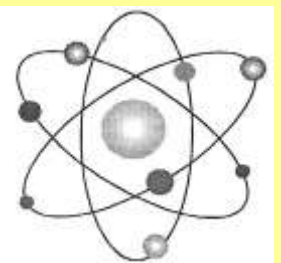




# Исследование $\gamma$ -излучения сверхвысокой энергии на комплексной установке АДРОН-55. Первые результаты.

А.С.Борисов

*Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, Россия*



**4-я Международная школа молодых ученых стран СНГ “Смежные проблемы физики и астрофизики частиц сверхвысоких энергий”, Алматы, Казахстан, 24-30 сентября 2017 г.**

# The study of super high energy gamma-rays with HADRON-55 complex setup

A.S.Borisov<sup>1</sup>, A.Kh.Artynova<sup>2</sup>, A.Beisenova<sup>2</sup>, O.D.Dalkarov<sup>1</sup>, R.A.Nam<sup>3</sup>, V.I.Osenmuk<sup>2</sup>, V.V.Piscal<sup>3</sup>, V.S.Puchkov<sup>1</sup>, V.A.Ryabov<sup>1</sup>, T.Kh.Sadykov<sup>2</sup>, A.V.Stepanov<sup>3</sup>, V.V.Zhukov<sup>3</sup>

*1- P.N.Lebedev Physical Institute RAS, Moscow, Russia*

*2- LPI Branch "Tien Shan High Mountain Research Station",  
Almaty, Republic of Kazakhstan*

*3- Institute of Physics and Technology, Ministry of Education&Science,  
Almaty, Republic of Kazakhstan*

# Общий вид Тянь-Шанской высокогорной научной станции



# Регистрация гамма-событий в установке Адрон44

Особенностью эксперимента на Адроне -44 являлось то, что все экспозиции РЭК проводились совместно с ядерной эмульсией, что позволило исследовать тонкую структуру ядерных взаимодействий. Наличие в данном эксперименте ионизационного калориметра и гамма-блока, дало возможность оценить эффективную величину энергии передаваемой в гамма-кванты методом прямого измерения. Из рисунка видно, что ~ 6% событий из всех зарегистрированных взаимодействий являются фотонными.

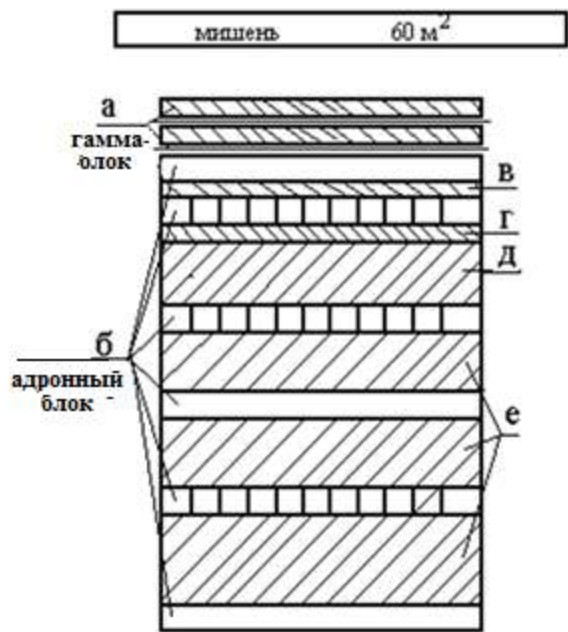
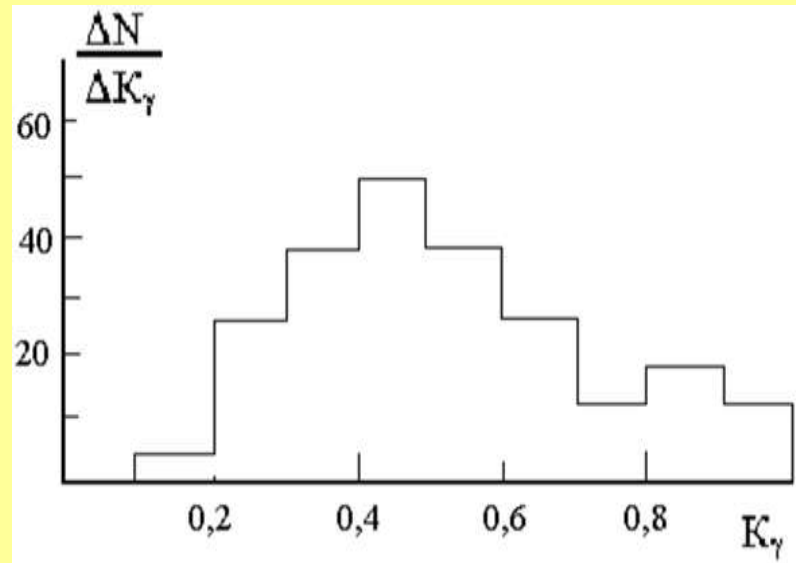
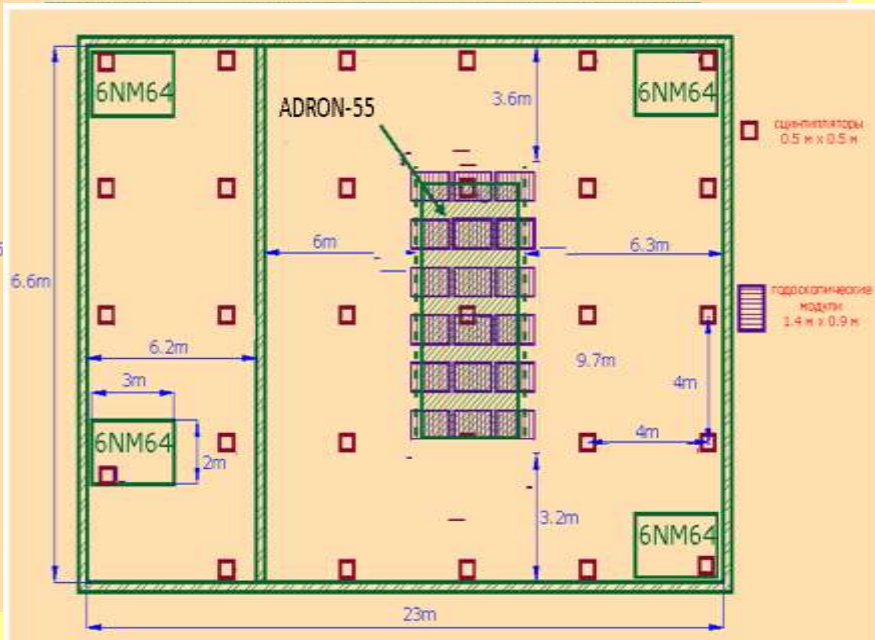


Схема установки "Адрон-44"  
а-РЭК, гамма-блок.  
б-иониз.камеры, адронный блок.  
в-Рb толщина 1,5 см.  
г-Рb толщина 0,5 см. д-Fe толщиной 24 см. е-Fe толщиной 32 см.



## Схема расположения детекторов на установке «АДРОН-55»

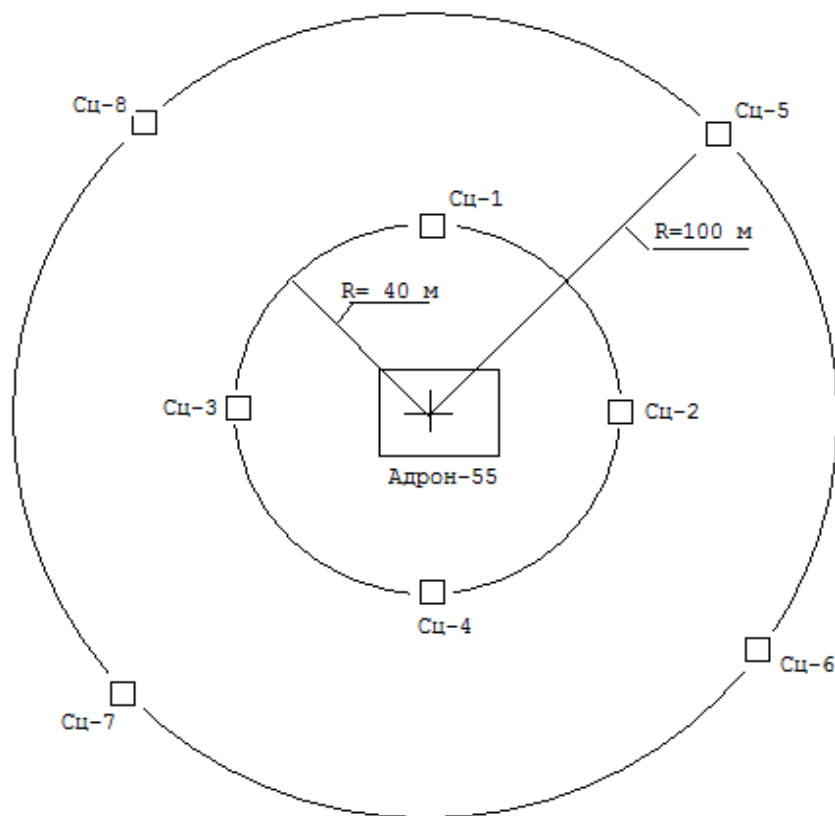


30 сцинтилляторов располагаются в здании на площади 400 м. кв.

## План расположения периферийных Сц-детекторов.

Сц-1 – Сц-4 - детекторы хронотрона в кольце  $R=40$  м.

Сц-5 - Сц-8 - детекторы ливневые в кольце  $R=100$  м.





## Схема расположения детекторов на установке «АДРОН-55» внутри лабораторного корпуса

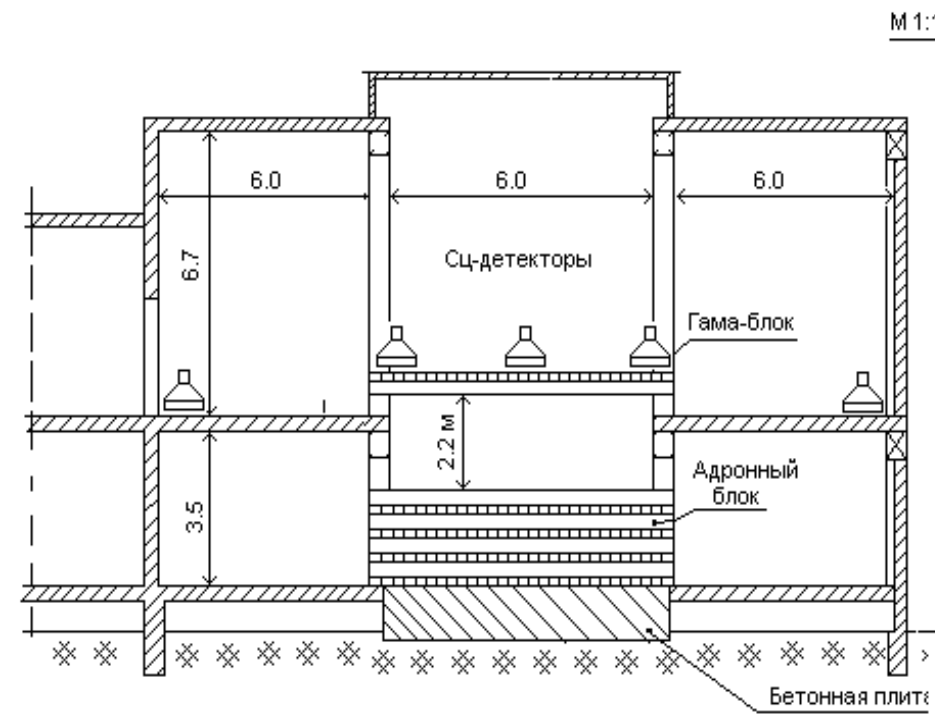


Рис. 1-а. Лабораторный корпус, вид сбоку, расположение двухярусного координатно-сцинтилляционно-ионизационного калориметра

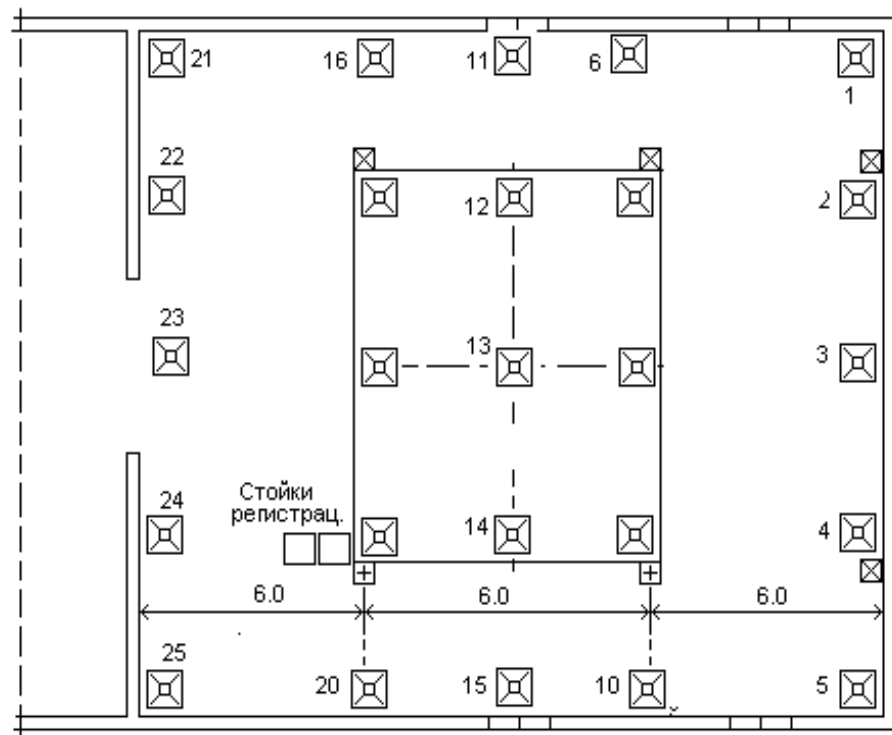
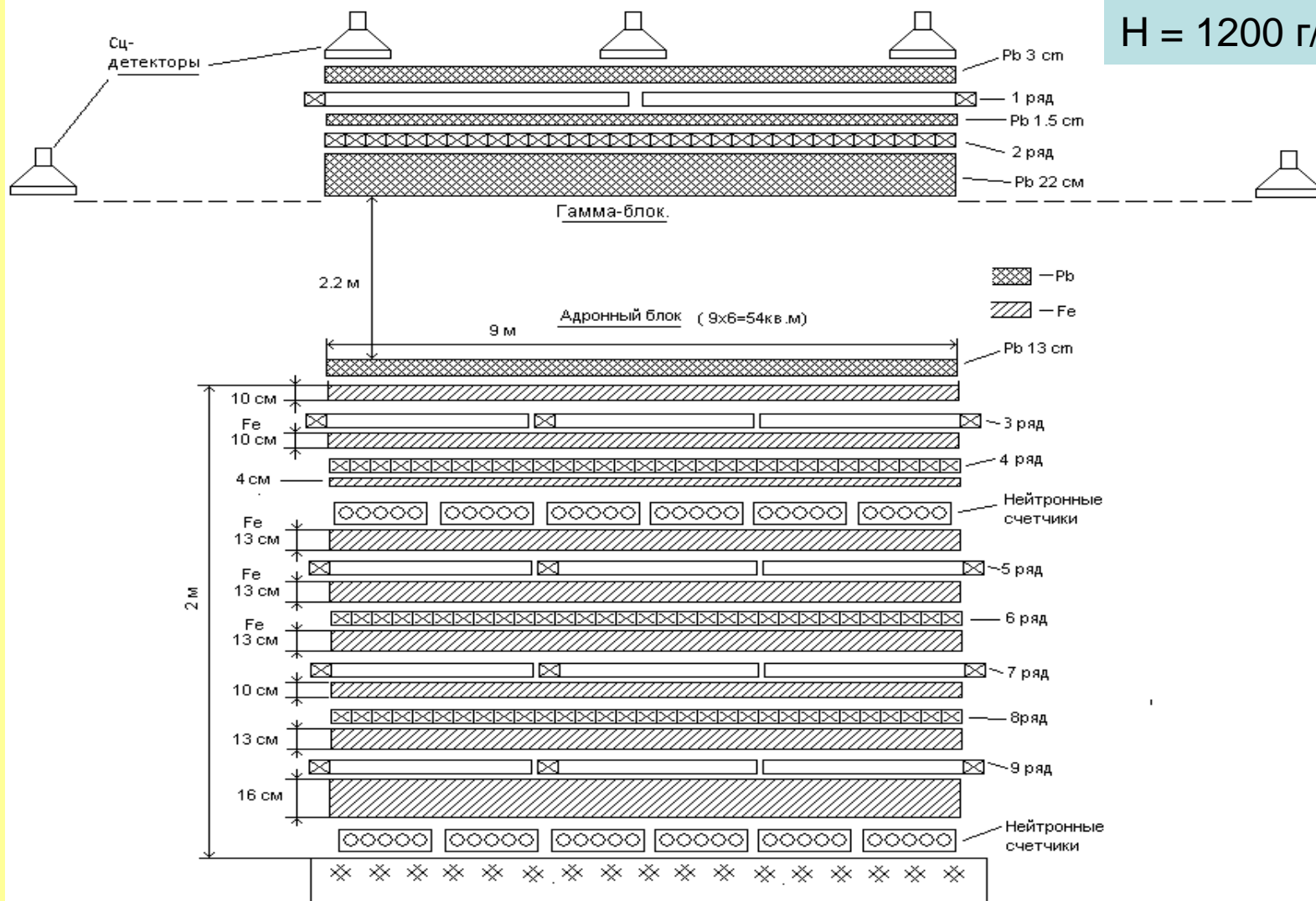


Рис. 1-б. Лабораторный корпус, вид сверху, расположение сцинтилляционных детекторов

# Гамма и адронный блок координатно-ионизационного калориметра.

$S = 55 \text{ м}^2$   
 $H = 1200 \text{ г/см}^2$



# Гамма-блок

установки «АДРОН-55», вид сбоку





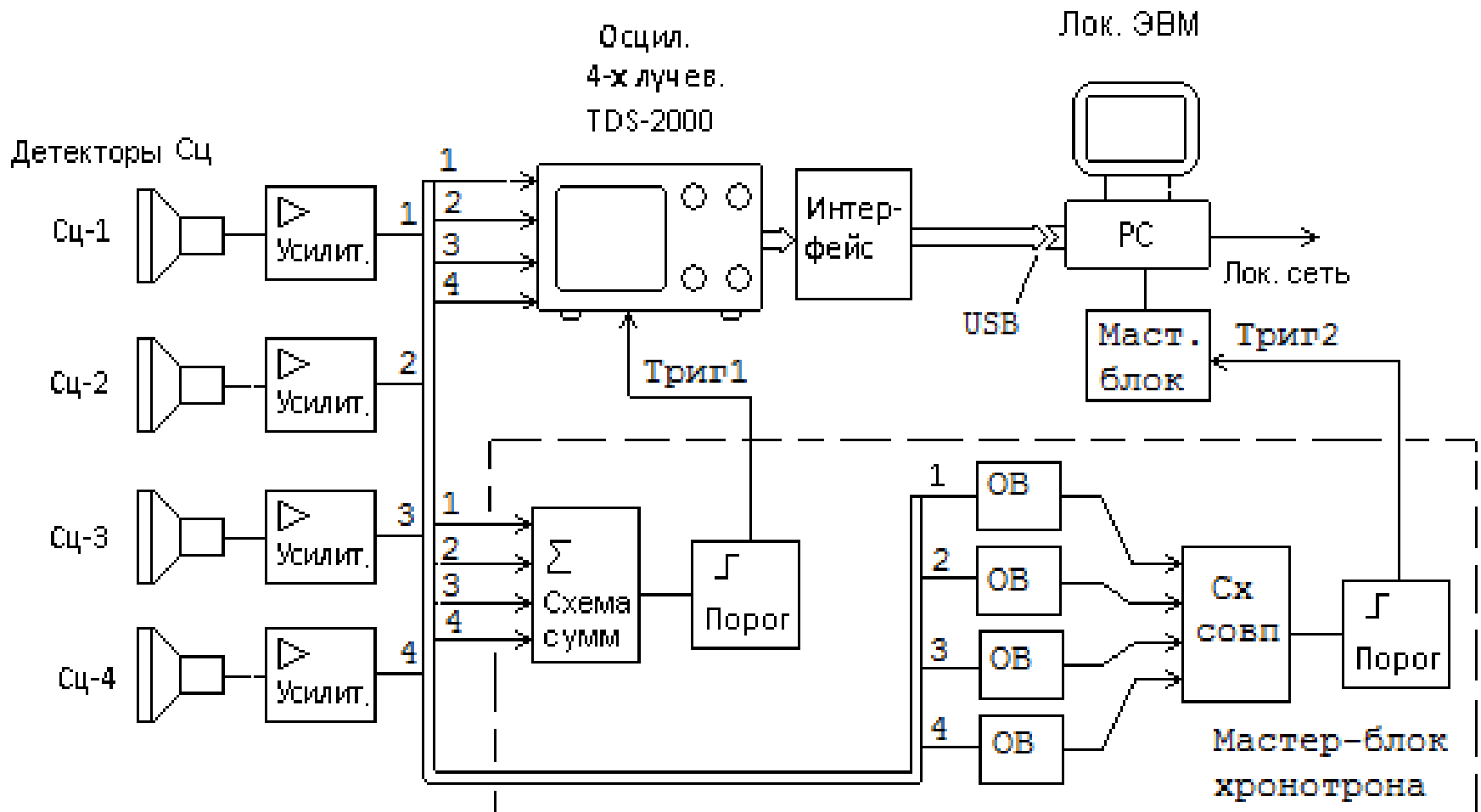
# Гамма-блок, вид сверху



# Адронный блок ионизационного калориметра

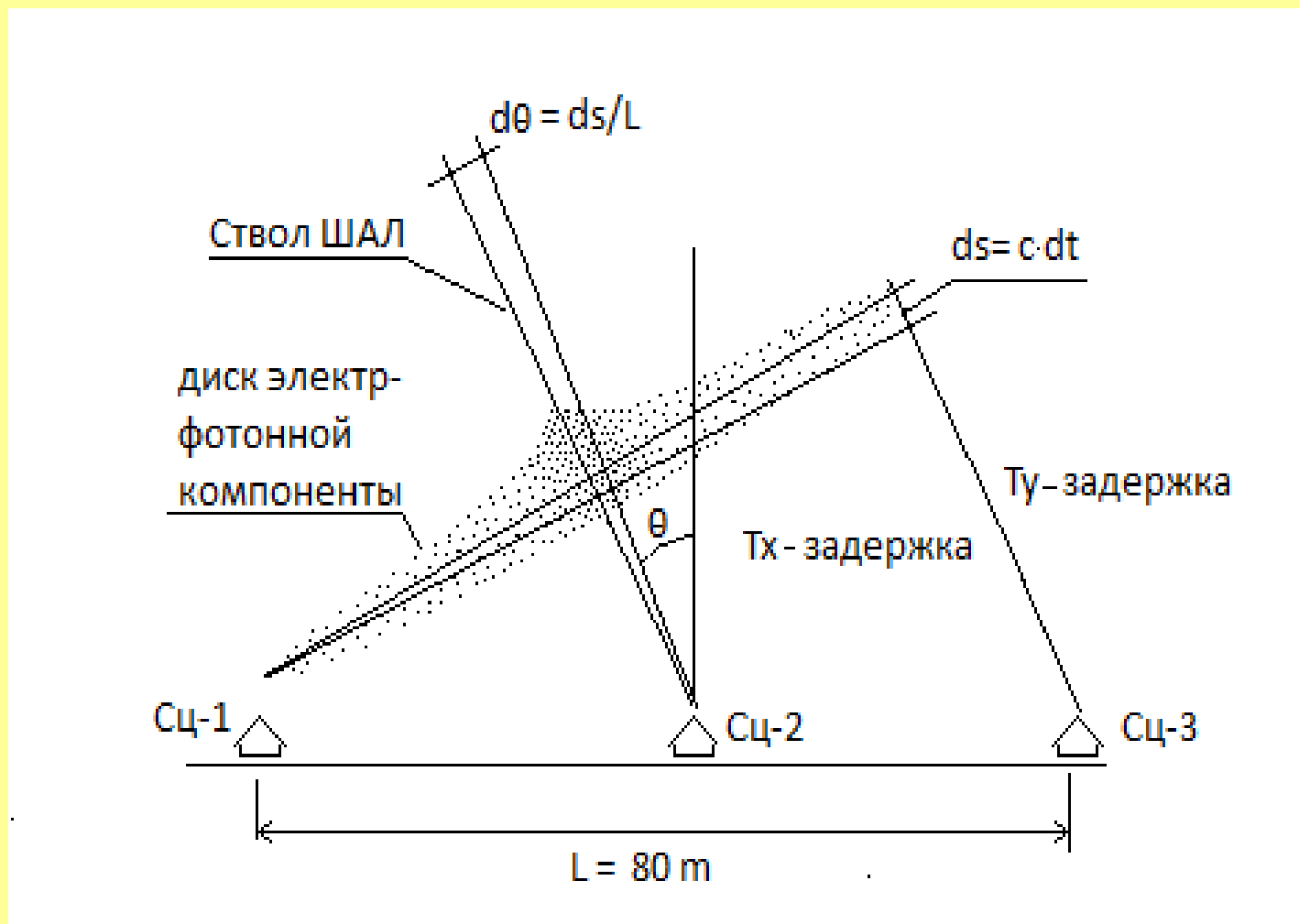


# Функциональная схема хронотрона с цифровым 4-х канальным осциллографом и мастер-блоком формирования триггера.

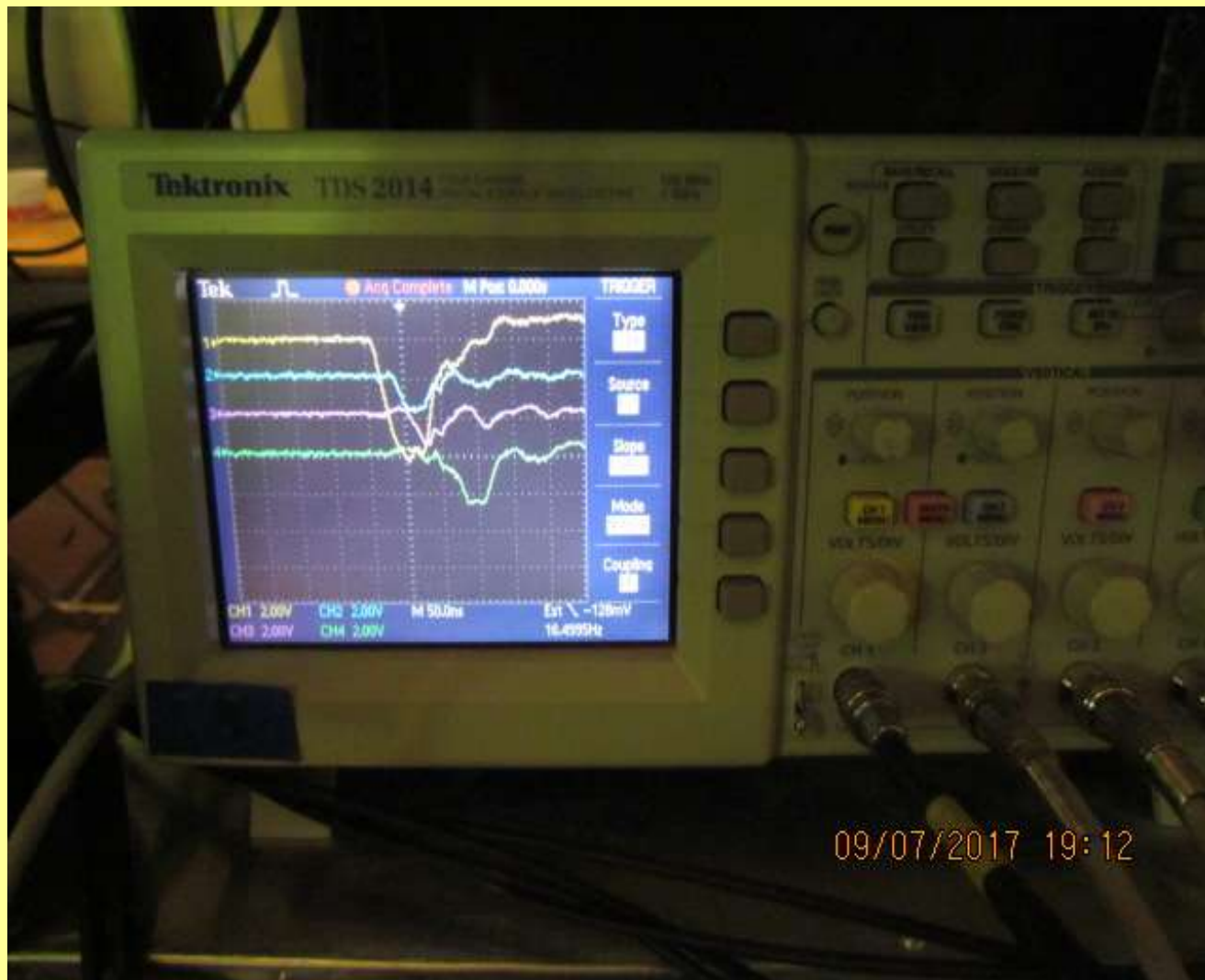


Периферийные сцинтилляторы хронотрона: 1) формируют триггер для запуска установки по приходу периферийного ШАЛ в круге радиуса 40 м; 2) позволяют по временам задержки прихода фронта ливня определять углы ( $\theta$ ,  $\phi$ ) наклона оси ливня, т.е. направление прихода первичной частицы ( $\delta \sim 0.4^\circ$ ).

# Определение угла наклона ствола ШАЛ по задержкам прихода сигналов от сц-детекторов хронотрона при регистрации фронта ШАЛ.



$d\theta$  – ошибка измерения зенитного угла  $\theta$ ,  $ds$  – расстояние, которое проходит фронт электро-фотонной компоненты за время  $dt$ .

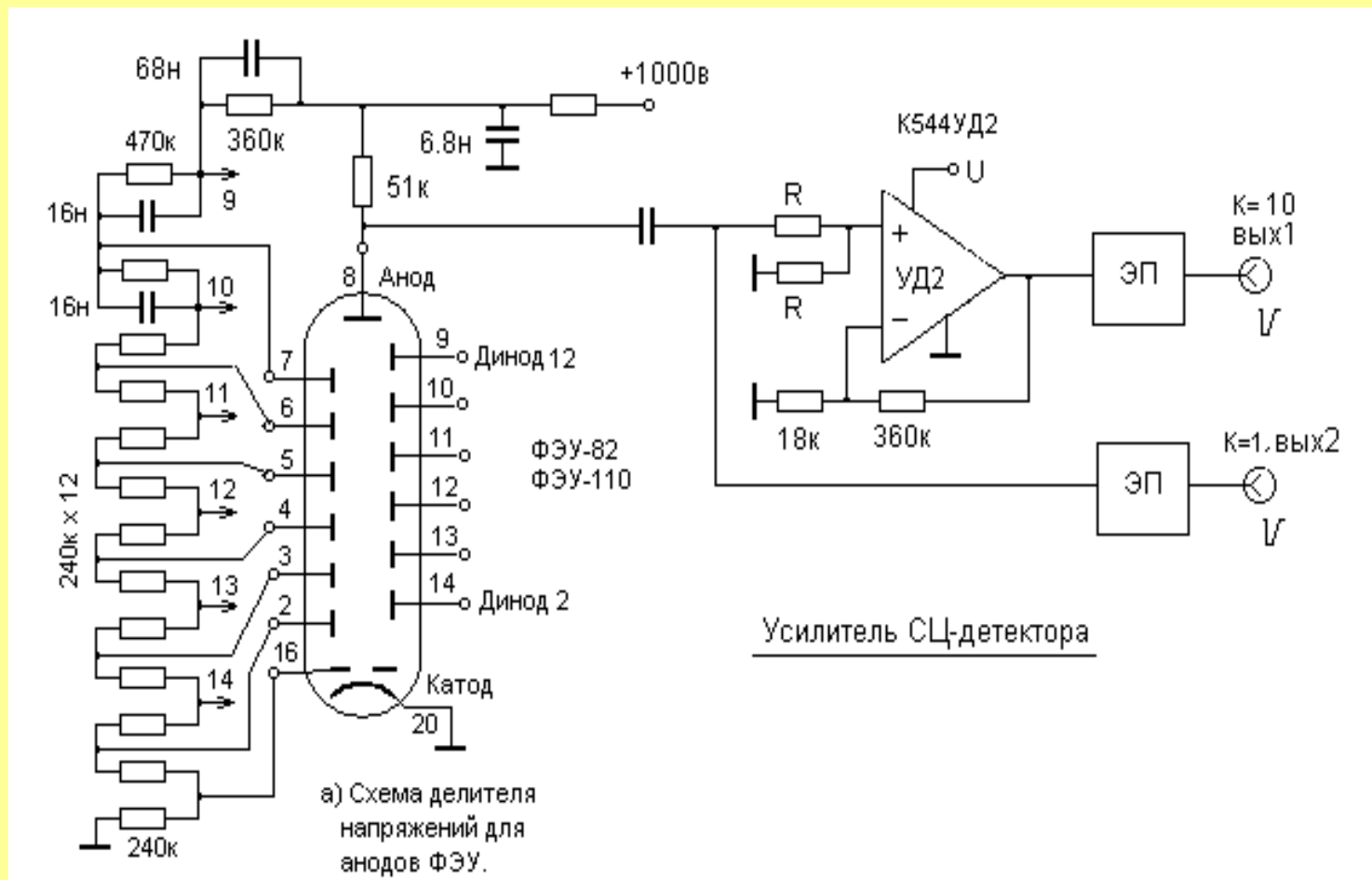


Сигналы 4-х периферийных сцинтилляторов установленных на кольцо с радиусом 40 м для измерения задержек при измерении наклона ствола ШАЛ с помощью 4-х лучевого осциллографа.



# Схема усилителя и высоковольтного делителя ФЭУ периферийного сц-детектора.

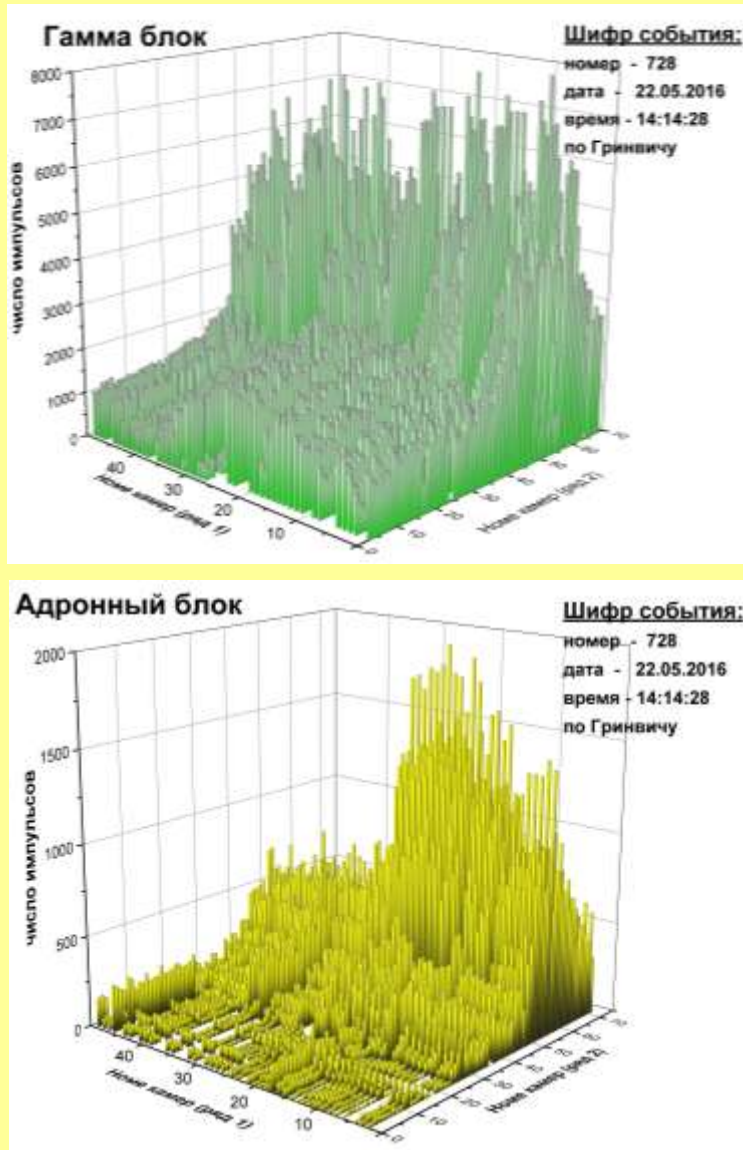
Обозначения: ЭП – эмиттерный повторитель.



Домик периферийного сц-детектора  
хронотрона площадью 1 кв.м.



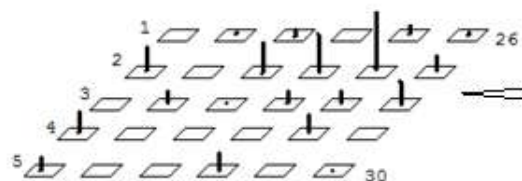
# Пример регистрации события в «АДРОН-55»



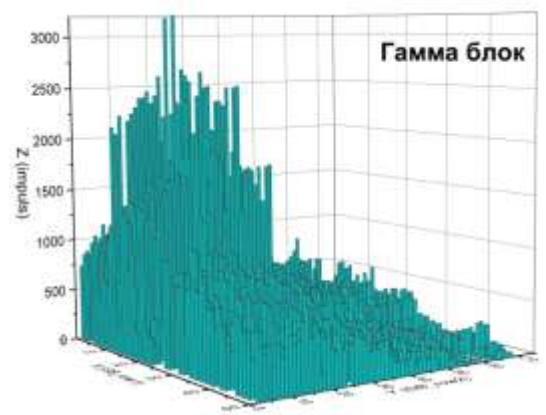
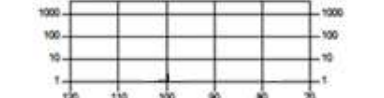
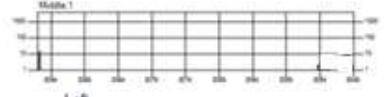
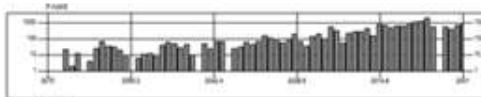
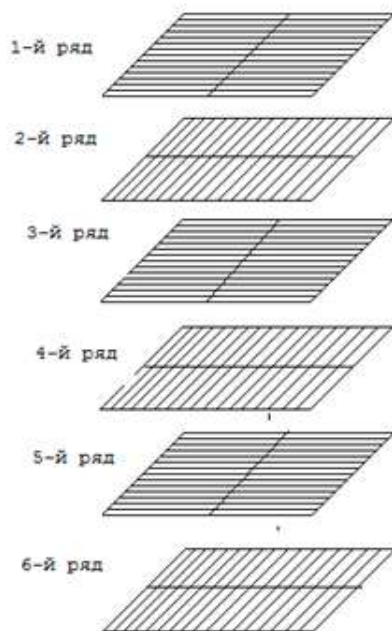
**В настоящее время установка работает в следующем режиме:**

- Над калориметром расположен гамма-блок площадью 55 м<sup>2</sup>, который состоит из 2-х рядов ионизационных камер, расположенных во взаимно перпендикулярных направлениях и переложенных свинцом. Эта часть установки уже работает и выдает результаты по специальным компьютерным программам.
- В ионизационном калориметре в рабочем режиме работает 3, 4, 5 и 6 ряды ионизационных камер, расположенных во взаимно перпендикулярных направлениях и совместно с гамма-блоком определяет траектории частиц. Нижний блок калориметра предназначен для регистрации адронной компоненты космического излучения. Эта часть установки также работает и выдает результаты по специальным программам. Остальная часть установки находится в процессе создания.
- На сегодняшний день установка зарегистрировала 20 321 событий. На рисунке для примера приводится событие зарегистрированное в гамма и адронном блоках

# Сеанс 160202, кадр 6. Гамма ШАЛ.



• сцинтилляционное поле в зале калориметра.  
30 сцинтилляторов



3D – гамма блока кадр 6

1 и 2 ряды ионизационных камер - гамма-блок.

3, 4, 5. и 6 ряды ионизационных камер - адронный блок

В 3,4, 5 и 6 рядах отклики сигналов  
отсутствуют

# Выводы

- За 2000 часов работы установки зарегистрировано 20321 событий, из них 2251 гамма – события (безадронные ливни).
- Для 4 сцинтилляторов расположенных на расстоянии 100 метров от центра установки используется 4-х канальный осциллограф Тетроникс с временным разрешением 4 нс.
- В настоящее время создается программа для определения траектории движения гамма-квантов.