



Якутский научный центр

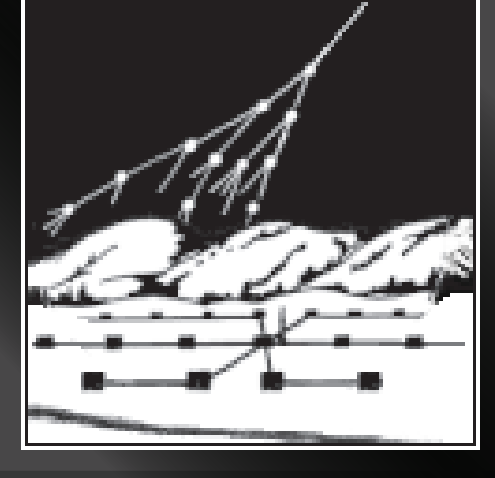


Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН

Лебедев К.Г., Ксенофонтов Л.Т., Глушков А.В., Стародубцев С.А., Сабуров А.В., Макарова Е.В., Иванов О.Н., Яковлев Б.В., Атласов Е.А., Иванов А.А., Матаркин С.В., Петров И.С., Боякинов А.Ф., Муксунов Н.Я., Слепцов И.Е., Кнуренко С.П., Красильников А.Д., Мохначевская В.П.

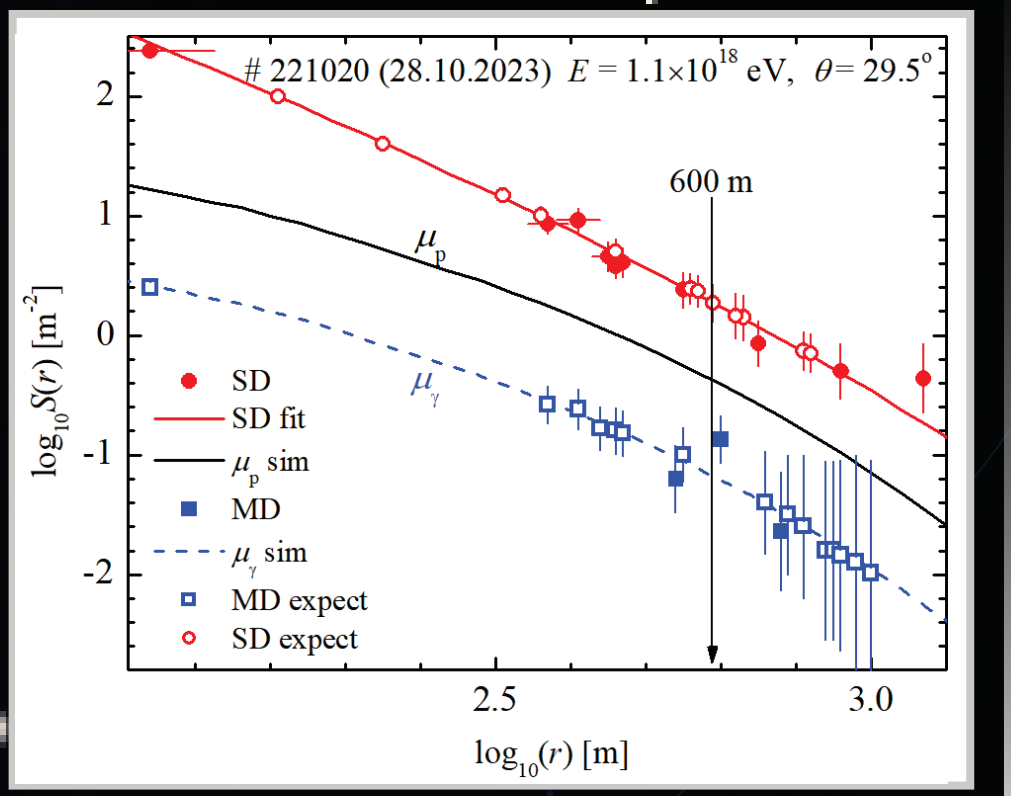
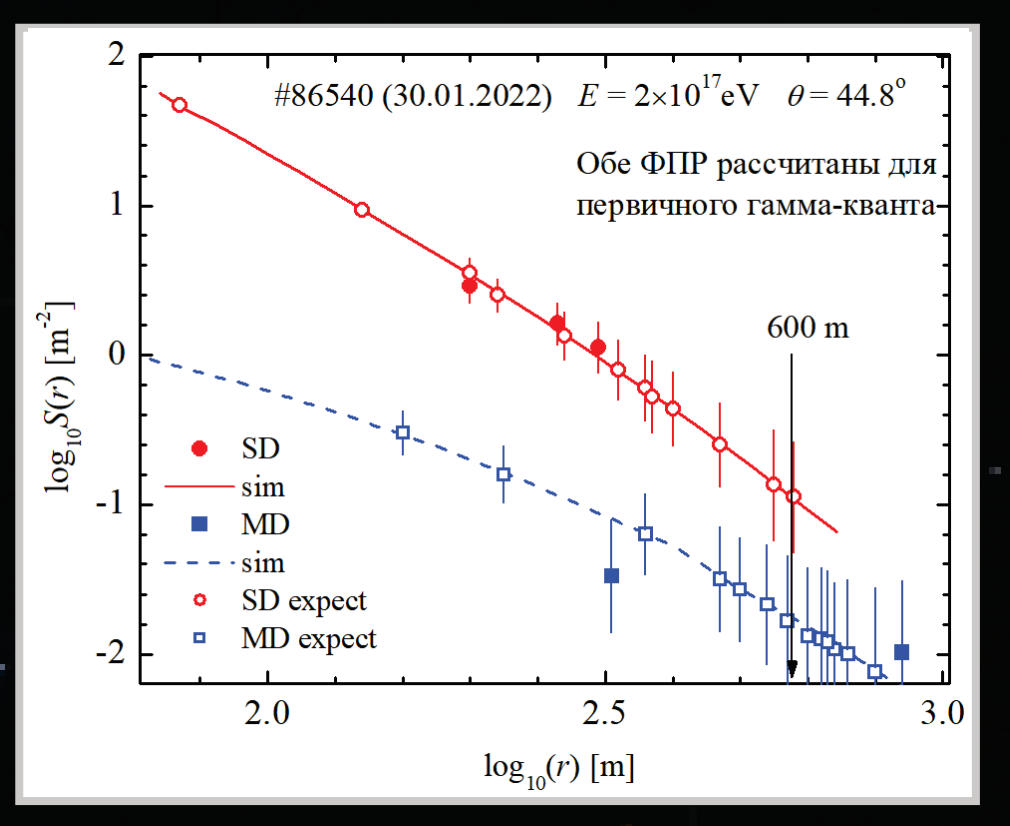
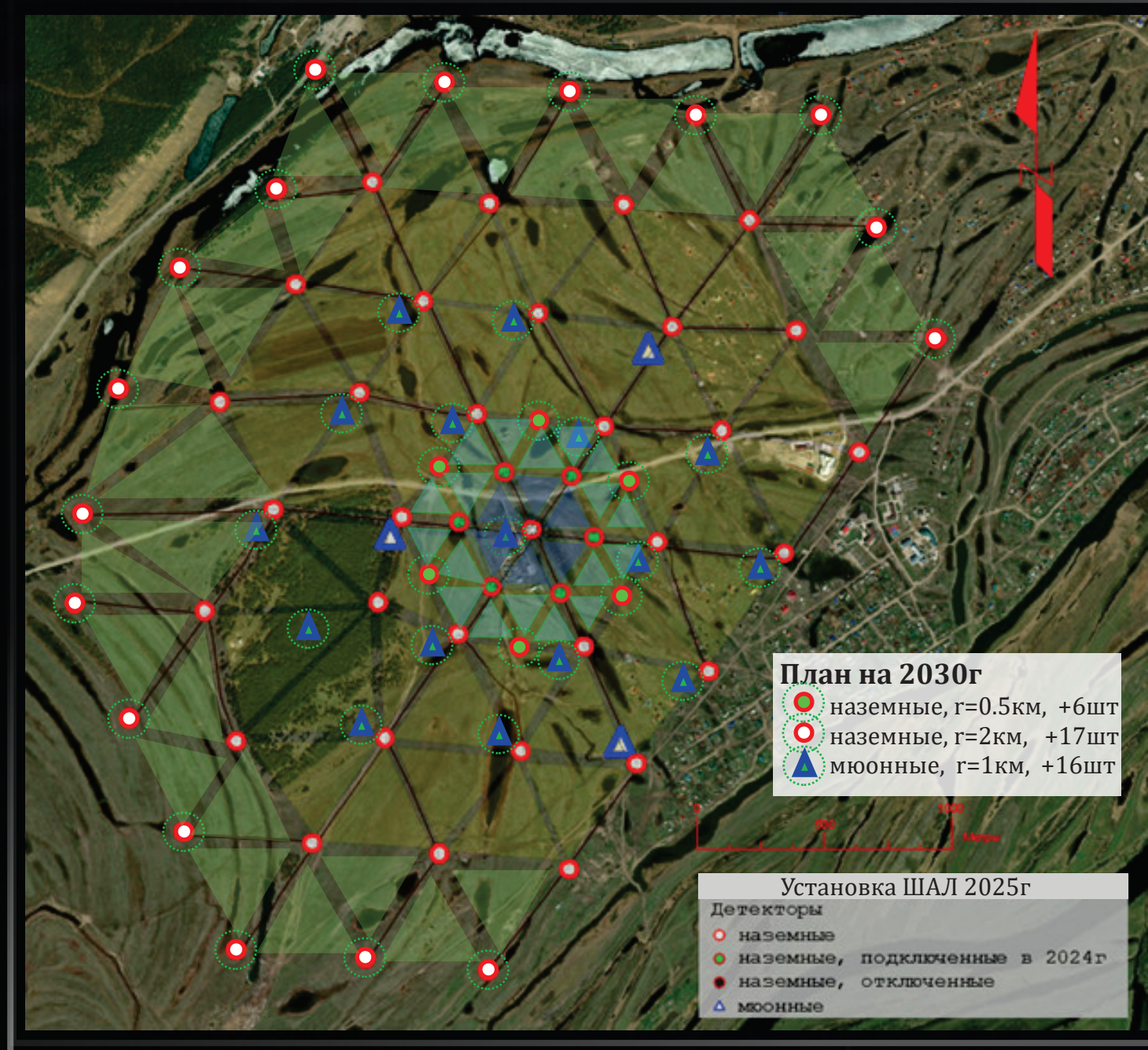
Якутская комплексная установка ШАЛ

текущее состояние и перспективы

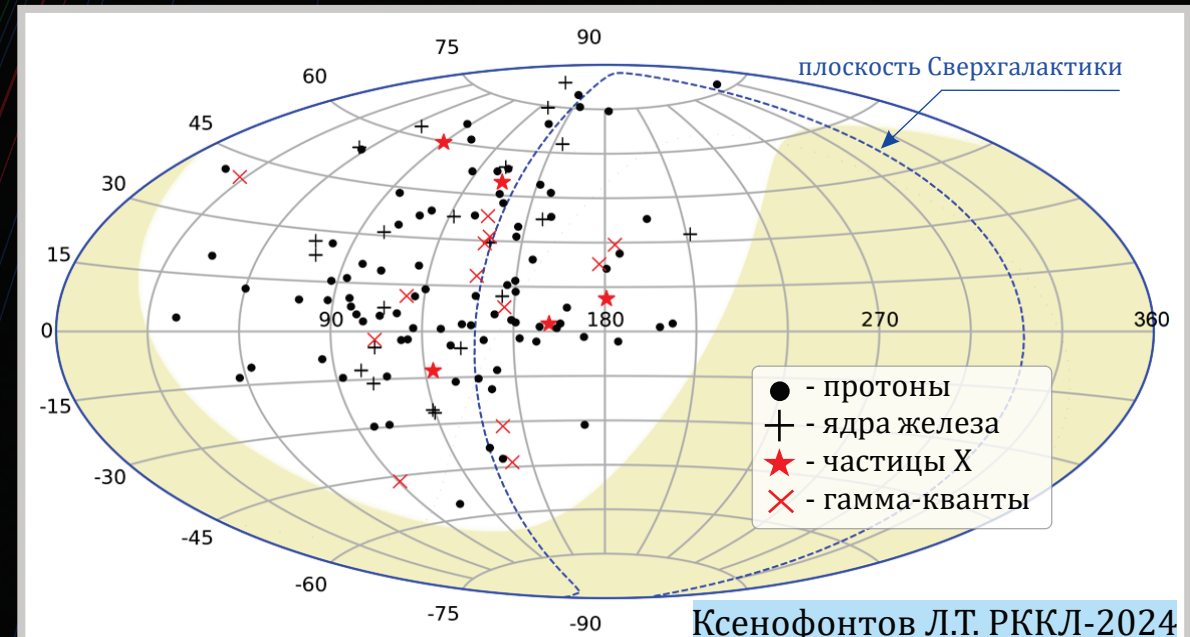


Планируемые параметры установки

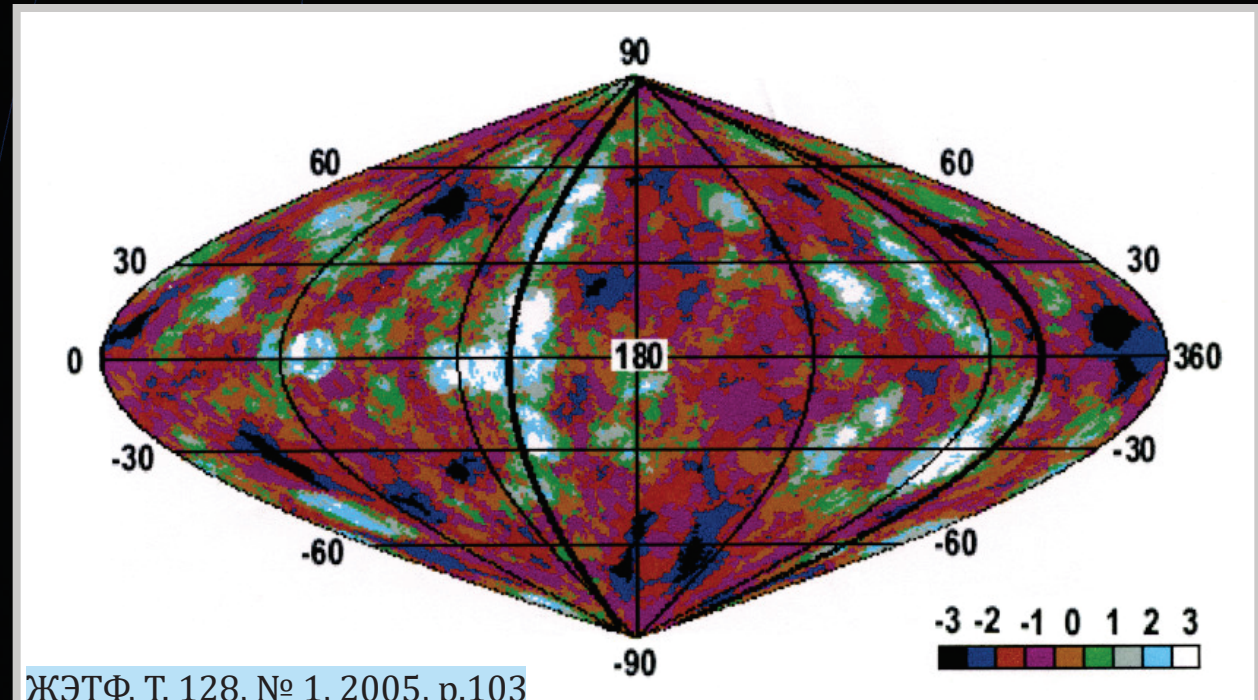
$E_{\text{range}} - 5 \cdot 10^{16} \div 10^{20}$ эВ;
 $S - 8.2 \text{ км}^2$
 $N_{\text{det,all}} - 312$ шт, $N_{\text{sd}} - 64$ станция по 4 м^2 ($2 \times 2 \text{ м}^2$)
 $N_{\text{mu}} - 19$ пунктов по 20 м^2 ($10 \times 2 \text{ м}^2$)
 $\text{Amp}_{\text{error}} - 10\% (3-1000 \text{ VEM}), 16\% (0.4-6000 \text{ VEM})$
 $t_{\text{error}} - \pm 10 \text{ нс}$ (EASv4)
DAQ - EASv4 (FPGA)
Triggers - 500м (49 Nsd), 250м (19 Nsd)



Якутская установка ШАЛ, один из старейших в мире экспериментов по регистрации космических лучей сверхвысоких энергий (КЛСВЭ). Установка прошла серьезную модернизацию в 2019–2021, 2024 гг. В настоящее время на ней используется гибридная система сцинтилляционных наземных и мюонных детекторов, обеспечивающая регистрацию широких атмосферных ливней в диапазоне $10^{17} - 10^{20}$ эВ. Последние результаты включают исследования массового состава и анализ анизотропии КЛСВЭ. Дальнейшее развитие сосредоточено на увеличении числа мюонных детекторов, что значительно улучшит чувствительность к составу и позволит выделять первичные гамма-кванты.

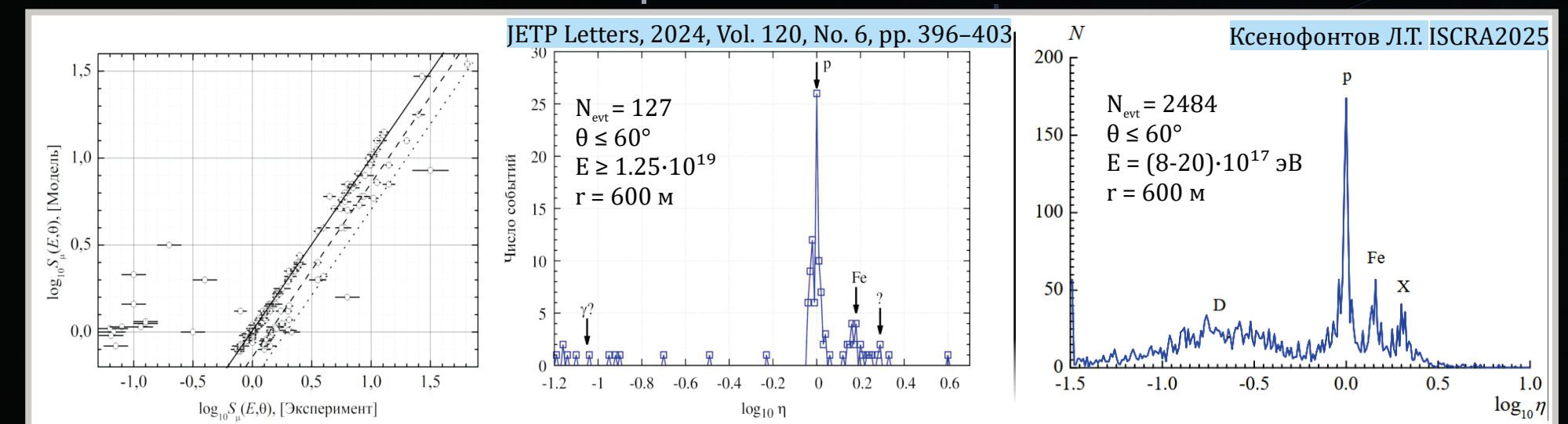


Направления прихода в галактических координатах 127 событий $E \geq 1.25 \cdot 10^{19}$ эВ $\theta \leq 60$ по данным Якутской установки ШАЛ



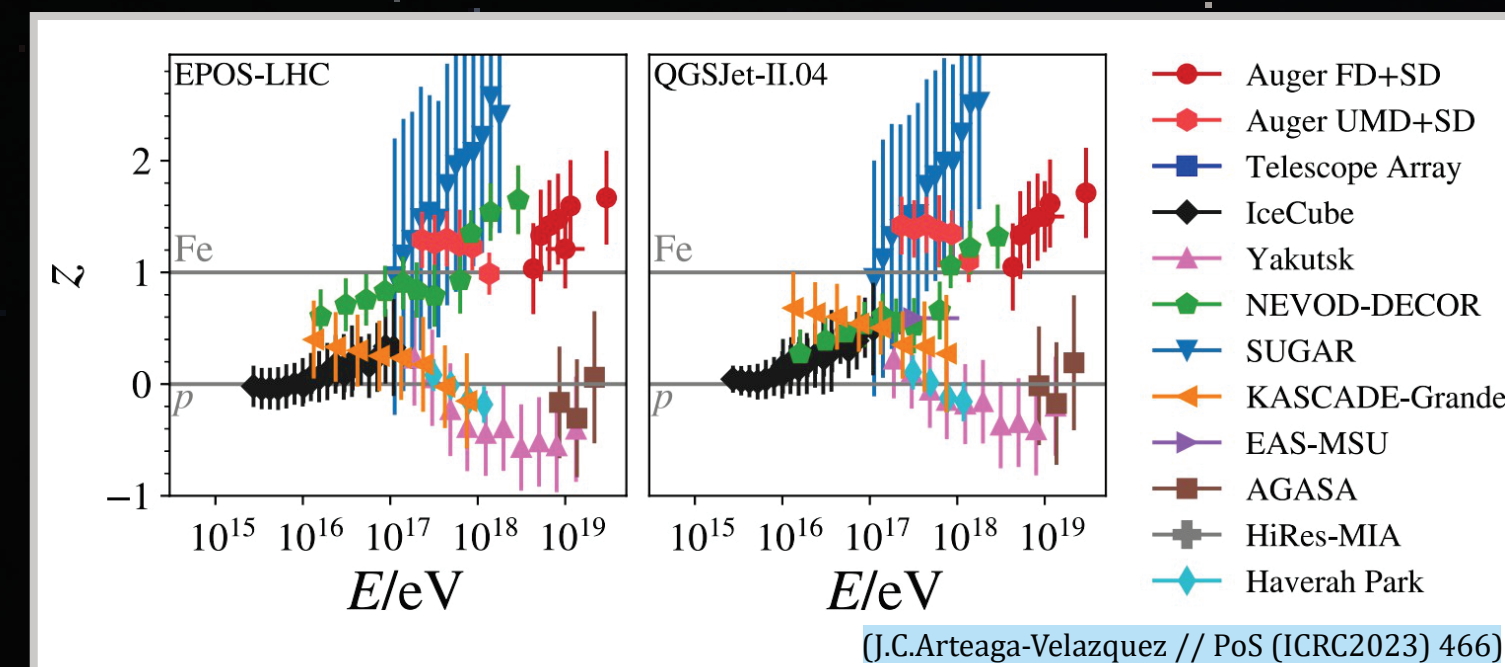
Текущее состояние установки

Метод мюонной корреляции оценки состава космических лучей

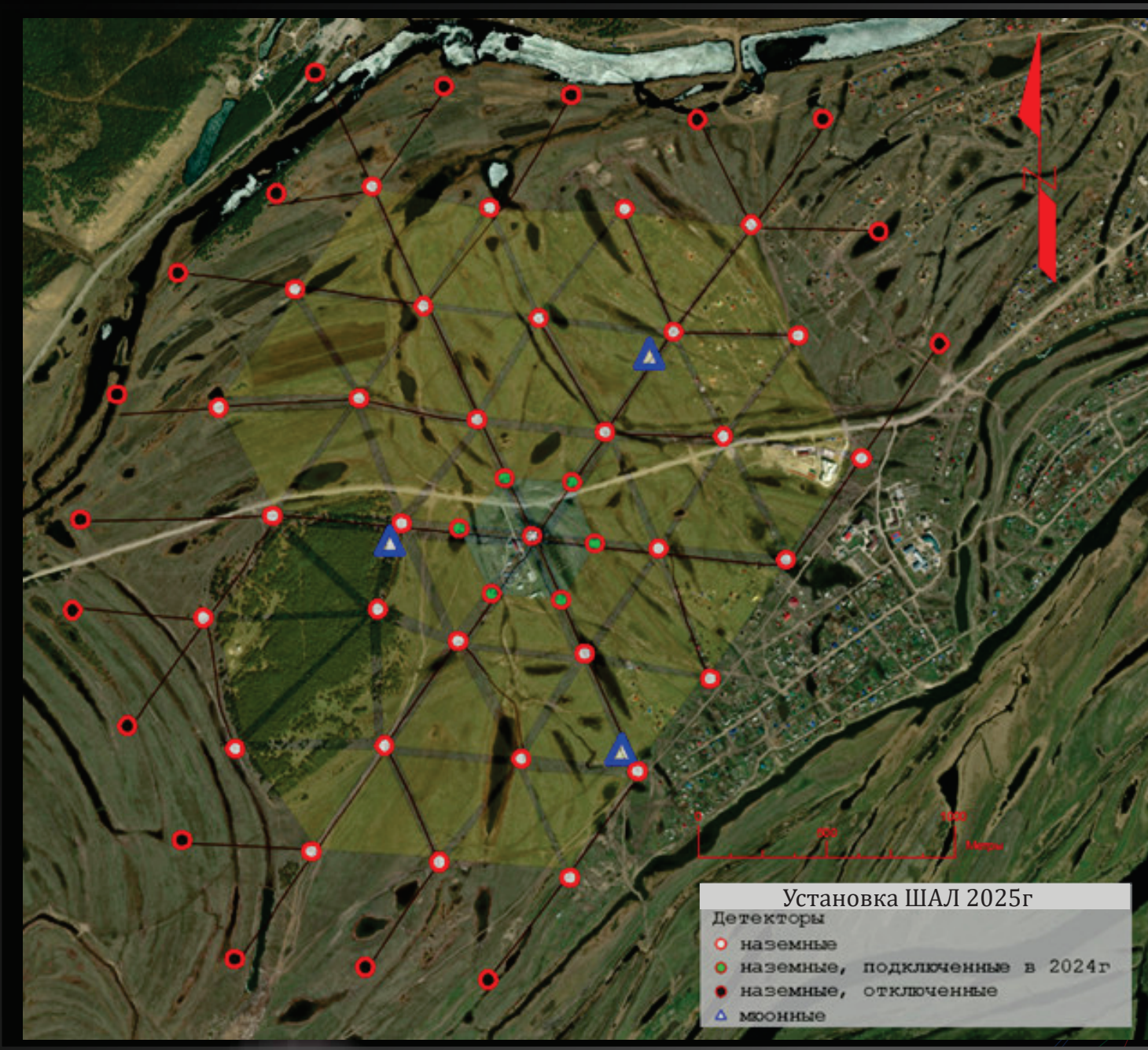
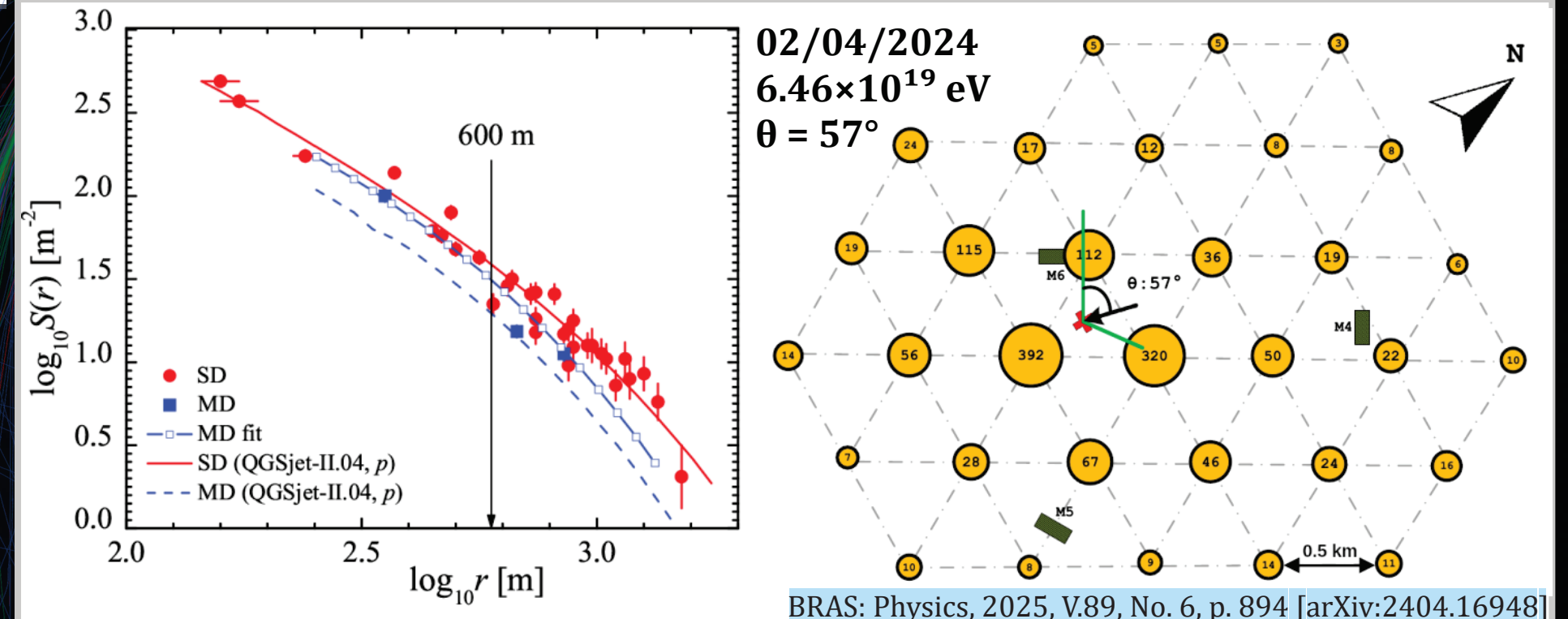


Распределение направлений прихода космических лучей с энергией $E > 8 \cdot 10^{18}$ эВ в галактических координатах по данным Якутской установки ШАЛ и австралийской SUGAR. Жирная черная линия - плоскость Сверхгалактики.

Мюонная загадка

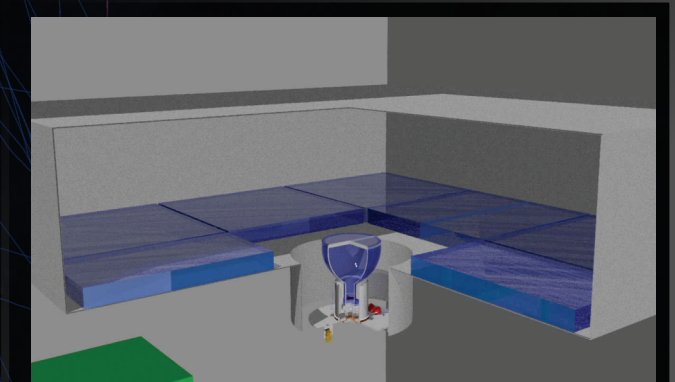


Гигантский атмосферный ливень 02.04.2024

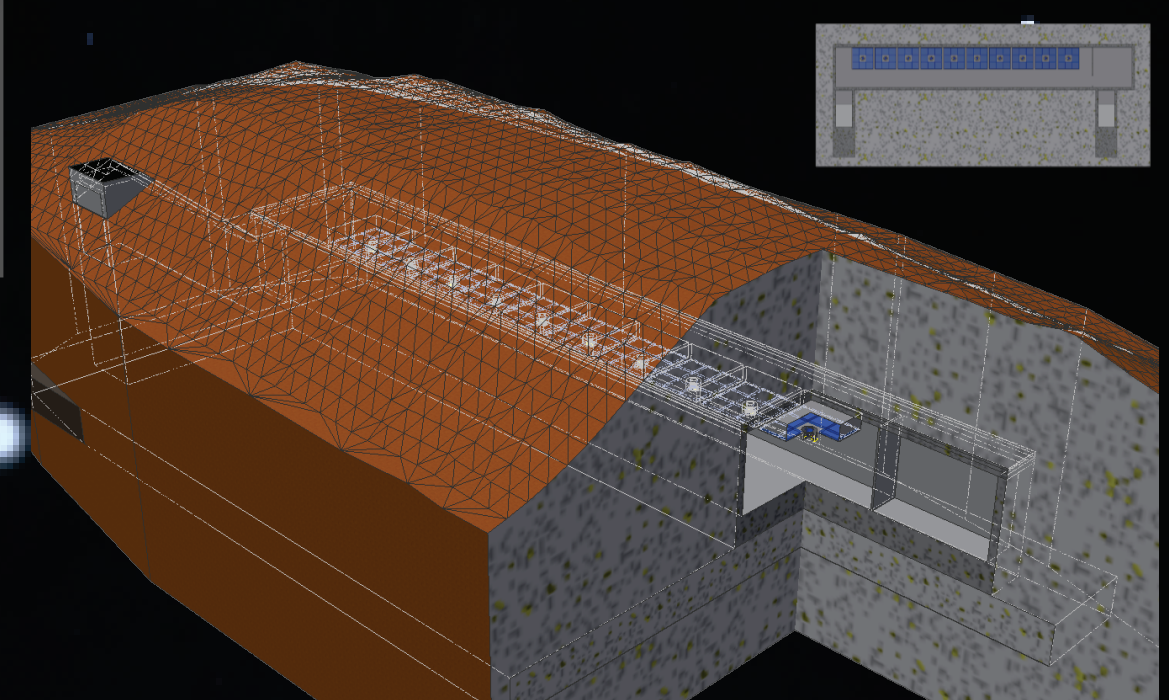


Сцинтилляционный детектор
площадь: 2 м^2
5см PS+PPP+PORA
ФЭУ-49Б

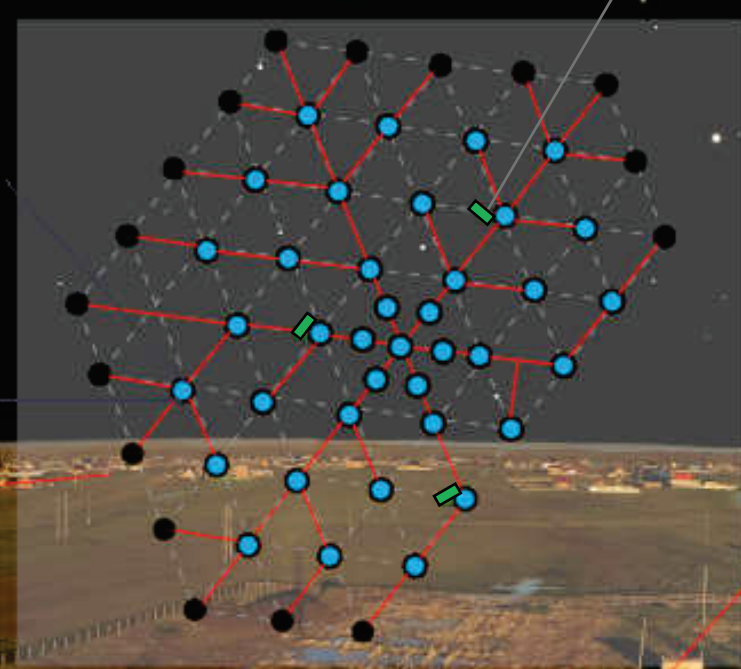
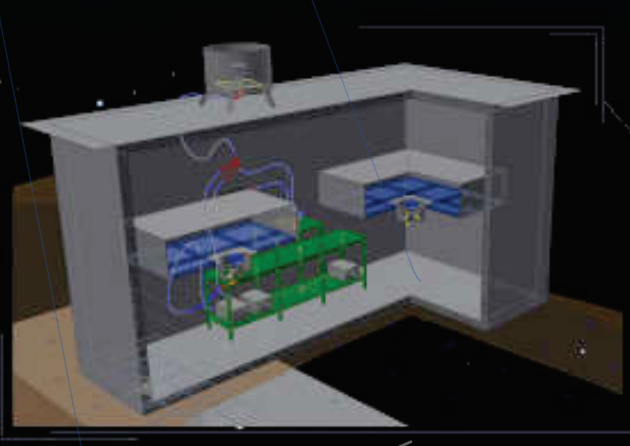
$E_{\text{range}} - 10^{17} \div 10^{20}$ эВ;
 $S - 4.8 \text{ км}^2$
 $N_{\text{det,all}} - 106$ шт
 $N_{\text{sd}} - 38$ станций по 4 м^2 (2 детектора по 2 м^2)
 $N_{\text{mu}} - 3$ пункта по 20 м^2 (10 детекторов по 2 м^2)
 $\text{Amp}_{\text{error}} - 16\% (3-1000 \text{ VEM}), 24\% (0.4-6000 \text{ VEM})$
 $t_{\text{error}} - \pm 33 \text{ нс}$ (EASv4), $\pm 43 \text{ нс}$ (EASv3)
 $t_{\text{sync}} - \pm 6 \text{ нс}$
DAQ₁ - EASv3 (CAMAC)
DAQ₂ - EASv4 (FPGA)
Triggers - 500м (32 N_{sd}), 250м (6 N_{sd})
Сезон регистрации: с 1 сентября по 1 июня



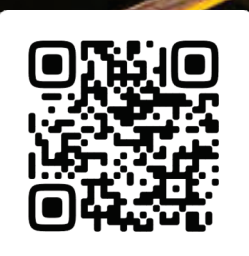
Мюонный пункт
толщина грунта: 2.7м (1ГэВ)
кол-во детекторов: 10
общая площадь: 20 м^2



Наземная станция
кол-во детекторов: 2
общая площадь: 4 м^2



Якутская комплексная установка ШАЛ
им. Д.Д. Красильникова



yakutsk-array.ru