

# Якутск. Мюонный спектрограф.

(Институт космических исследований и аэронавтики)

Спектрограф космической лучей (ионизационная камера, 4 мюонных телескопа) создан в 1957 году в Якутске. Мюонные телескопы комплекса установлены на поверхности земли и в шахте на уровнях 7, 20 и 40 м в.э. Геометрия детектора была полностью сохранена после перевода детекторов в новую шахту и его модернизации.



Экспериментальное здание комплекса детекторов. По периметру видны хладоэлементы длиной 10 м для поддержания верхнего слоя грунта в состоянии вечной мерзлоты.



# Якутск. Основные направления научных исследований.

Основные направления научных исследований коллектива:

- изучение процессов ускорения и распространения солнечных частиц в различных циклах солнечной активности (детали);
- изучение долговременной модуляции галактических космических лучей в гелиосфере;
- исследование динамики векторной анизотропии космических лучей во время нестационарных явлений в солнечном ветре;
- исследование динамики тензорной анизотропии космических лучей во время нестационарных явлений в солнечном ветре;
- прогноз космической погоды;
- совершенствование и развитие ядерно-физического эксперимента.

Основные публикации можно найти ниже: [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#), [\[5\]](#)

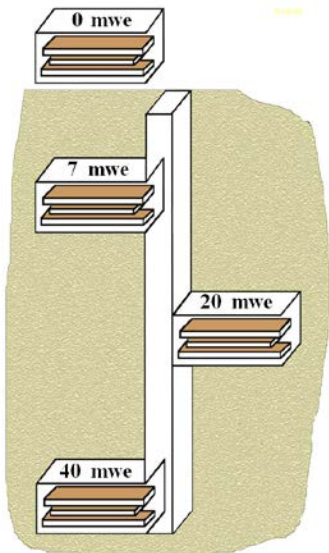
# Yakutsk. Особенности станции.



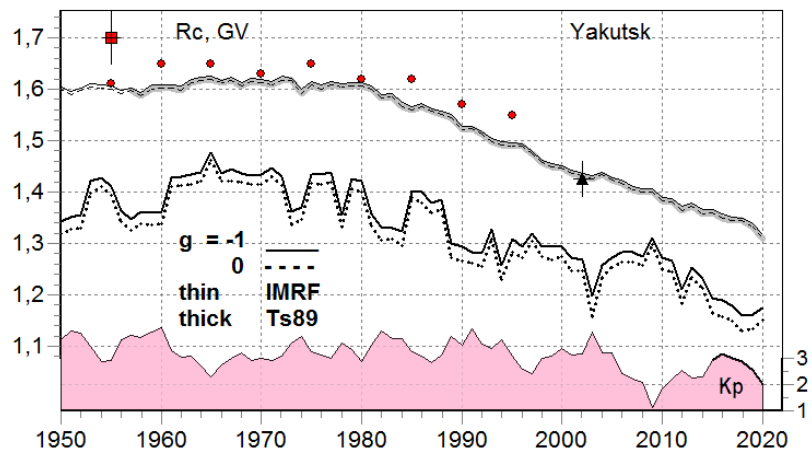
Уникальностью комплекса детекторов космических лучей Якутск является наличие большого числа детекторов ионизирующего излучения и однотипных телескопических систем, особо расположенных в шахте, что представляет собой спектрограф космических лучей, позволяющий определять спектр космических лучей в области энергий от 2 до 300 ГэВ.



Спектрограф КЛ позволяет значительно расширить круг решаемых космофизических задач.



# Yakutsk. Жесткость геомагнитного обрезания.



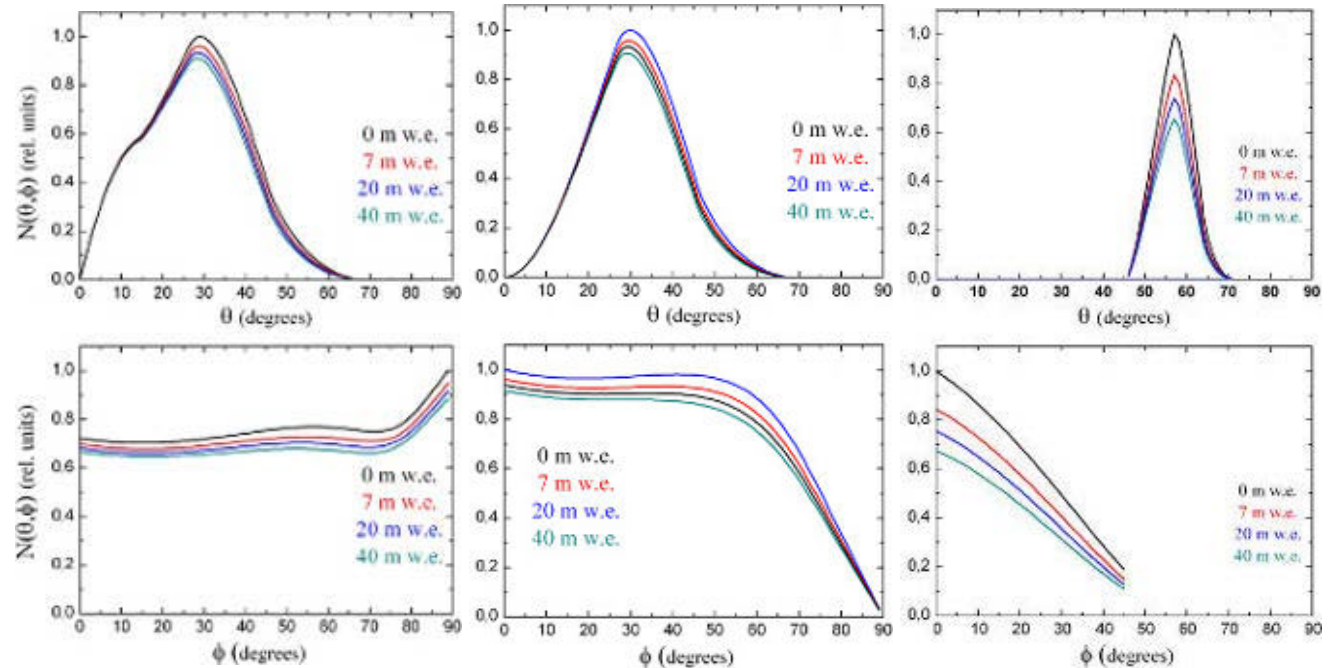
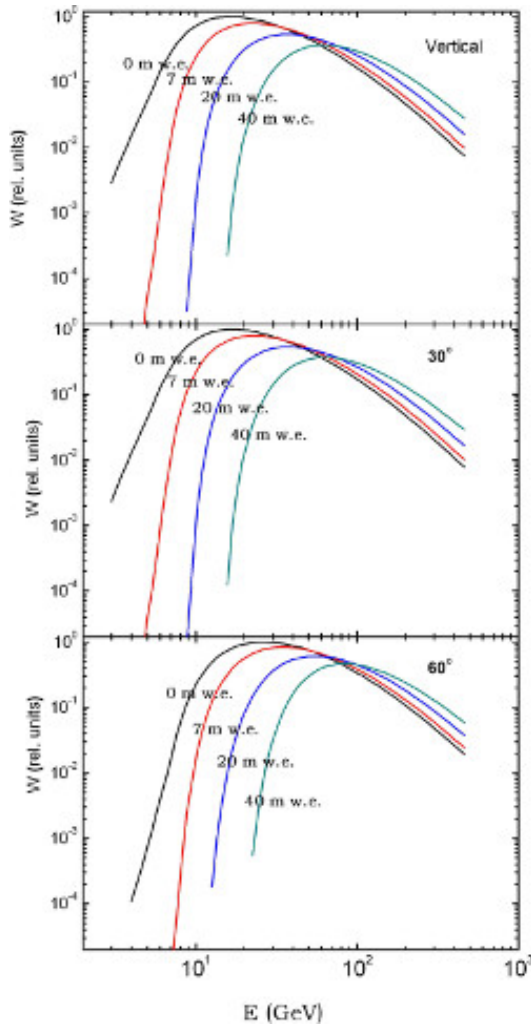
Изменение жесткости геомагнитного обрезания для станции Якутск. Модель магнитосферы IGRF с учетом пенумбры в приближении плоского ( $\gamma=0$ ) и степенного ( $\gamma=-1$ ) спектра вариаций космических лучей. ([детали](#))

# Приемные характеристики мюонных телескопов Якутского спектрографа КЛ им. А.И. Кузьмина (<http://ysn.ru/ipm/characteristics>)



Нормированные коэффициенты связи:

Зенитные и азимутальные диаграммы направленности для вертикали, 30° и 60°:

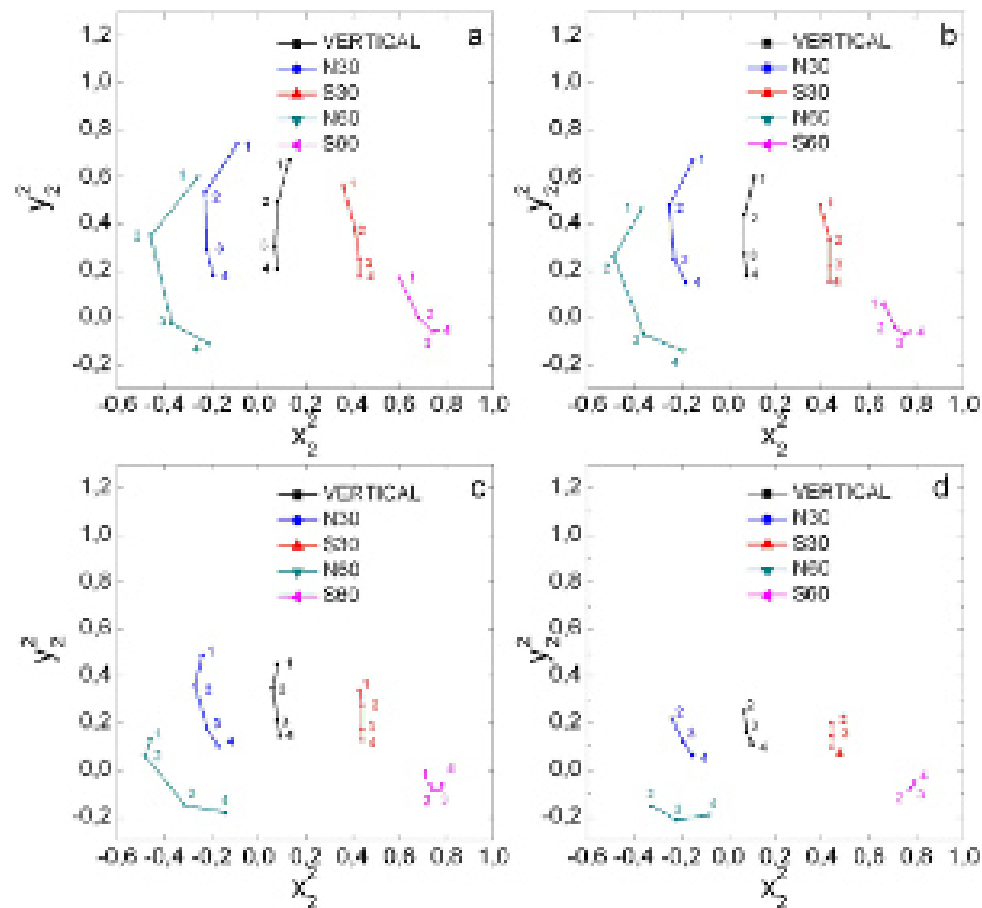
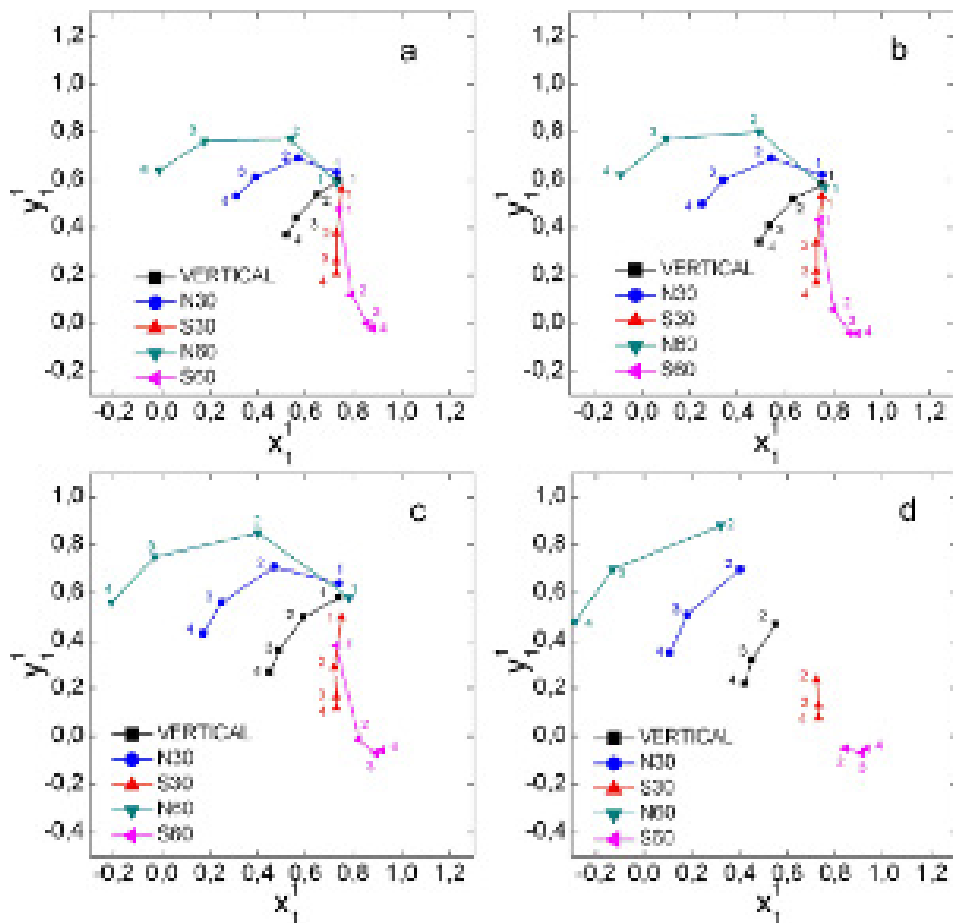


# Приемные векторы (описание)



для первой сферической гармоники  
функции распределения КЛ:

для второй сферической гармоники  
функции распределения КЛ:



# Yakutsk. Нейтронный монитор.



**Данные мониторинга нейтронной компоненты (и атмосферное давление):**

- часовое разрешение с 1957 года,
- пятиминутное разрешение за 1999-01-01 по 2004-04-02 год,
- минутное разрешение с 2004 года.

**Данные публикуются:**

- Yakutsk <http://www.ysn.ru/ipm/index.html>
- WDC for Cosmic Ray, Nagoya <http://center.stelab.nagoya-u.ac.jp/WDCCR/>
- **nmdb** real-time db for high resolution <http://www.nmdb.eu/>
- **idb** <http://cr0.izmiran.ru/yktk/main.htm>
- ftp **idb** <ftp://cr0.izmiran.ru/COSRAY!>

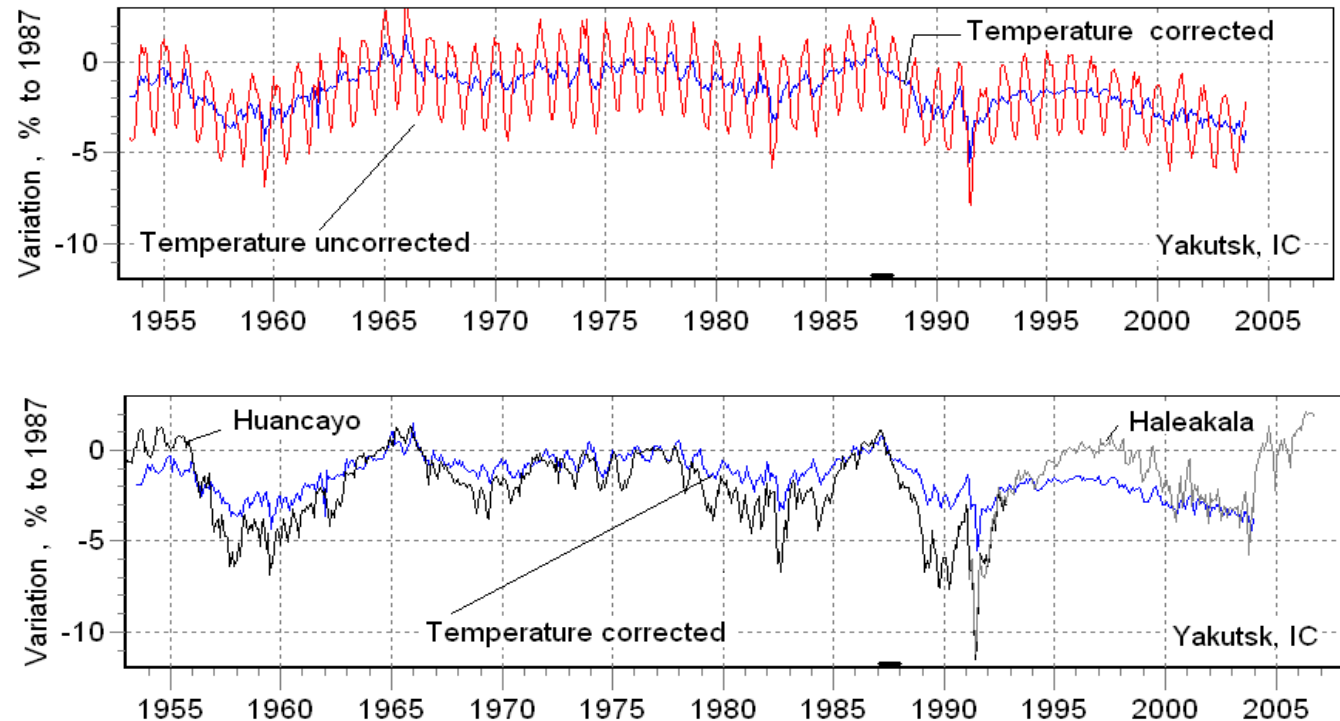
**Сайт Лаборатория космических лучей высоких энергий:**

<http://hecrlab.ysn.ru/index.php>

# Yakutsk. Ионизационная камера.



(широконаправленный детектор заряженных частиц объемом 950 л со свинцовым экраном, отсекающий мягкую компоненту).



Ионизационная камера Якутск. Верхняя панель – неисправленная и исправленная на температурный эффект скорость счета. Сравнение с данными нейтронного монитора Huancayo и Haleakala. Амплитуда сезонных и 11-ти летних вариаций сравнимы!



# Мюонные телескопы на газоразрядных счетчиках СГМ-14



3.5 m<sup>2</sup>, since 1973

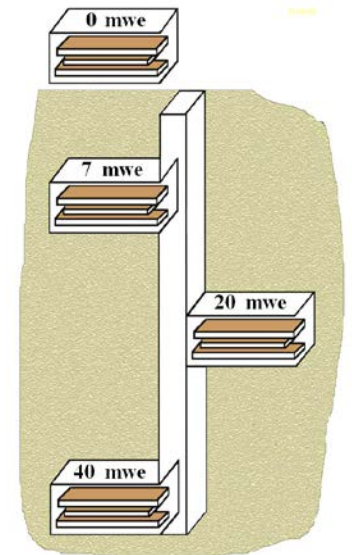
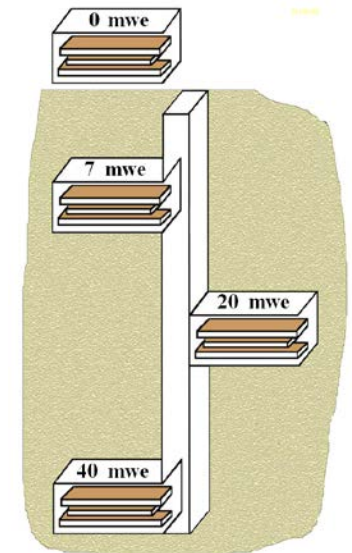
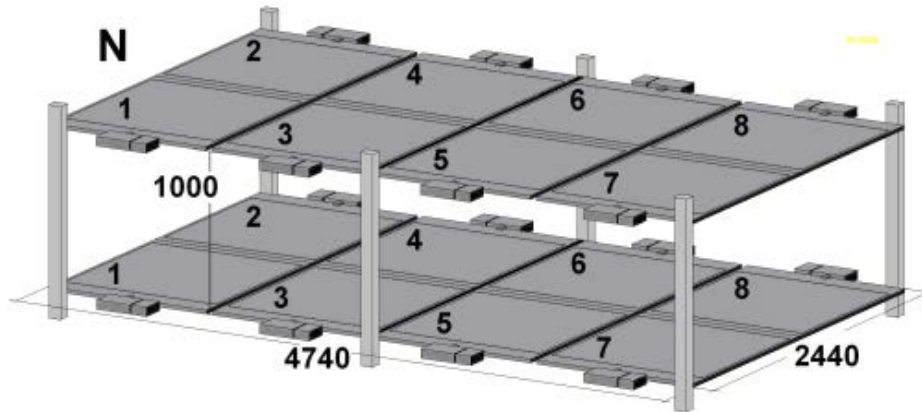


Схема расположения скрещенных телескопов Якутского наземного и подземных мюонных телескопов

# Сцинтилляционный мюонный телескоп



В настоящее время на всех уровнях дополнительно устанавливаются сцинтилляционные мюонные телескопы, основой которых являются сцинтилляционные счетчики с оптоволоконным съемом информации, с чувствительным объемом детектора  $1 \times 1 \times 0.03$  м<sup>3</sup> (детали [rus](#)).

**8 m<sup>2</sup>, since 2015**

Схема расположения скрещенных телескопов Якутского наземного и подземных мюонных телескопов