

Исследование выведенного пучка при $E \sim 20$ МэВ на Линак-200

Д.Л. Демин

16. 11. 2017 г. Дубна

В период с марта по ноябрь 2017 г. на Линак-200 проводились работы по изучению пучка электронов с энергией 20 МэВ.

Целью работ была подготовка базовой установки к методическим исследованиям регистрирующей аппаратуры, применяемой в экспериментах **Му2Е** и **Тритон**.

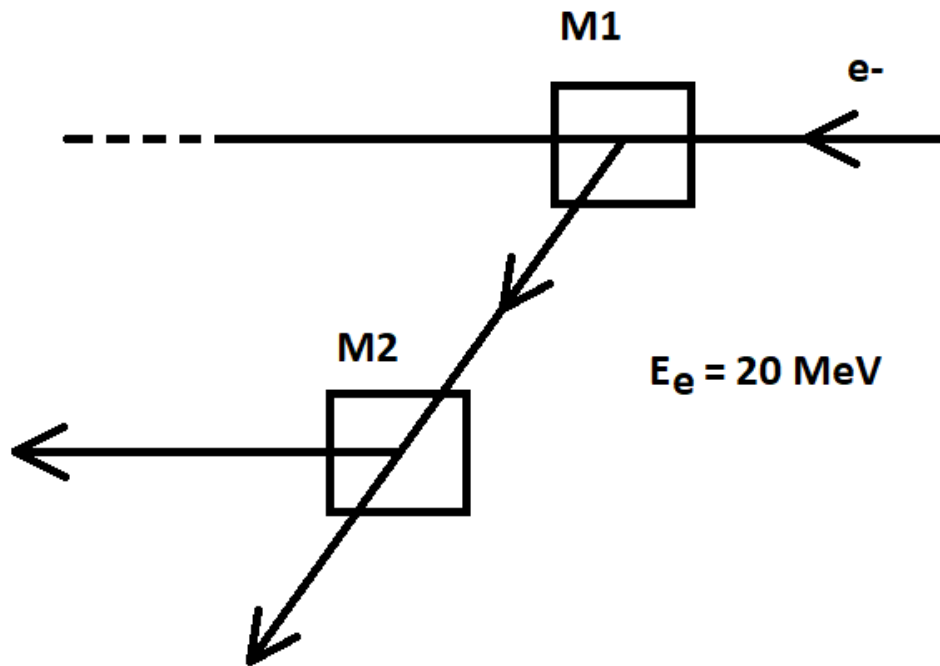
В ходе работ были использованы детекторы на основе кристаллов CsI и BGO, а также полупроводниковая матрица FitPix и люмонофор ZnO.

Изучение интенсивности выведенного пучка 20 МэВ

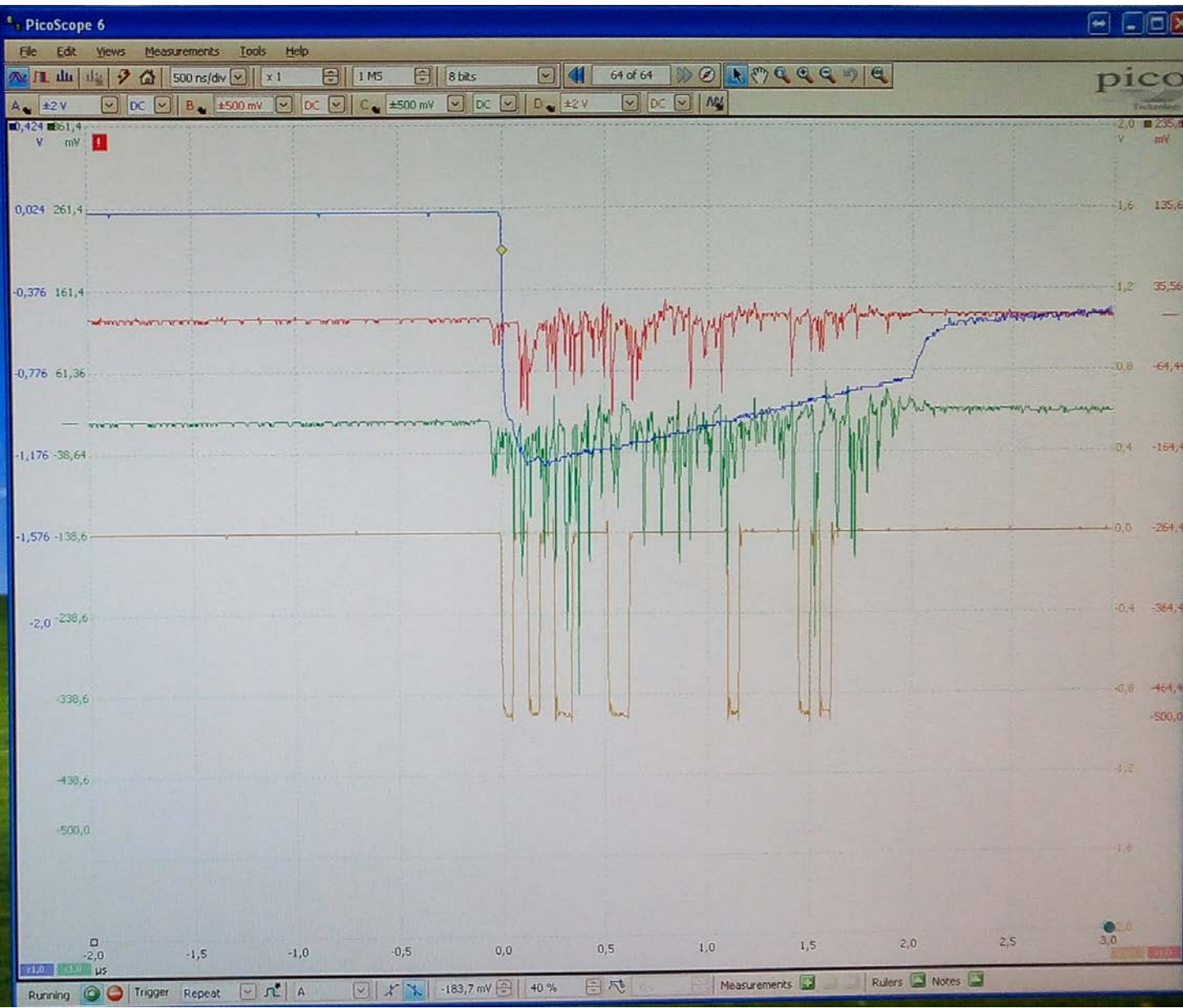


На отводе пучка электронов с энергией 20 МэВ установлен кристалл CsI

Между кристаллом и апертурой пучка по центру
расположены мониторные счетчики



Наблюдались множественные и «одноэлектронные» события
в зависимости от интенсивности пучка электронов.
Длительность сброса – около 2 мкс, скважность 1÷10 Гц.



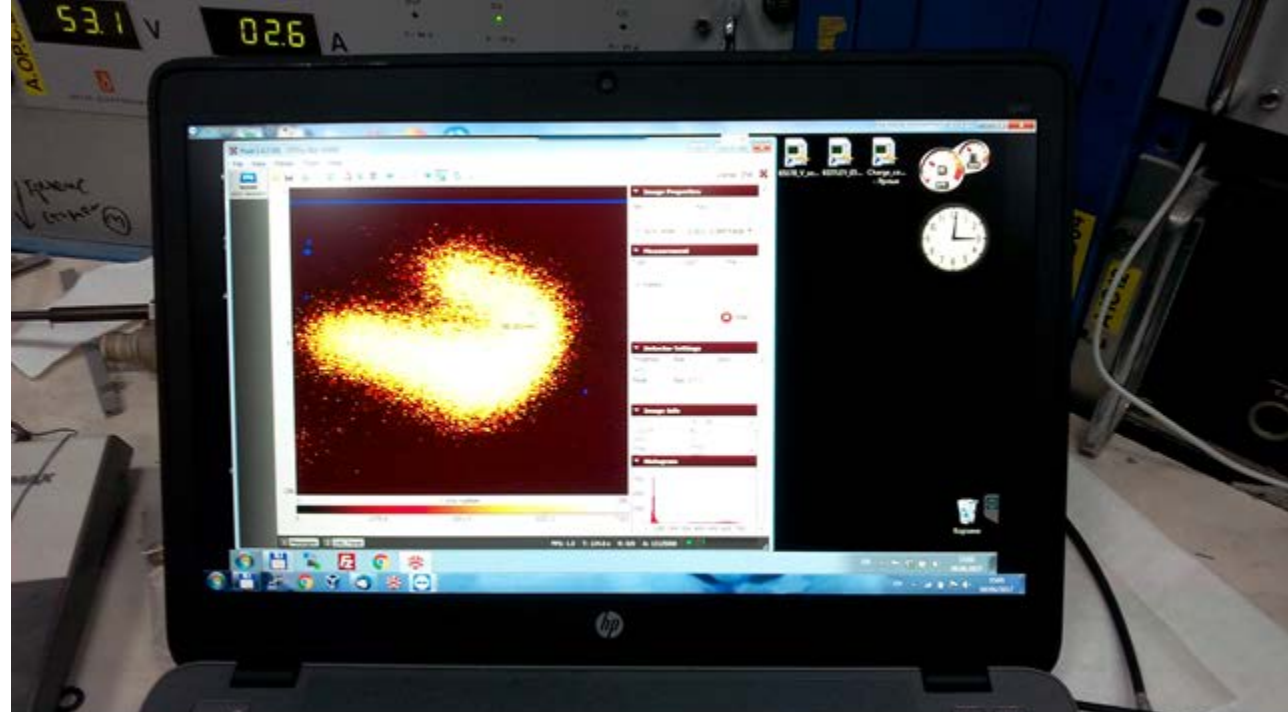
Определение геометрии пучка

На укороченный отвод после второго поворотного магнита установлен полупроводниковый детектор-матрица «ФИТ-ПИКС».

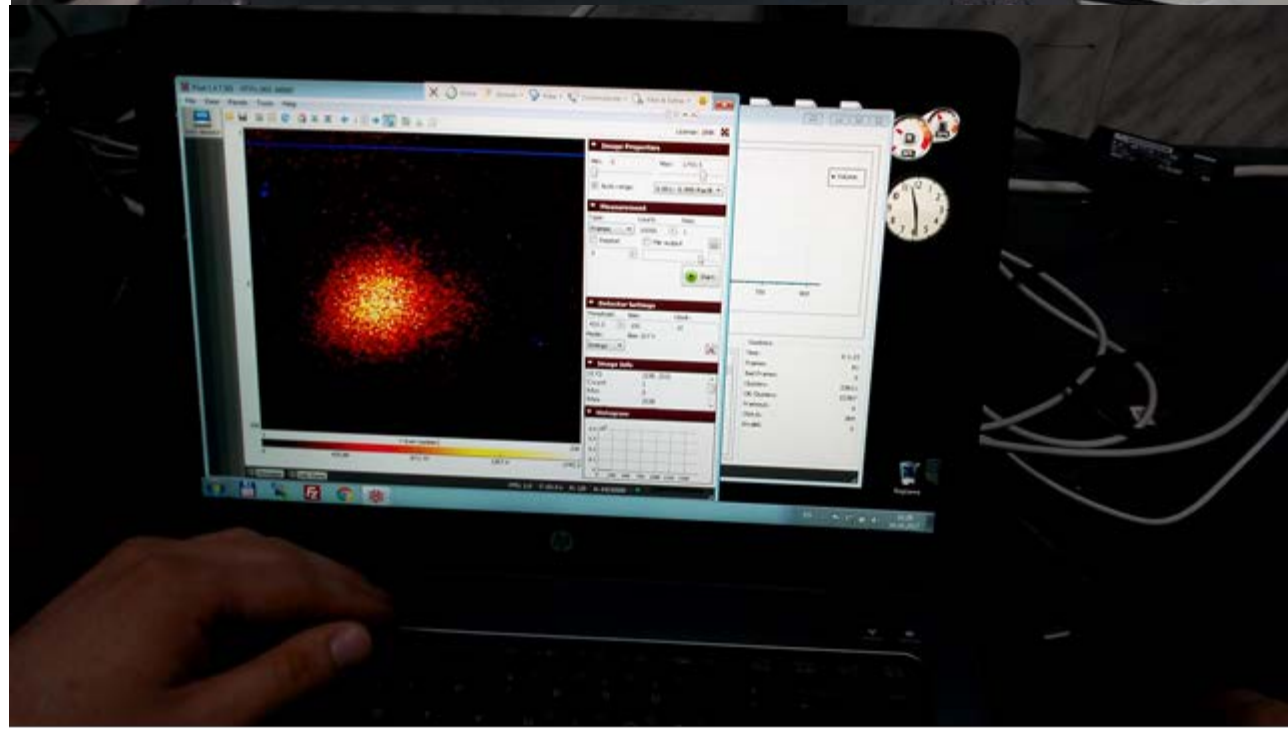


(256 X 256 каналов размером 14 X 14 мм) толщина п/п кристалла 300 мкм

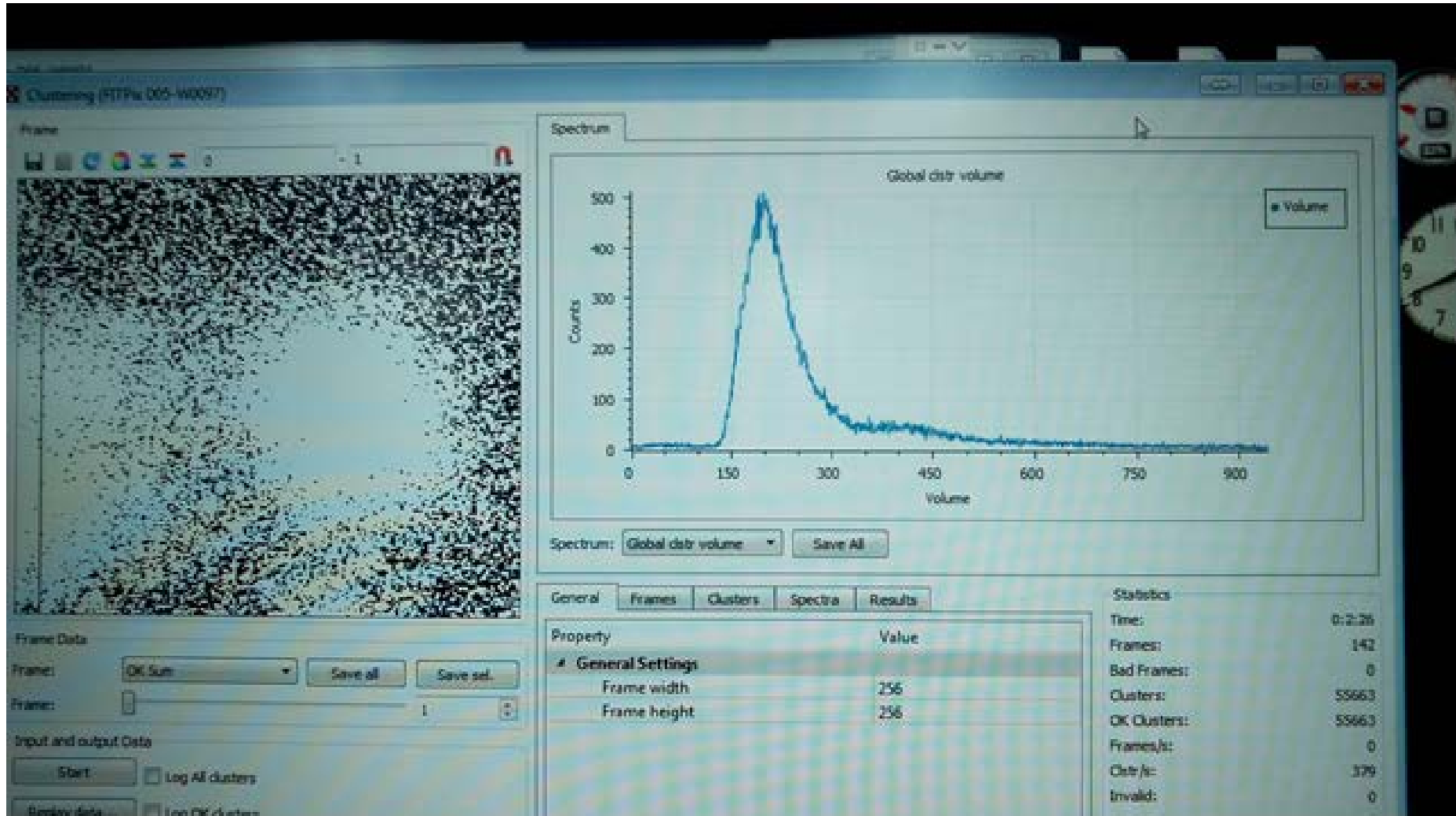
Получено изображение «полного» пучка без вертикальной щели-коллиматора



Получено изображение пучка с установленной щелью-коллиматором (2 мм)

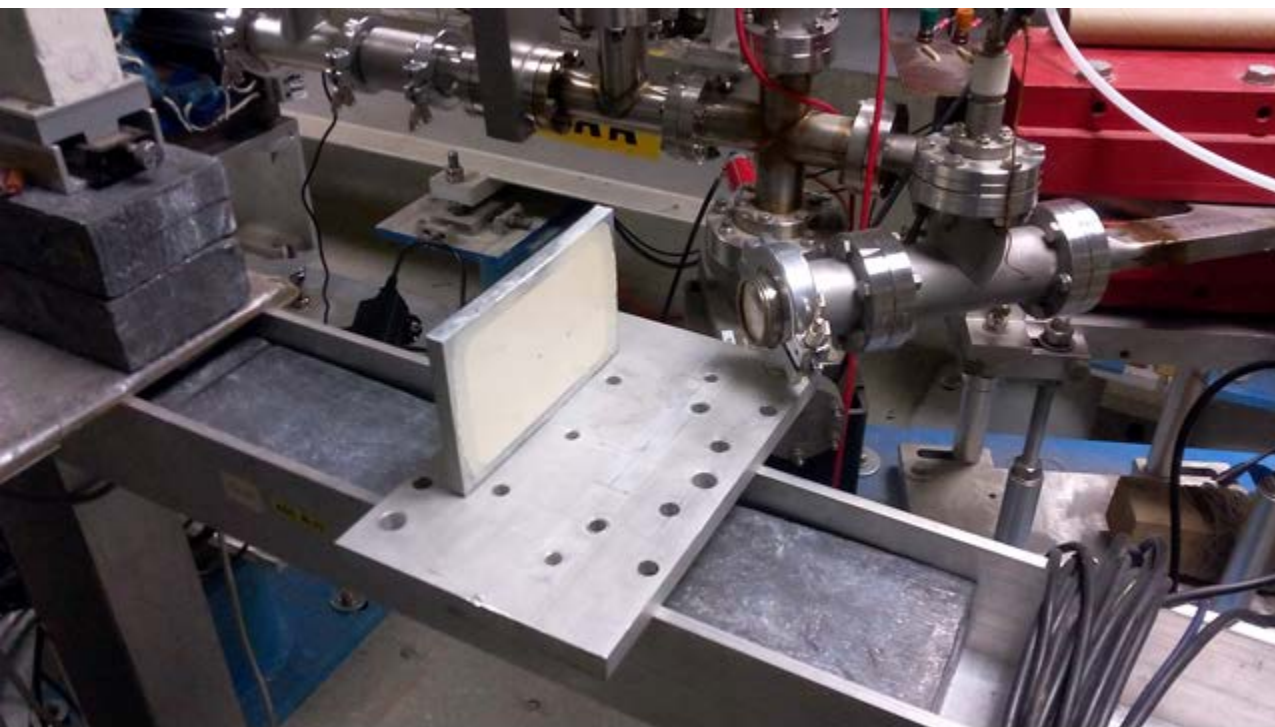
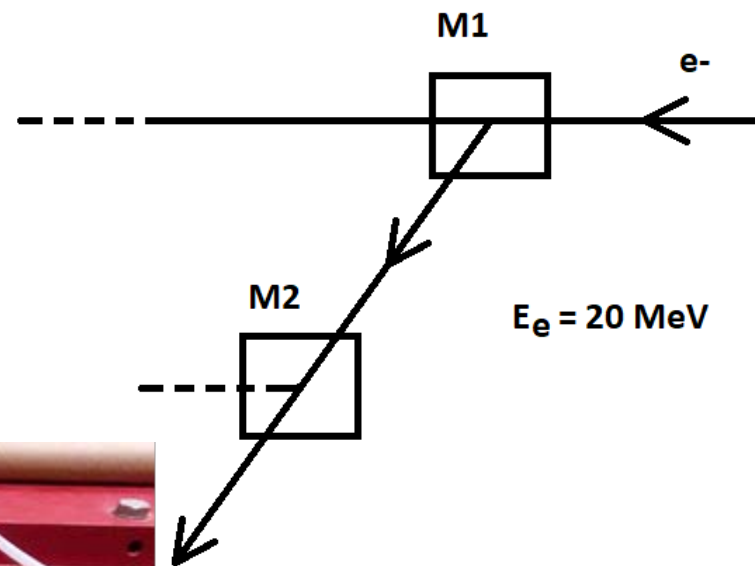


Набран спектр отклика детектора от коллимированного пучка в пределе слабого тока пучка (экспозиция длилась несколько минут)



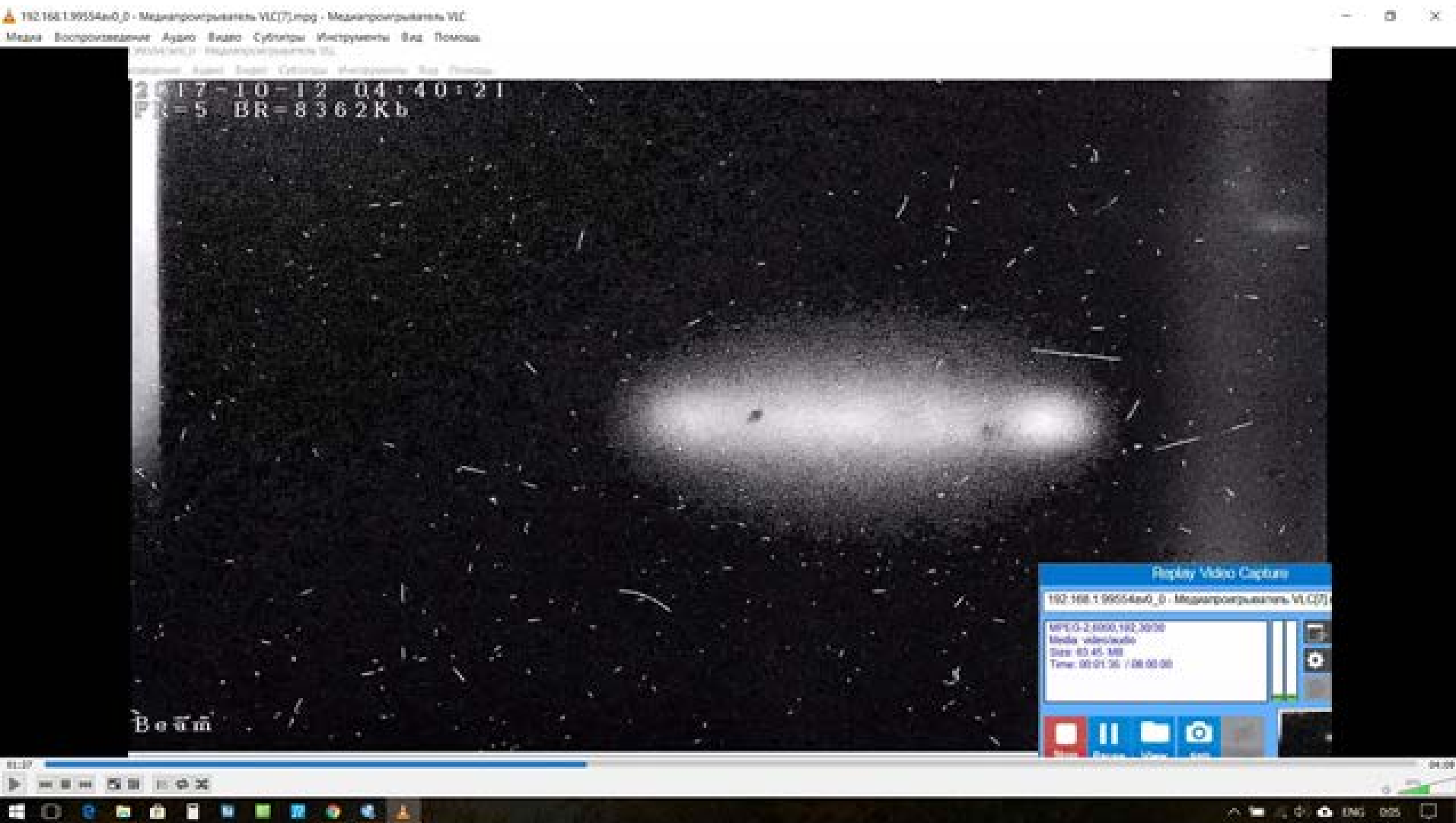
Проведение исследований пучка на прямой трассе после первого поворотного магнита

На отвод пучка с выключенным магнитом M2 установлен экран с люминофором ZnO



Толщина титановой фольги на отводе 50 мкм

Получено изображение пучка без коллиматоров с помощью дистанционной камеры (люминофор отстоит на 10 см от трубы)



Предел чувствительности камеры с люминофором – десятые доли миллиампера

Получено изображение неколлимированного пучка на срезе трубы с помощью фоторезистивной пленки (при токе пучка 10 мА и частоте сброса 1 Гц - экспозиция 10 минут)



В настоящее время проводятся работы по юстировке внутренних коллиматоров пучка на первом отводе



Спасибо за внимание

Дополнительные слайды

Experimental study of nuclear fusion reactions in a $p\mu$ system

Experiment TRITON (Theme 1101), stage – data analysis.

D.L. Demin, V.N. Duginov, K.I. Gritsaj, A.D. Konin, T.N. Mamedov, A.I. Rudenko,
V.P. Volnykh (*Dubna*),

A. Adamczak (*Krakow*), L.N. Bogdanova, M.P. Faifman (*Moscow*),

V. Wagner (*Rez*), V.V. Baluev, A.M. Demin, I.P. Maksimkin, A.A. Yukhimchuk (*Sarov*).

$$p\mu = {}^4\text{He}\mu + \gamma + 19,82 \text{ MэВ}, \quad (1)$$

$$p\mu = {}^4\text{He} + \mu + 19,81 \text{ MэВ}, \quad (2)$$

$$p\mu = {}^4\text{He}\mu + e^+ + e^- + 18,79 \text{ MэВ}, \quad (3)$$

$$p\mu = {}^4\text{He}\mu + \gamma + \gamma + 19,82 \text{ MэВ}. \quad (4)$$

The 50cc cryogenic target filled with liquid H/T mixture was exposed to the negative muon beam (10^4 s^{-1} , 100 MeV/c) of JINR Phasotron in 2016.

Main run-time duration is 270 h.

The experiment is aimed at measuring the product yields of the reaction: γ -quanta, conversion muons and e^+e^- pairs.

TRITON

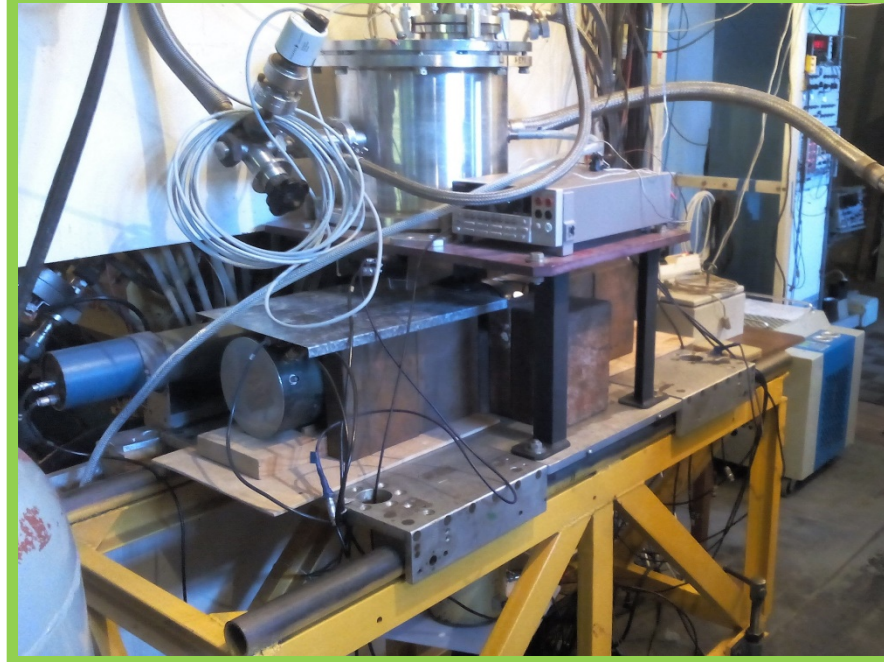


Схема экспериментальной установки:

1-3 – пластиковые счетчики,

BGO – BGO кристалл,

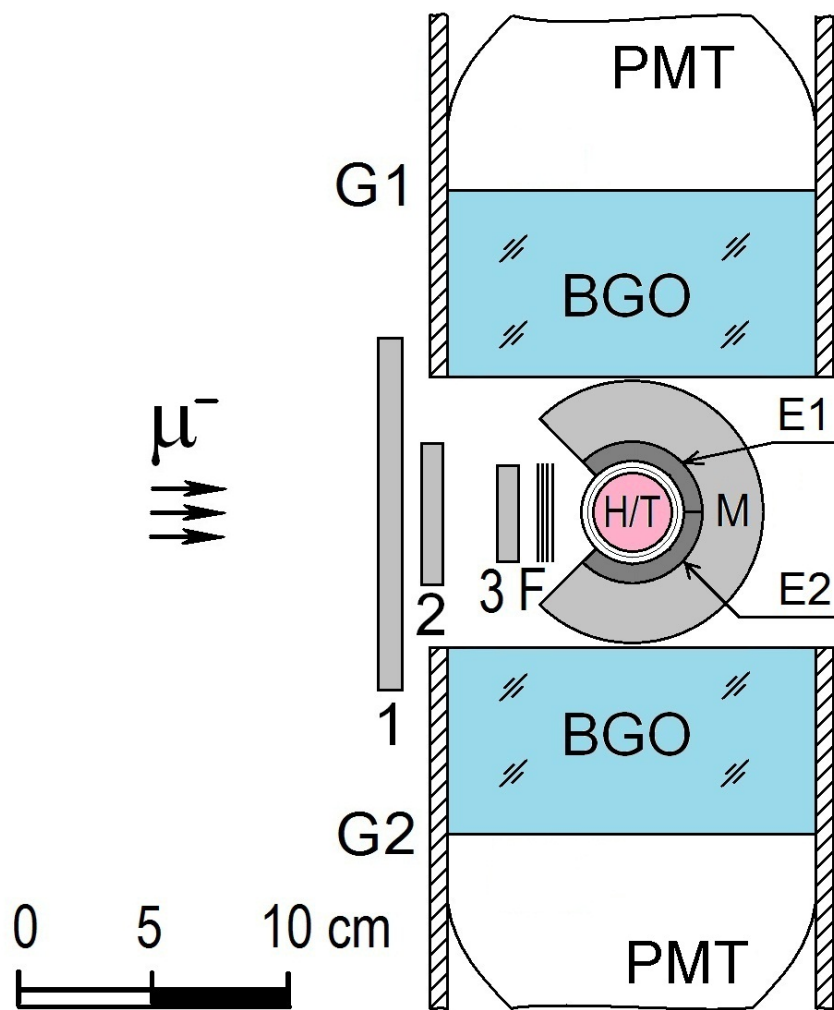
E1-E2 – электронный телескоп,

F – медный фильтр,

G1-G2 – гамма-спектрометр,

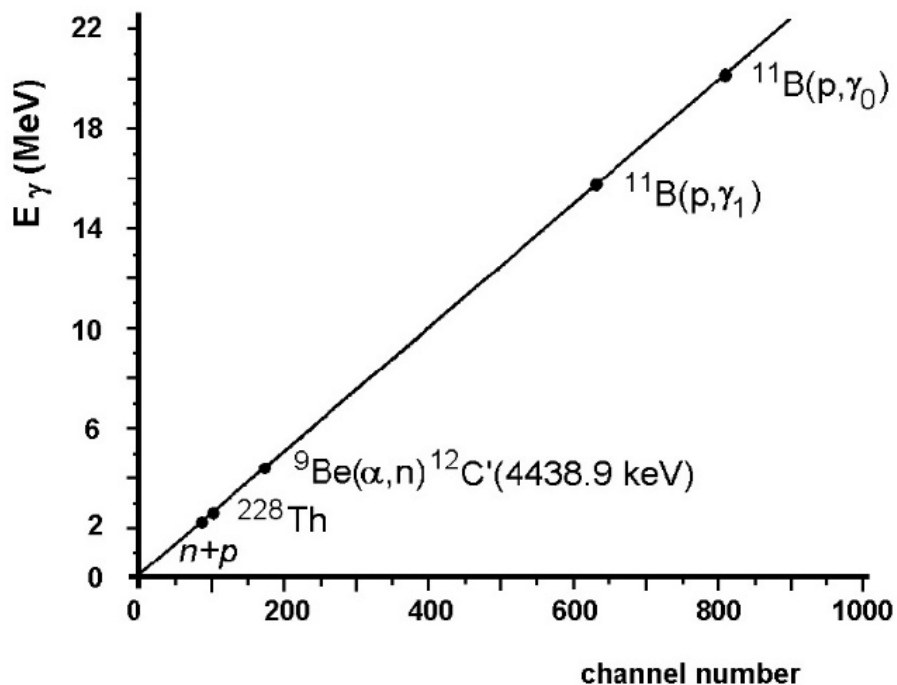
H/T – мишень,

M – детектор мюонов конверсии



Гамма-спектрометр состоит из двух идентичных ВГО-детекторов

E15-2012-107



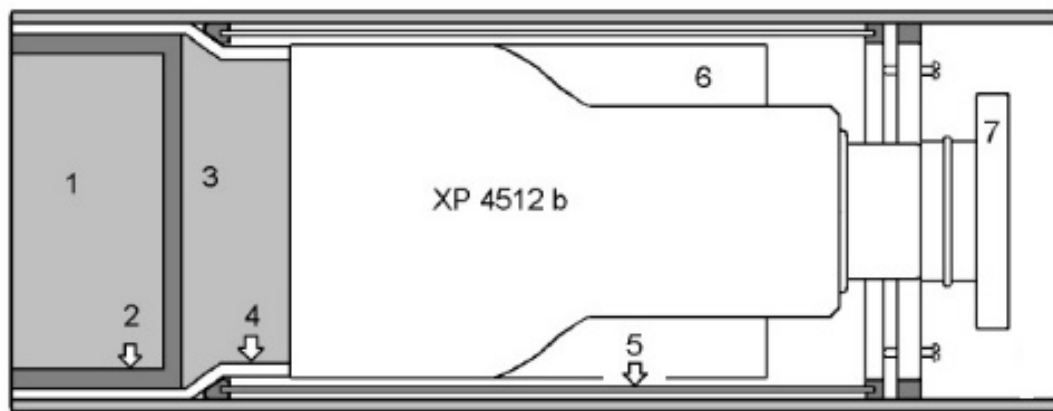
D. L. Demin ^{*}, V. V. Filchenkov, L. N. Generalov ^a,
K. I. Gritsaj, A. D. Konin, A. V. Livke ^a, A. I. Rudenko,
Yu. I. Vinogradov ^a, V. P. Volnykh

GAMMA SPECTROMETER
FOR STUDYING THE MCF REACTIONS

Submitted to *Nuclear Instruments and Methods
in Physics Research. Section A*

^a Russian Federal Nuclear Center VNIIEF, Sarov, Russia
^{*} E-mail: demin@jinr.ru

$$\Delta E_\gamma(\%) = 3.9 \times \sqrt{1 + 12/E_\gamma(\text{MeV})}$$



The gamma detector: 1 - BGO-crystal, 2 - plastic scintillator shell, 3 - light-guide, 4 - teflon, 5 - iron magnetic shield, 6 - permalloy magnetic shield, 7 - electronics



Макет электронного телескопа E1 - E2

Световод выполнен из пластиковых волокон, что позволяет обеспечить спектрометрические характеристики при компактной геометрии.

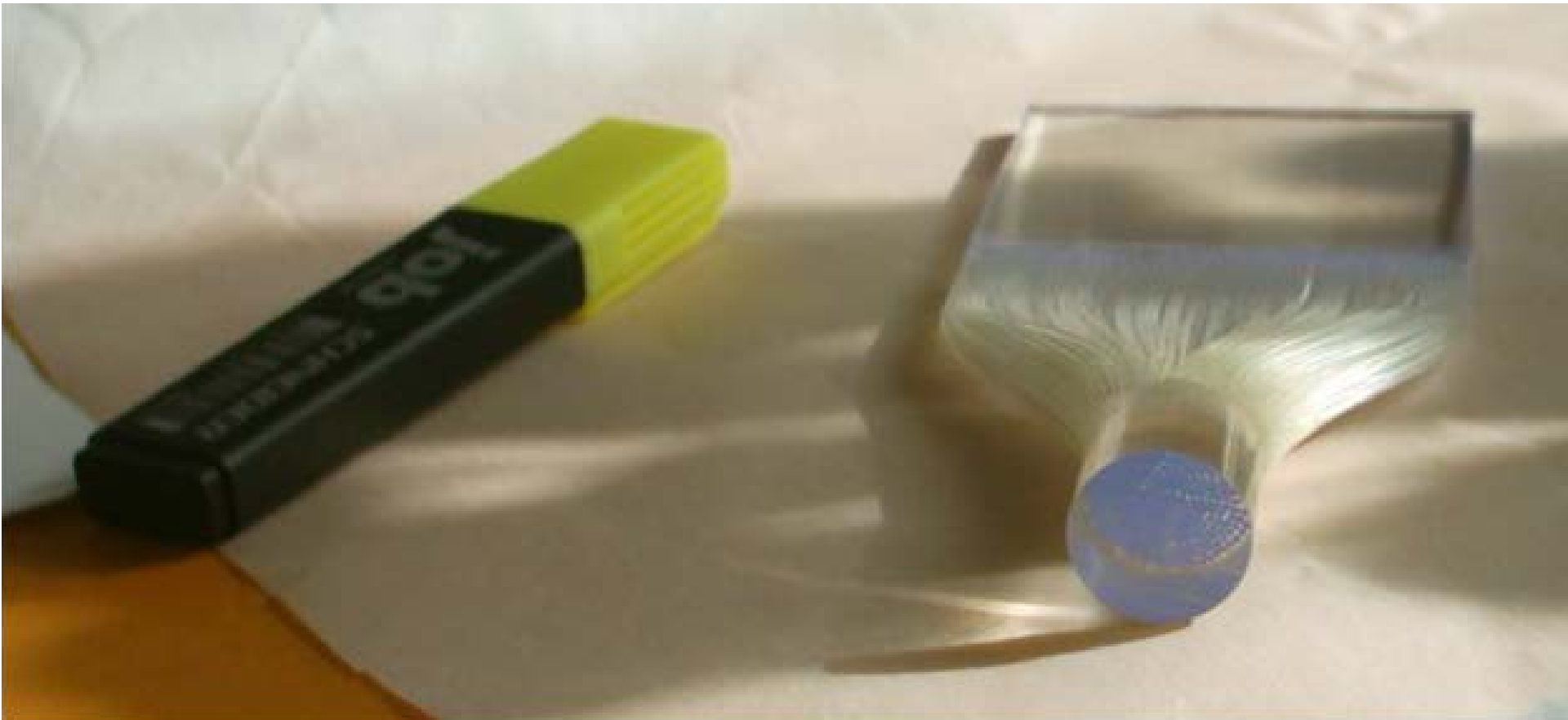
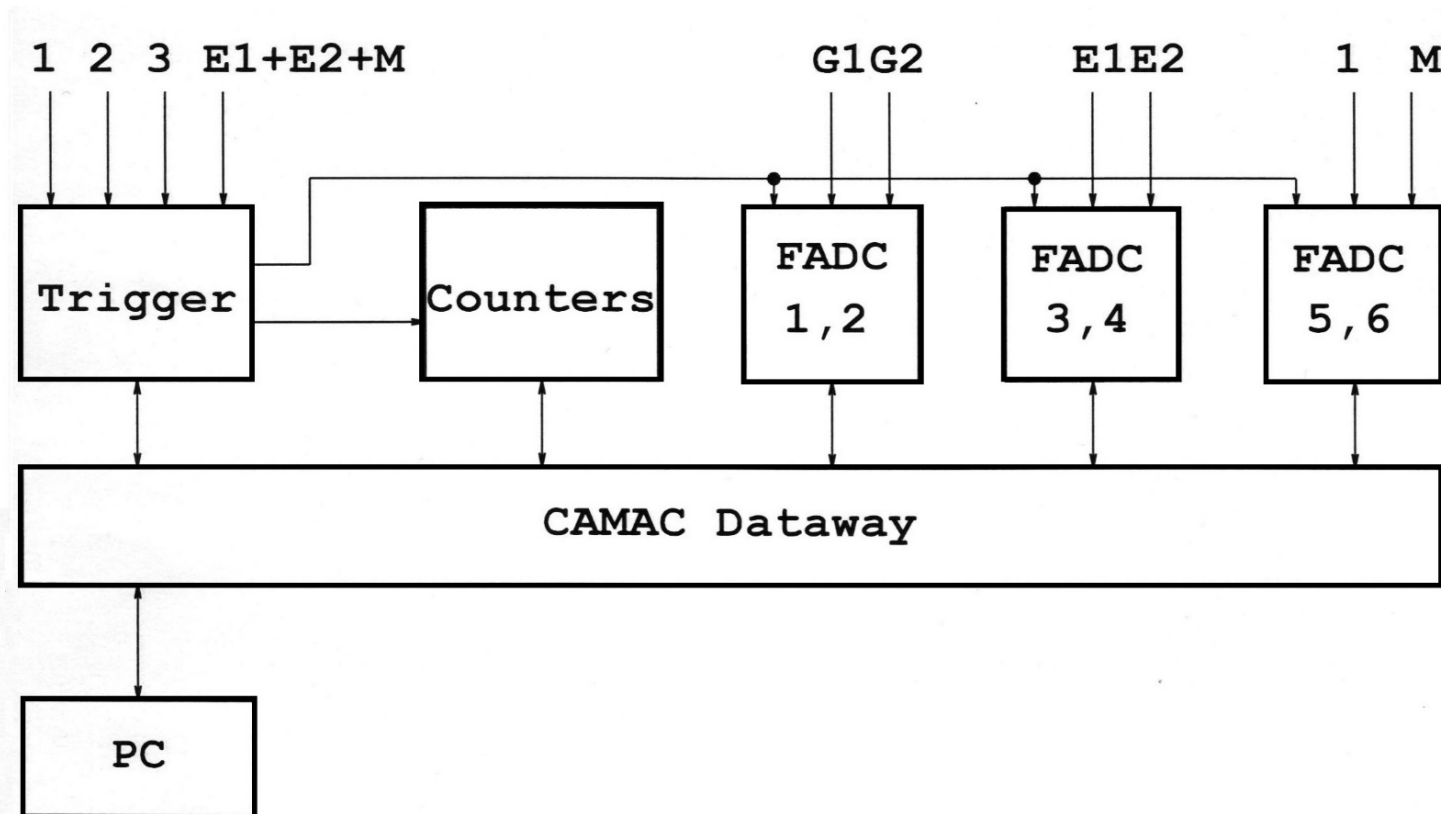
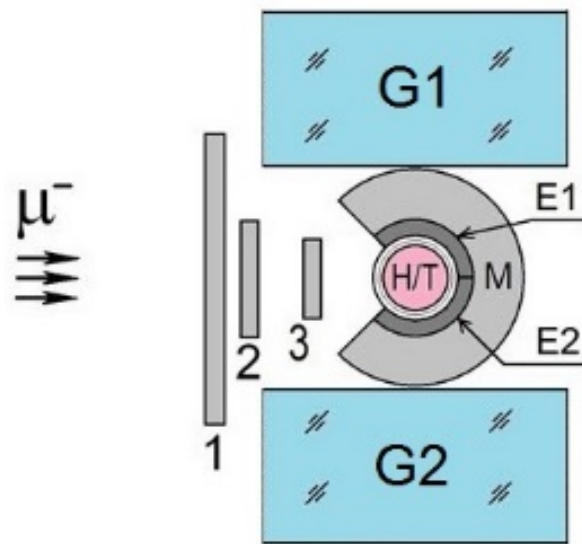
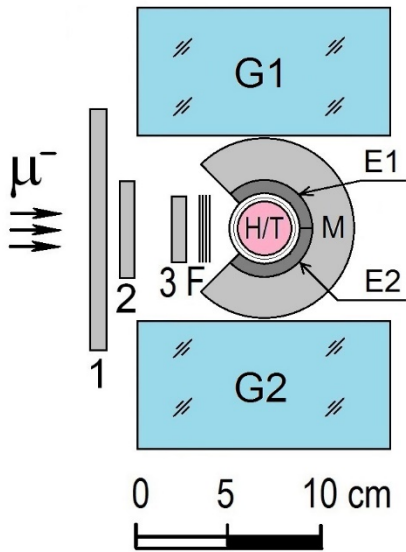


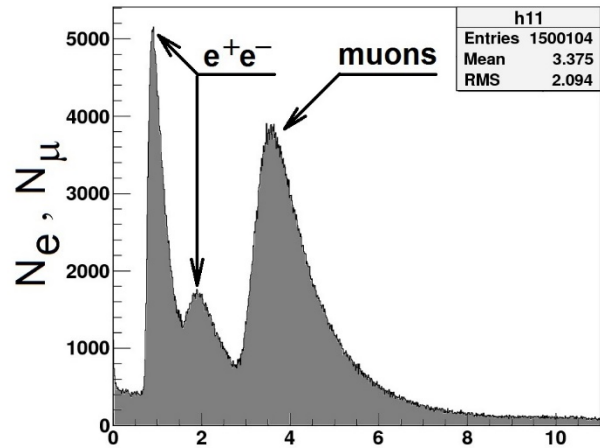
Схема электроники



Моделирование Monte-Carlo :

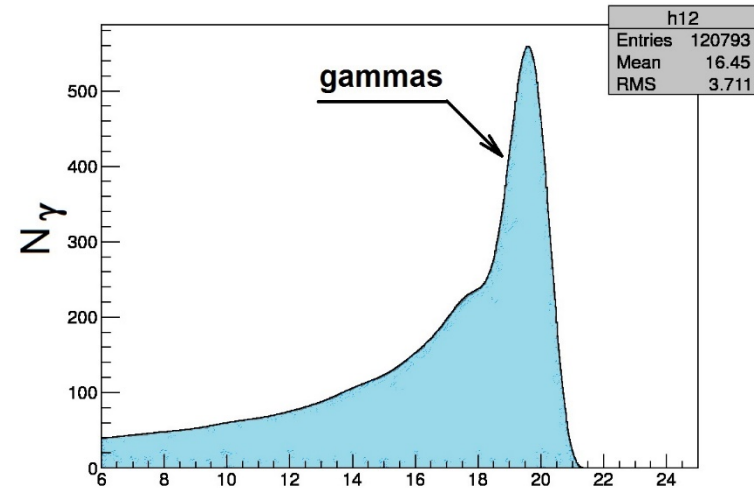


a



Energy loss in E1+E2 (MeV)

b



Energy loss in G1+G2 (MeV)

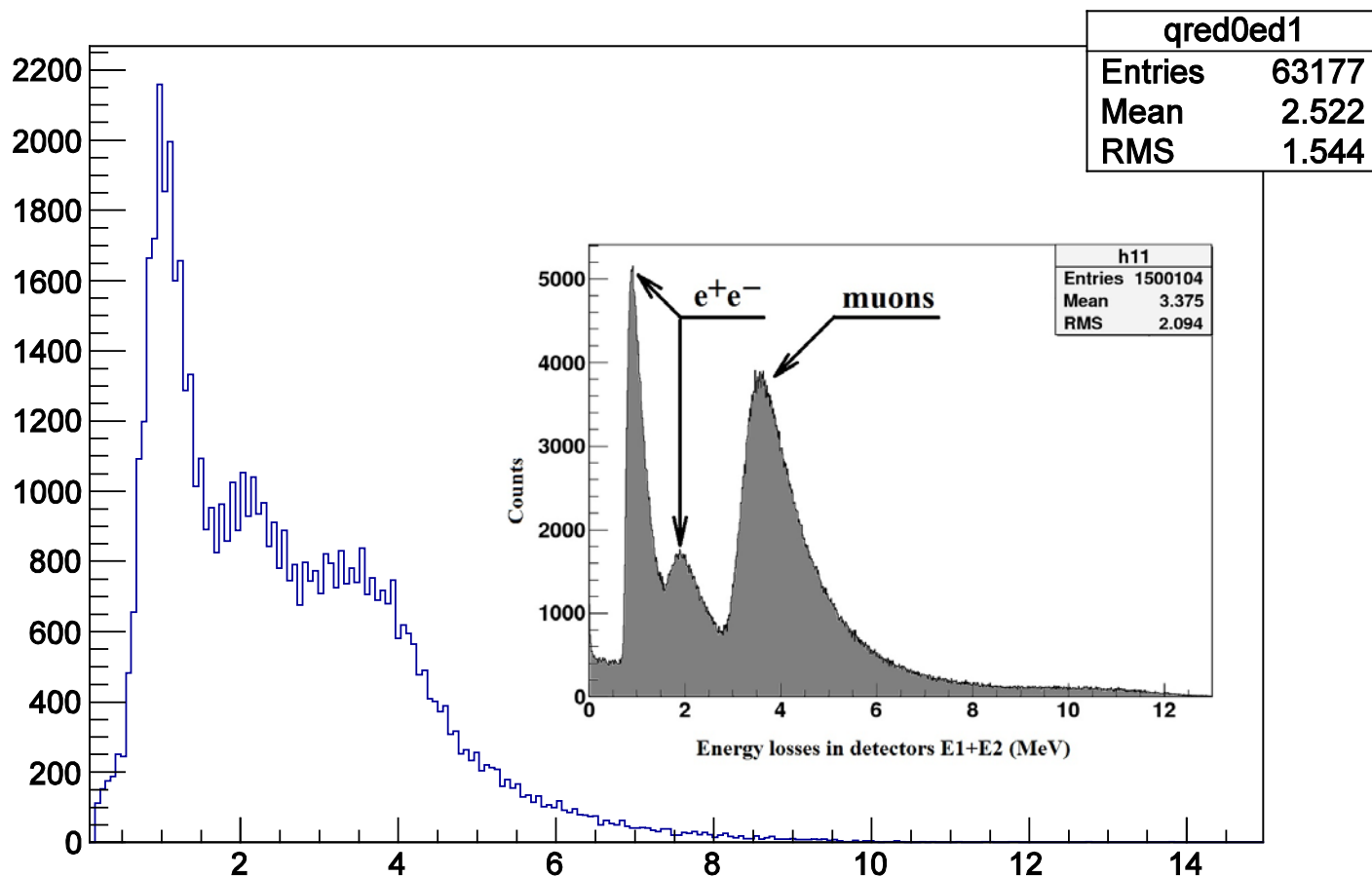
c

Particles	Registration efficiency, %
$\epsilon(\gamma)$	20
$\epsilon(\mu)$	66
$\epsilon(\text{pairs } 1)$	90
$\epsilon(\text{pairs } 2)$	16
$\epsilon(e_d1)$	70
$\epsilon(e_d2)$	30

Экспериментальные спектры (парные заряженные):

Суммарный энергетический спектр мюонов конверсии и электрон-позитронных пар в детекторах E1+E2

N



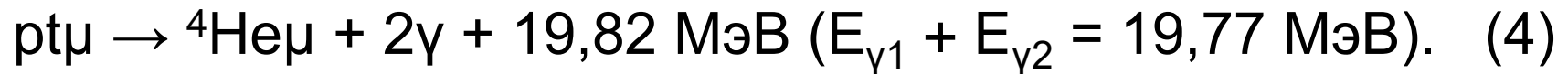
Энергия (МэВ)

Регистрация пар e^+e^- и пар гамма-квантов при pt синтезе

Впервые наблюдался канал реакции (3) с выходом электрон-позитронной пары. Общая статистика, набранная на установке ТРИТОН в 2016 году – около **15 тысяч** зарегистрированных событий.



Также удалось зарегистрировать канал реакции (4) с выходом двух гамма-квантов. Общая статистика – около **трех тысяч** (зарегистрированных) двойных событий (4), удовлетворяющих критериям отбора для гамма-квантов, одновременно зарегистрированных в разных гамма-детекторах.



Измерения с различной геометрией установки в ноябре 2016 г. (гамма-детекторы были установлены сначала под относительным углом **180**, затем **110** градусов) позволили сделать вывод в пользу отсутствия угловой корреляции при выходе пар 2γ (4), а также исключить объяснение наблюдаемых двойных событий перерассеянием из одного гамма-детектора в другой.