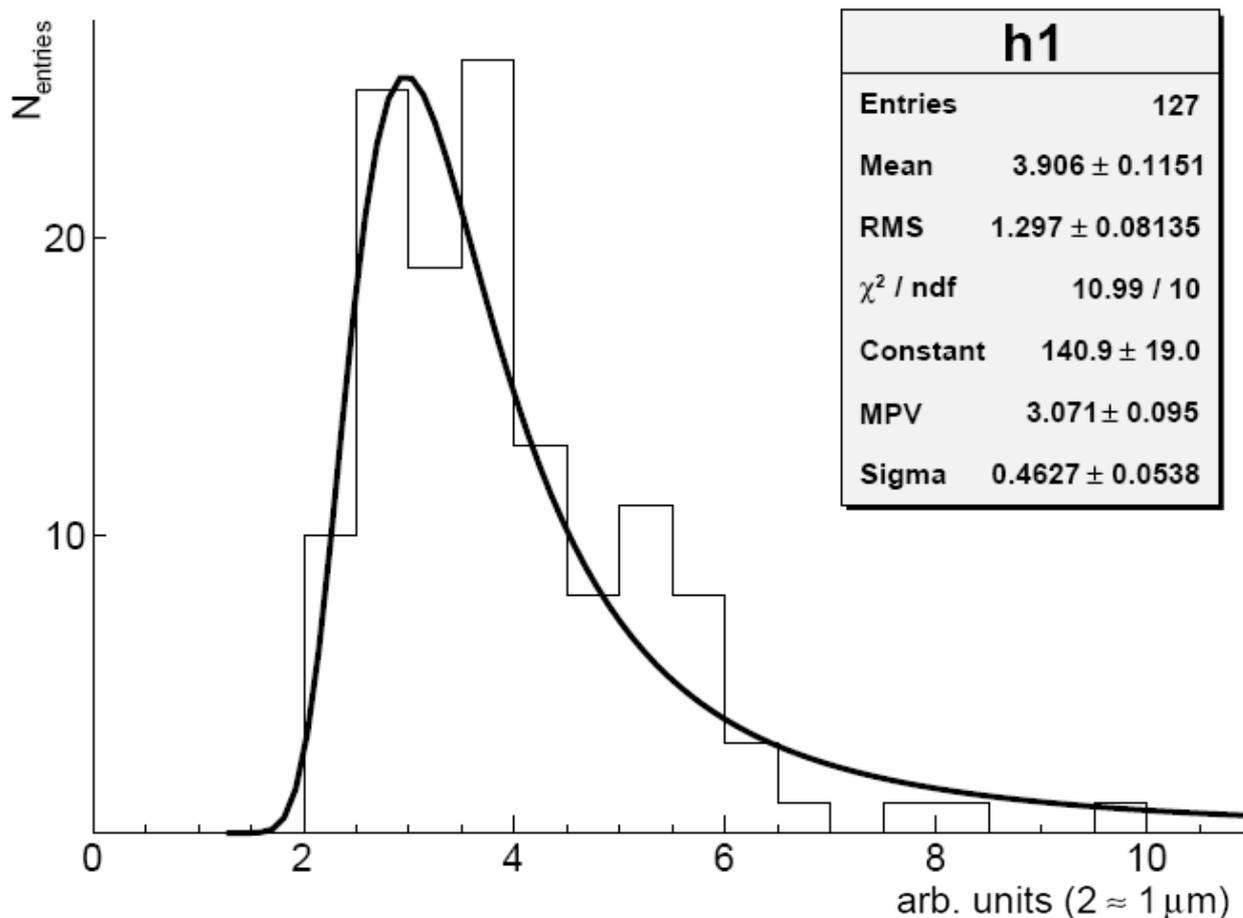


Рис. 5. Размер зерен в условных единицах длины. Кривая – фит функцией Ландау.

Величина условных единиц длины на приведенных гистограммах зависит от разрешения фотографии и увеличения объектива микроскопа. Так как у нас нет информации о масштабе фотографии (задача определения точного масштаба не стояла при фотографировании) найдем примерное значение переводного коэффициента условных единиц длины в микроны. Для этого воспользуемся недавним облучением эмульсии БР2 («Фомос», 2000-е годы) пучком релятивистских ядер ${}^9\text{C}$ 2006 года и предположением о сохранении величины размера зерна в обоих облученных стопках эмульсии. Для начала проведем аналогичное описанному выше исследование однозарядных треков образованных при взаимодействии ${}^9\text{C} \rightarrow \text{He} + 4\text{H}$. Макрофотография этого события приведена на рисунке 6.

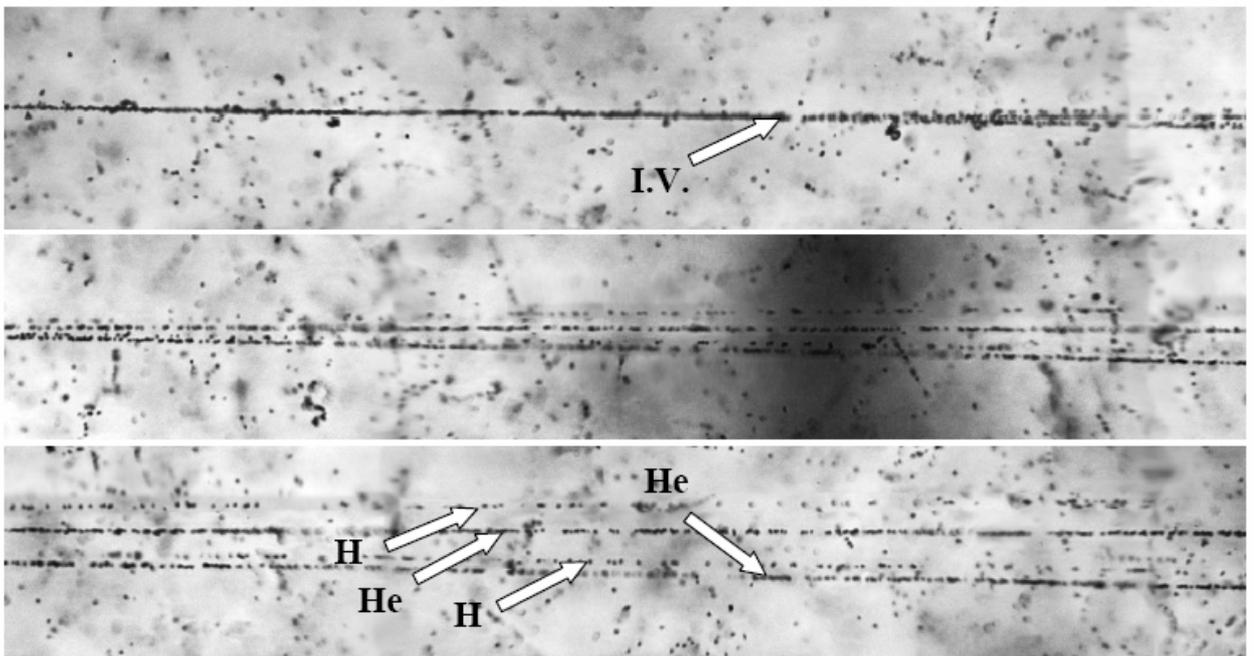


Рис. 6. Событие фрагментации ${}^9\text{C} \rightarrow 2\text{He} + 2\text{H}$. На фотографии отмечена вершина взаимодействия (I.V.) и струя осколков ядра снаряда, состоящая из двух гелиевых (He) и двух водородных (H) фрагментов

Данные о среднем расстоянии между проявленными зернами для однозарядных треков в указанном событии приведены на рисунке 7.

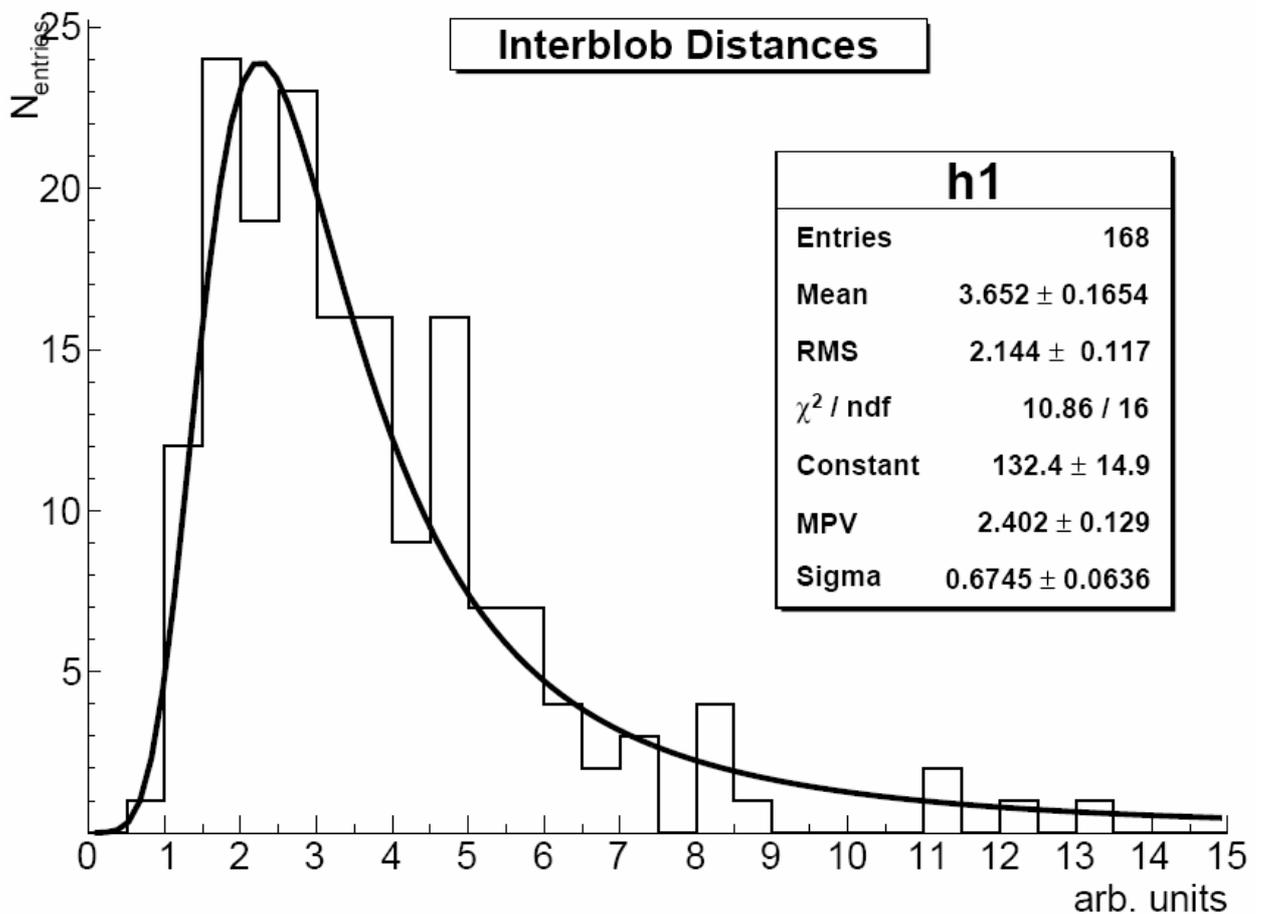


Рис. 7. Гистограмма показывает расстояние между засвеченными зернами эмульсии на однозарядных треках события ${}^9\text{C} \rightarrow 2\text{He} + 2\text{H}$ в условных единицах длины. Кривая – фит функцией Ландау. Средние значения и ошибки приведены в таблице.

Для частиц с единичным зарядом определение числа проявленных зерен на единице длины следа дает величину удельной ионизации. Такие измерения проводились для протонов в пяти пластинках данного облучения на разных глубинах. Среднее значение числа проявленных зерен на 100 $\mu\text{м}$ длины трека составляет примерно 40 зерен. Этот результат не противоречит более ранним многократным измерениям удельной ионизации для эмульсии БР2 и схожей с ней эмульсии Ильфорд G5. Такие данные прямых измерений числа проявленных зерен на единицу длины позволяют определить среднее расстояние между проявленными зернами. Так получаем $100 (\mu\text{м}) \div 40 (\text{зерен}) = 2.5 (\mu\text{м})$. Таким образом, можно определить переводной коэффициент k_1 условных единиц длины в микроны: $k_1 = 2.4 (\text{arb. units}) \div 2.5 (\mu\text{м}) = 0.96 (\mu\text{м}^{-1})$.

Теперь определим средний размер зерна в эмульсии, облученной ядрами ^9C . Для этого проведем измерения размера зерен методом, описанном в случае облучения ядрами ^3He . Результаты измерений представлены на рисунке 8.

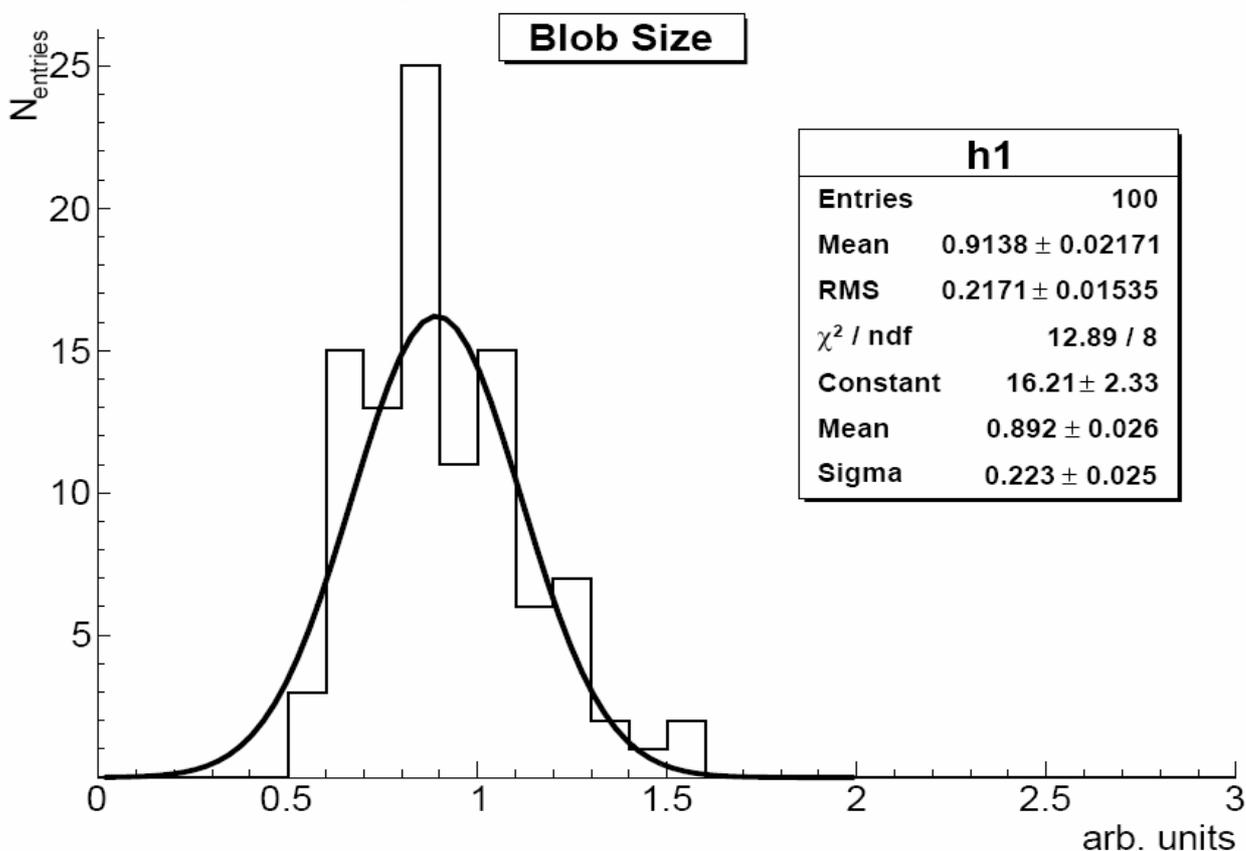


Рис. 8. Размер зерен в условных единицах (облучение ядрами ^9C). Кривая – фит функцией Гаусса.

Используя переводной коэффициент, получаем, что среднее значение размера зерна в данной эмульсии равно $0.892 \div 0.96 = 0.93 \mu\text{м}$. Предположим, что средний размер зерна в эмульсиях в первом и втором случаях одинаковый. Это позволит определить переводной коэффициент k_2 для условных единиц длины в первом случае. Получаем:

$$k_2 = 3.071 (\text{arb. units}) \div 0.93 (\mu\text{м}) = 3.3 (\mu\text{м}^{-1}).$$

Используя коэффициент k_2 , определим величину удельной ионизации для однозарядных частиц в первом облучении. $8.402 \div 3.3 = 2.55 \mu\text{м}$ – среднее расстояние между проявленными зернами в первом случае. $100 \div 2.55 = 39.2$ – получаем, что в среднем в первом случае число проявленных зерен на 100 $\mu\text{м}$ равно 39. Можно сделать вывод, что чувствительность эмульсии в первом и втором случае одинаковая.

Полученные результаты позволяют вести анализ эмульсии ОАО «Славич», облученной в ИФВЭ в апреле 2011 года для сравнения чувствительности.