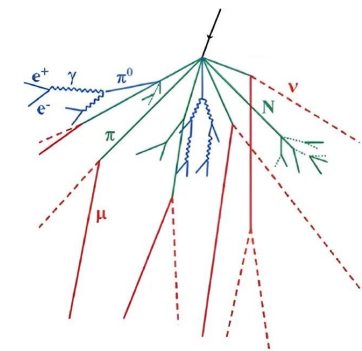
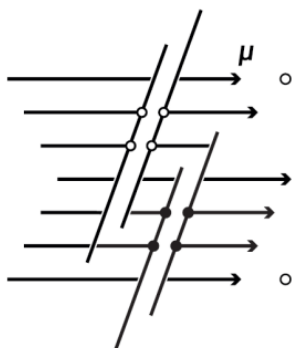


Детекторы для изучения околортикальных мюонов космических лучей с использованием поглотителя

Докладчик: Трошин И.Ю., аспирант

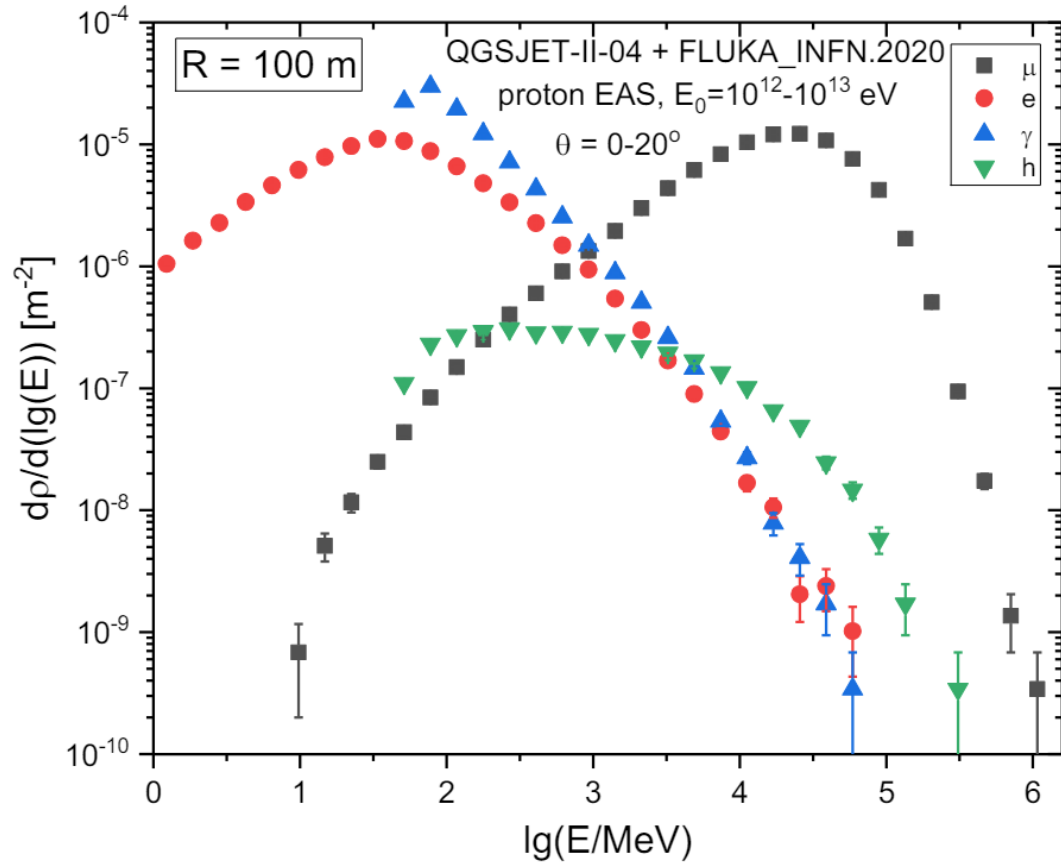
E-mail: IYTroshin@mephi.ru



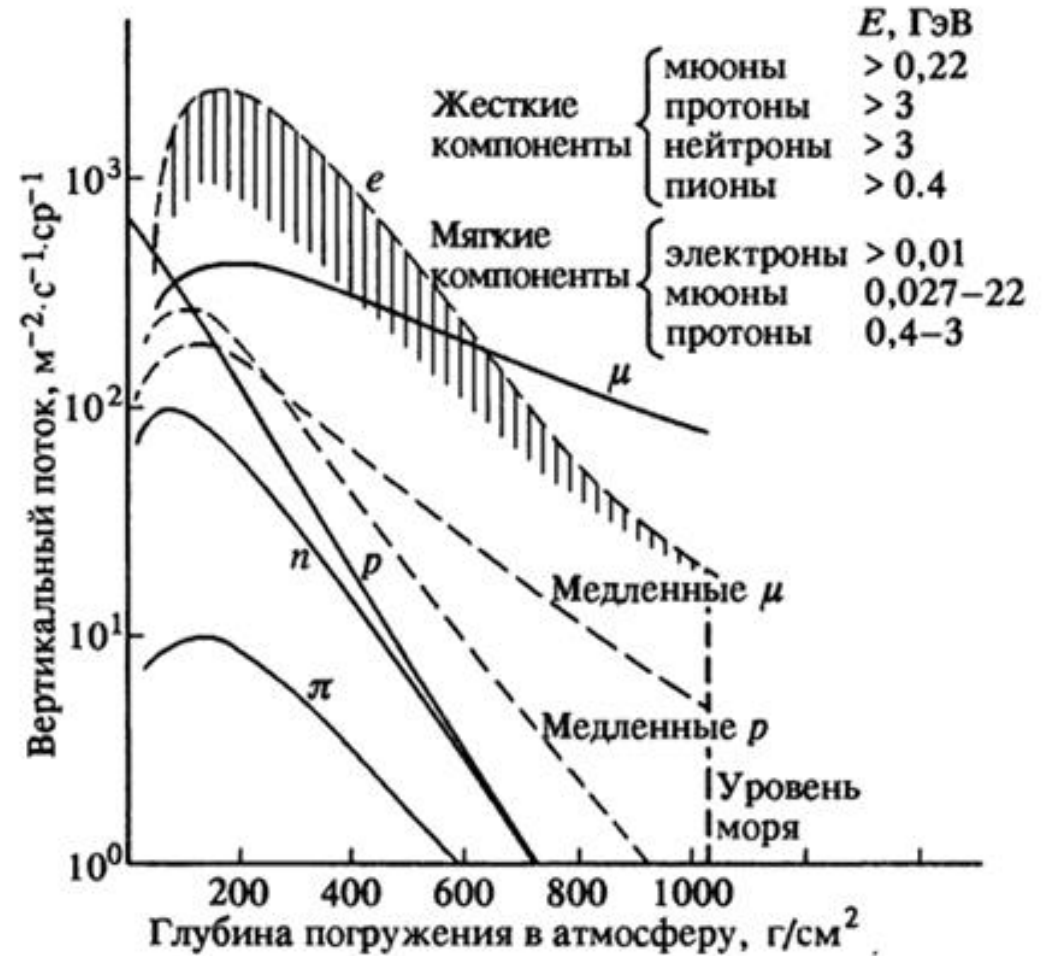
г. Москва, МИФИ

2024 г.

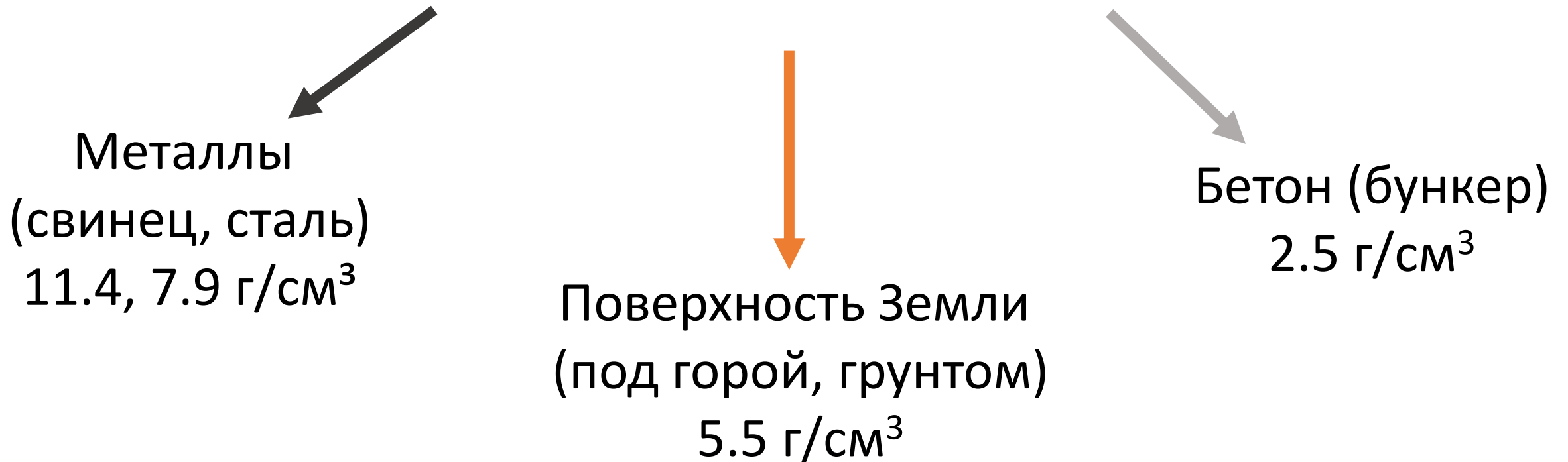
Широкий атмосферный ливень



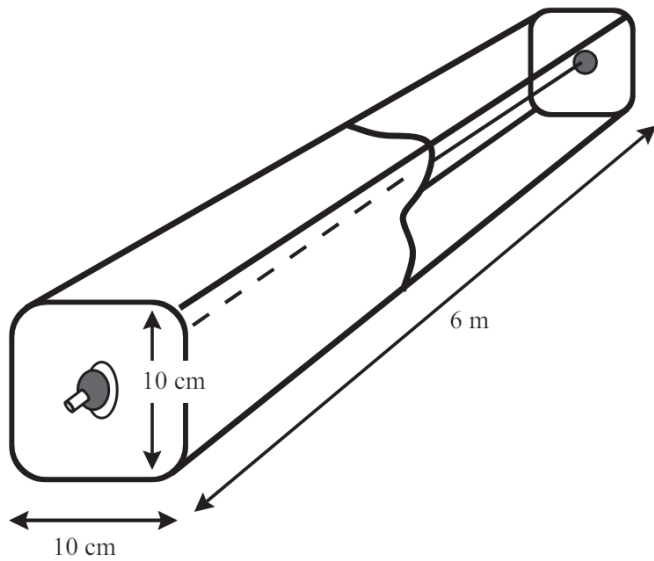
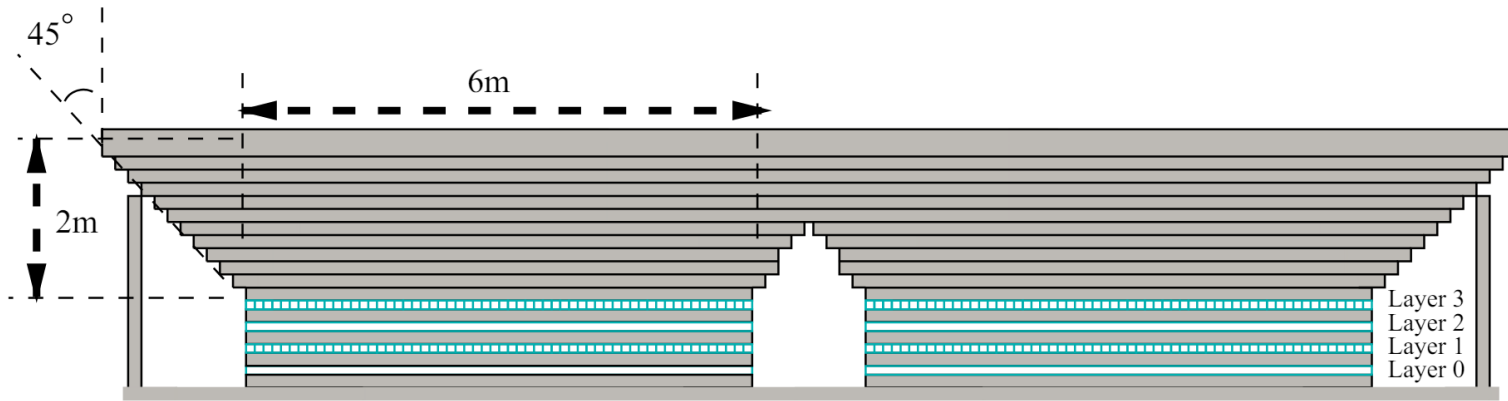
Зависимость плотности частиц в ШАЛ от энергии на расстоянии 100 м от оси ШАЛ от первичного протона с энергией 1-10 ТэВ



Способы поглощения лёгкой компоненты ШАЛ



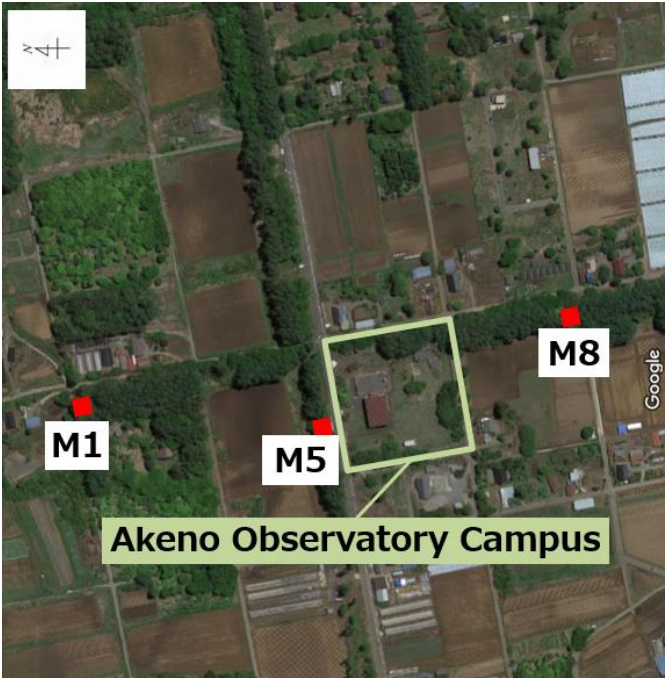
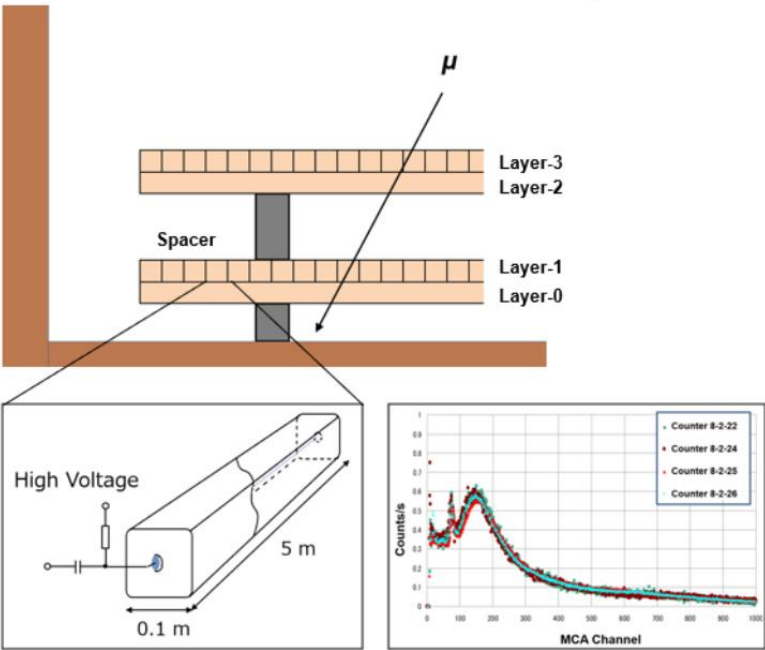
GRAPES-3



- Пропорциональные трубки
- Площадь одного модуля 36 м^2
- Общая площадь 560 м^2
- Пороговая энергия 1 ГэВ
- Поглотитель: бетонные блоки
- Высота над ур. моря: 2200 м

Akeno Muon Observation

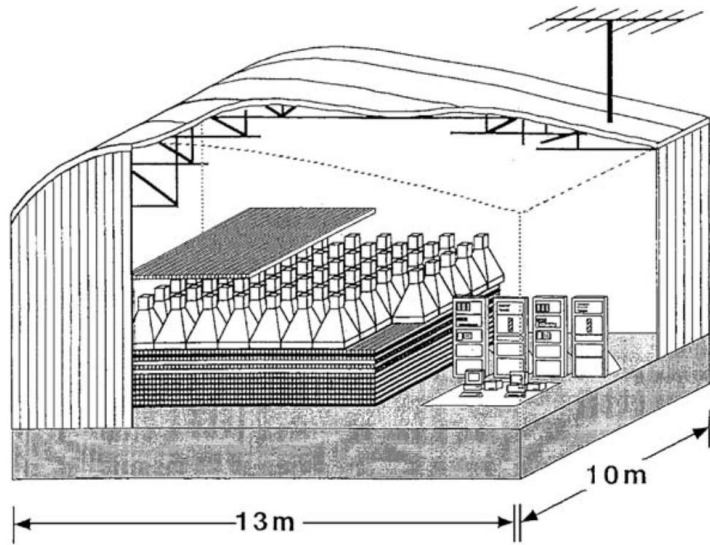
Schematic view of Akeno Muon telescope



Пропорциональные трубки
Площадь одного модуля 25 м²
Общая площадь 75 м²
Пороговая энергия 1 ГэВ
Поглотитель: бетонные блоки
Высота над ур. моря: 900 м



Norikura



Пропорциональные трубки
Общая площадь 64 м²
Пороговая энергия 42 МэВ
Поглотитель: Свинец 5 мм
Высота над ур. моря: 2770 м

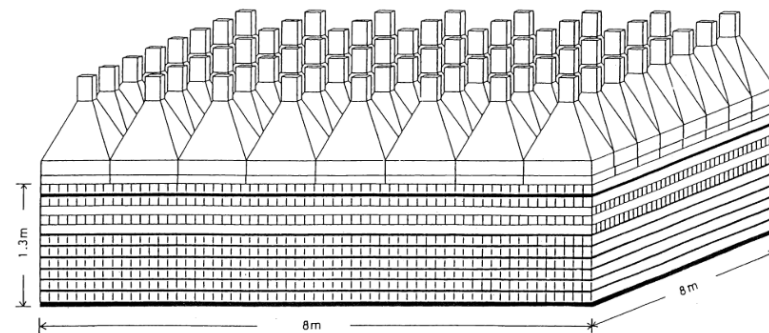
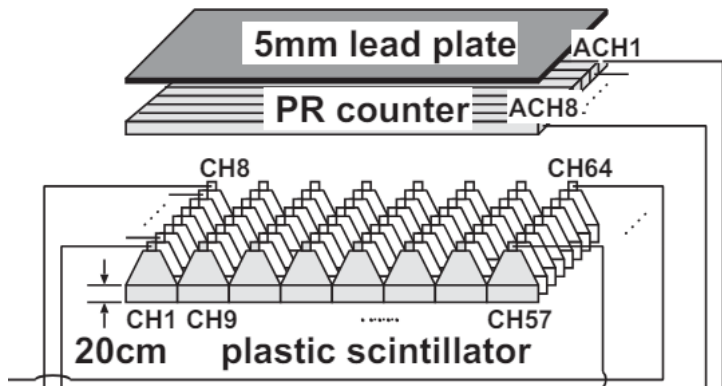
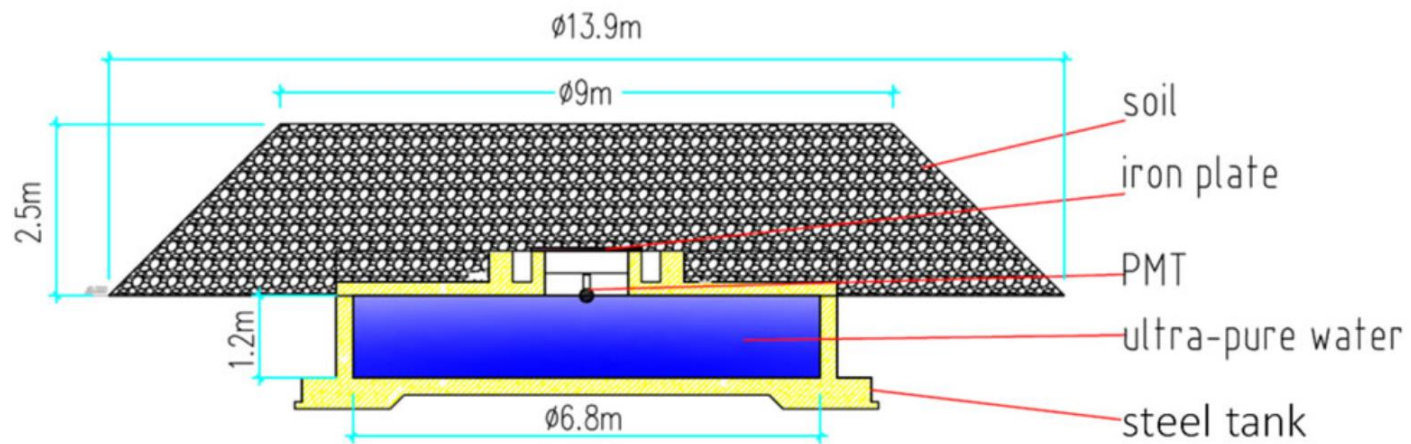
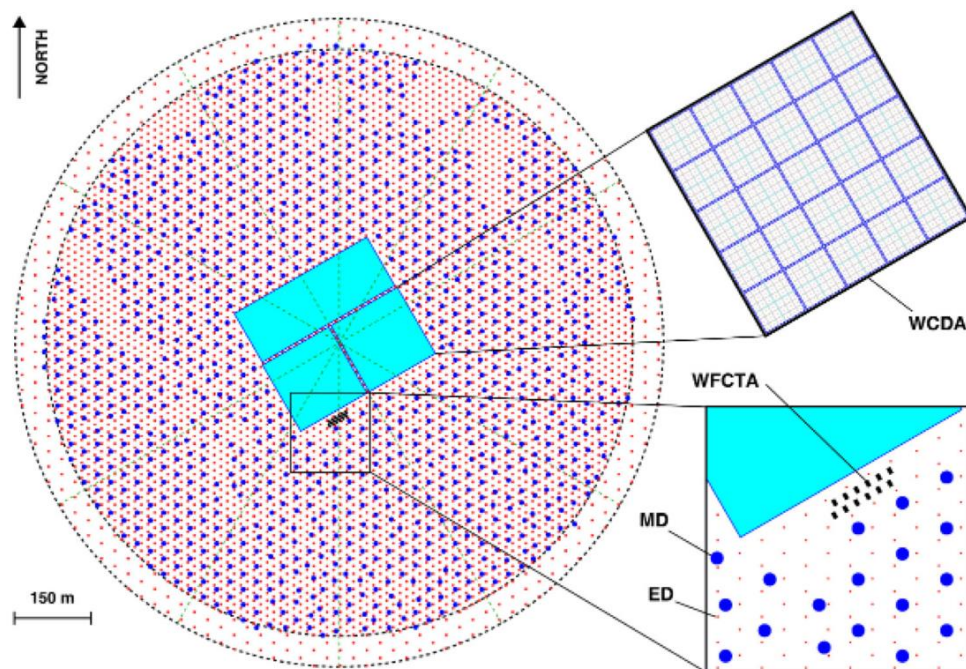


Fig.1 The full scale telescope #2 with a planned area of 64 m².
It consists of 64 scintillators and 80x10 proportional counters.

LHAASO-KM2A



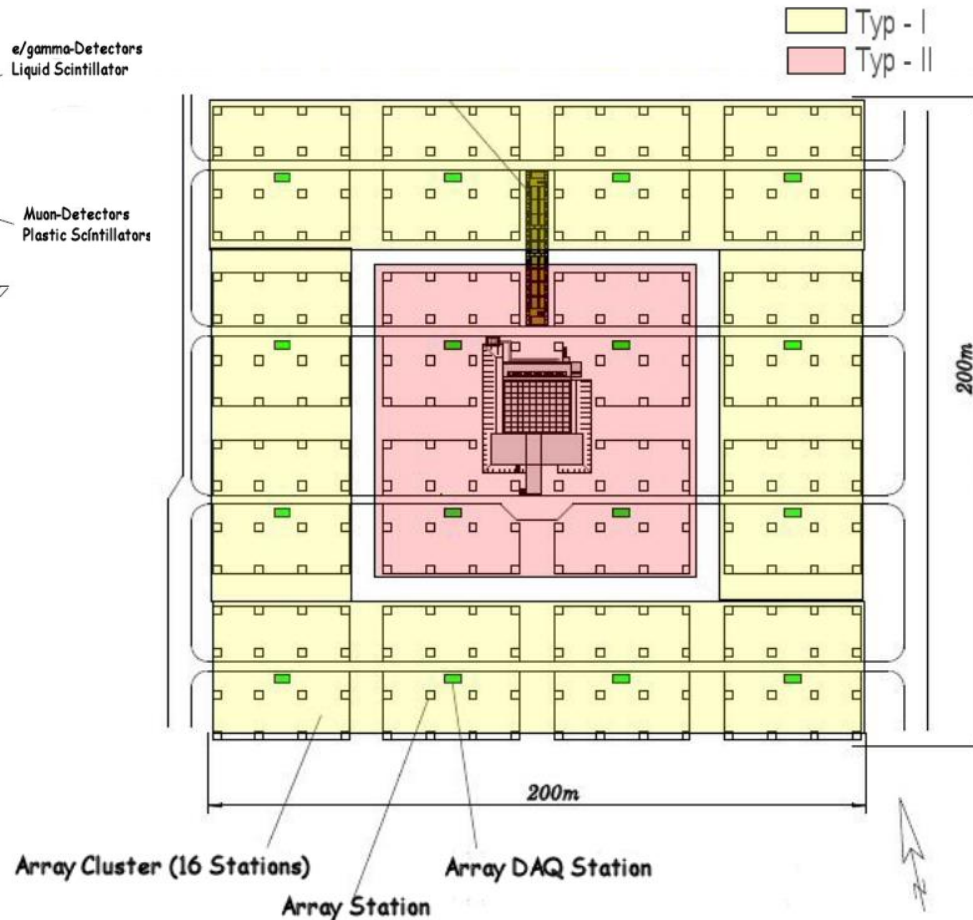
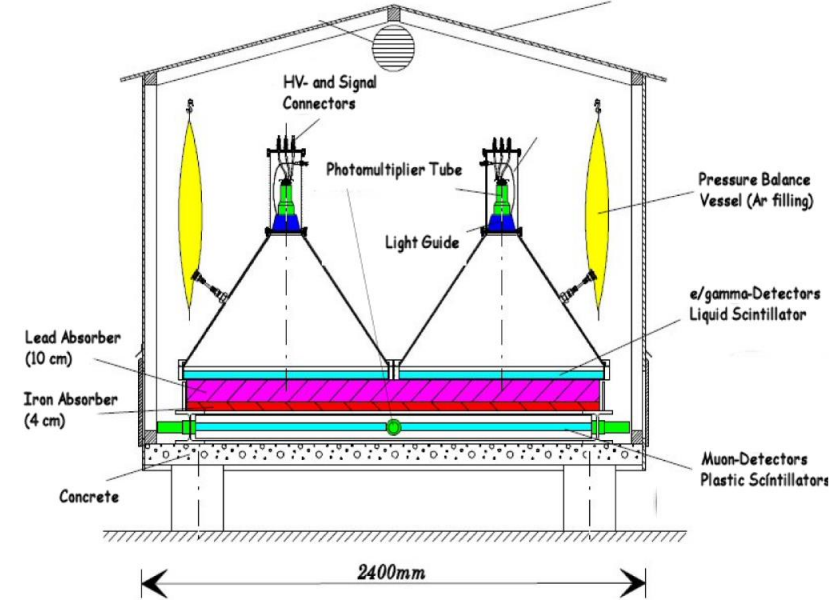
Черенковский счётчик
Общая одного 36 м^2
Общая площадь 1.3 км^2
Пороговая энергия 1 ГэВ
Поглотитель: грунт 2.5 м
Высота над ур. моря: 4410 м



KASCADE-Grande

Type-I Station

Detector Station



Сцинтилляционный счётчик

Общая одного 3.2 м²

Общая площадь 0.08 км²

Пороговая энергия 230 МэВ

Поглотитель: Свинец 10 см,
Железо 4 см

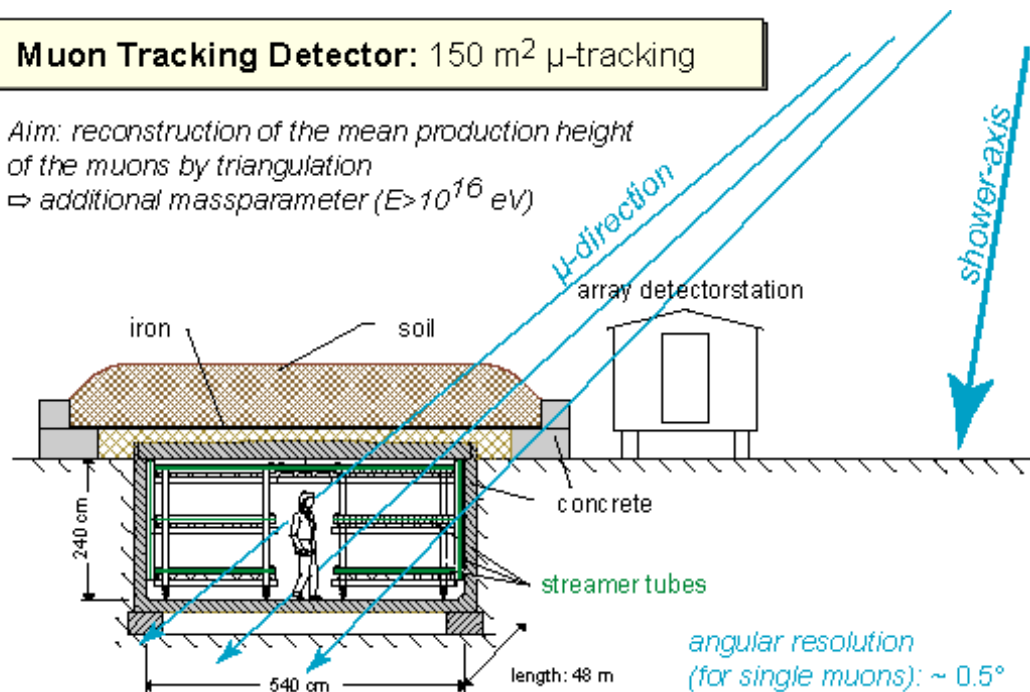
Высота над ур. моря: 110 м

KASCADE-Grande

Muon Tracking Detector: 150 m² μ -tracking

Aim: reconstruction of the mean production height of the muons by triangulation

⇒ additional massparameter ($E > 10^{16}$ eV)



angular resolution (for single muons): $\sim 0.5^\circ$

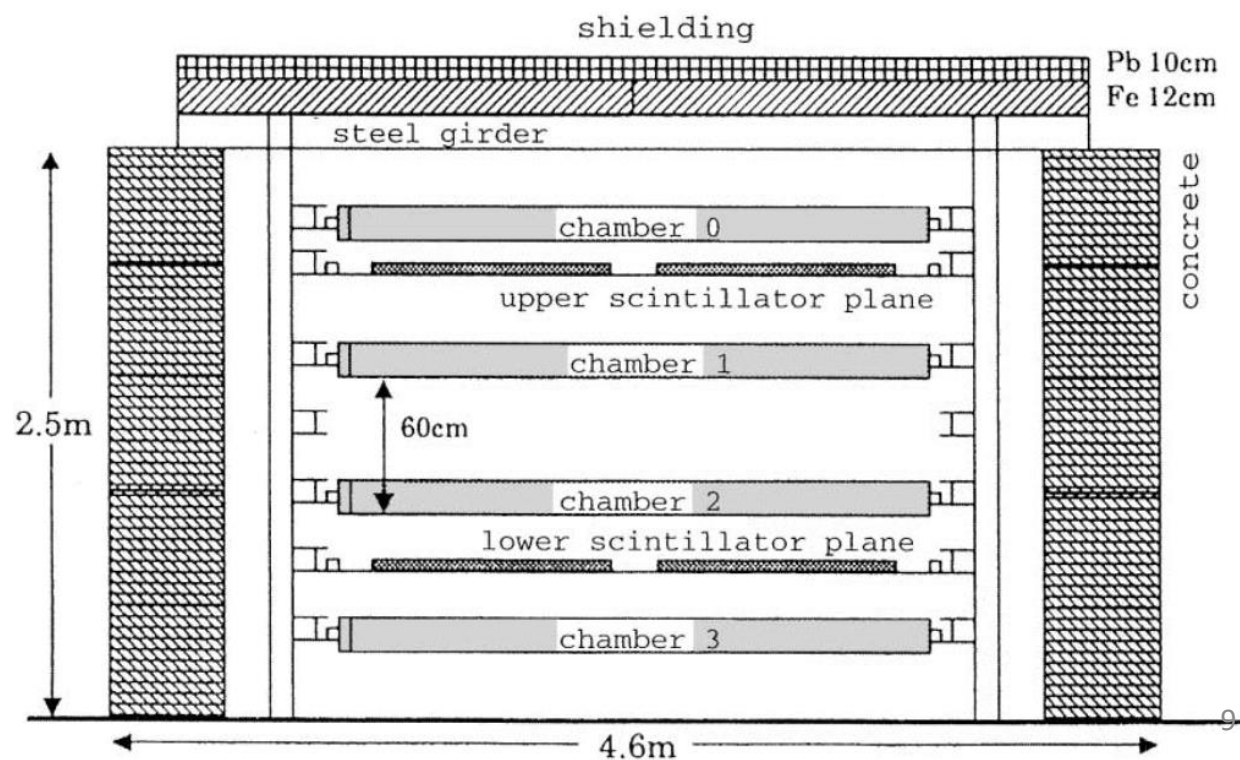
Стримерные трубки

Общая площадь 150 м²

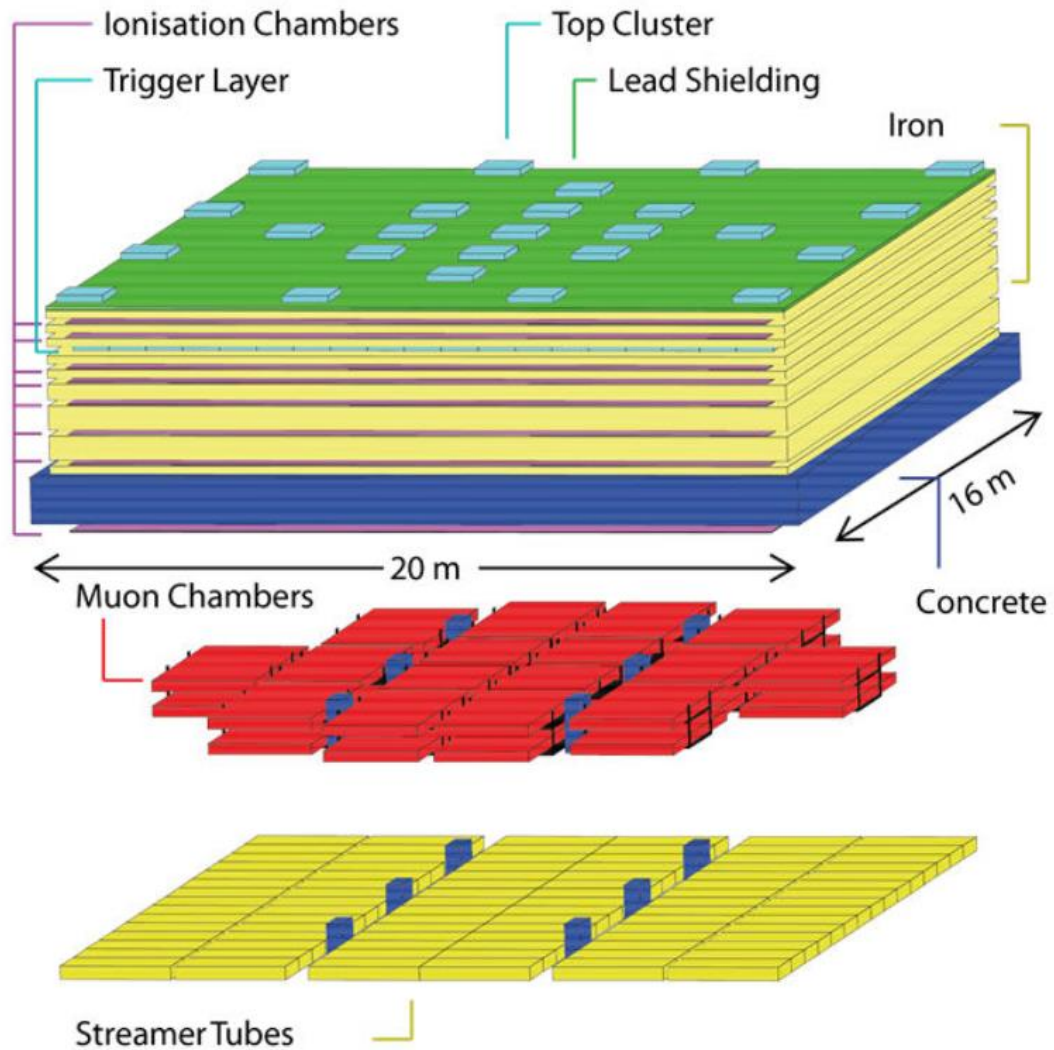
Пороговая энергия 0.4 ГэВ

Поглотитель: Свинец 10 см, Железо 12 см

Высота над ур. моря: 110 м



KASCADE-Grande



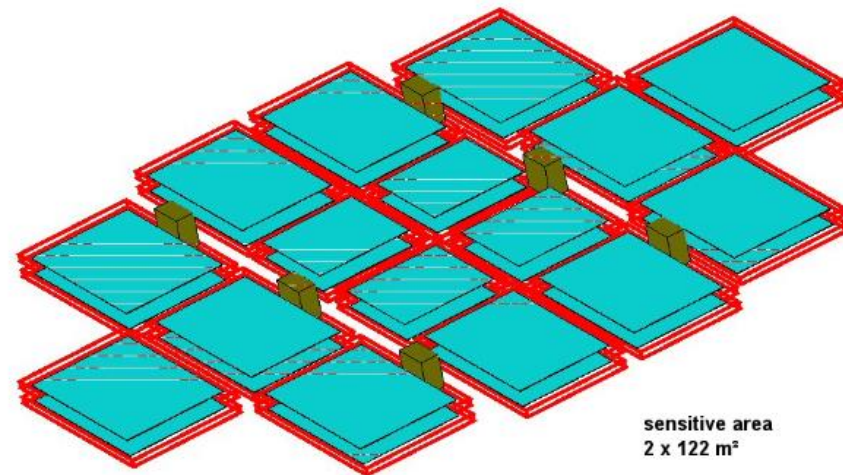
Стримерные трубки

Общая площадь 122 m^2

Пороговая энергия 2.4 ГэВ

Поглотитель: свинец, железо, бетон

Высота над ур. моря: 110 м



Ковёр 2

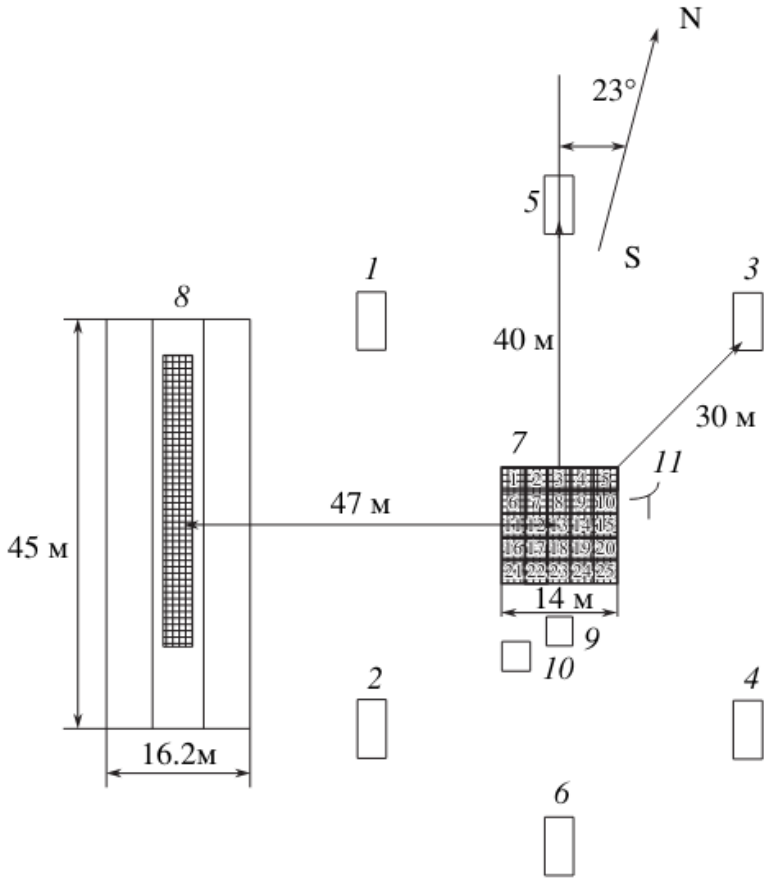
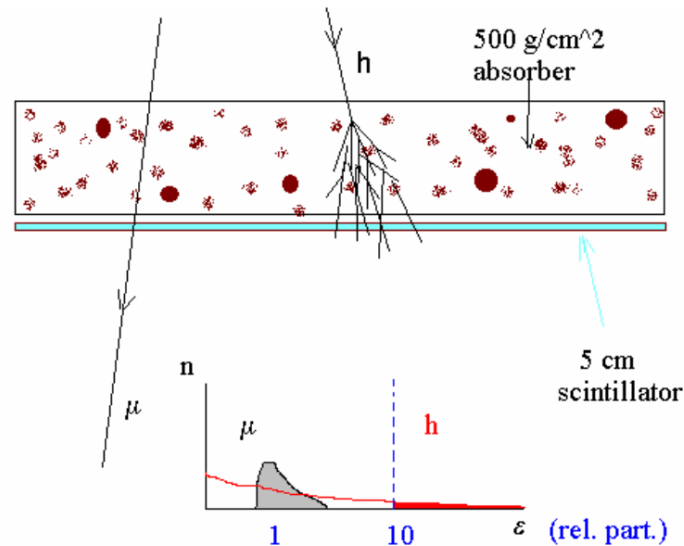
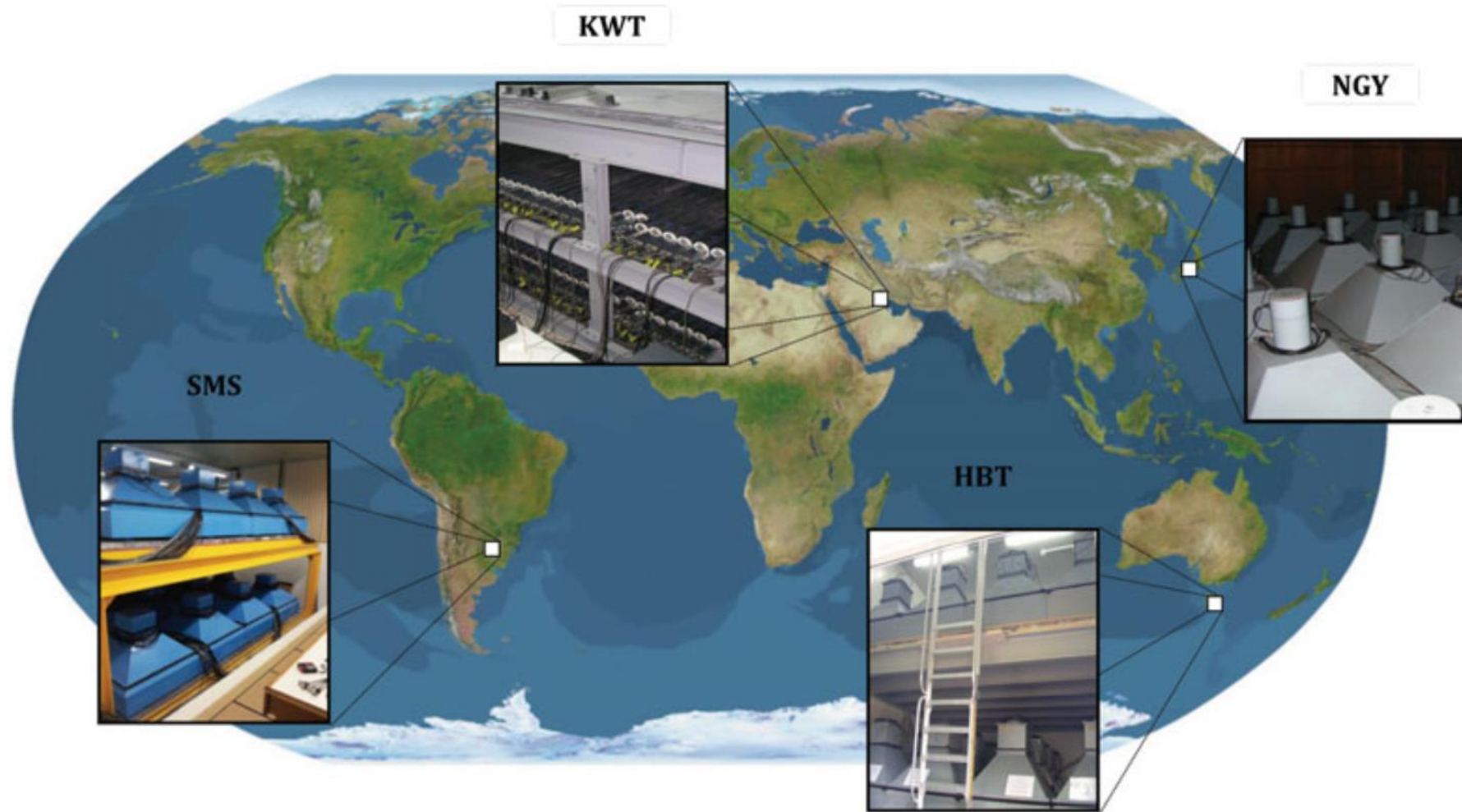


Рис. 1. План установки «Ковёр-2»: 1–6 – выносные сцинтилляторы, площадью по 9 м²; 7 – центральный «Ковёр» сцинтилляторов (200 м²); 8 – мюонный детектор (175 м²); 9 – детектор тепловых нейтронов (0.7 м²); 10 – нейтронный монитор (БНМ64); 11 – черенковский детектор.



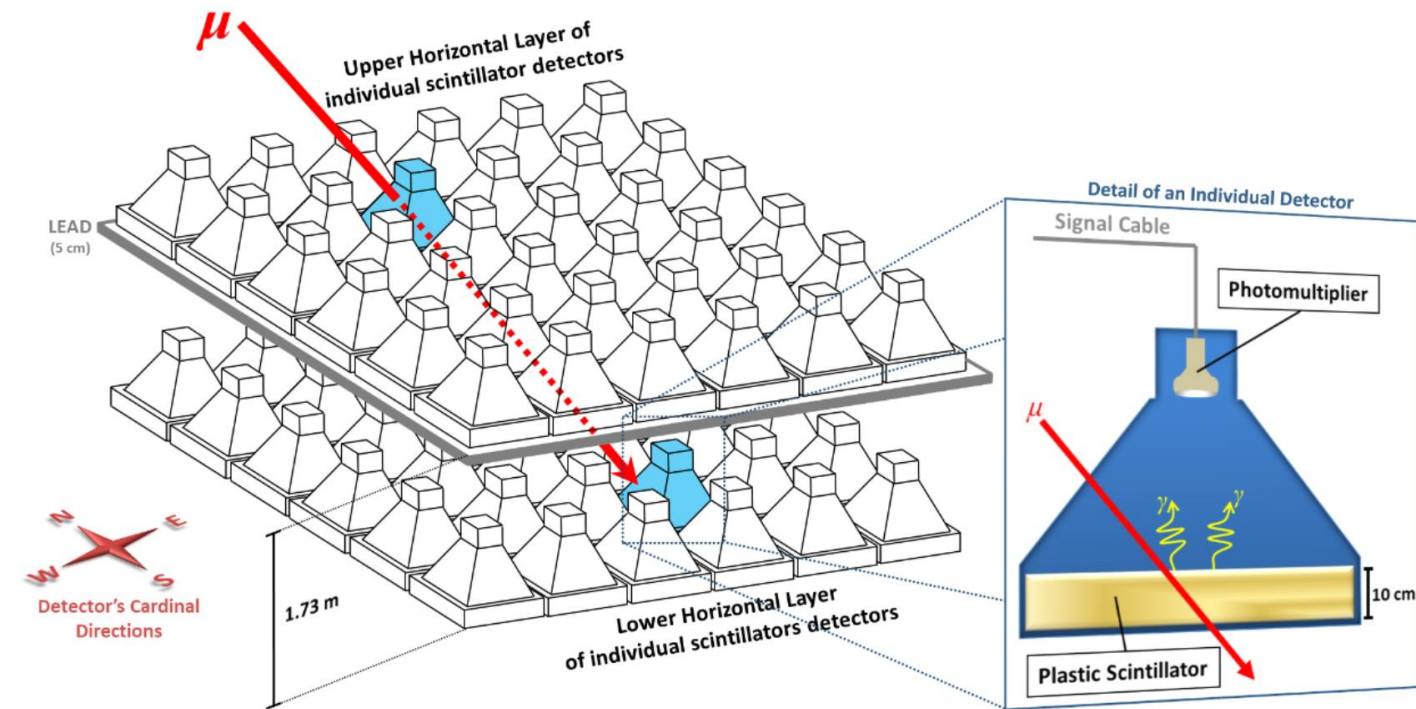
Сцинтилляционный счётчик
 Общая площадь 175 м²
 Пороговая энергия 1 ГэВ
 Поглотитель: грунт
 Высота над ур. моря: 1700 м

Global Muon Detector Network (GMDN)



Nagoya, Japan (NGY), Hobart, Australia (HBT), Kuwait City, Kuwait (KWT) and Sao Martinho da Serra, Brazil (SMS)

Global Muon Detector Network



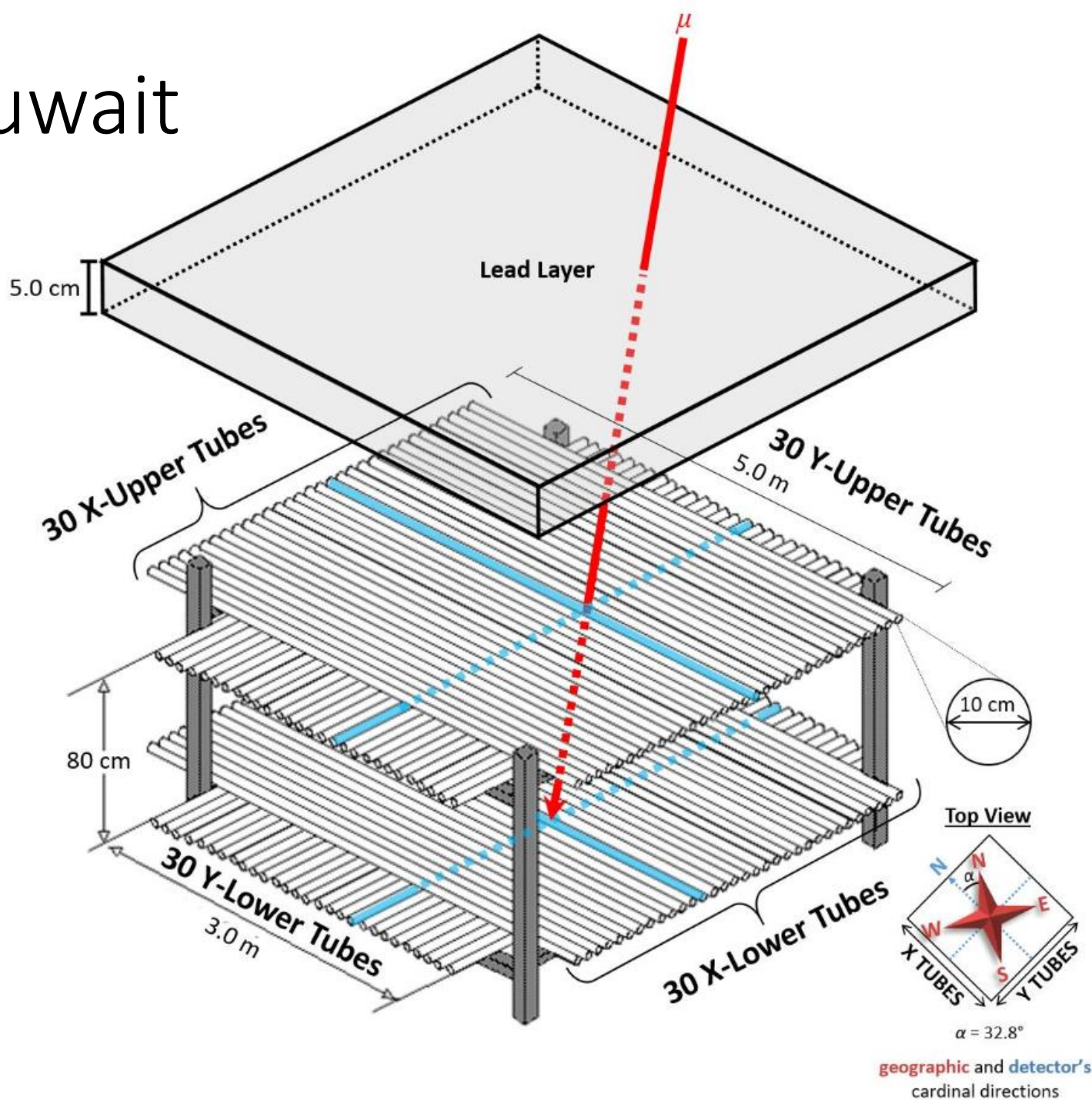
Сцинтилляционный счётчик

Общая: NGY 36 м², НВТ 16 м², SMS 36 м²

Пороговая энергия 64 МэВ

Поглотитель: Свинец 5 см

Kuwait



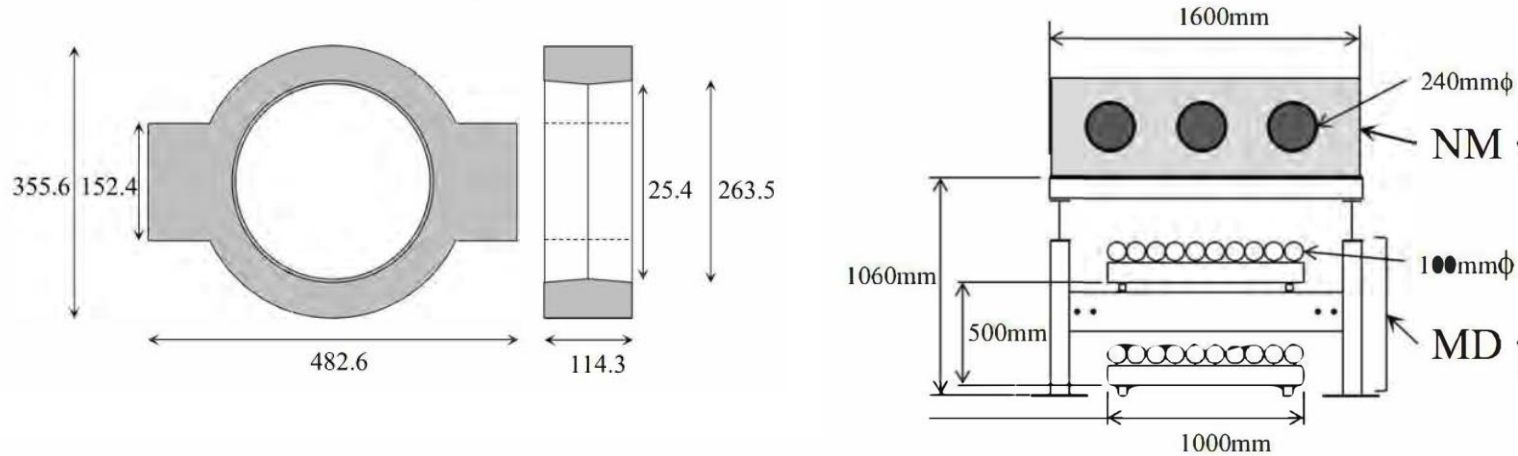
Пропорциональные трубки

Общая площадь 15 м²

Пороговая энергия 64 МэВ

Поглотитель: Свинец 5 см

Syowa



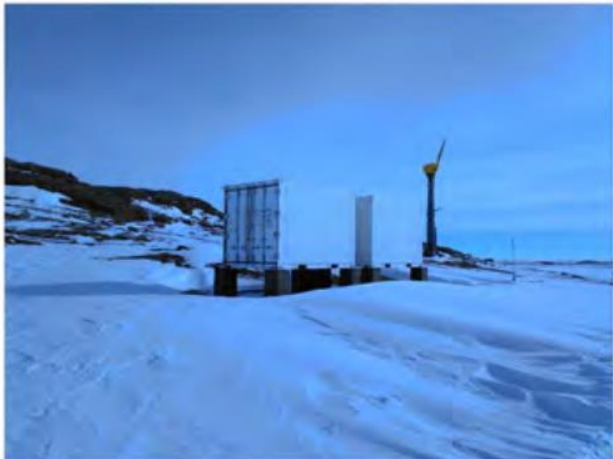
Пропорциональные трубки

Общая площадь 2 м^2

Пороговая энергия $\sim 120 \text{ МэВ}$

Поглотитель: Свинец от 9 до 15 см

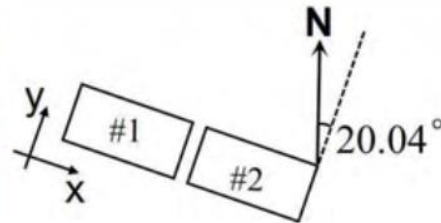
Высота над ур. моря: 27.4 м



(a)



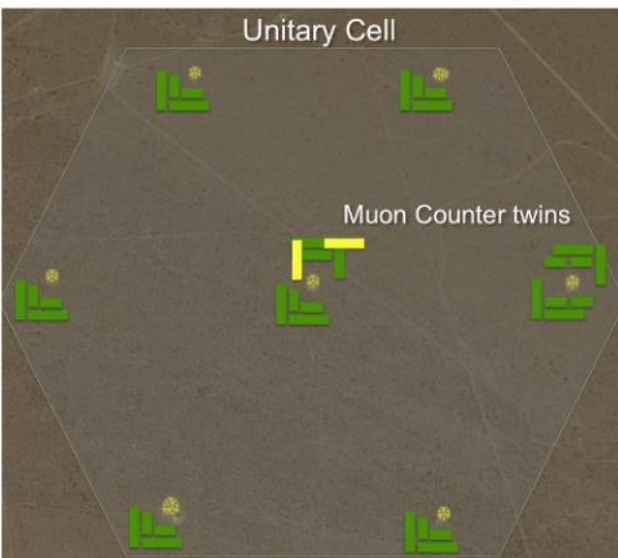
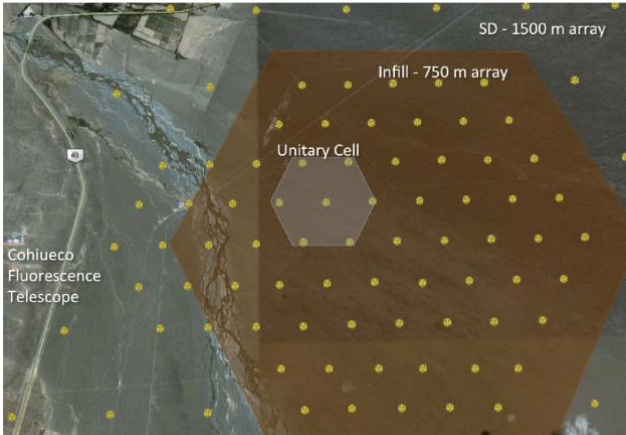
Alt. 24.7 m
Lat. 69.01° S
Lon. 39.59° E



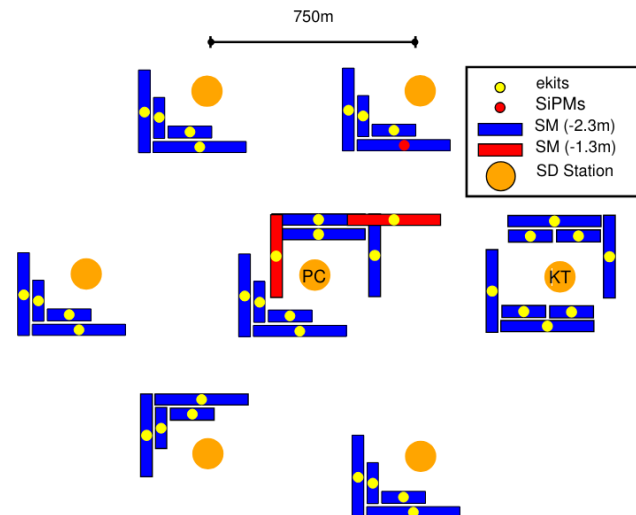
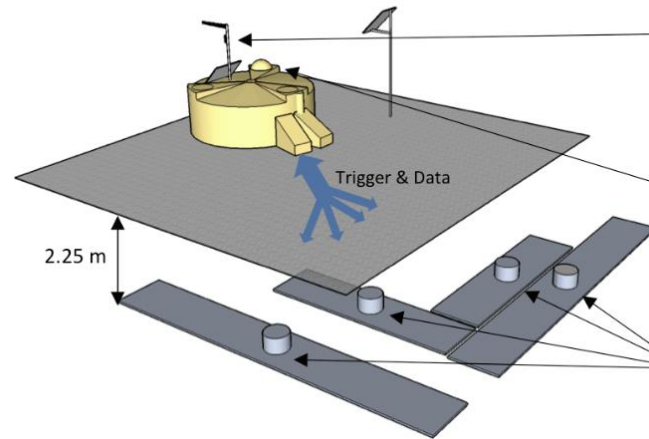
(b)

Pierre Auger Observatory

AMIGA



UC muon counter station



Сцинтилляционный счётчик
 Общая одного 10 м² и 20 м²
 Пороговая энергия ~0.5 ГэВ
 Поглотитель: грунт 2.25 м
 Высота над ур. моря: 1400 м

Эксперимент	Тип детектора	$S_{\text{one}}/S_{\text{total}}$ м ²	Местоположение, и высота над ур. моря	Пороговая энергия,	Материал поглотителя
GRAPES-3	Пропорциональные трубки	36/560	Индия 11.4°N, 76.7°E 2200 м	1 ГэВ	Бетонные блоки 2 м
Norikura	Пропорциональные трубки	64	Япония 2770 м	> 42 MeV	Свинец 5 мм
Akeno Muon Observation	Пропорциональные трубки	25/75	Япония 900 м	1 ГэВ	Бетонные блоки 2 м
KASCADE-Grande Array	Сцинтилятор	3.2	Германия 49,1°N, 8,4°E 110 м	230 МэВ	Свинец 10 см Железо 4 см
KASCADE Muon Traking Detector	Стримерные трубки	129	Германия 49,1°N, 8,4°E 110 м	0.4 ГэВ	Свинец 10 см Железо 12 см
KASCADE-Grande Calorimeter	Стримерные трубки	122	Германия 49,1°N, 8,4°E 110 м	2.4 ГэВ	Свинец , Железо, Бетон
Global Muon Detector Network (NGY, HBT и SMS)	Сцинтилятор	36, 16, 36	Япония, Нагоя Австралии, Хобарт Сан-Мартинью-да-Серра, Бразилии	64 МэВ	Свинец 5 см
Kuwait	Пропорциональные трубки	15	Эль-Кувейт	64 МэВ	Свинец 5 см
Ковёр 2	Сцинтилятор	175	Байкал	1 ГэВ	Гора/грунт
LHAASO-KM2A	Черенковский	36/1300	Сычуань, Китай 4410 м	1 ГэВ	Грунт 2.5 м
Syowa	Пропорциональные трубки	2	Антарктида 69.01°S, 39.59°E 27.4 м	~120 МэВ	Свинец от 9 см до 15 см
AMIGA Pierre Auger Observatory	Сцинтилятор	10, 20	Маларгуэ, Аргентина 35°12'24"S 69°18'57"W 1400 м	~0.5 ГэВ	Грунт 2.25 м

Спасибо за внимание

Докладчик : Трошин Иван Юрьевич
Почта: ITroshin@mephi.ru

KASCADE-Grande

KAarlsruhe Shower Core and Array DEtector – Grande



KASCADE-Grande



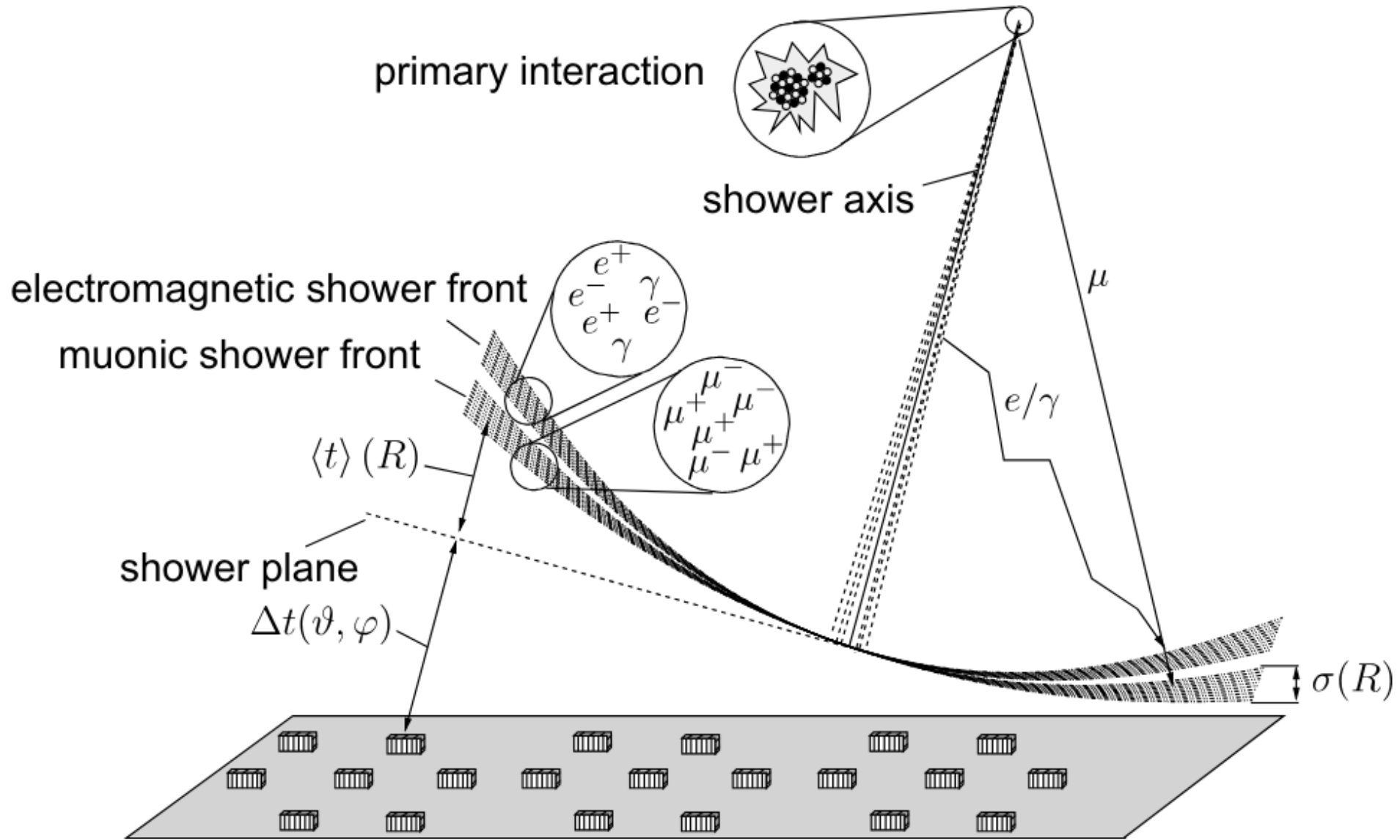
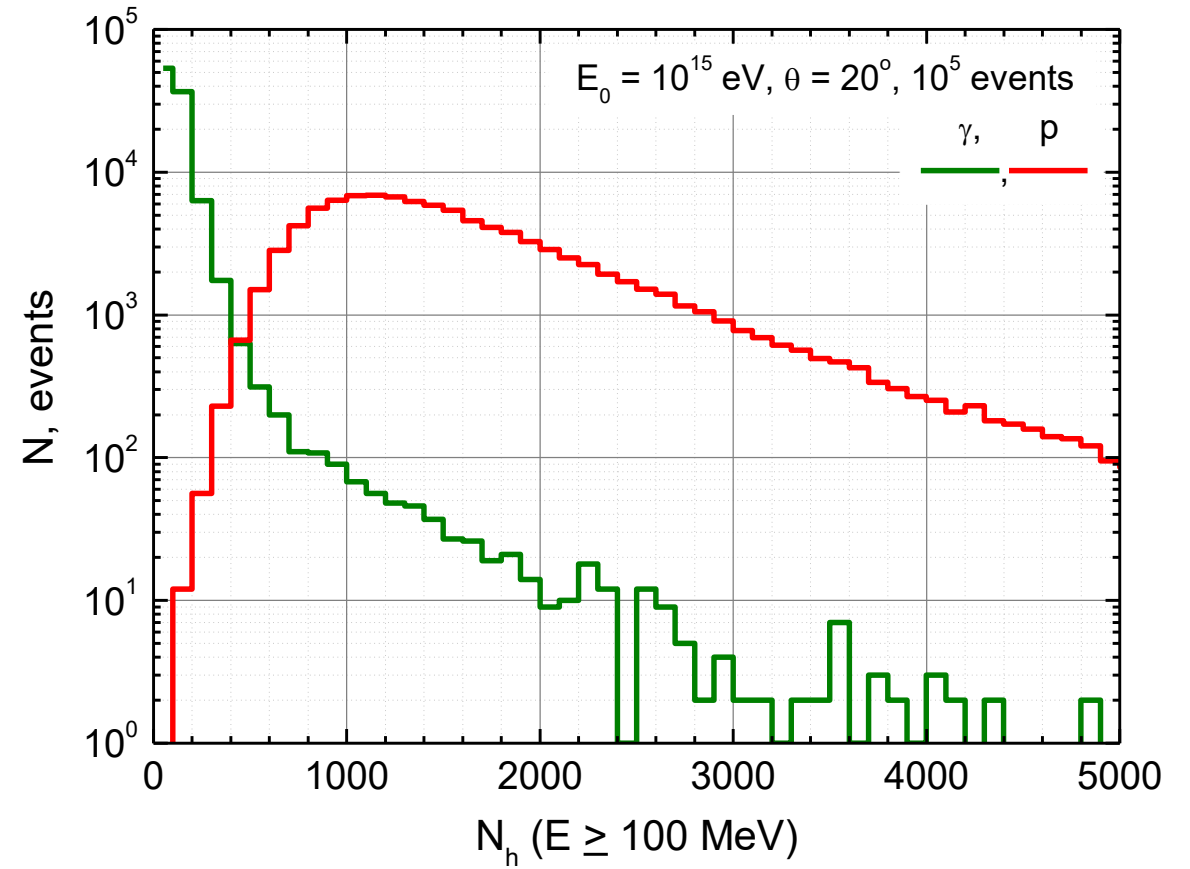
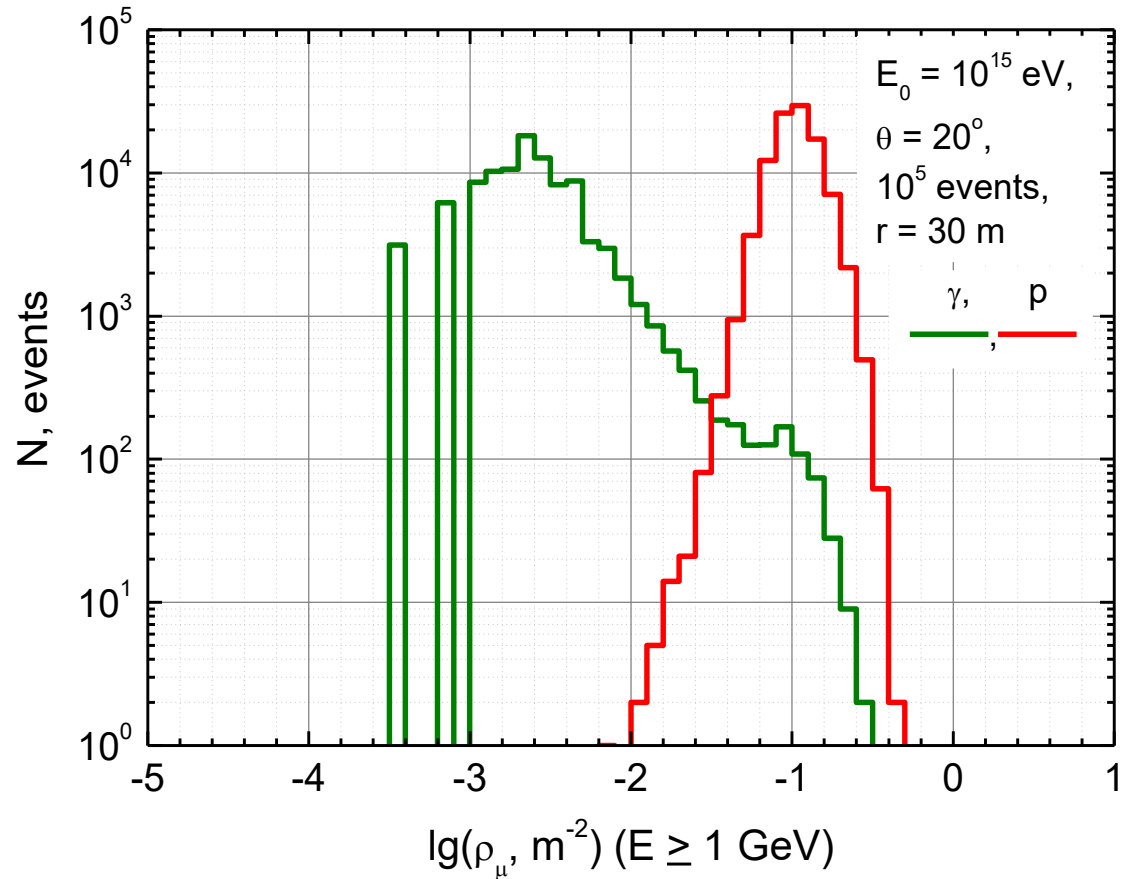
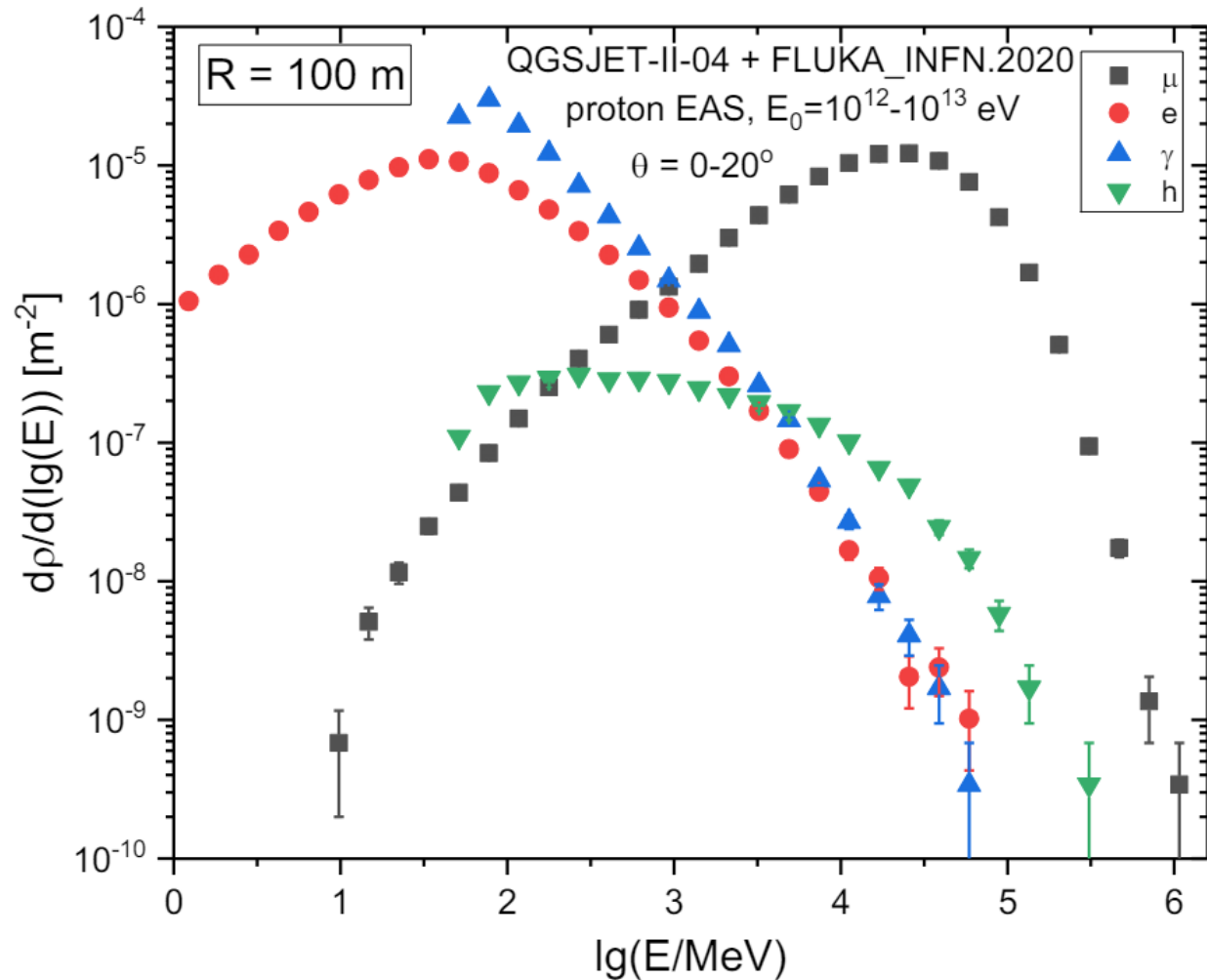


Fig. 3. Scheme of the shower development in the atmosphere (see text for details).

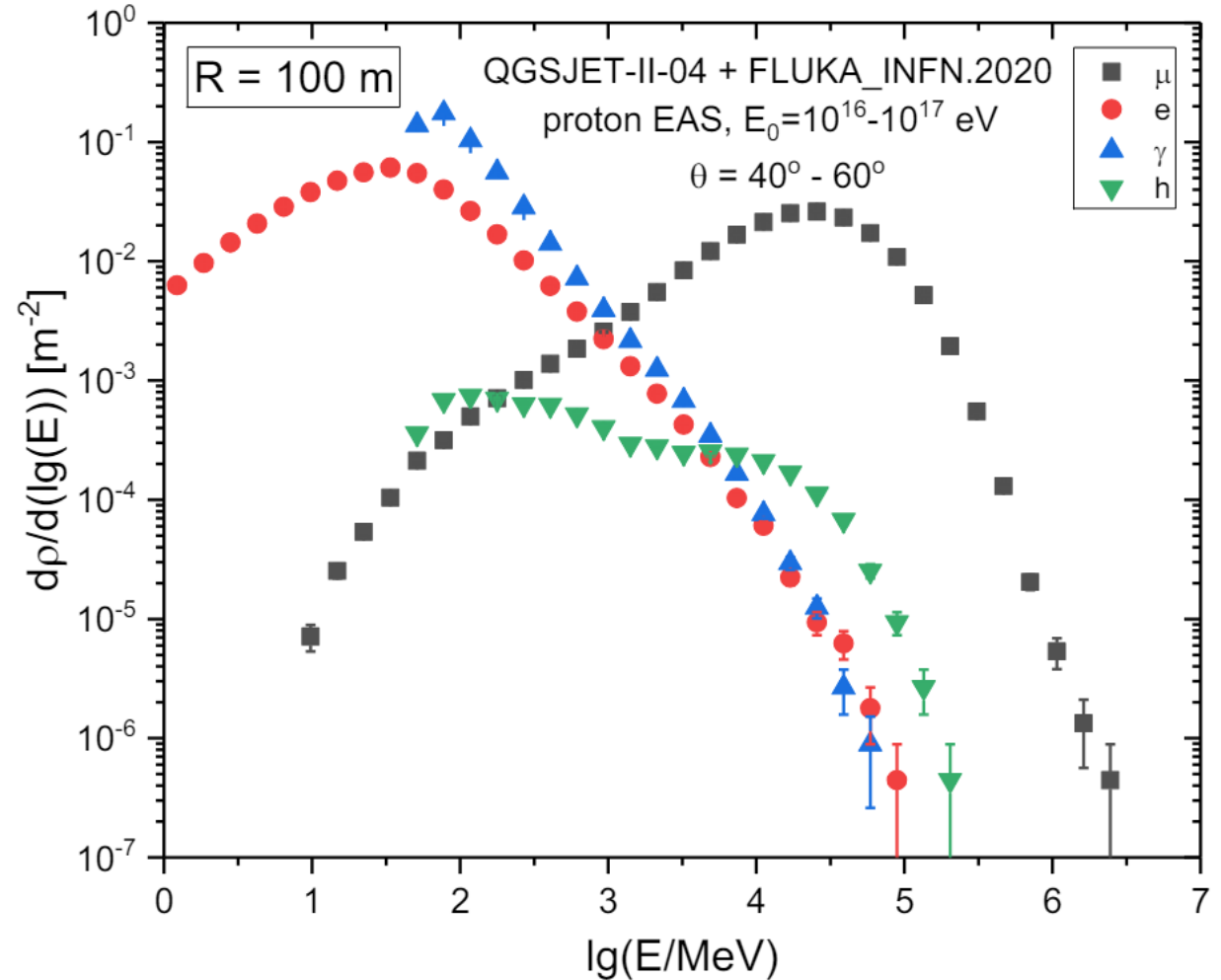
Распределения ШАЛ от p и γ



Энергии частиц в ШАЛ

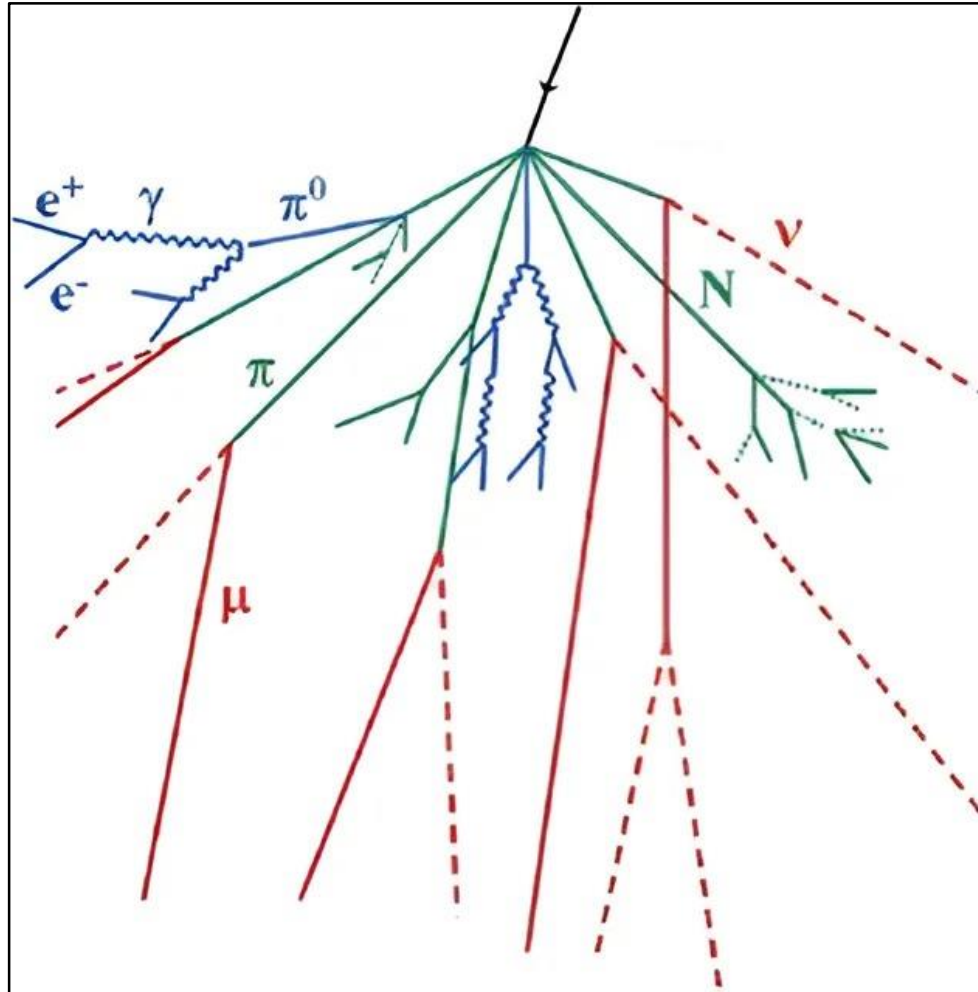


Зависимость плотности частиц в ШАЛ от энергии частиц на расстоянии 100 м от оси ШАЛ от первичного протона с энергией 1-10 ТэВ



Зависимость плотности частиц в ШАЛ от энергии частиц на расстоянии 100 м от оси ШАЛ от первичного протона с энергией 10-100 ПэВ

Широкий атмосферный ливень



Компоненты ШАЛ:

- Мюонная
- Электрон-фотонная
- Адрона

Extensive air showers

