

# ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ПРОТОТИПА УСТАНОВКИ ТУНКА- HISCORE

Л.Г.Свешникова (НИИЯФ) от коллаборации

**TAIGA –**

**(Tunka Advanced Instrument for cosmic rays and  
Gamma Astronomy)**

## **Germany**

Hamburg University(Hamburg)

DESY (Zeuthen)

MPI (Munich)

Italy (Torino University)

## **Russia**

MSU( SINP)( Moscow)

ISU (API) (Irkutsk)

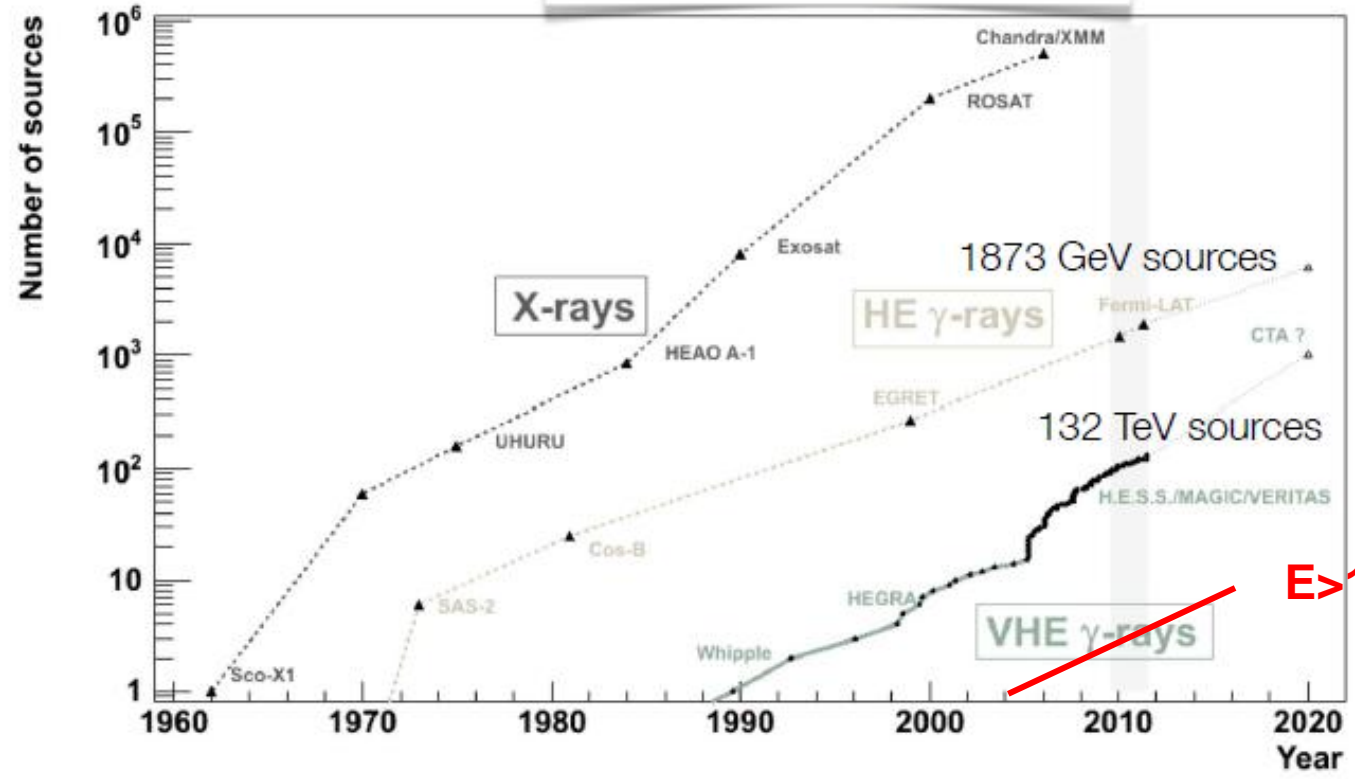
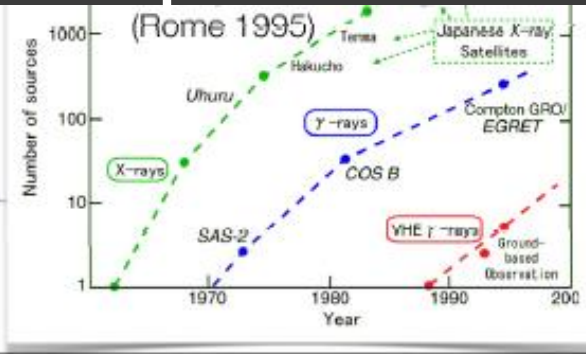
INRRAS(Moscow)

JINR (Dubna), МЕРФИ (Moscow)

Kurchatov Institute IPSM(Ulan-Ude)

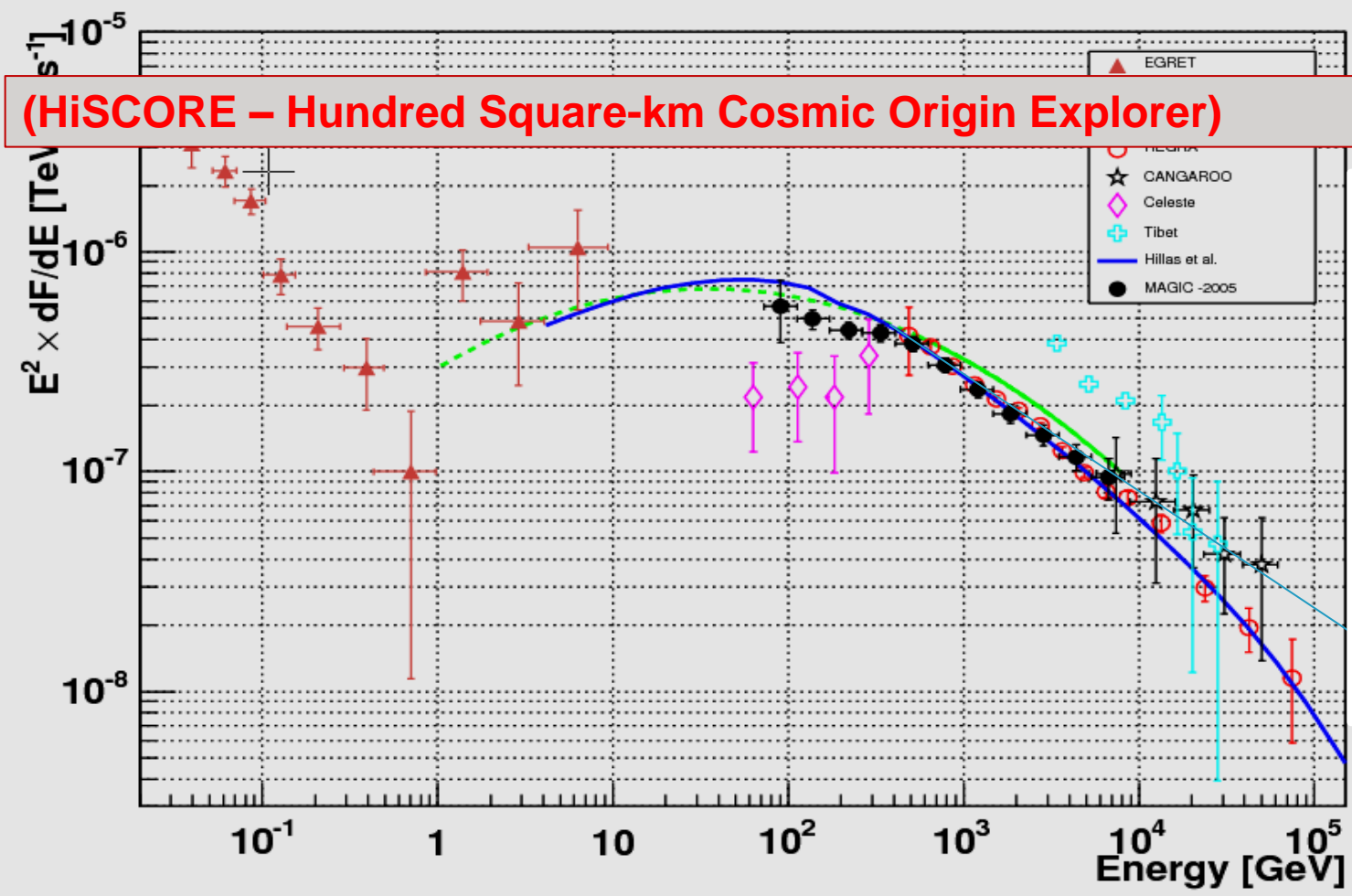
# Успехи гамма-астрономии

The "Kifune Plot"



Краб – один из 10 источников, от которых зарегистрированы гамма-кванты с  $E_g > 10$  TeV.

**$E^2 \times$  Differential Spectrum**



**(HiSCORE – Hundred Square-km Cosmic Origin Explorer)**

**S=1km<sup>2</sup>**  
**T=100 ч.**

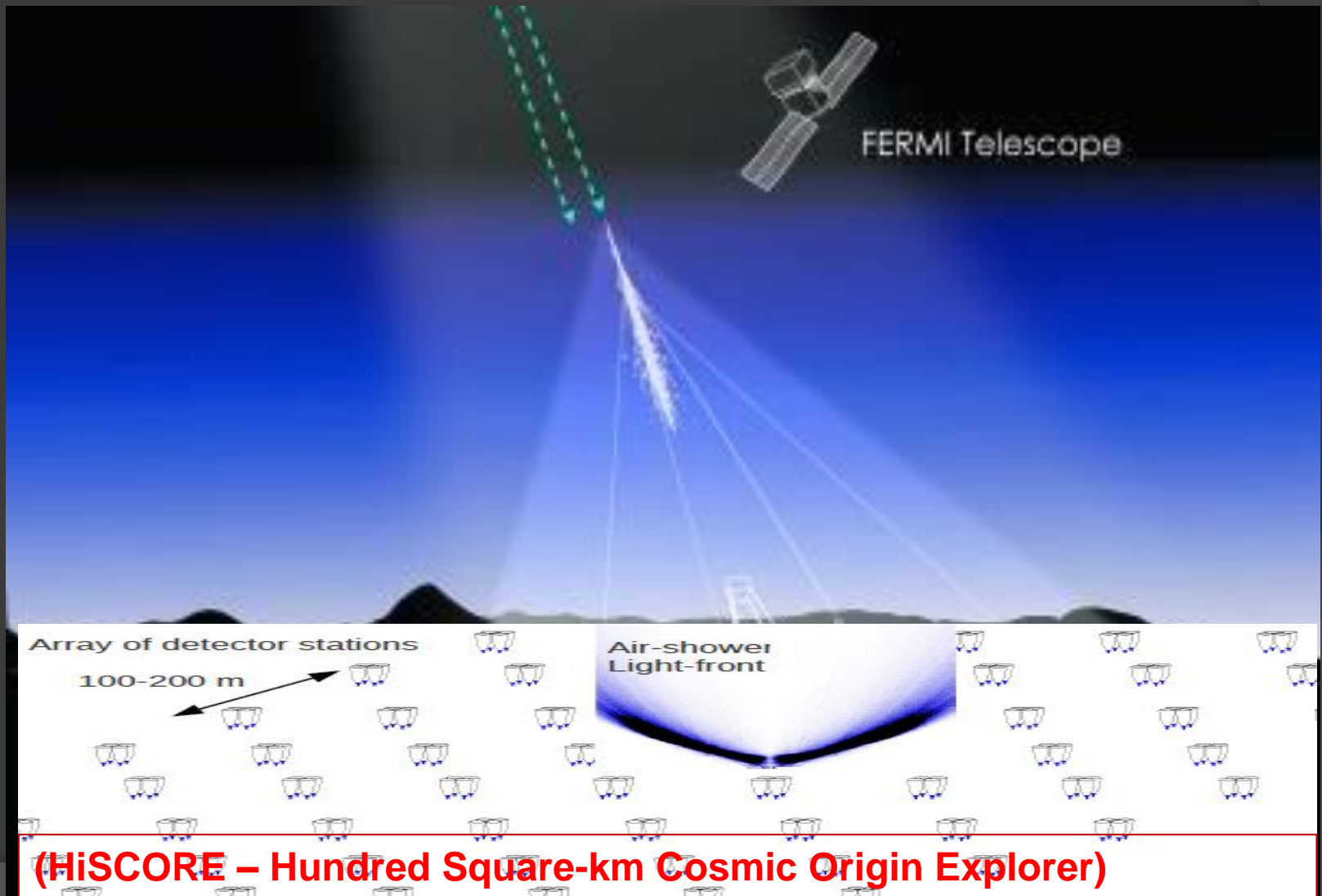
**E>30 TeV**  
**Nmax=540**  
**Nmin=170**

**E>100 TeV**  
**Nmax=105**  
**Nmin=16**

# Цель создания установки

- ◎ Гамма-астрономия сверхвысоких энергий ( >30 ТэВ)
  - ◎ Поиск ПэВатронов.
- ◎ Высокоэнергичная часть спектров известных источников.
- ◎ Поглощение высокоэнергичных гамма-квантов на экстрагалактическом гамма фоне (IRF and CMB).
  - ◎ Диффузное излучение галактического диска
- ◎ Исследование заряженных частиц, расширение энергетического интервала.
- ◎ Энергетический спектр и массовый состав от  $10^{14}$  до  $10^{18}$  эВ.

# Метод регистрации: IACT -nonIACT



# По сравнению с Тункой-133 в HiSCORE

- 1) Более низкий порог – 30 ТэВ (увеличение чувствительности ФЭУ, площади ФЭУ, уменьшение расстояния между детекторами).
- 2) Уникальное угловое разрешение 0.1 градус, значительное улучшение временного разрешения.
- 3) Относительно низкая стоимость детекторов для покрытия большой площади.

4-ре ФЭУ с диаметром 20 см  
с конусами Винстона  
Площадь - 0.5 м<sup>2</sup>

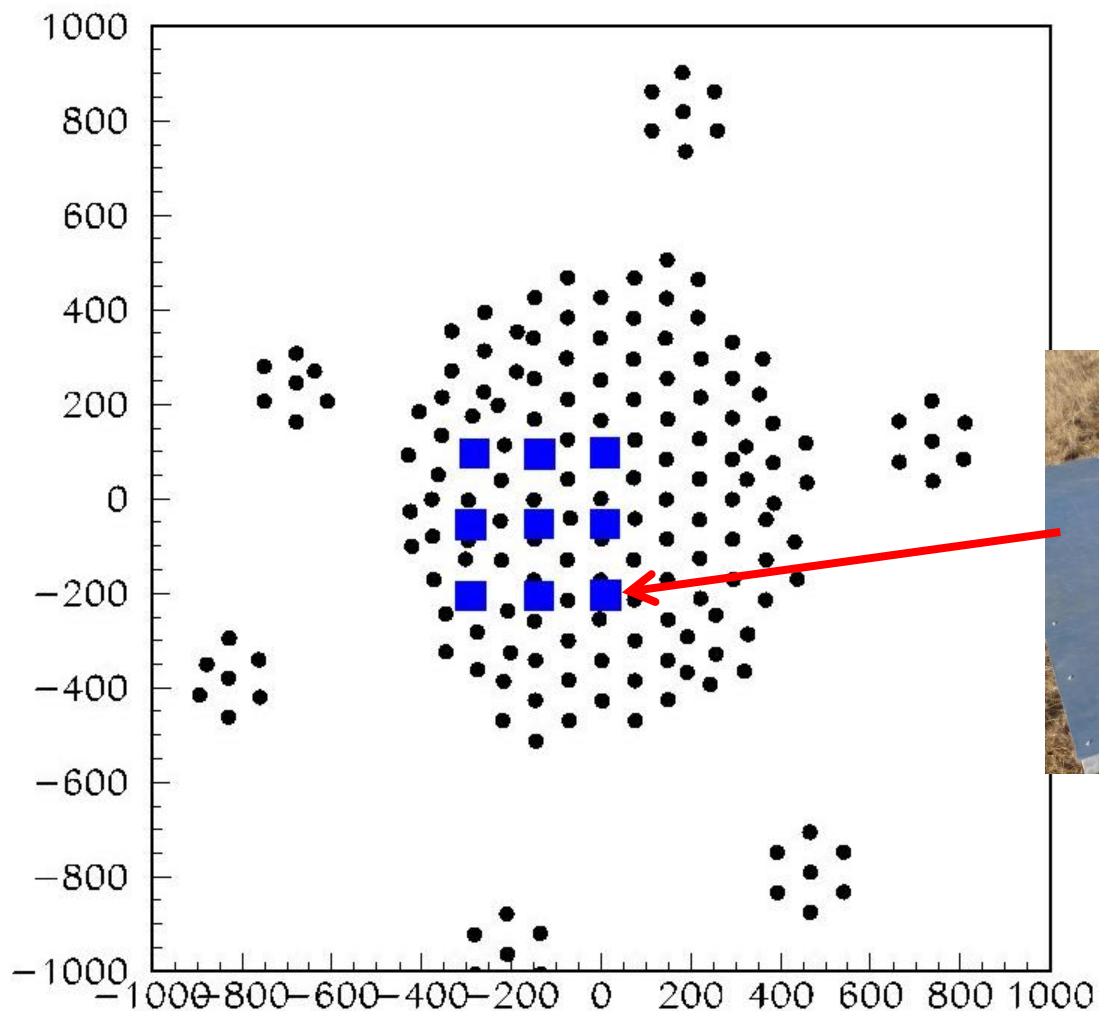


Один ФЭУ R5912  
20 см, площадь –  
0.03 м<sup>2</sup>





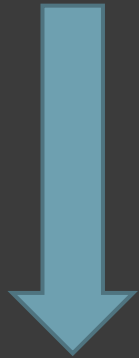
# HiSCORE-2014+Tunka-133



4-ре ФЭУ с диаметром 20 см  
с конусами Винстона  
Площадь - 0.5 м<sup>2</sup>

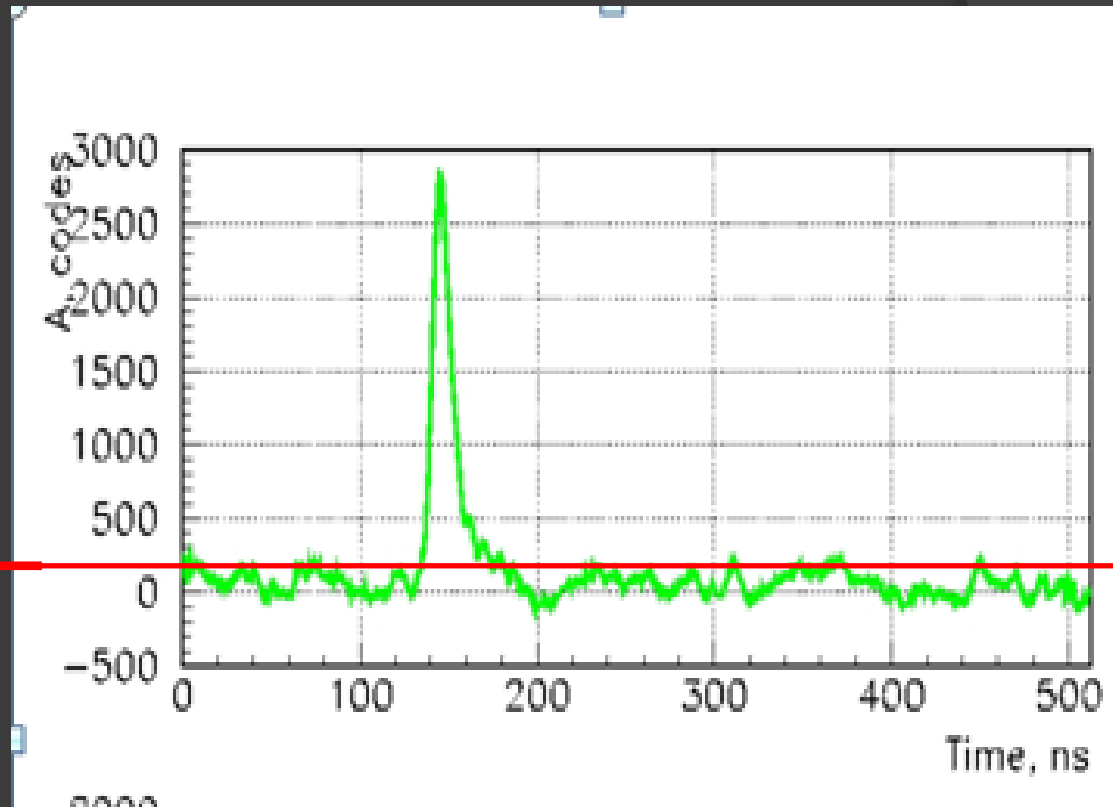
Каждая станция регистрирует временной импульс с шагом 0.5 нс

- 1) Время прихода сигнала
- 2) Амплитуду в максимуме
- 3) Площадь импульса



- 1) Угол прихода
- 2) Положение оси
- 3) Энергия
- 4) Xmax

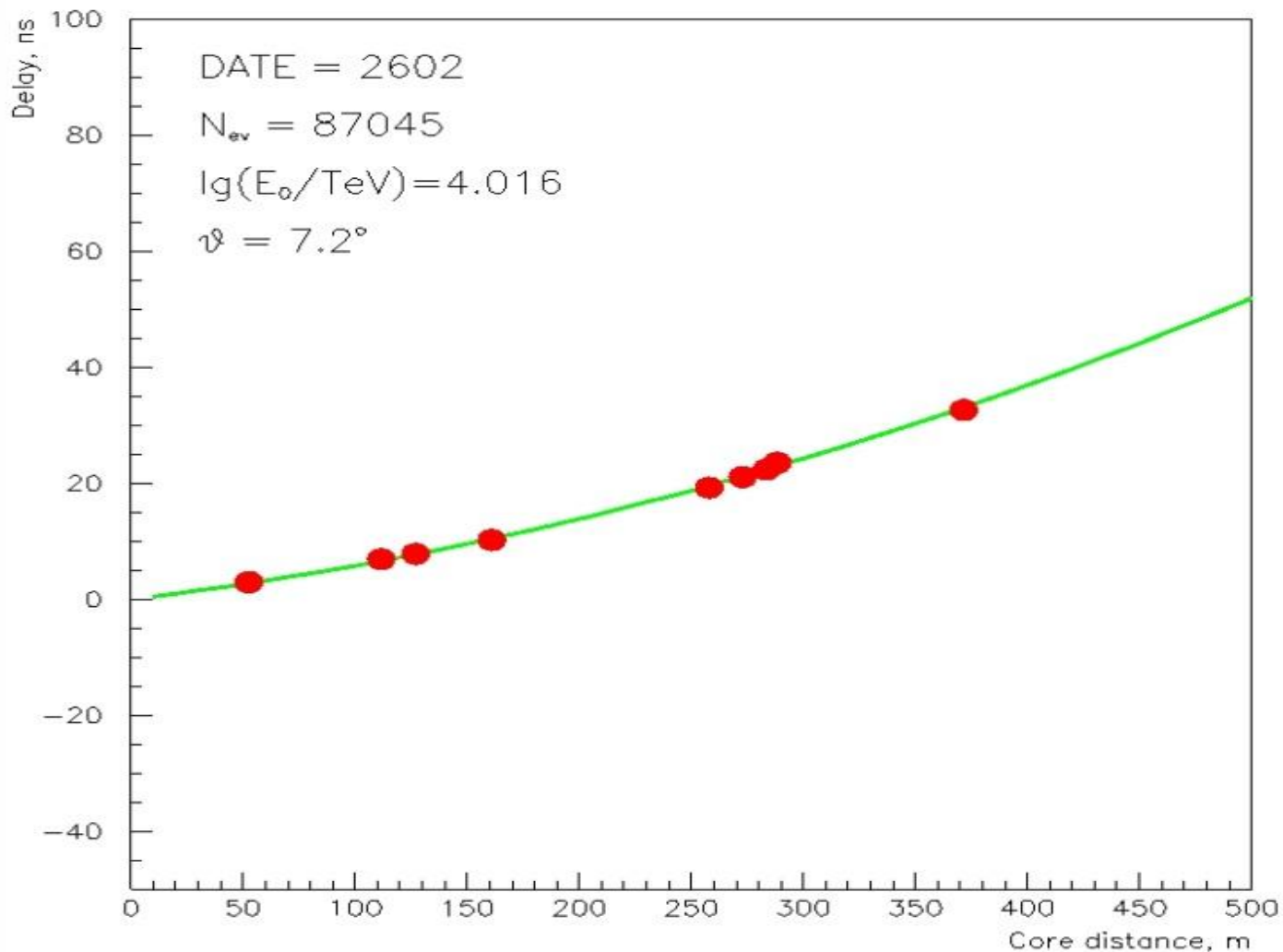
Фон  
Ночного  
Неба





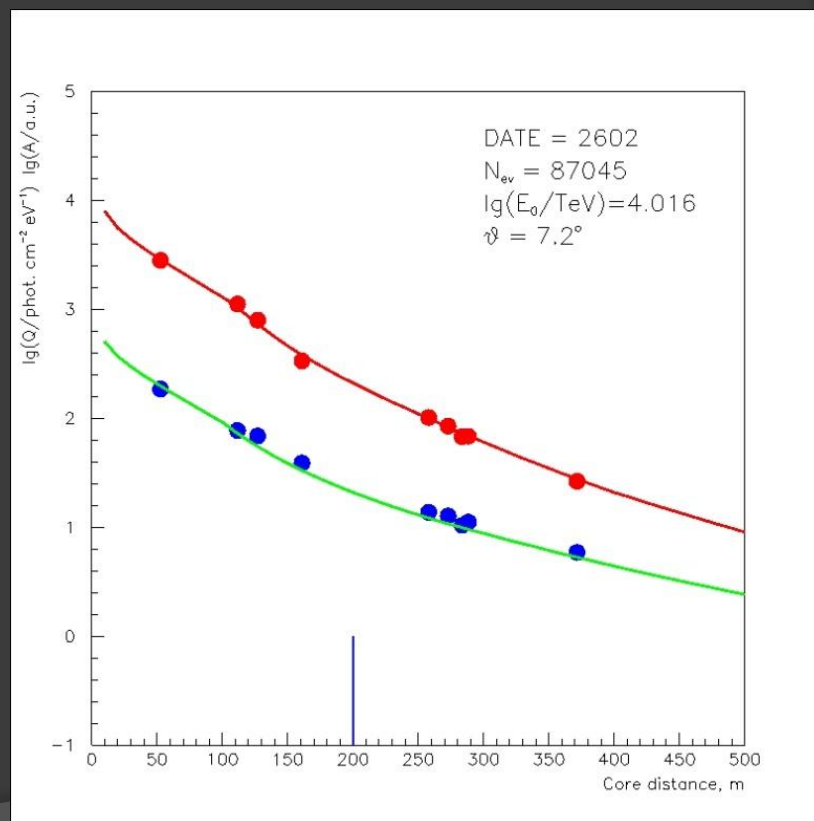
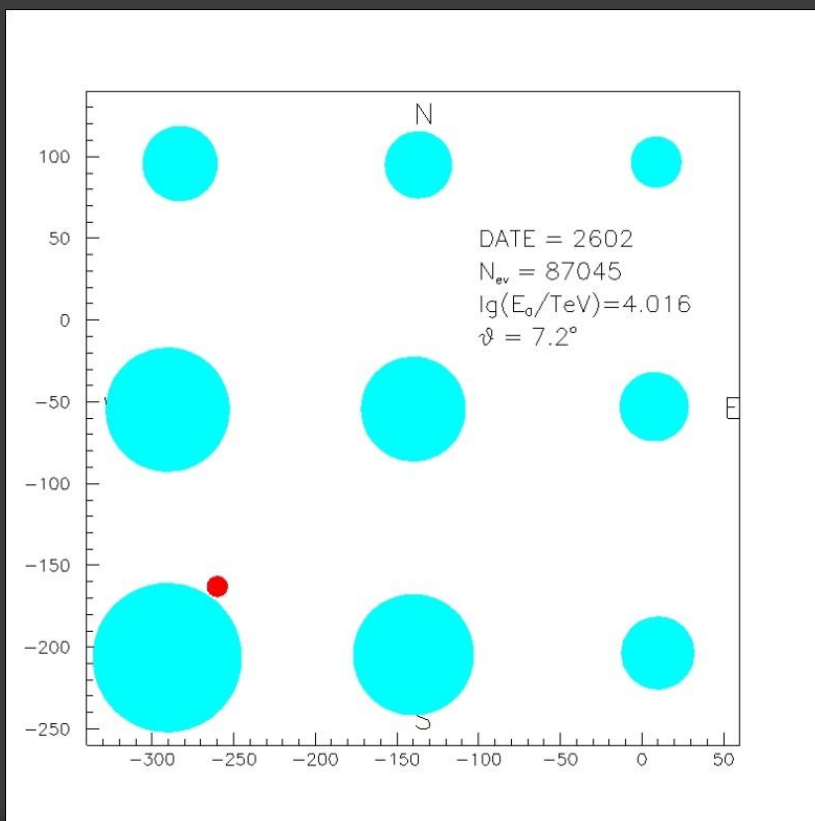
Временное разрешение 0.5 нс позволяет довести точность определения угла частицы до 0.1 градуса.

Временное  
черенко

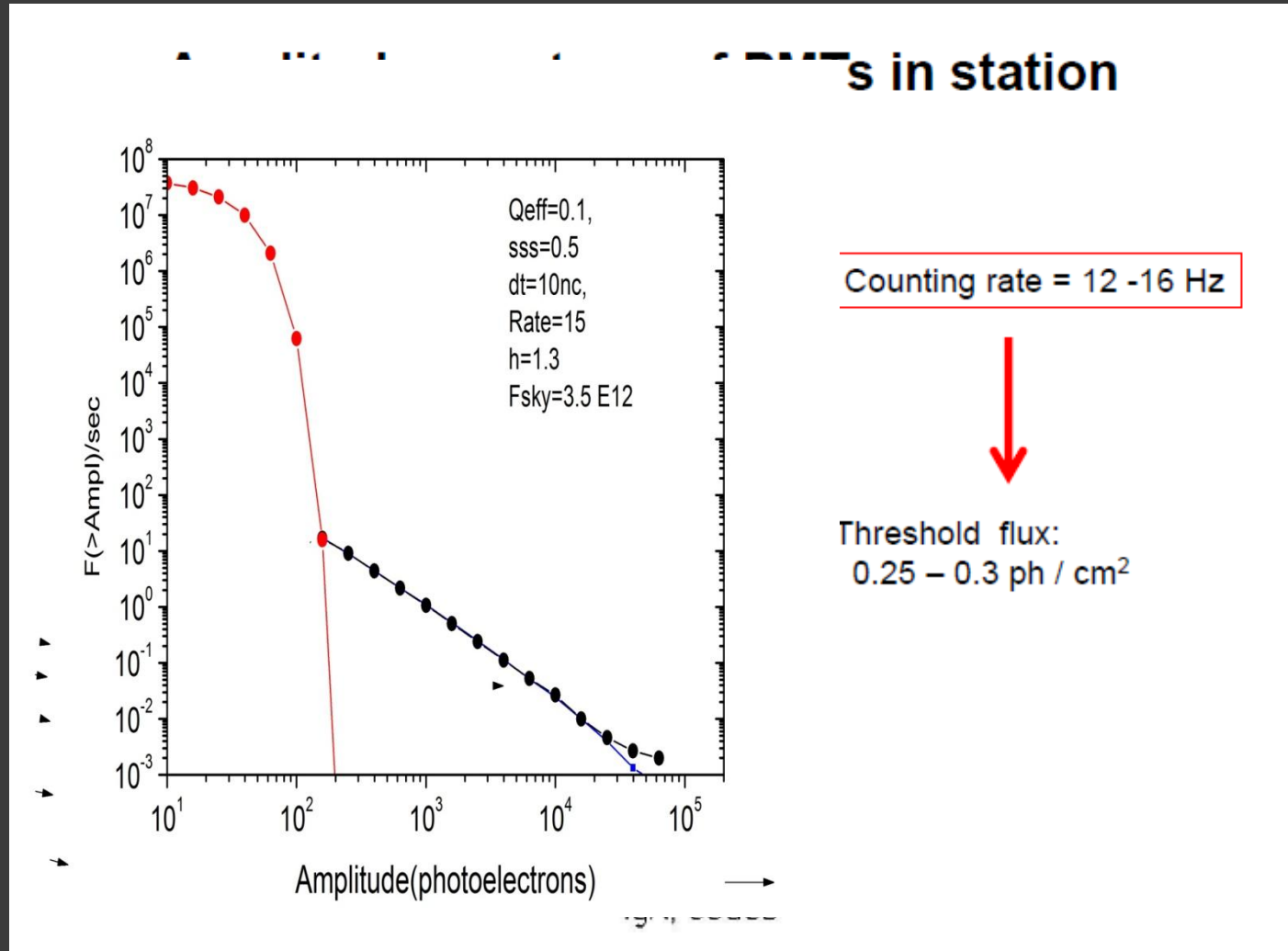


# Пример события: зенитный угол – $7.2^\circ$ , энергия - $1.0 \times 10^{16}$ эВ :

9 детекторов сработало  $A(R)$  и  $Q(R)$  ph/рст

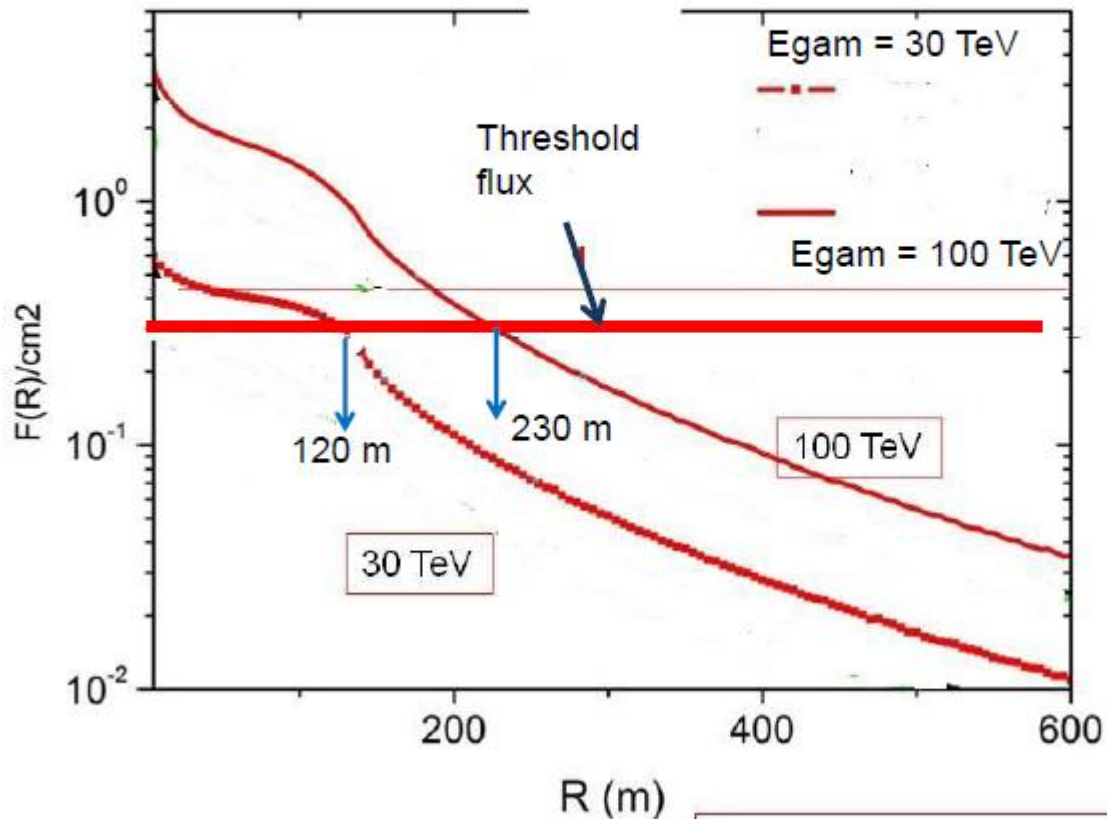


# Темп счета одной станции 12-16 Герц (эксперимент)

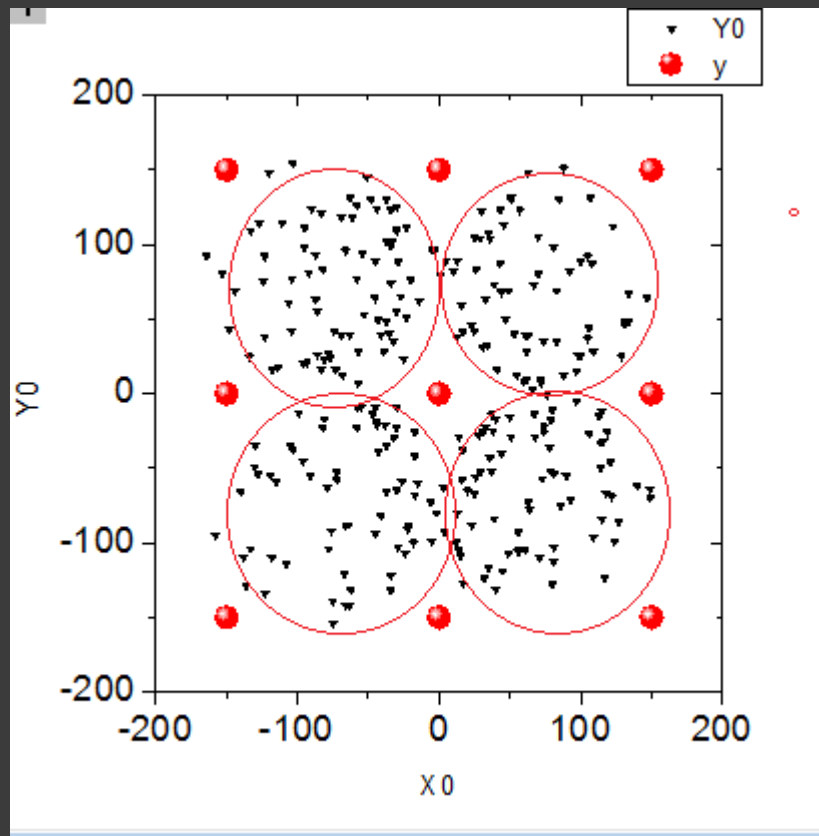


# Функции пространственного распределения

LDF of Cherenkov light from EAS from gamma-rays

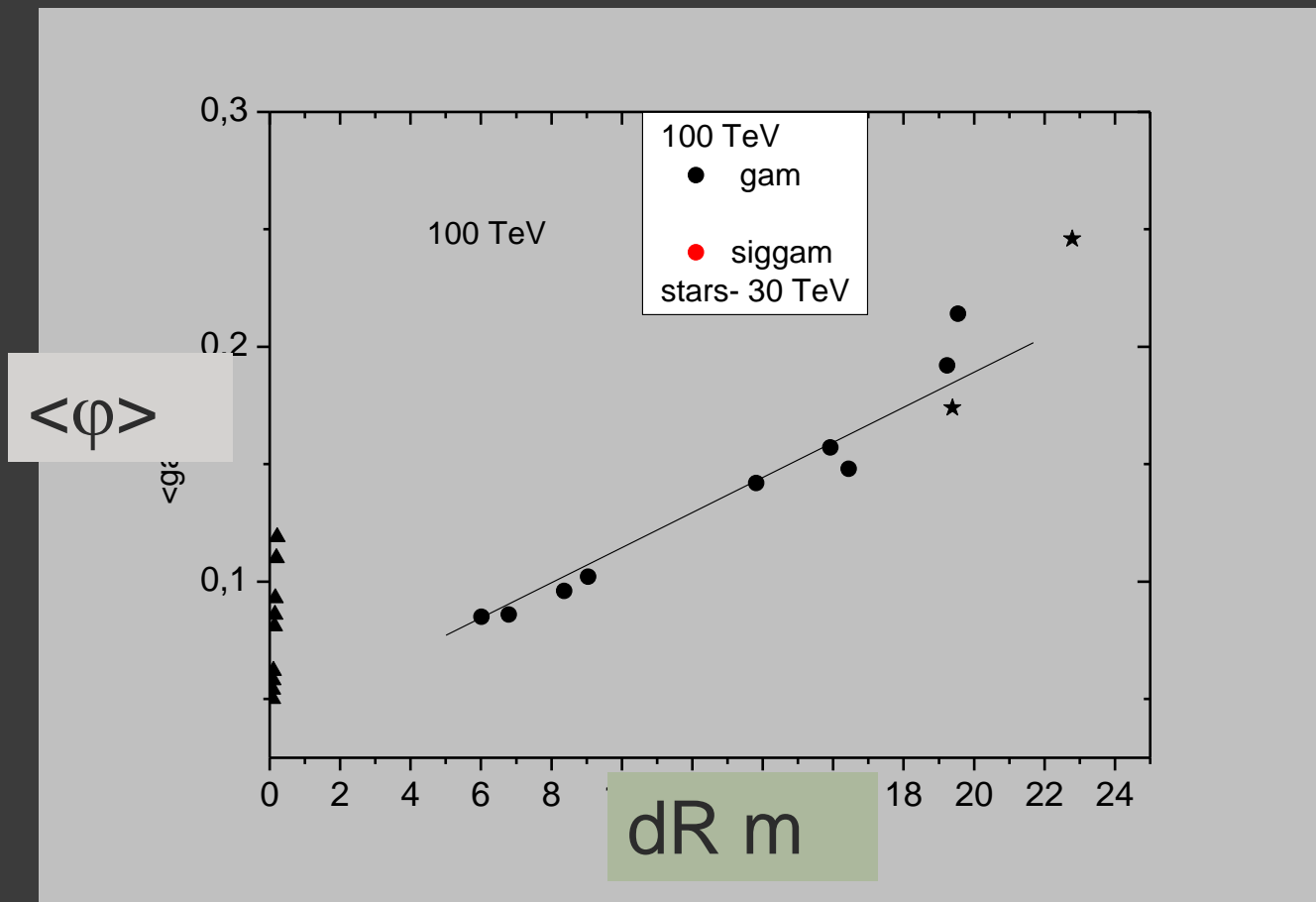


# Точность нахождения оси из расчетов по Corsika



$\delta R \sim 6-7\text{ м}$  при  $N_{\text{det}} \geq 5$ ,  $\delta R \sim 27\text{ м}$   $N_{\text{det}} \geq 4$

# Точности определения угла $\langle \varphi \rangle$ между истинным и измеренным направлением для ядер



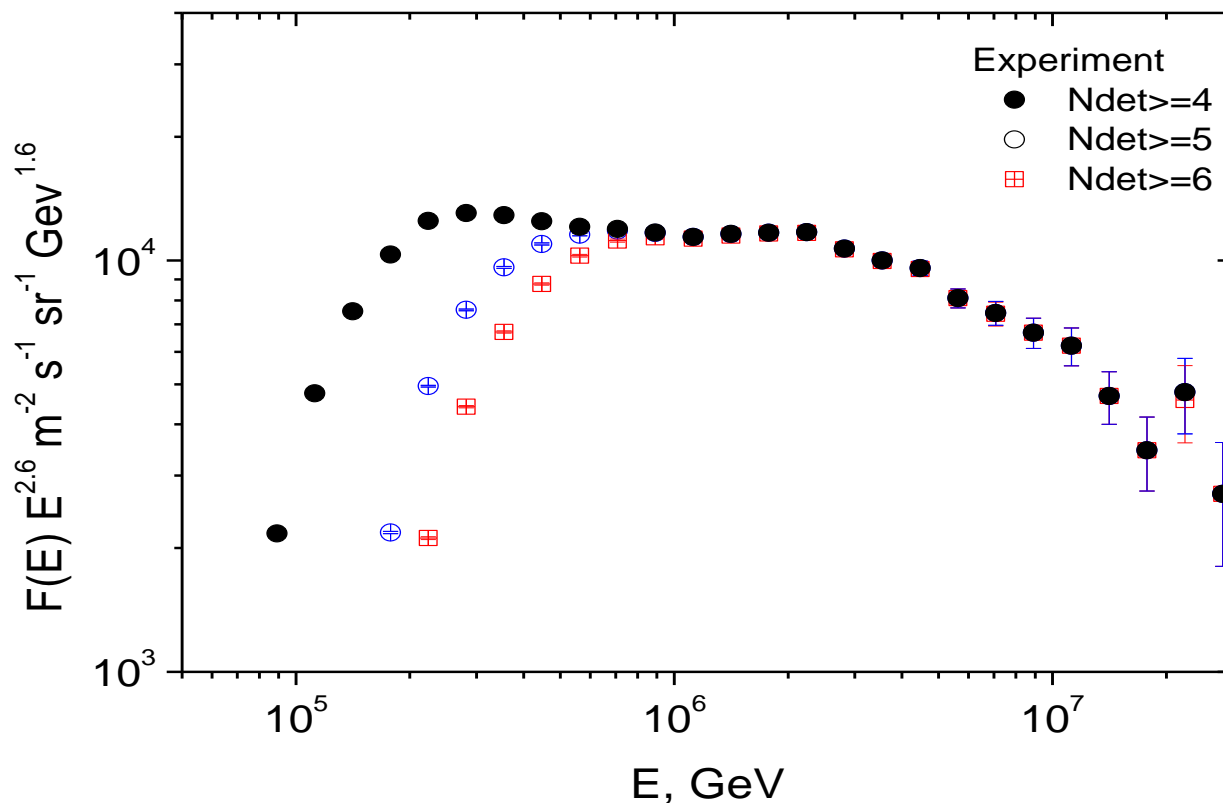
$\langle \varphi \rangle \sim 0.07$  град. для  $N_{det} \geq 5$  ;

$\langle \varphi \rangle \sim 0.22$  град.  $N_{det} \geq 4$

# Спектр всех частиц за 84 часа (13 ночей)

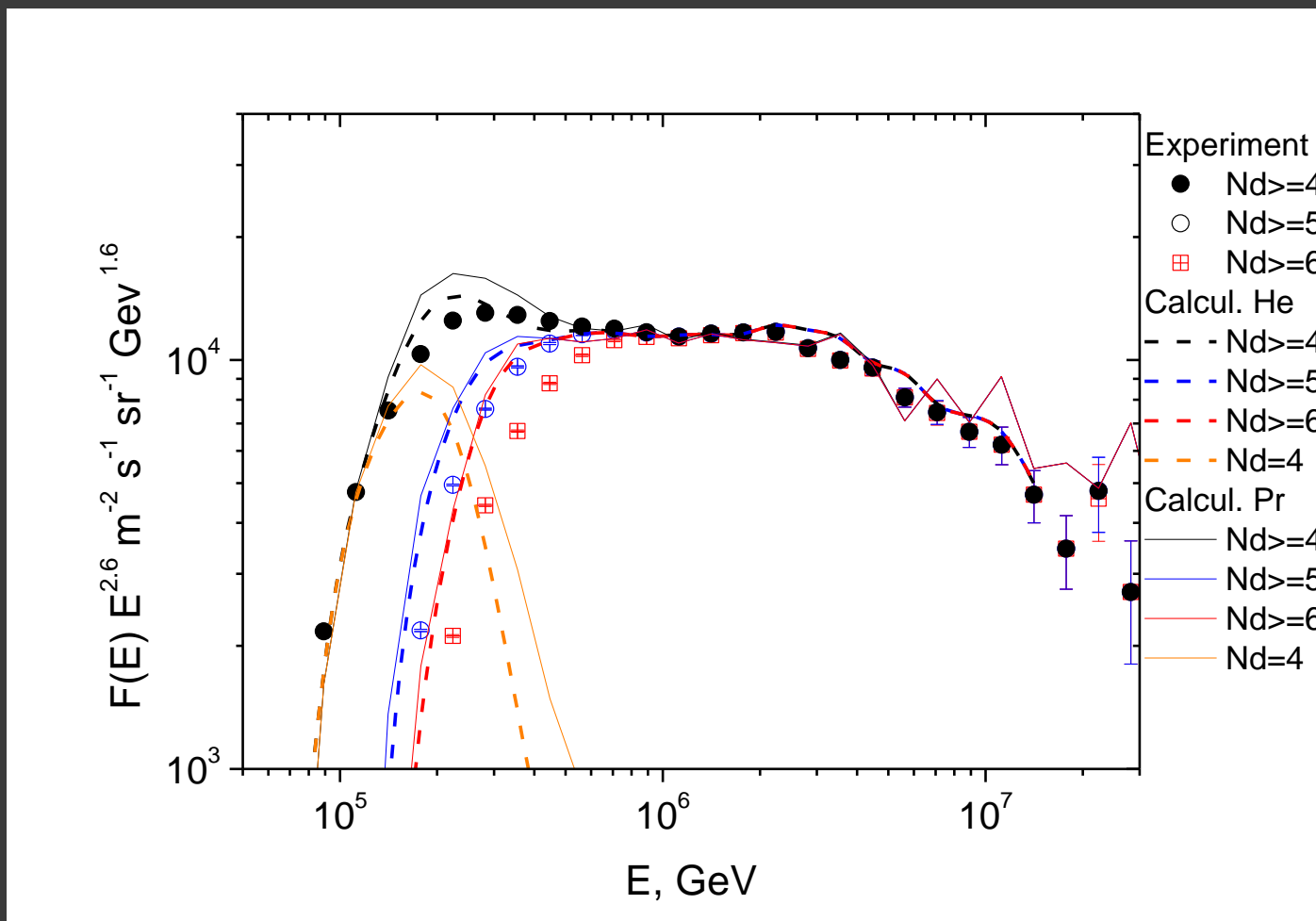
300 тыс. событий с  $E > 200$  ТэВ

20 тыс. событий выше  $10^{15}$  эВ



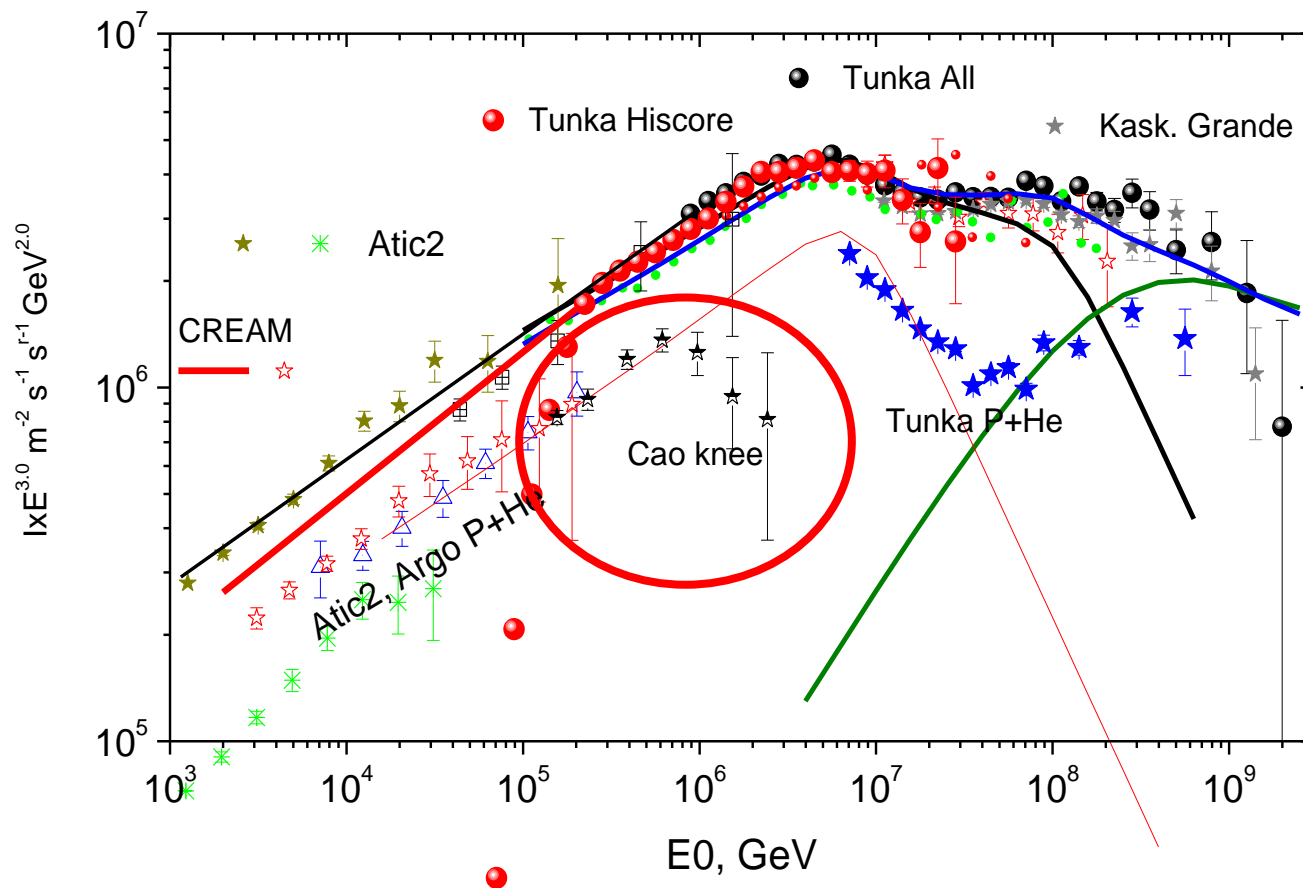


# Сравнение экспериментального и расчетного спектров

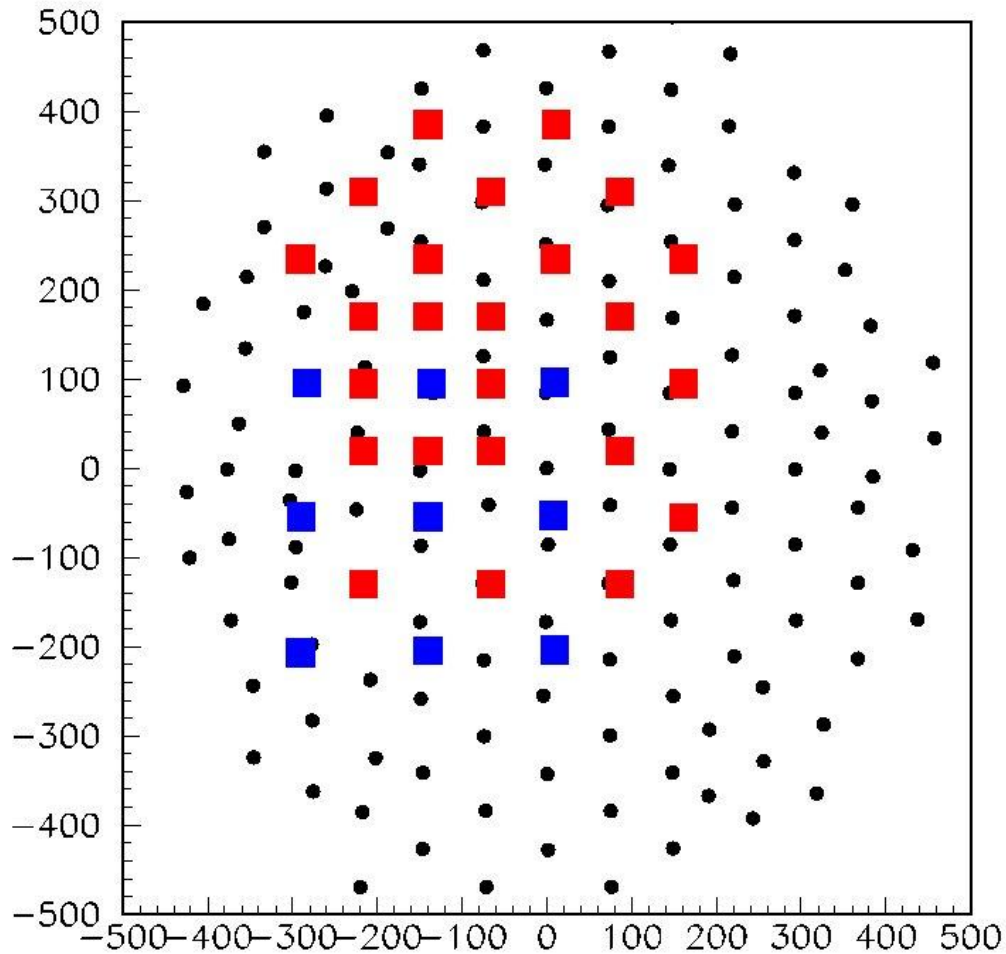


$\delta E \sim 12\%$  для  $N_{det} \geq 5$  ;  $\delta E \sim 23\%$   $N_{det} \geq 4$

# Сравнение с другими экспериментами



# HISCORE 2014-2015



## Установка 33 детектора

Dist=100m

Dist=75m – dense center

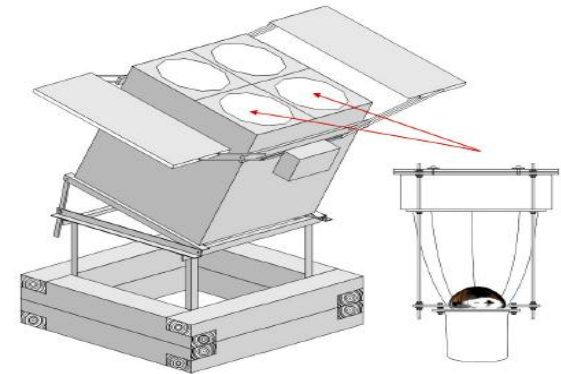
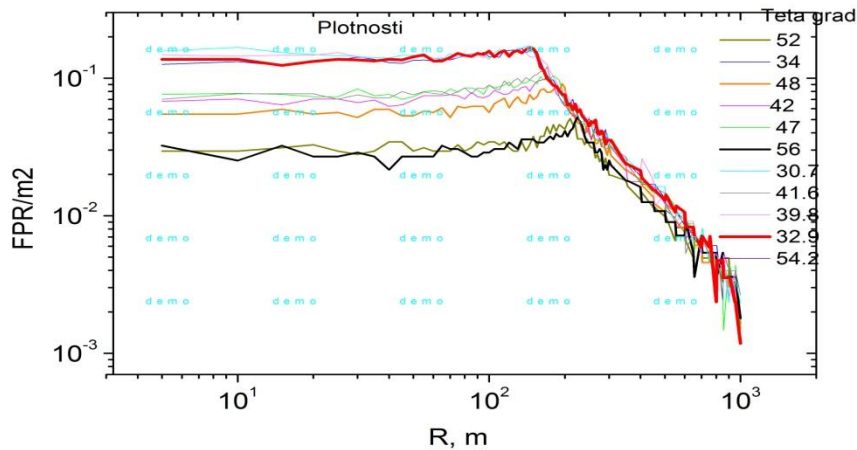
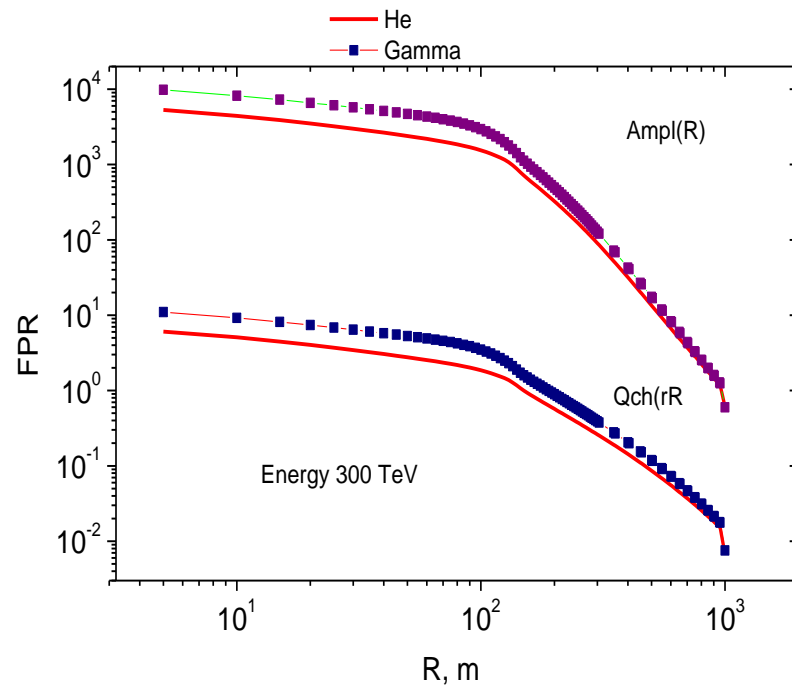
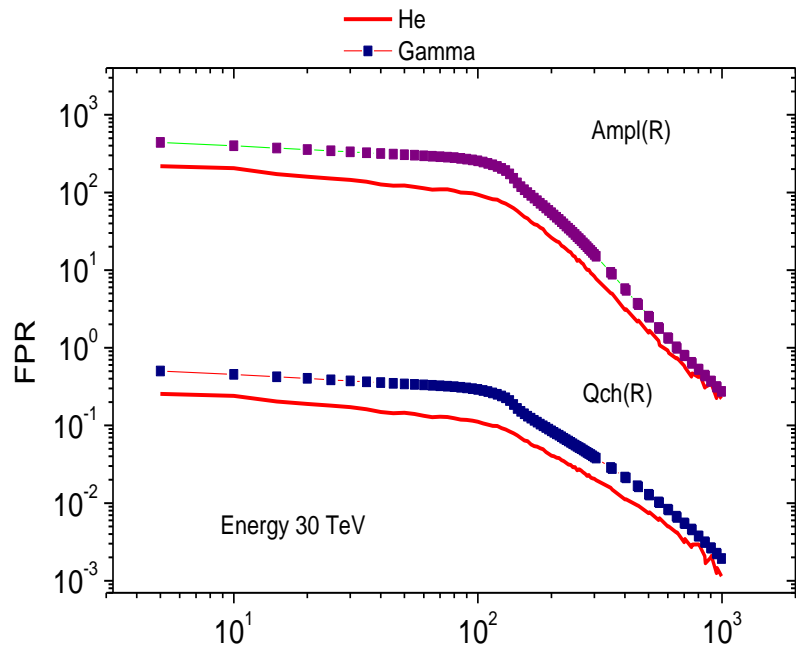


Figure 2: The optical station of the Tunka-HiSCORE array: 4 PMTs with winston cones, with a mechanism to incline the station into northern or southern direction.

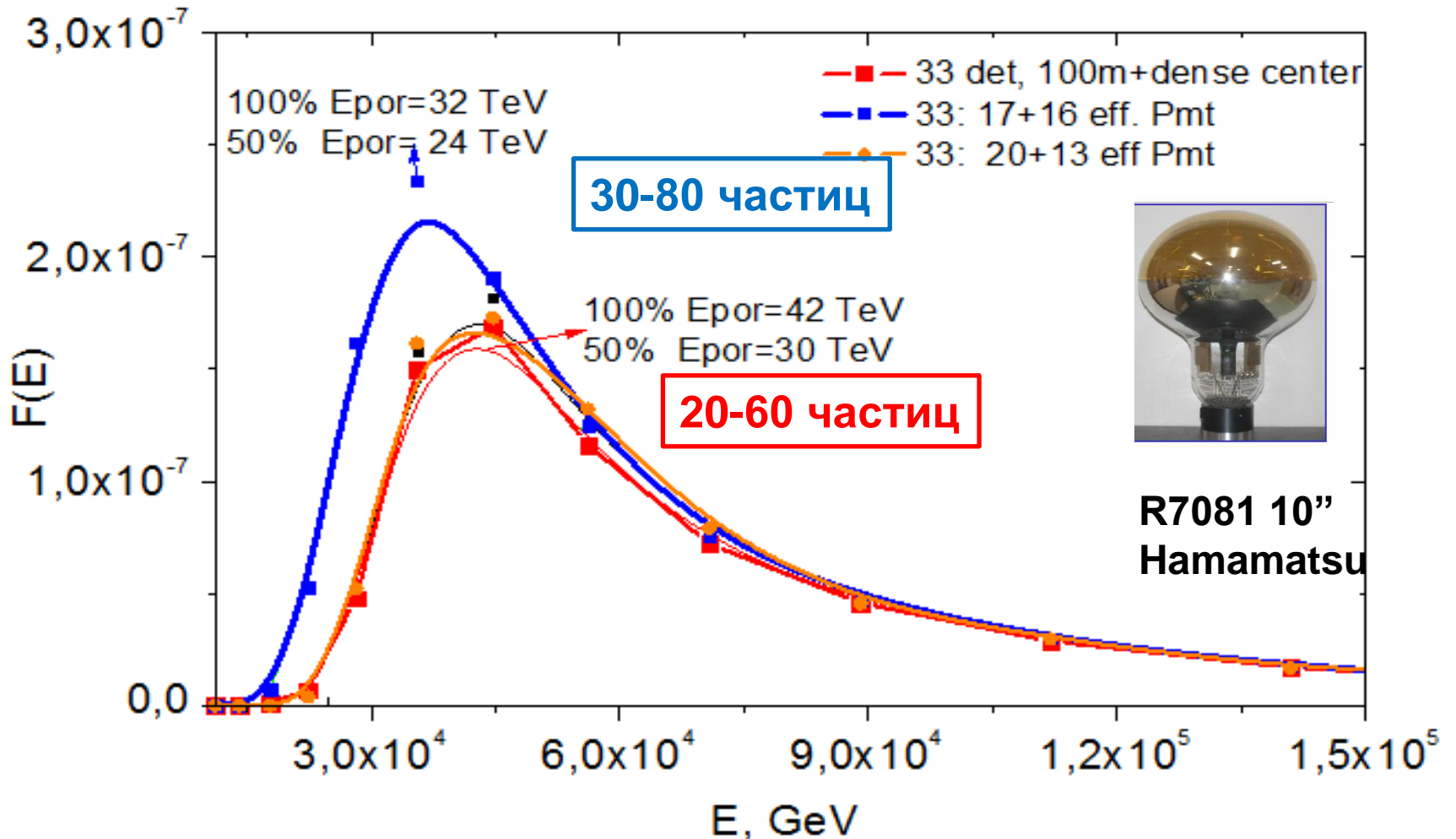
# Ожидаемые точности для гамма-квантов (установка 33 детекторов) при отборе $N_{det} \geq 5$

	30 TeV	100 TeV	300 TeV
$\delta R(\text{м}) =$	$\sim 10 \text{ м}$	$\sim 7 \text{ м}$	$\sim 4 \text{ м}$
$\delta \varphi(\text{град.}) =$	$\sim 0.12$	0.1	0.08
$\delta E =$	36%	14%	6%

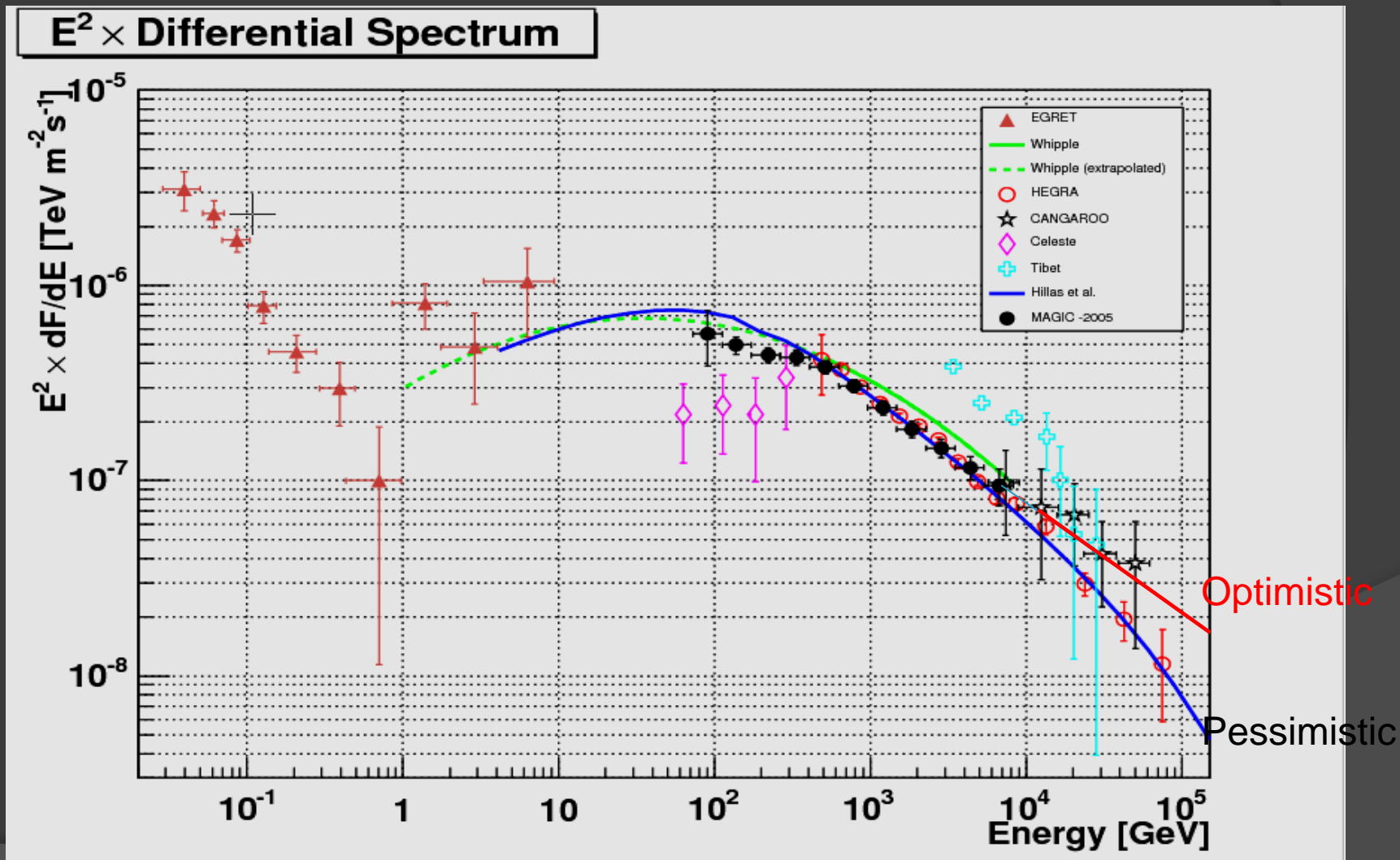
# Отличие гамма-квантов от ядер



# Ожидаемые пороги установки (0.3 x 0.45) км<sup>2</sup> по гамма-квантам и число событий от Краба



# Ожидаемый спектр от Краба





# Выводы

- 1) Показано, что энергетический порог и угловое разрешение новой установки соответствуют параметрам, ожидаемым из М-К
- 2) Восстановлен энергетический спектр всех частиц в диапазоне 200 ТэВ – 10 ПэВ .
- 3) Показано, что на установке 2014-15 годов возможна регистрация значимого числа событий от Краба - 20 -60 событий
- Спасибо за внимание!