Оптимизация настройки триггерной системы эксперимента ГиперНИС в ОИЯИ

БАЕВА АЙГУЛЬ
МГУ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА, ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ, КАФЕДРА ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

НАУЧНЫЕ РУКОВОДИТЕЛИ: СТРОКОВСКИЙ Е.А.
КРИВЕНКОВ Д.О.

Гиперядро

состоит из протонов, нейтронов и одного или нескольких гиперонов(Λ, Σ, Ξ и возможно Ω).

Проект ГиперНИС

Утвержден до 2018 года, открыт в 2010 г.

<u>Цели</u> **проекта ГиперНИС:**

исследования:

(а) стабилизирующих эффектов странности в ядерной материи; (б) свойств легчайших гипер-ядер.

<u>Задачи</u> **проекта ГиперНИС:**

1) Поиск гиперядра $^{6}_{\Lambda}H$

2) Измерение времени жизни гиперядер $^{6}_{\Lambda}H$ **и** $^{4}_{\Lambda}H$

Эксперимент FINUDA (Frascati)

M.Agneloetal.,Phys.Rev.Lett. 108 (2012) 042501.

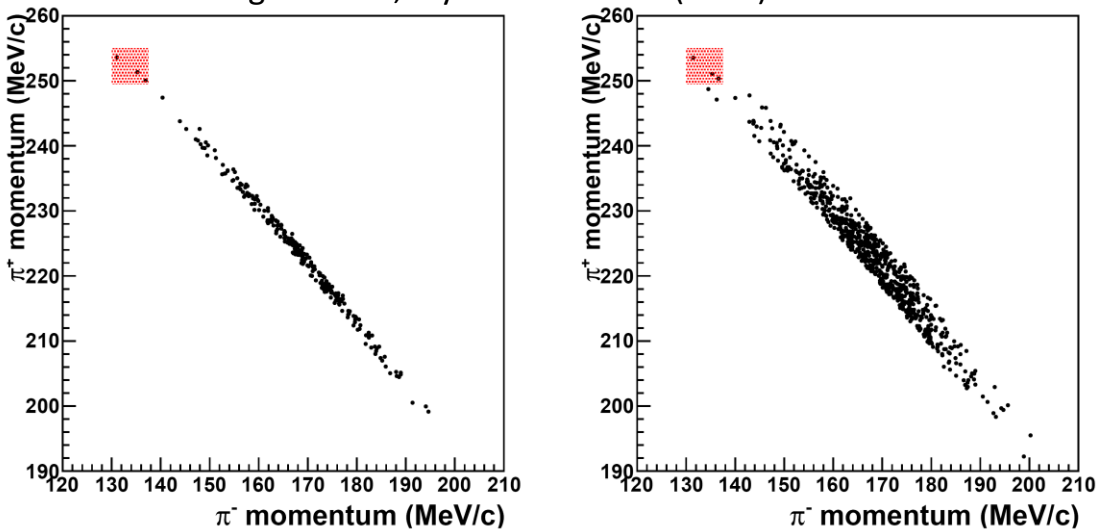


FIG. 2. (color online). π^+ momentum vs π^- momentum for ^{6}Li target events with $T_{\rm sum} = 202 - 204$ MeV (l.h.s.) and with $T_{\rm sum} = 200 - 206$ MeV (r.h.s.). The shaded (red) rectangle on each side consists of a subset of events with $p_{\pi^+} = 250 - 255$ MeV/c and $p_{\pi^-} = 130 - 137$ MeV/c.

$$K^-_{\rm stop} + {}^6{\rm Li} \to {}^6_\Lambda{\rm H} + \pi^+ \quad (p_{\pi^+} \sim 252 \text{ MeV/c})$$

$${}^6_\Lambda{\rm H} \to {}^6{\rm He} + \pi^- \quad (p_{\pi^-} \sim 134 \text{ MeV/c}),$$

Эксперимент E10 (J-Park)

H.Sugimura et al., arXiv:1310.6104v2nucl-ex 6 Feb 2014.

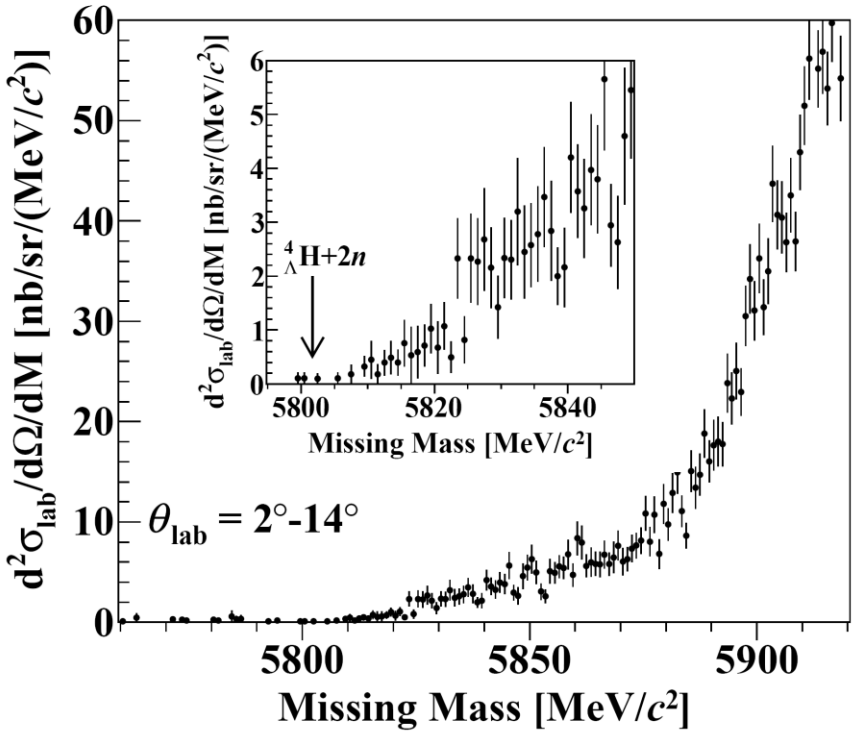
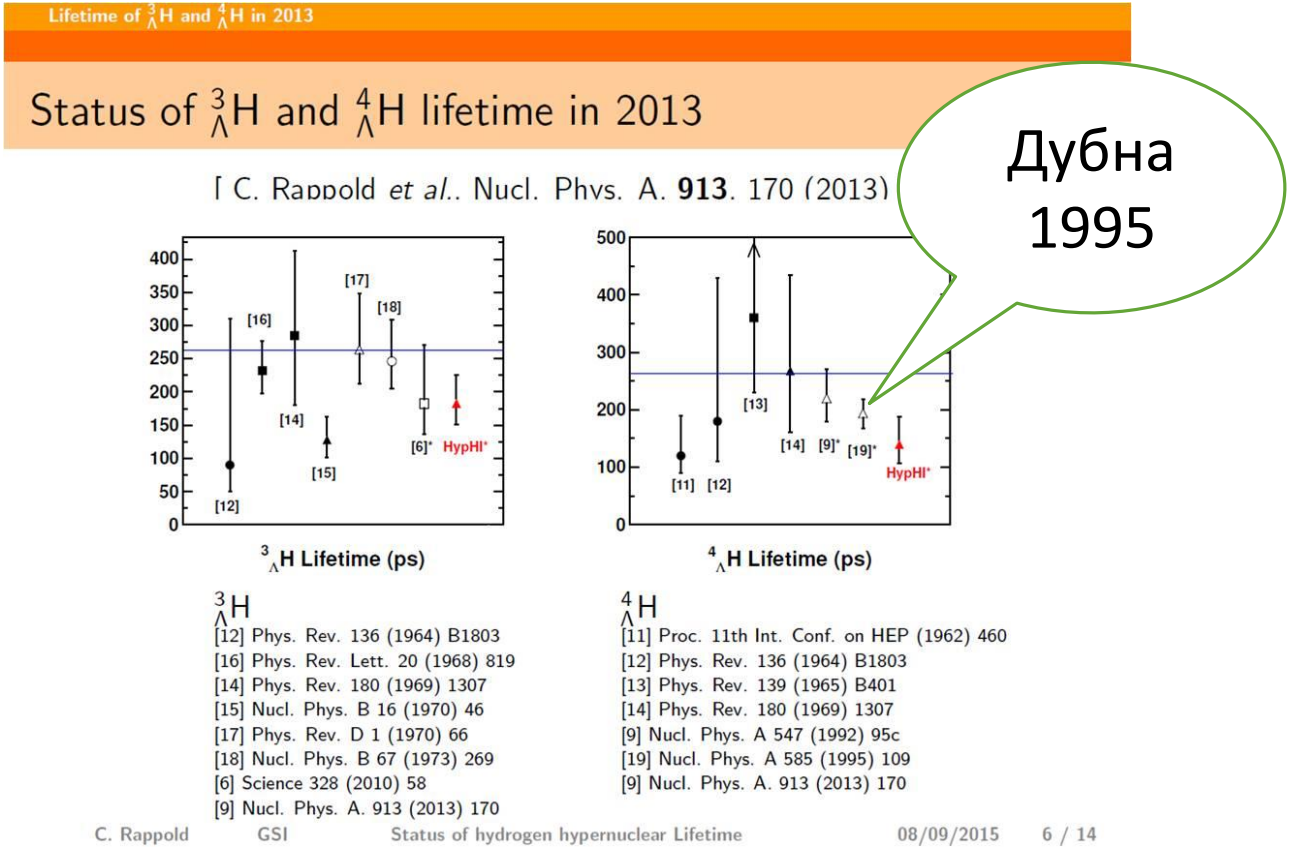


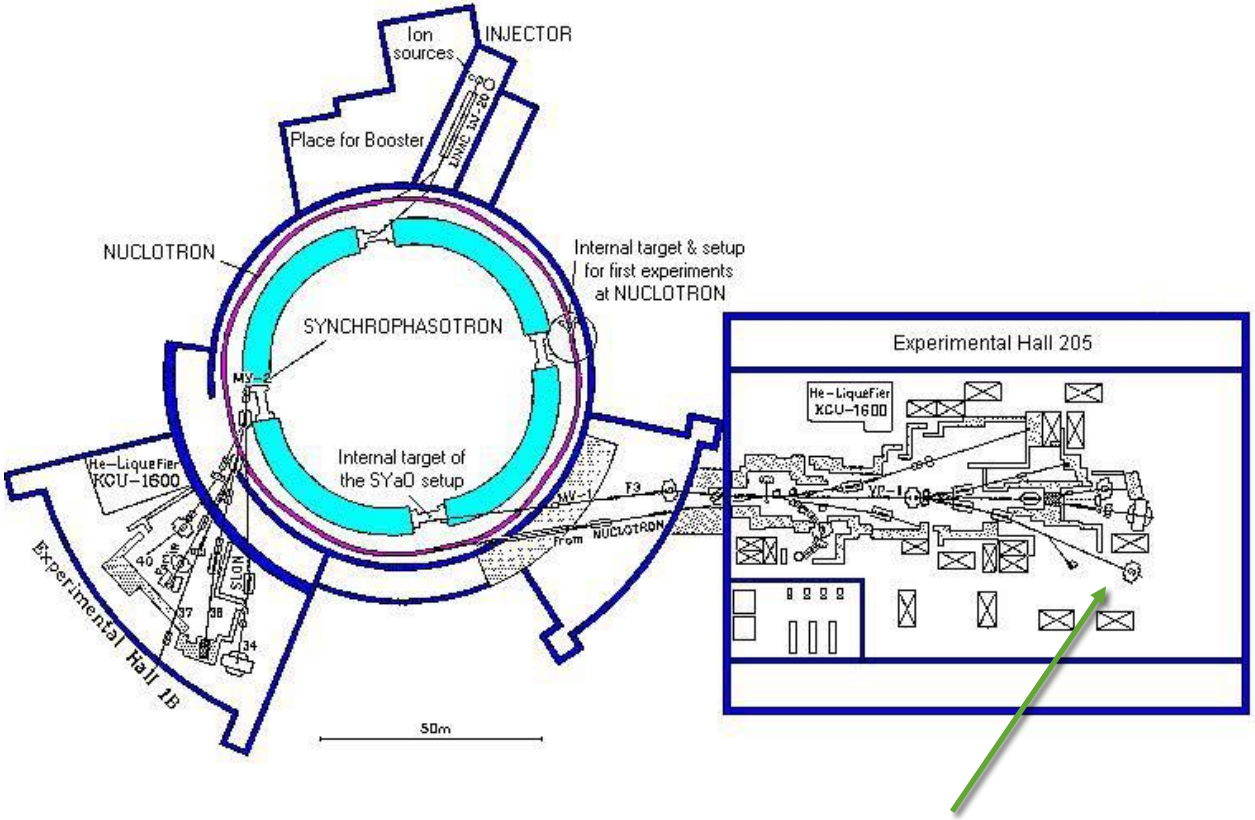
Figure 5: Missing-mass spectrum of the ^{6}Li(π^-, K^+) reaction at 1.2 GeV/c. A magnified view around the Λ bound region is shown in the inset. The arrow labeled as $^4_\Lambda$H+2n shows the particle decay threshold (5801.7 MeV/c^2).

$$^6Li(\pi^-, K^+)$$
$$p(\pi^-) = 1.2\ GeV/c$$

Мировые данные по времени жизни ${}^{3}_{\Lambda}H$ и ${}^{4}_{\Lambda}H$ (2013)



Установка

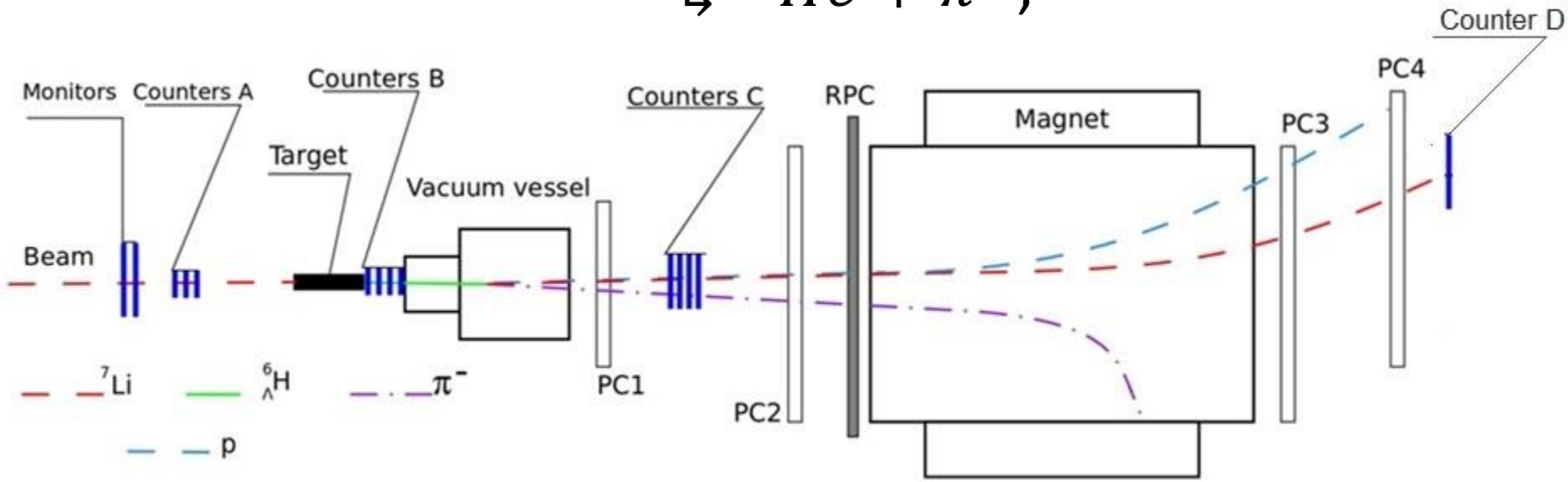


- Нуклотрон, ОИЯИ, Канал 4В, ГиперНИС
- Пучок: ^{7}Li, E = 3.0 ГэВ/нукл
- Цикл ускорения ~ 10 – 12 с
- Интенсивность ~ 5 $\times 10^{5}$ ядер за цикл
- Растяжка пучка ~ 3 с

Схема эксперимента

$$^{7}Li + {}^{12}C \rightarrow {}^{6}_{\Lambda}H + p_{frag} + K^{+}$$

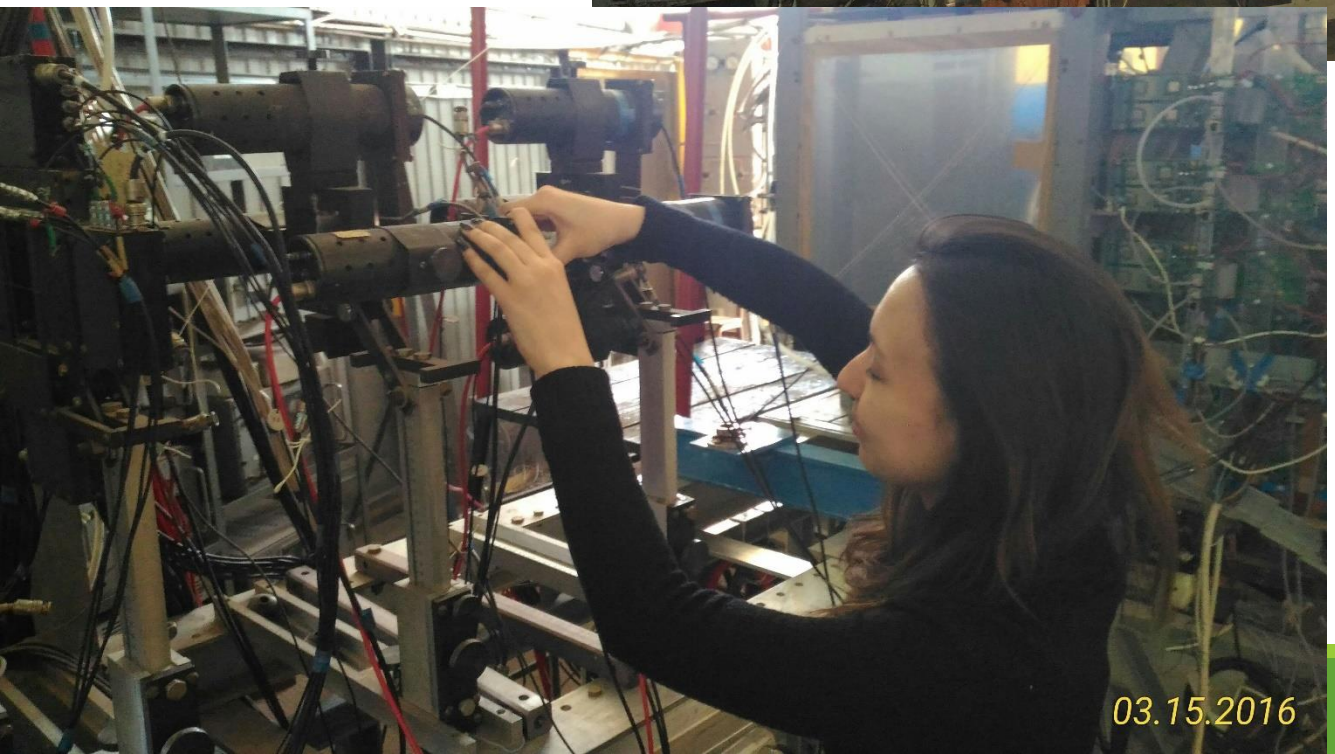
$$\hookrightarrow {}^{6}He + \pi^{-},$$



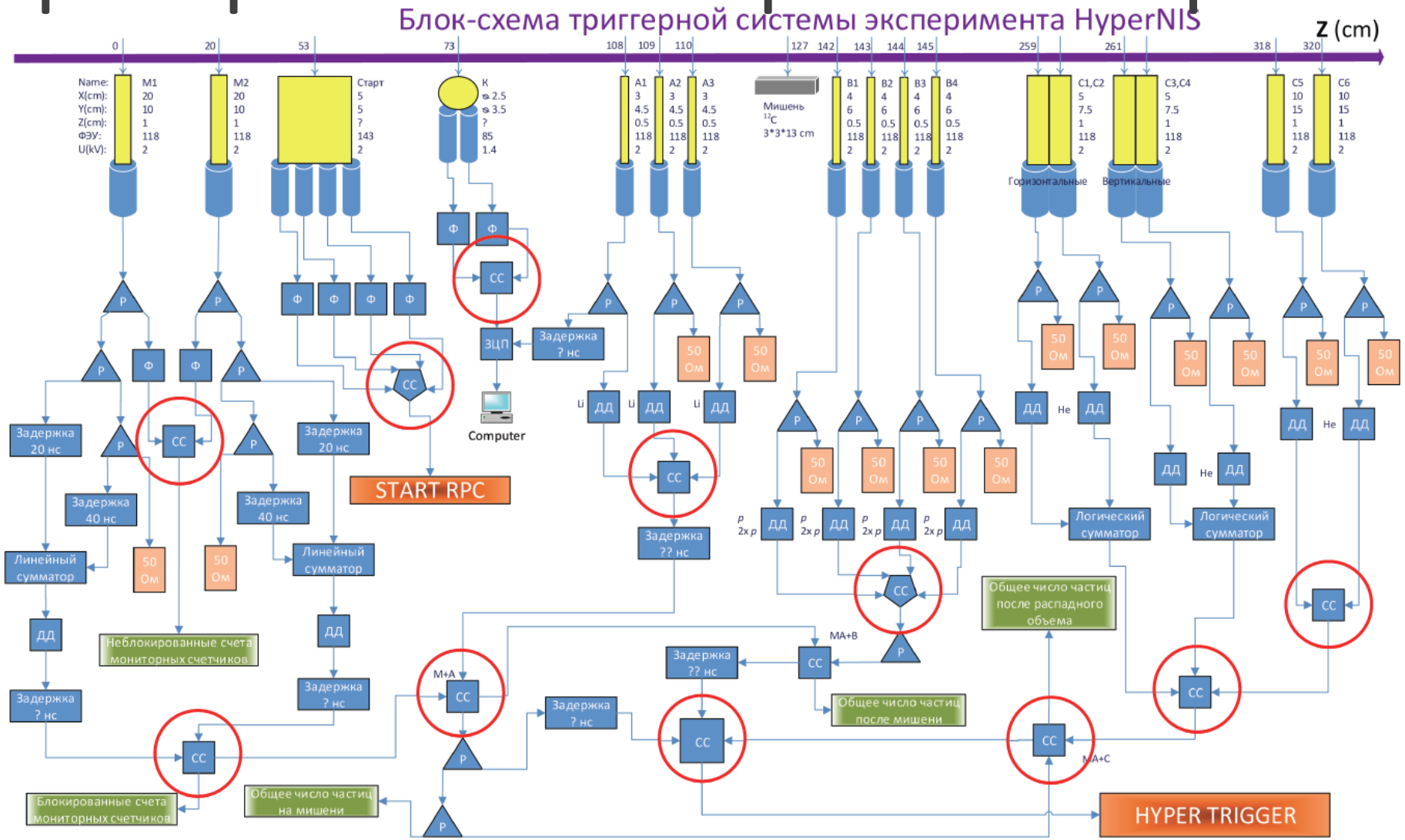
$$^{7}Li + {}^{12}C \rightarrow {}^{4}_{\Lambda}H + t_{frag} + K^{+}$$

$$\hookrightarrow {}^{4}He + \pi^{-}$$

03.15.2016


03.15.2016

Триггерная система проекта ГиперНИС



$$^{7}Li + {}^{12}C \rightarrow {}^{6}_{\Lambda}H + p_{frag} + K^{+}$$

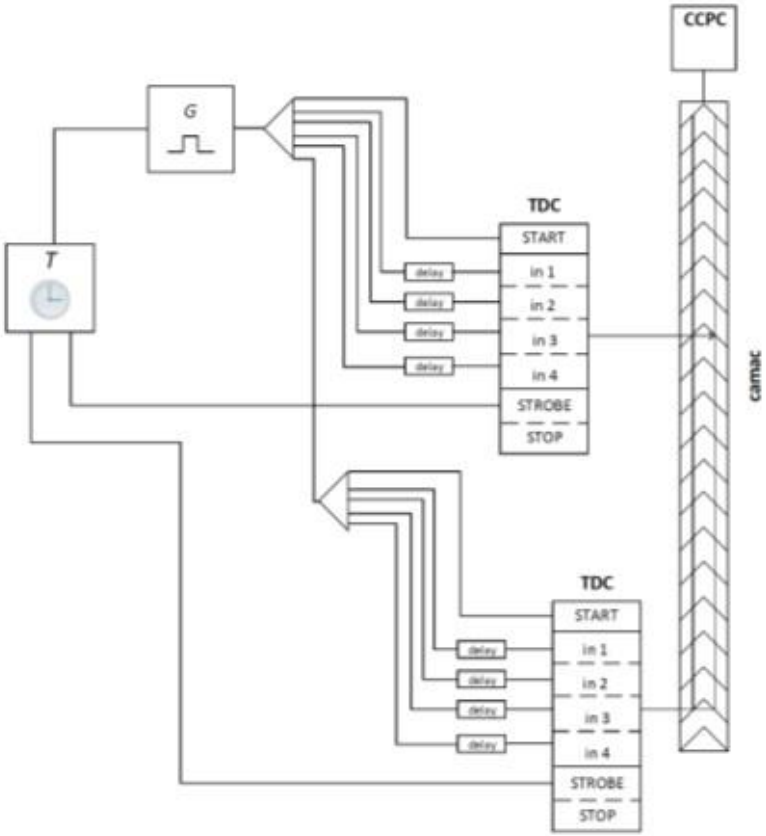
$$\hookrightarrow {}^{6}He + \pi^{-}$$

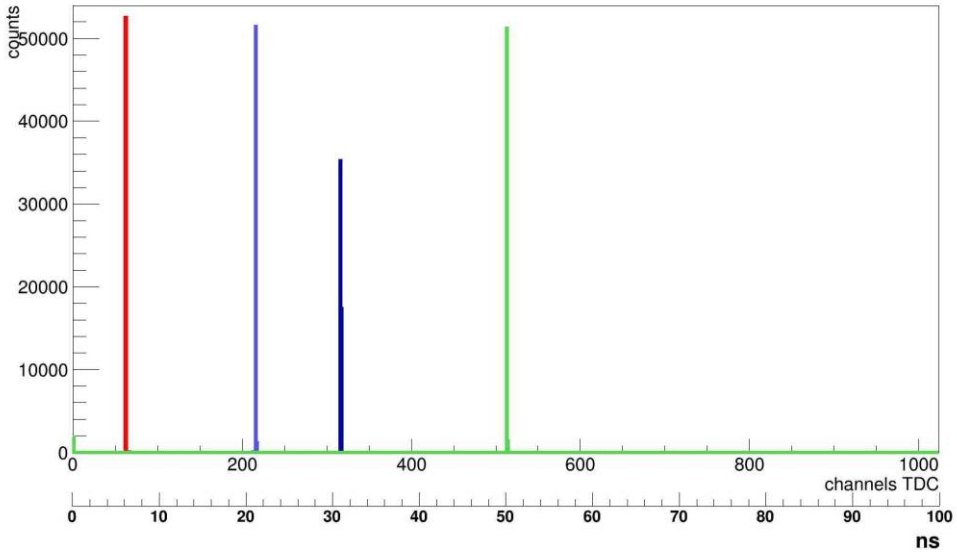
4ВЦП369 и CCPC7

Четырехканальный цифровой измеритель временных интервалов 4ВЦП369.
Ширина 1 М.
Диапазон – 100 нс.
Число двоичных разрядов – 10 (1024 канала)

Контроллер крейта CAMAC CCPC7 со встроенным IBM PC конструктивно представляет собой модуль CAMAC шириной 2М, на лицевую панель которого выведены разъемы синхронизации и подключения внешних устройств PC.

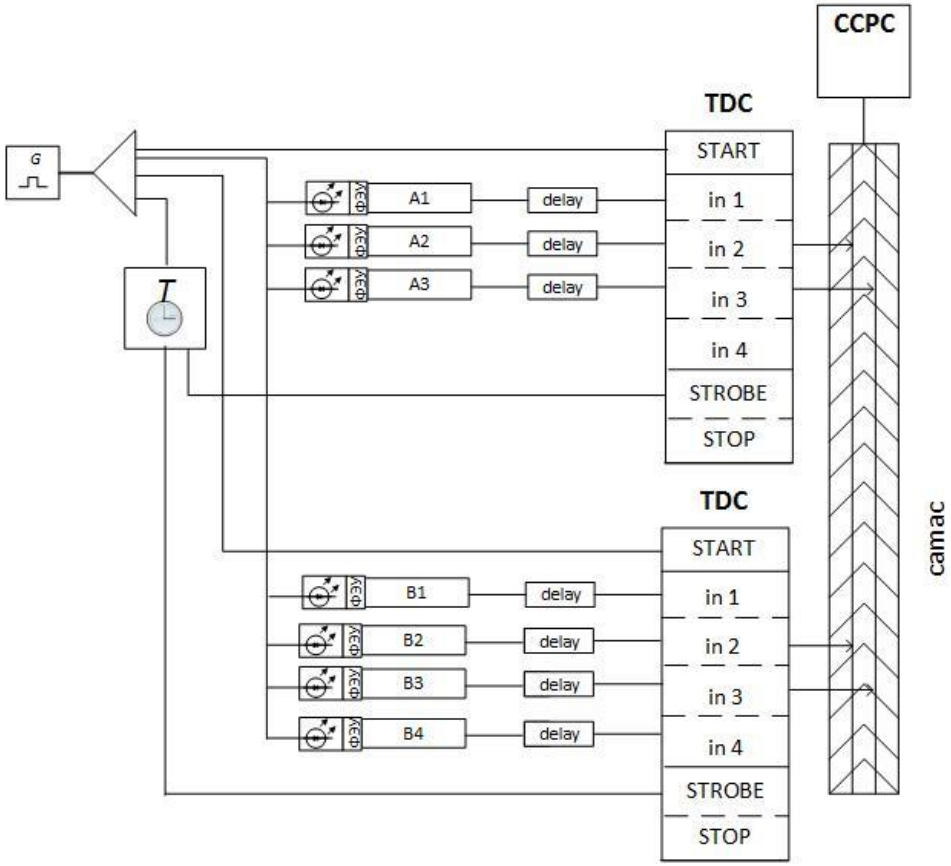
Схема согласования сигналов от генератора импульсов

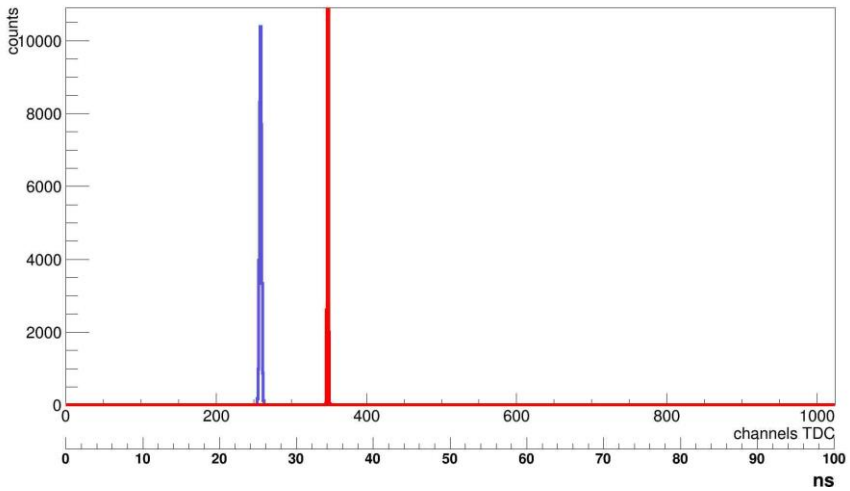




Распределение времени прихода сигналов от генератора импульсов, задержанных по отношению к стартовому на 6 нс (красный), 21 нс (синий), 31 нс (черный) и 50 нс (зеленый)

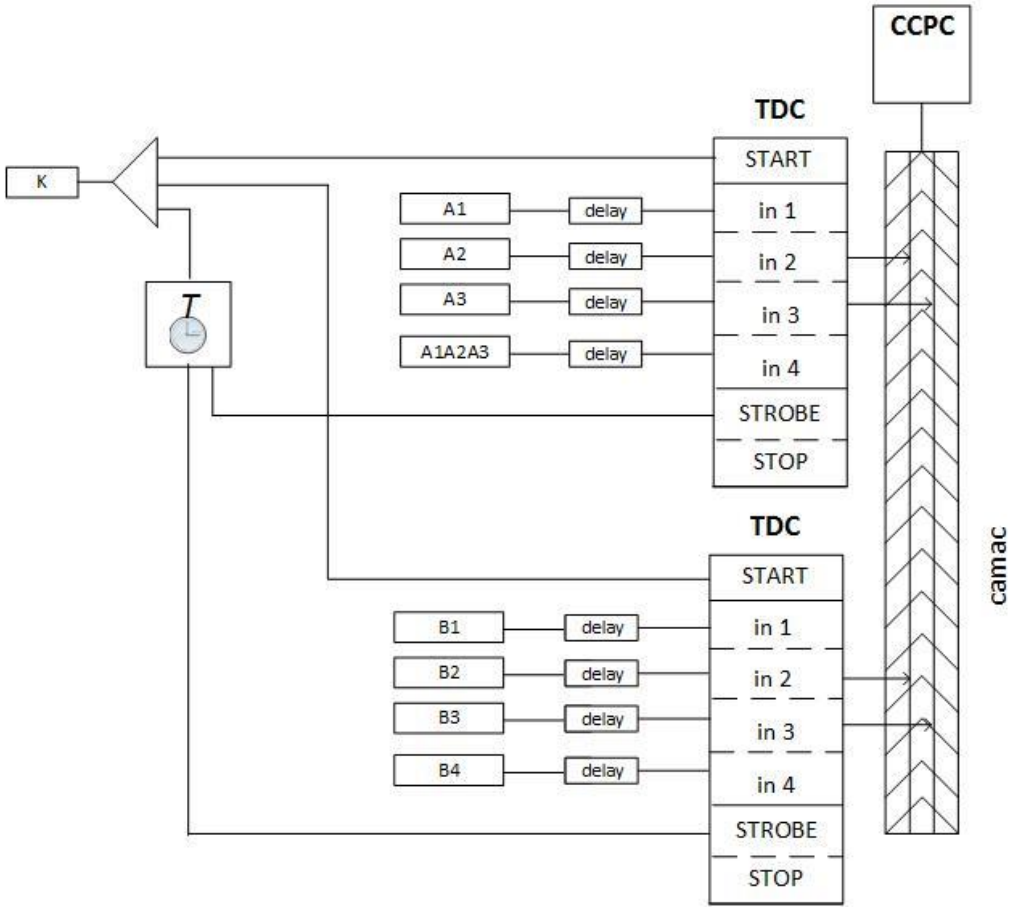
Схема согласования сигналов от светодиодов



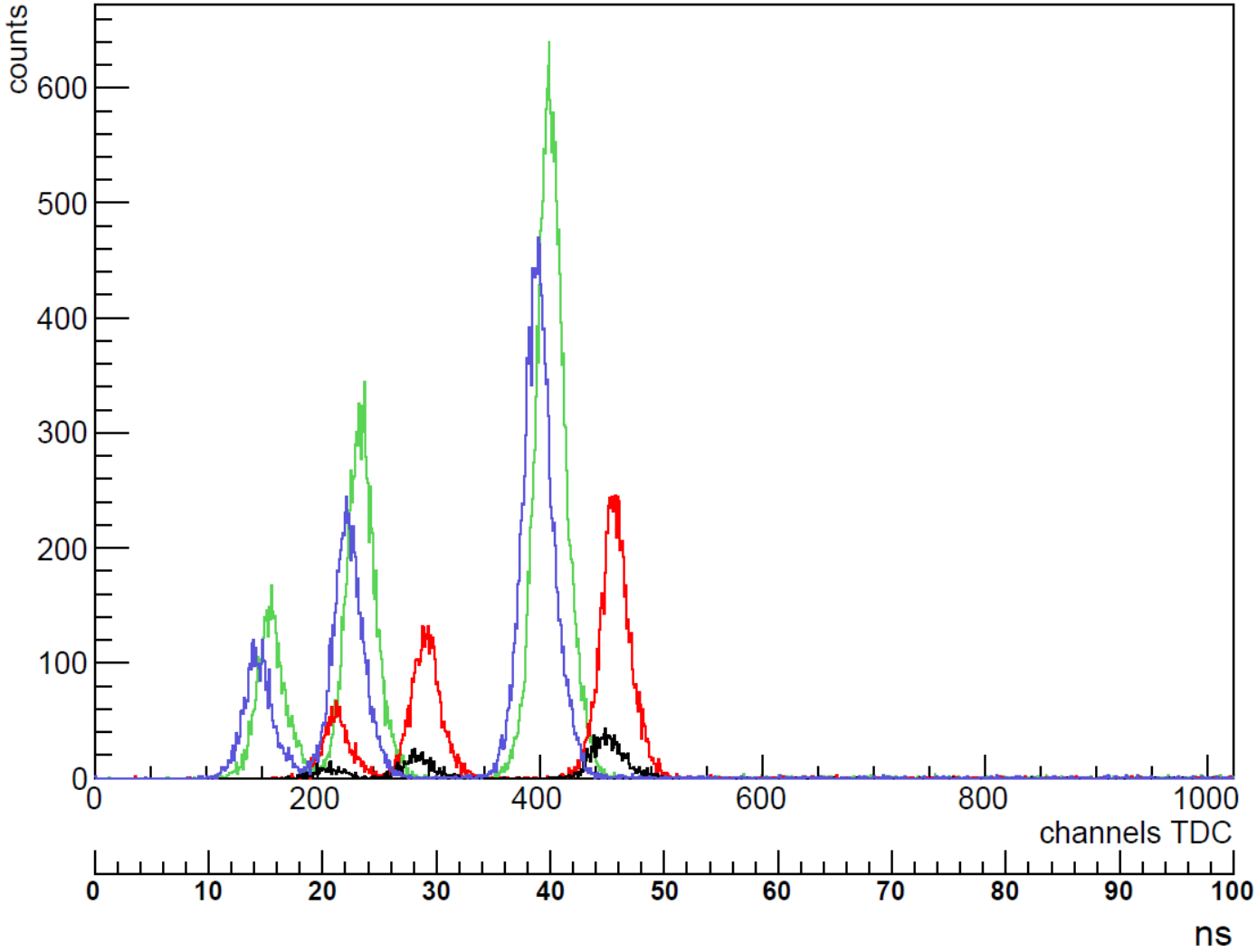


Временное распределение сигналов с ФЭУ счетчиков A1(синий) и A2(красный)

Схема согласования сигналов в пучках Нуклотрона

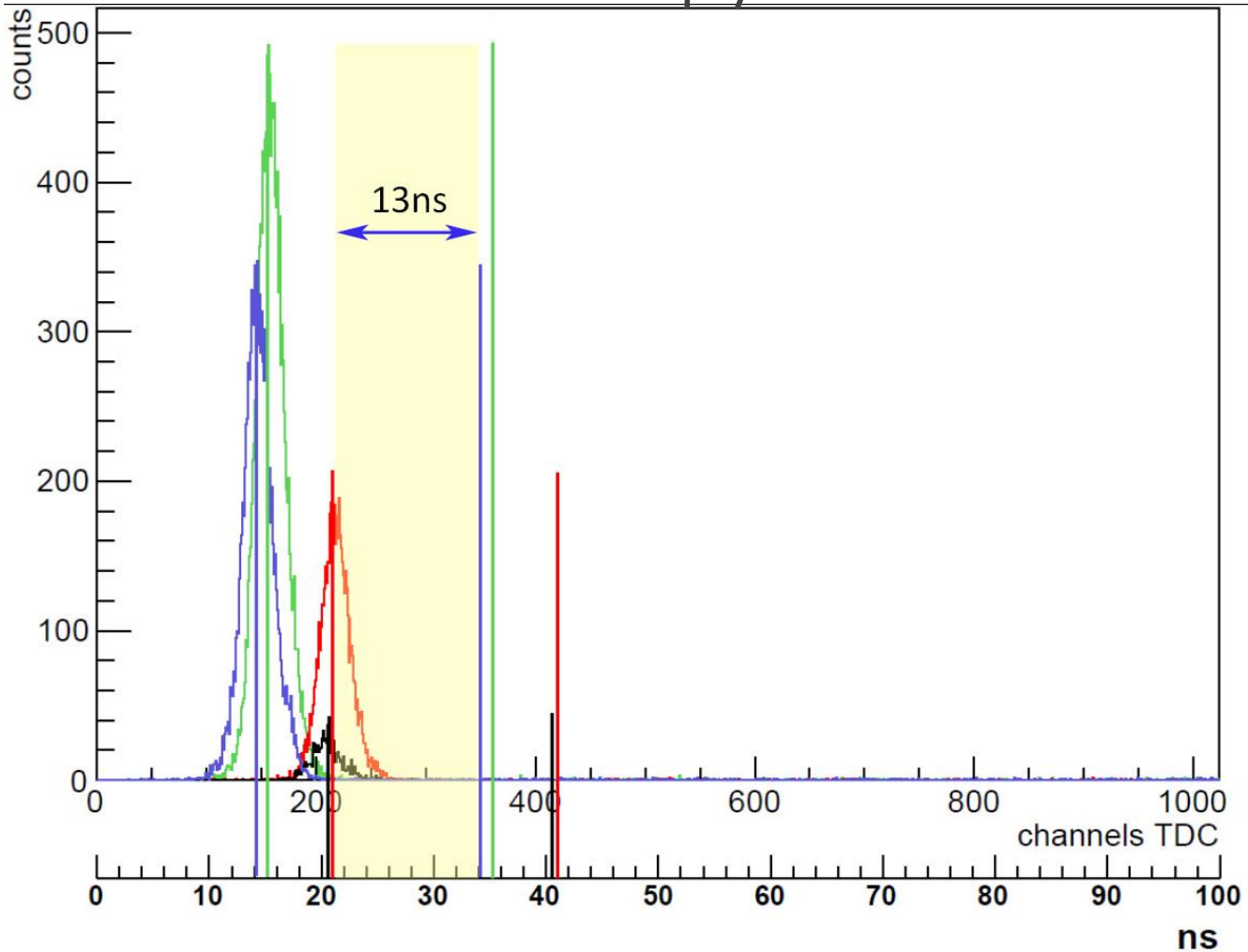


Распределение времени прихода сигналов счетчиков группы B



B1 – синий, B2 – черный, B3 – красный, B4 – зеленый

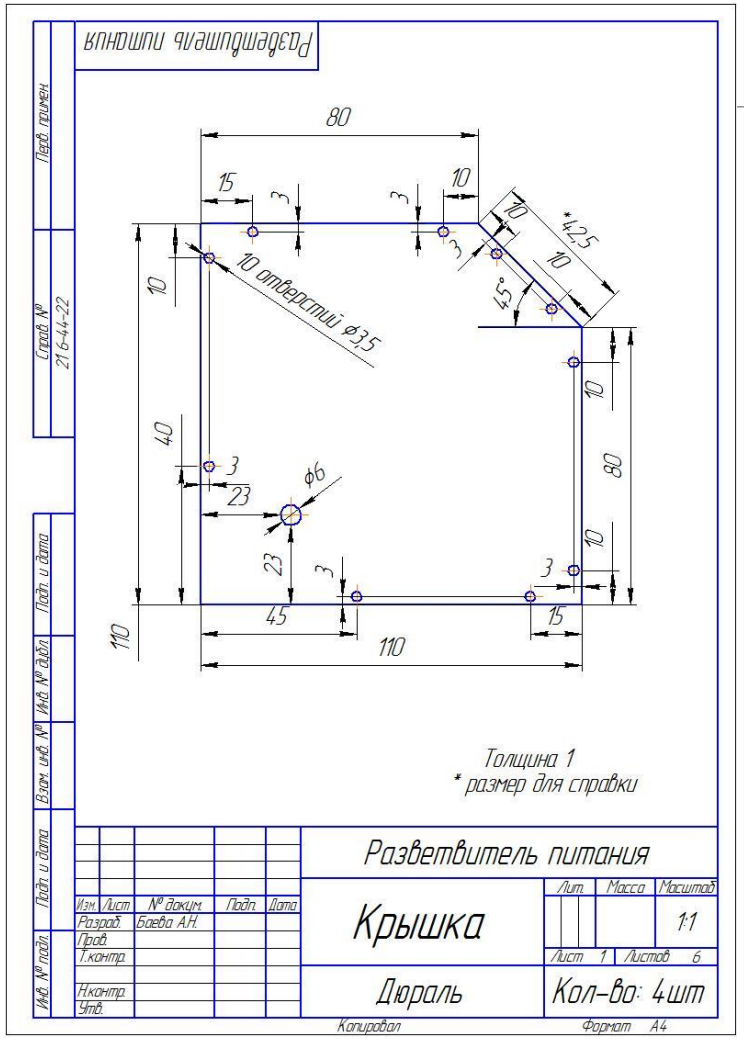
Распределение времени прихода сигналов счетчиков группы B

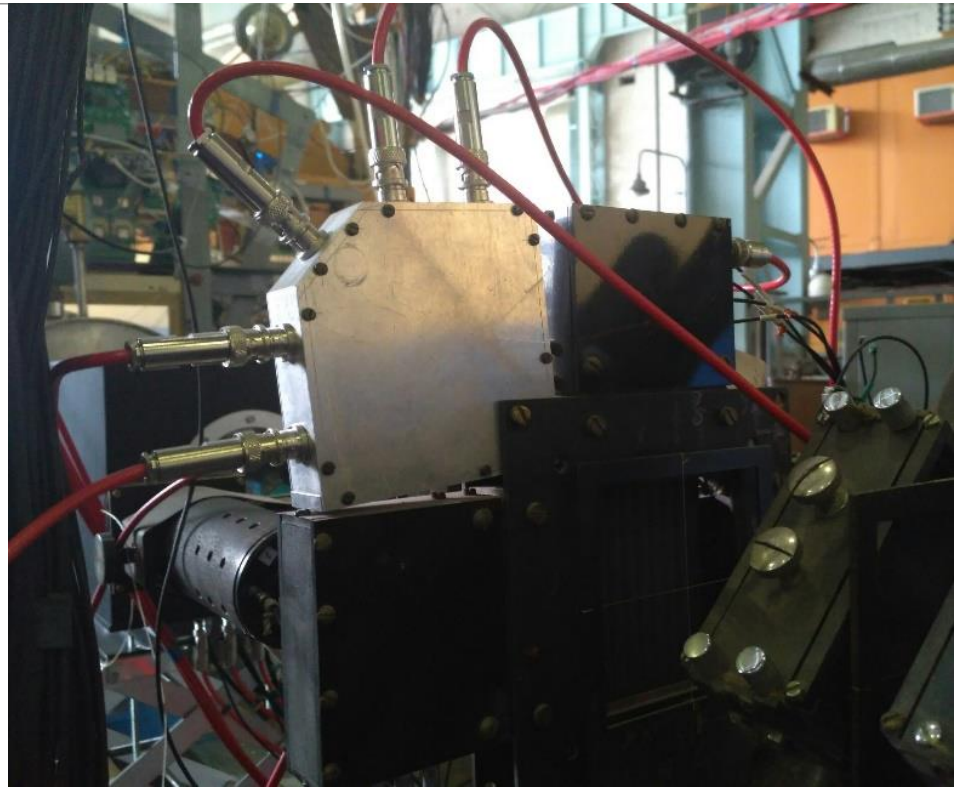


Линии – среднее время прихода сигналов (20 нс) и закрашенная область – их пересечение

Источники питания Wiener MPOD

Система разветвления высоковольтного питания 16-ти канальных годоскопов





Новые источники питания и созданное нами программное обеспечение предоставляют:

1. Каждый канал: U_{max}: 3000 V, I_{max}: 3 мА
2. Питание всех счетчиков (имеется 48 каналов, занято 31)
3. Контроль напряжений и аварийных отключений из-за перегрузки
4. Удаленное управление через Ethernet
5. Возможность применять к каждому каналу уникальное название
6. Сохранение рабочих параметров и быстрая их загрузка из файла

Основные результаты работы

- Мною разработана система согласования сигналов по времени, основанная на блоках ВЦП.
- Эта система проверена мной на тестовых импульсах от генератора и с помощью светодиодов, встроенных в корпуса счетчика.
- Мною разработана схема согласования сигналов со счетчиков и контрольных точек (схем совпадения).
- При моем непосредственном участии создано программное обеспечение для отображения онлайн временных распределений сигналов и контроля триггерной системы.
- Система впервые была применена в 54-м сеансе работы Нуклотрона (первый квартал 2017г) в пучках легких релятивистских ядер (d, ^{7}Li, ^{12}C).
- Мной разработана система разветвления питания 16-канальных годоскопов. В настоящий момент система изготовлена и используется в эксперименте ГиперНИС.
- При моем непосредственном участии разработано программное обеспечение для удаленного управления каналами высоковольтных источников и контроля их состояния.

Поиск гиперядра $^{6}_{\Lambda}H$

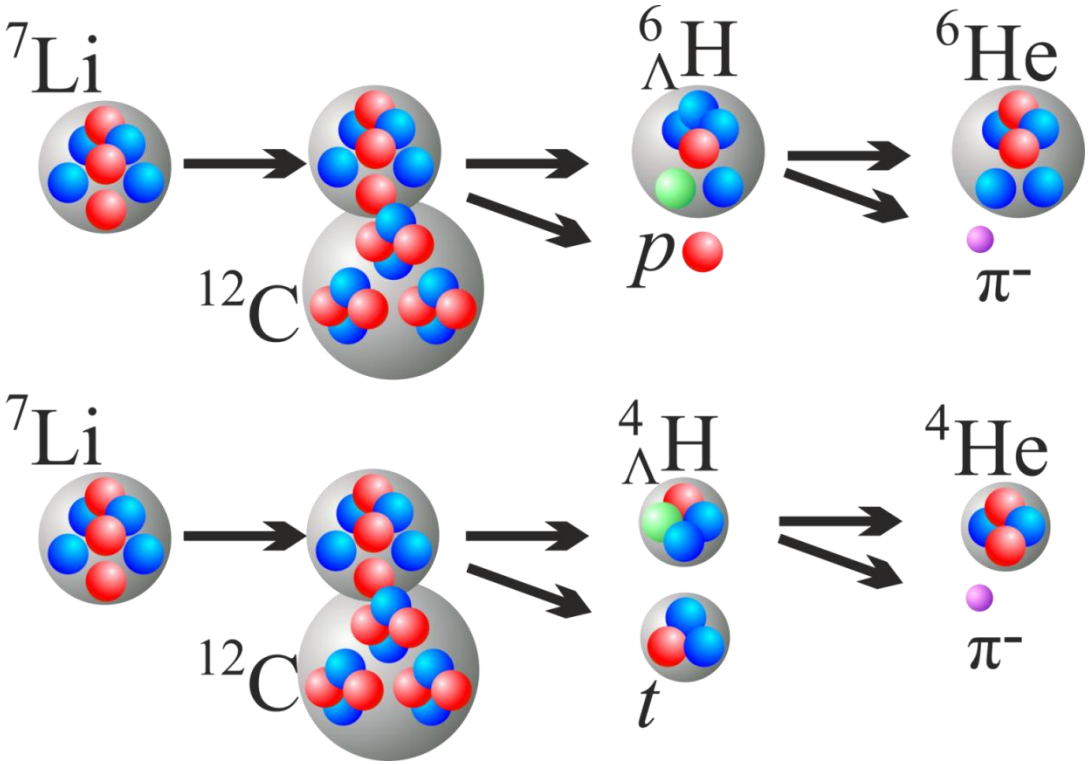
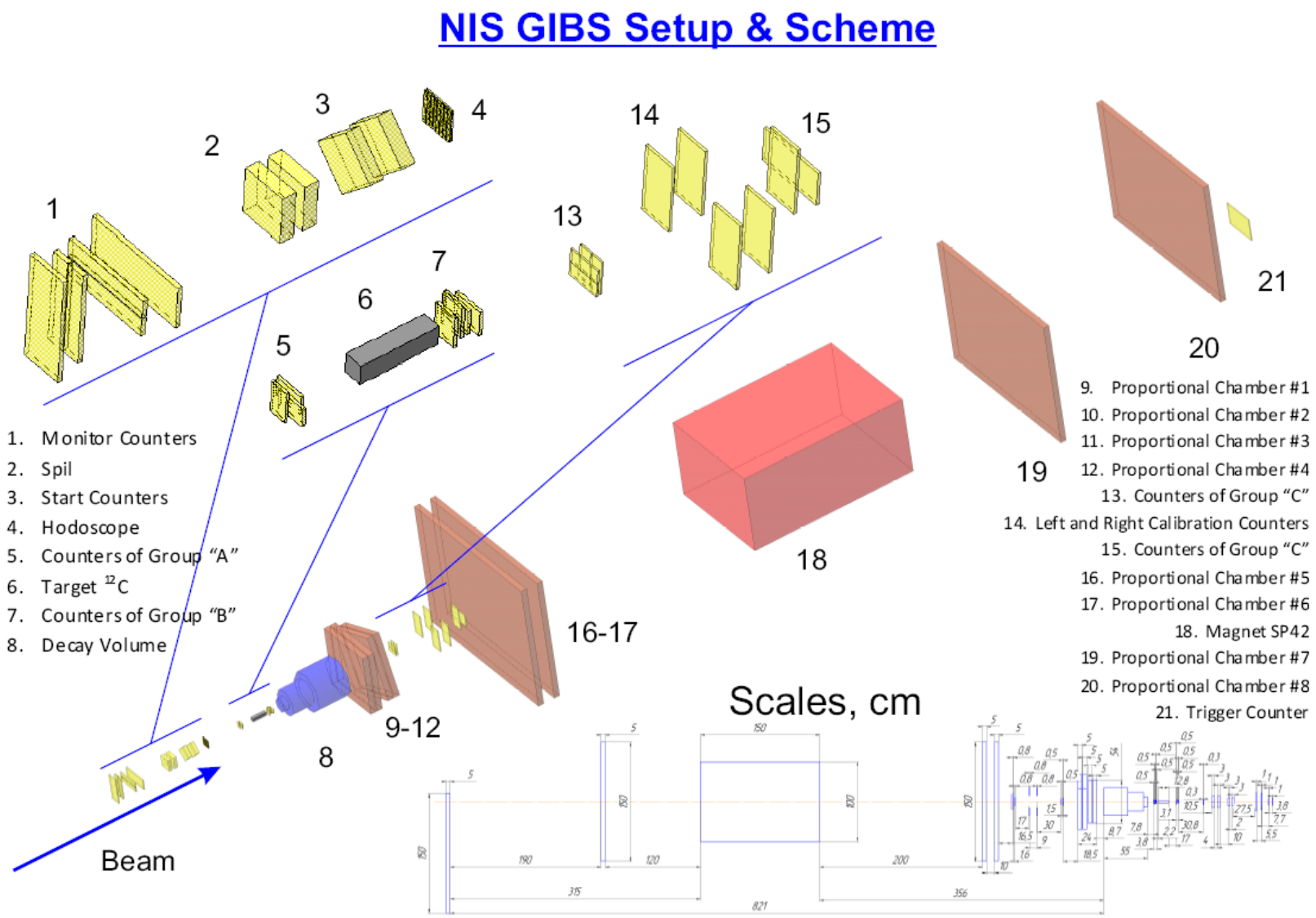
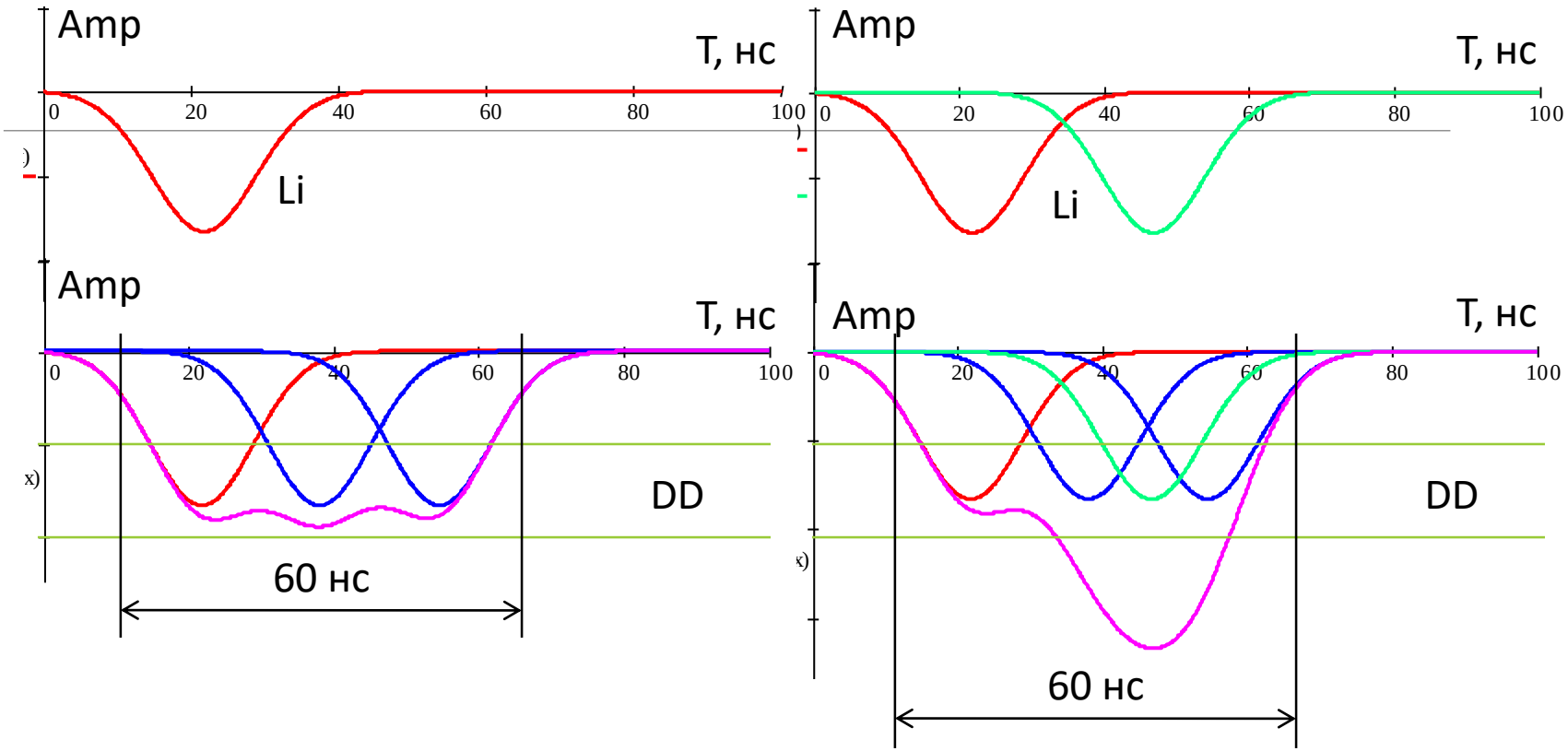


Схема установки



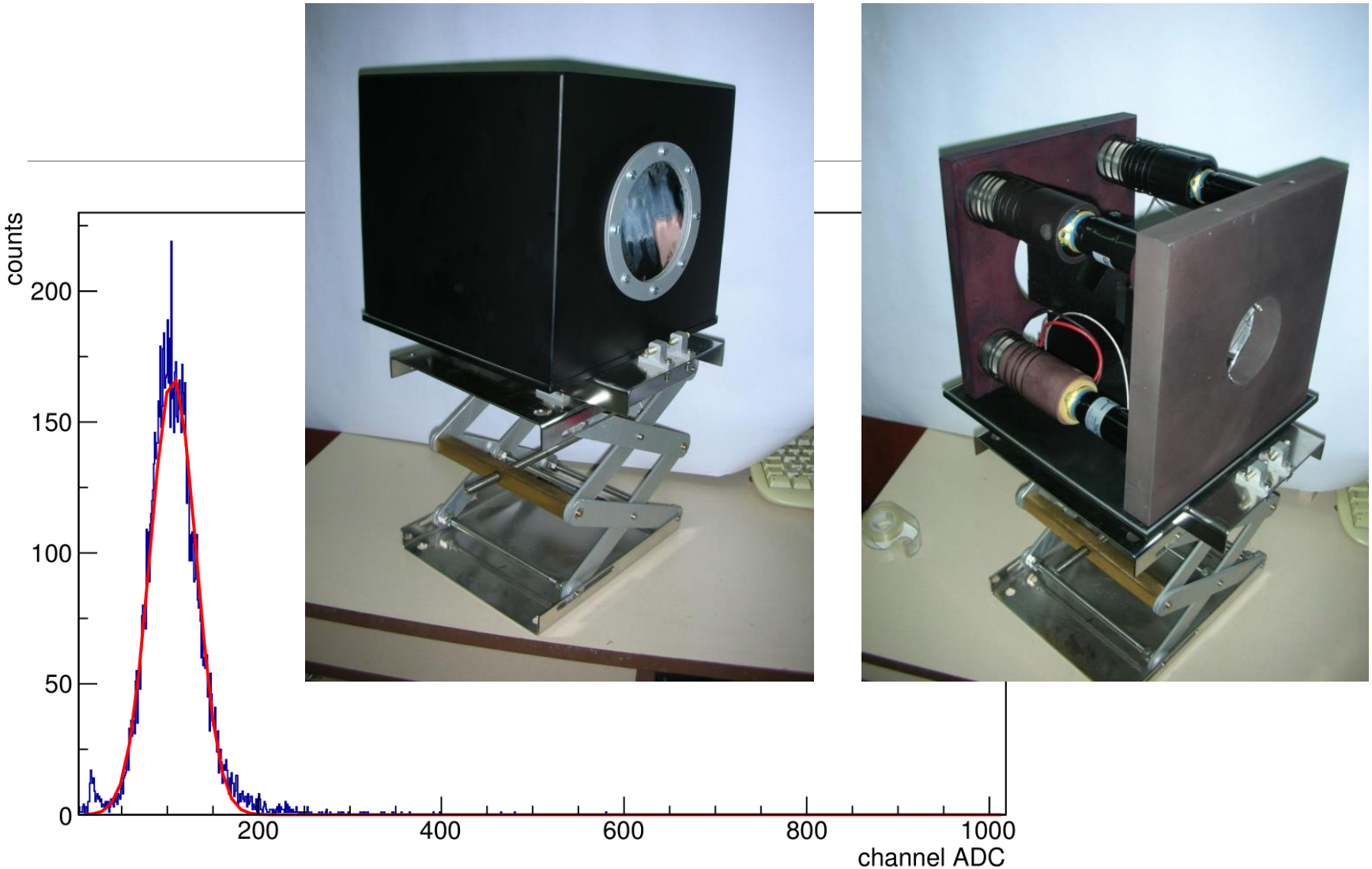
Временна́я блокировка



- Сигнал от первой частицы Li
- Сигнал от второй частицы Li
- Задержанные на 20 и 40 нс сигналы от первой частицы Li
- Сигнал полученный на линейном сумматоре
- Верхняя и нижняя границы дифференциального дискриминатора

С выхода дискриминатора «DD» берется блокированный монитор

Черенковские счетчики



Амплитудный спектр с одного из черенковских счетчиков

53 сеанс, дейтроны, E = 2.8 МэВ / нукл

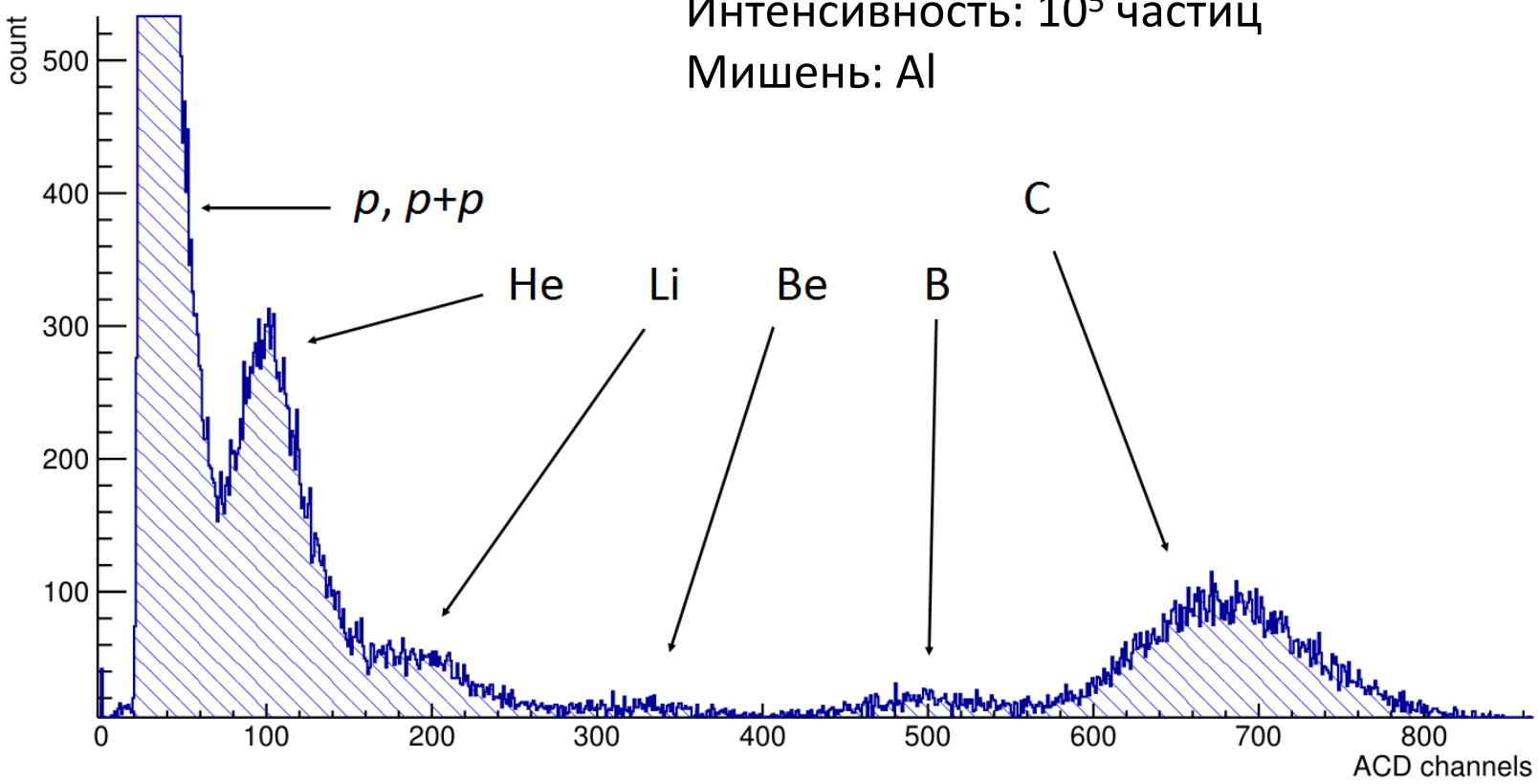
Амплитудное распределение сцинтилляционного счетчика

Пучок: ^{12}C

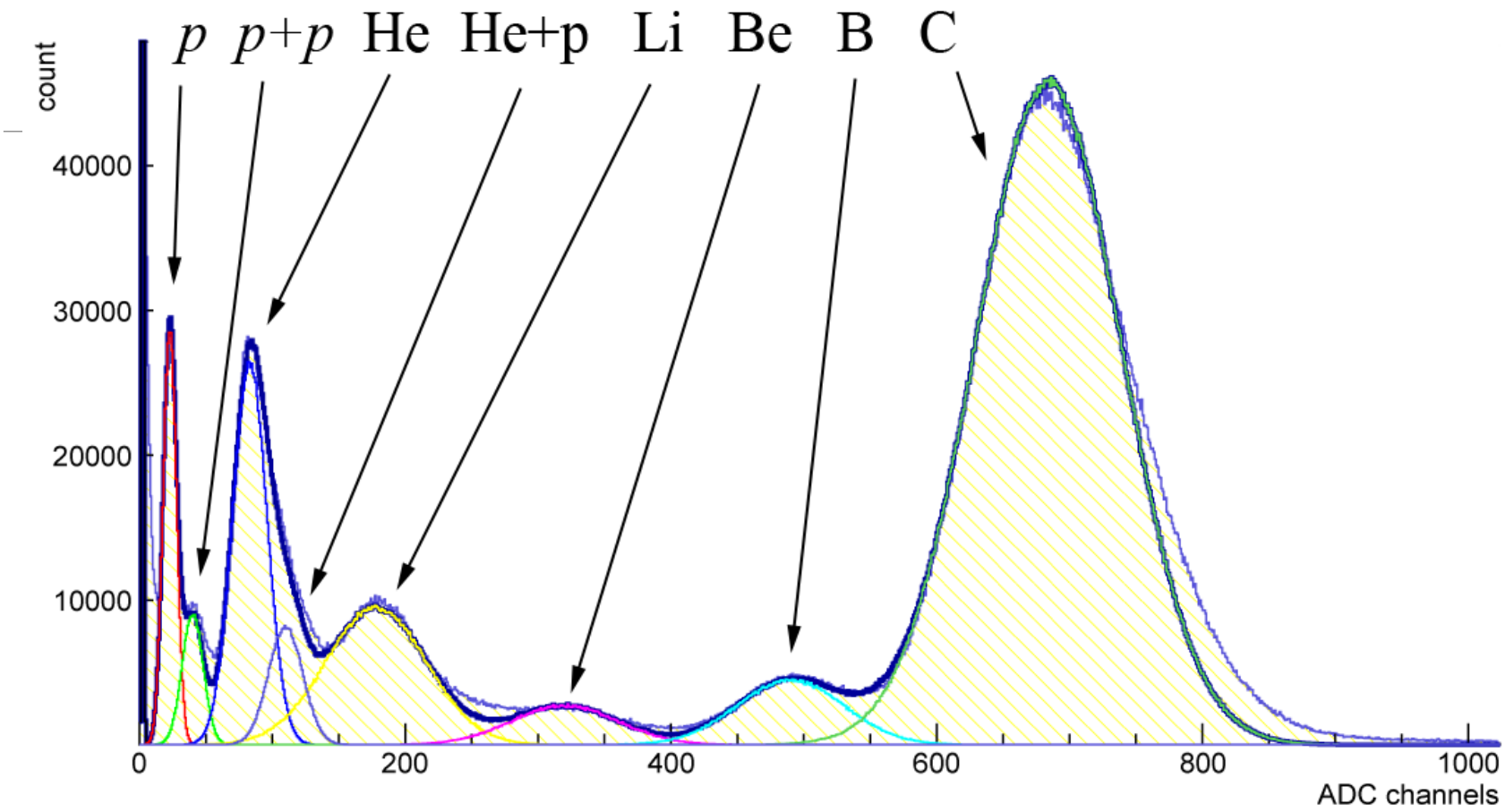
E: 2 ГэВ/нукл

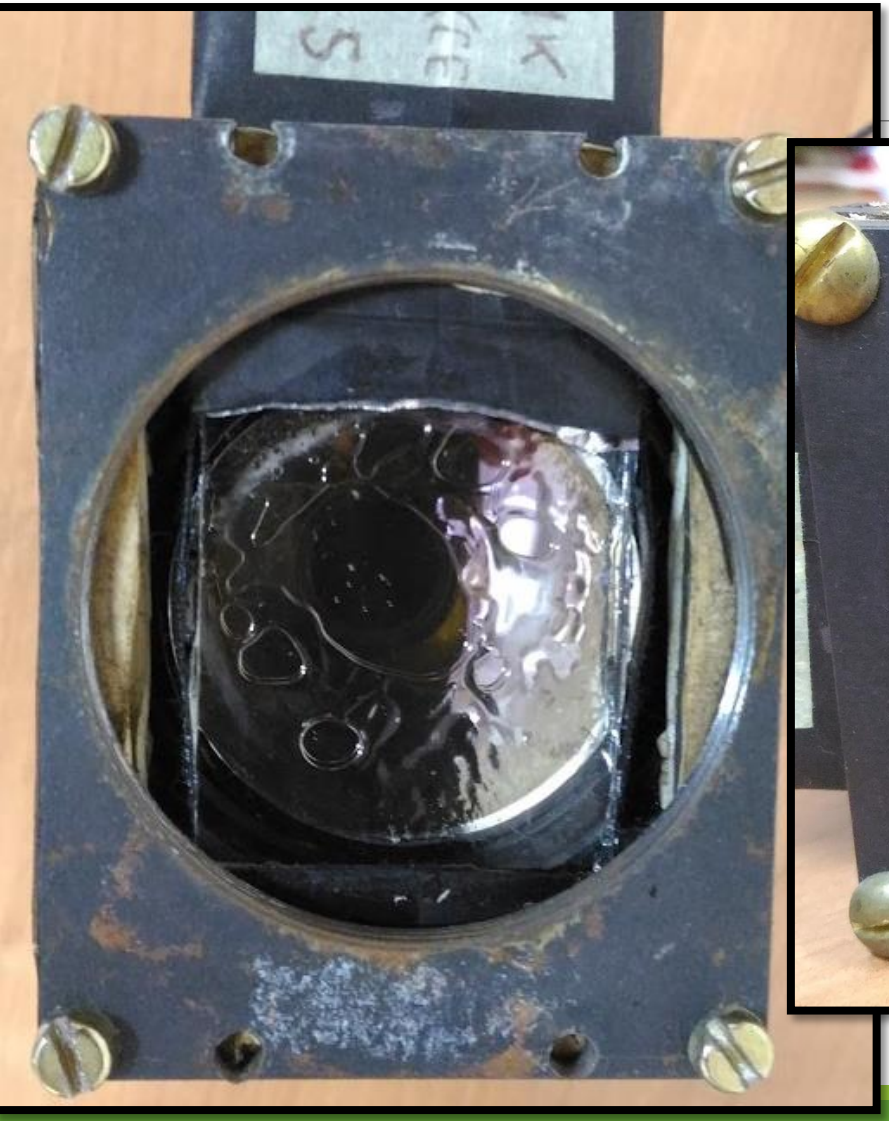
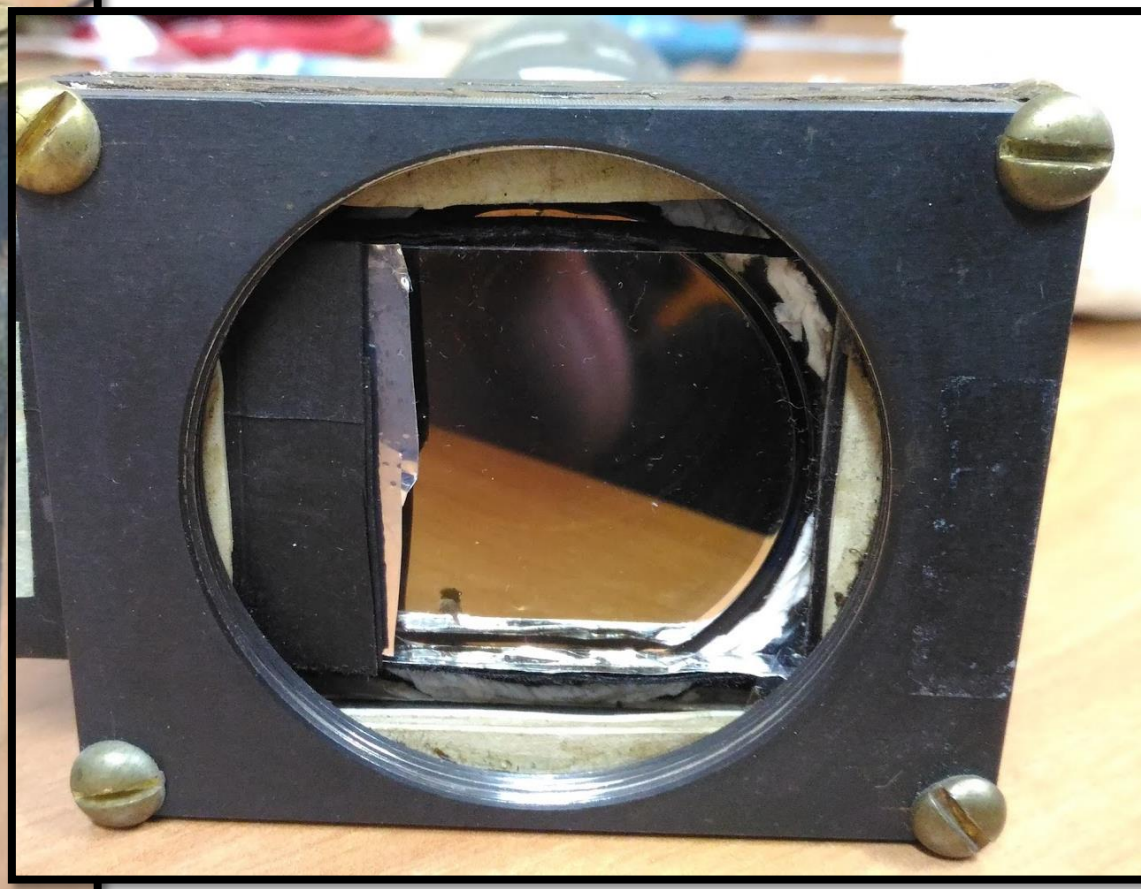
Интенсивность: 10^5 частиц

Мишень: Al



Эффективность триггера



(A1 ∩A2 ∩ A3) ∩ (B1 ∩ B2 ∩ B3 ∩ B4) ∩ ((C1 U C2) ∩ (C3 U C4)) ∩ (C5 ∩ C6) ∩ D1

Обслуживание счетчиков