Первые результаты работы прототипа широкоугольного телескопа SIT в составе астрофизического комплекса TAIGA

Бонвеч Е.А. от коллаборации TAIGA

Бонвеч Елена e-mail: bonvech@yandex.ru
скайп: https://join.skype.com/invite/jcxWAtzZh09r

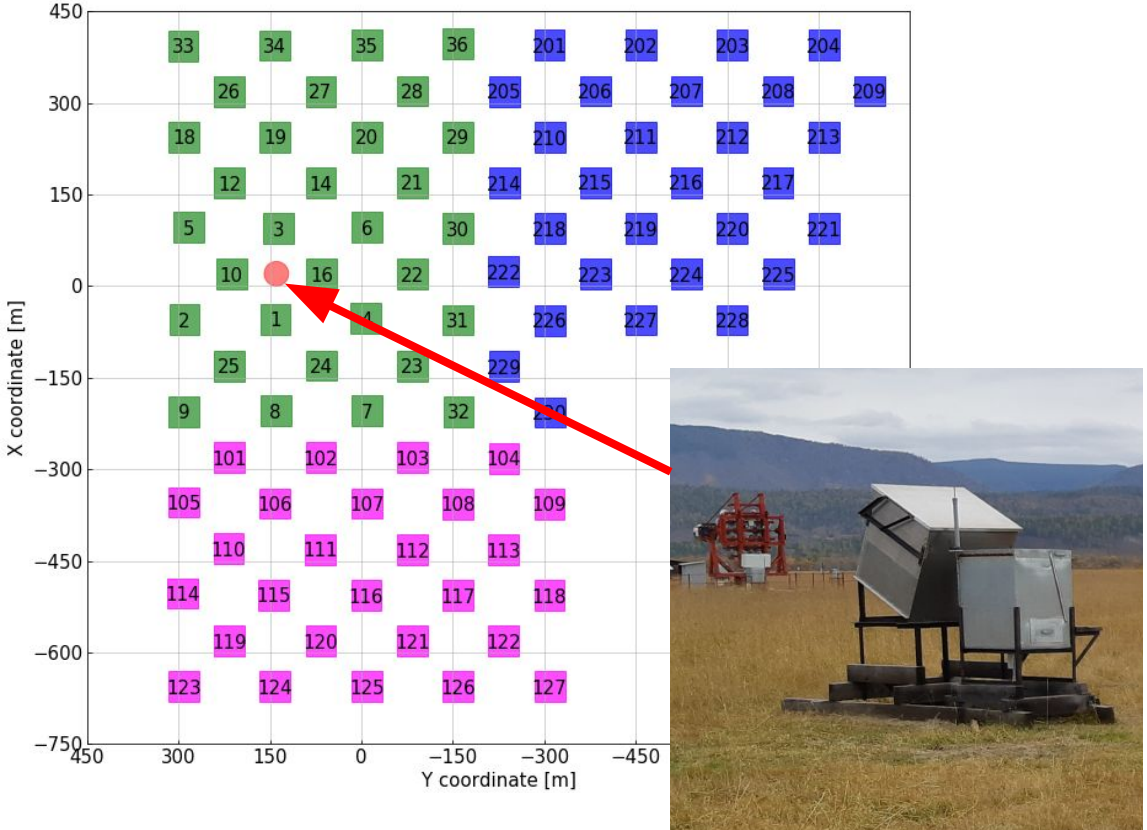
36 Всероссийская конференция по космическим лучам, 28 сентября 2020

Аннотация

Прототип малого широкоугольного телескопа был установлен в Тункинской долине на площади комплексной установки TAIGA в сентябре 2019 года. За 8 сеансов наблюдений были собраны первые данные по работе установки, проведена проверка режимов работы.

В данной работе представлены первые результаты анализа данных работы прототипа телескопа. Проведена калибровка детектора, проверена работа триггерной системы и системы сопряжения с астрофизическим комплексом TAIGA. Также представлены первые результаты по спектру регистрируемых событий и по распределению направлений прихода.

Телескоп SIT в составе комплекса ТАЙГА

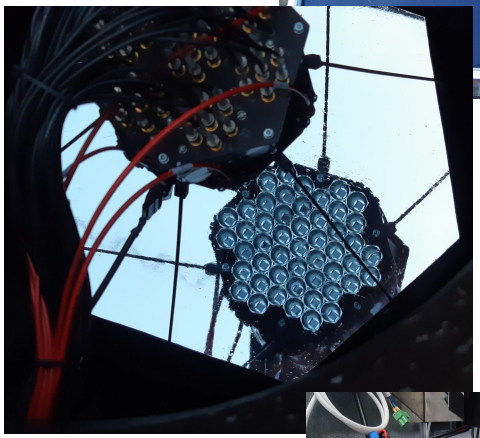


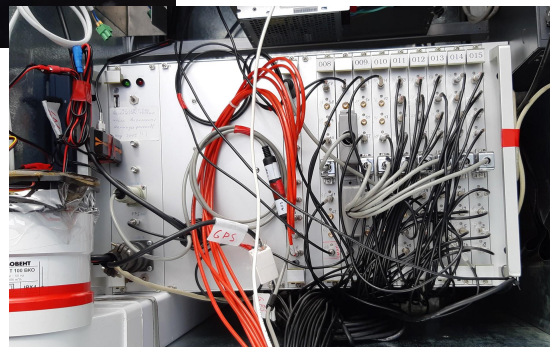
Телескоп SIT (Small Imaging Telescope) регистрирует излучение Вавилова-Черенкова от ШАЛ.

Расположен в составе комплекса TAIGA в Тункинской долине Иркутской области.

Телескоп SIT

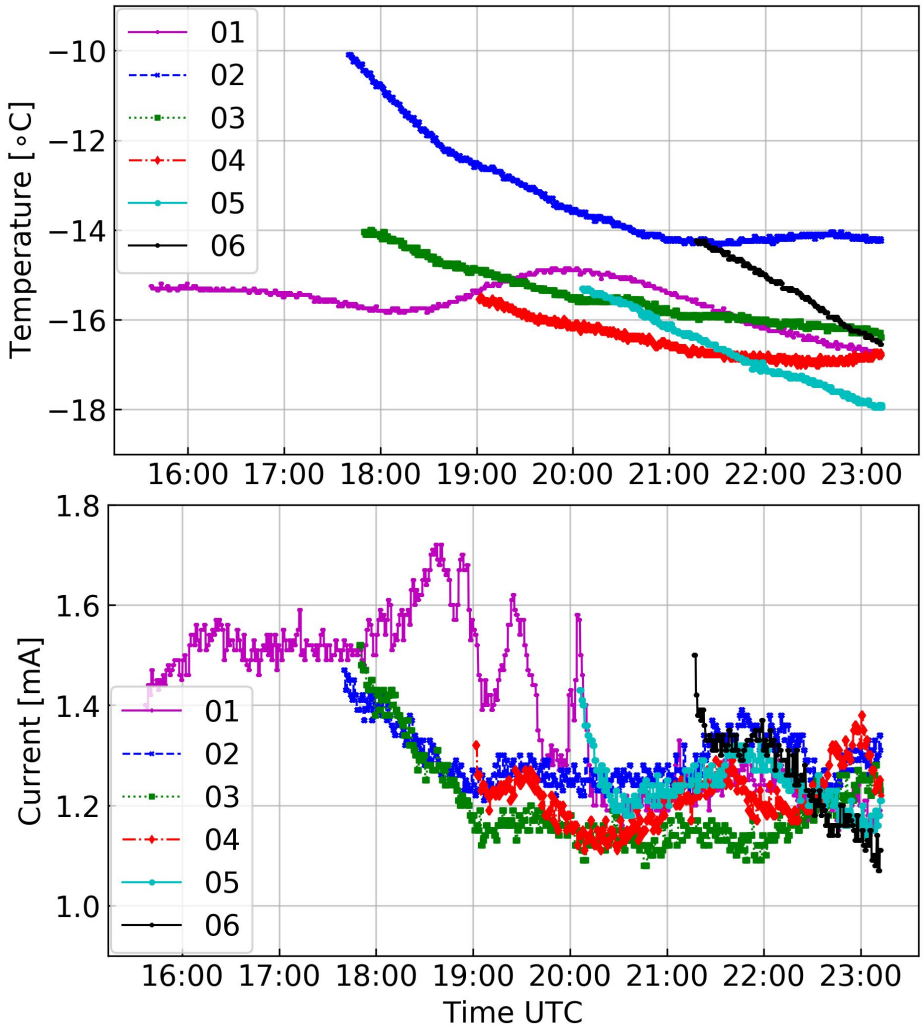
- Оптическая ось установки направлена на юг под углом 25 градусов от вертикали.
- Зеркало
  - радиус кривизны 940 мм
  - диаметр ~700 мм
- Диафрагма: диаметр 400 мм, эффективная площадь 0.1 м^2
- Матрица 49 SiPM SensL MicroFC-SMTPA-60035 со светосборниками
- Оцифровка сигнала быстрыми 10-ти разрядными АЦП с шагом 12.5 нс





Телеметрия

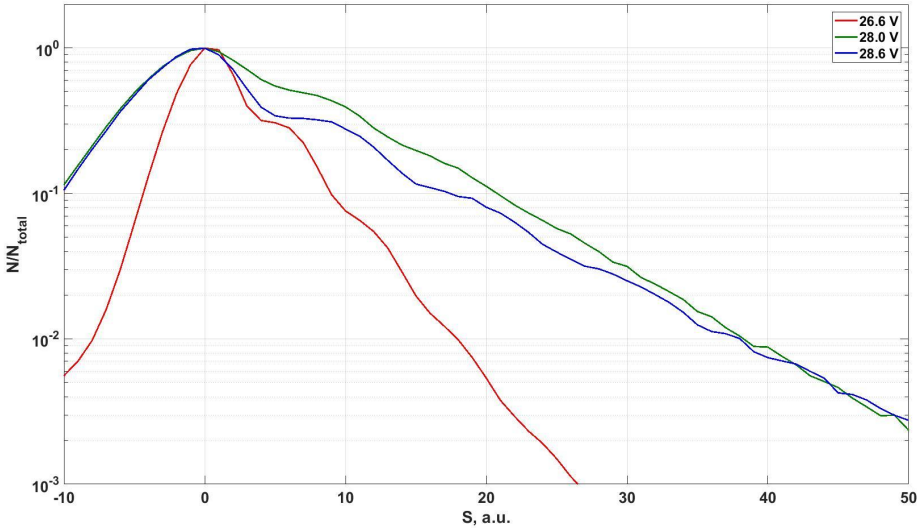
- температура матрицы SiPM
- общий ток матрицы SiPM
- напряжение питания матрицы
- температура электроники
- температура, давление воздуха



Спектры сигналов SiPM

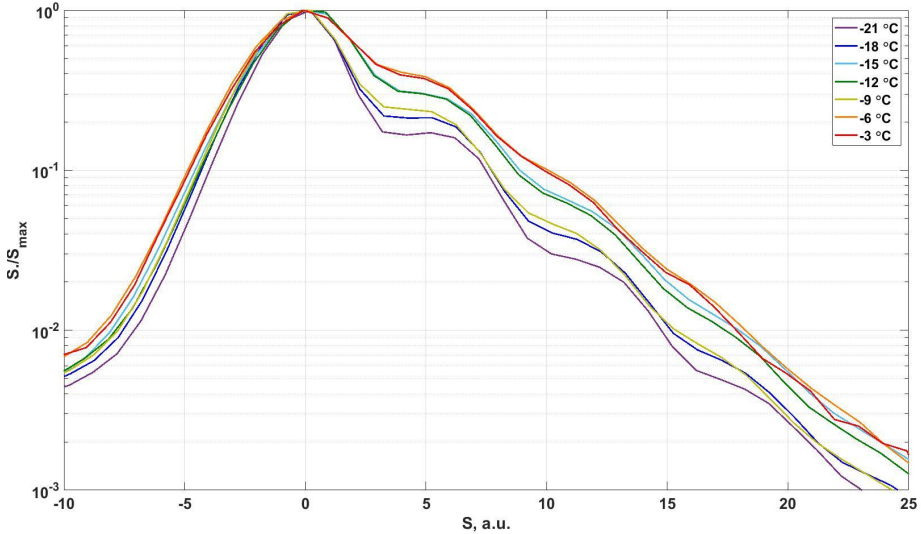
При разных напряжениях

при температуре матрицы SiPM T= -13 ℃



При разных температурах

при напряжении питания SiPM U = 26.6 В



Статистика измерений

- с 21 сентября 2019 г. по 27 апреля 2020 г.
  - с 24 декабря 2019 г. - в режиме сопряжения с установкой HiSCORE
- 8 сессий (в среднем по 20 ночей в районе новолуния)
  - всего 110 ясных ночей наблюдений
  - 66 ночей в режиме сопряжения с HiSCORE
- всего 1,92 млн триггеров
  - 610 тысяч триггеров отобрано по критериям для анализа
  - 155 тысяч событий, совместных с HiSCORE

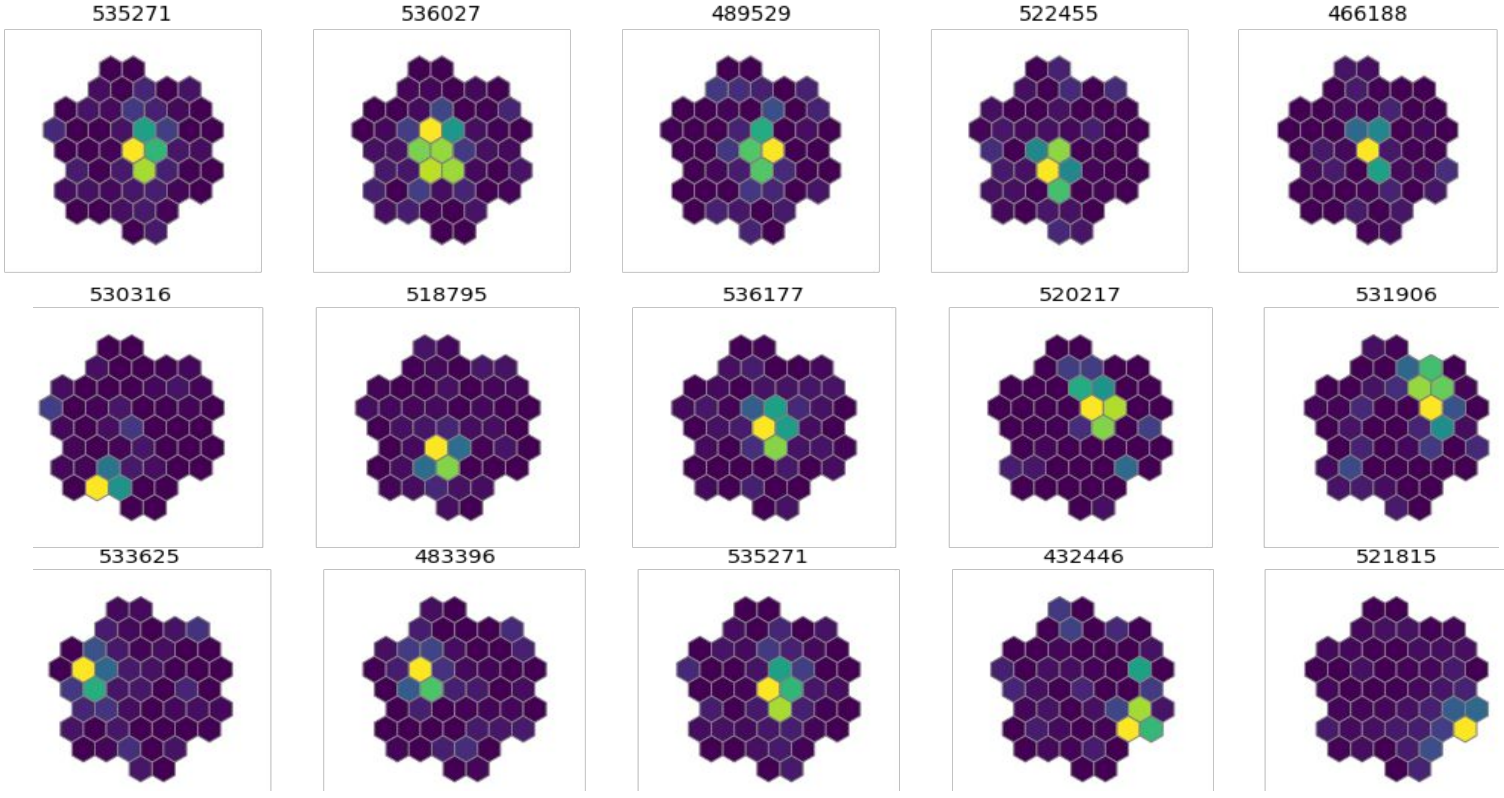
Примеры событий телескопа SIT

Условия отбора:

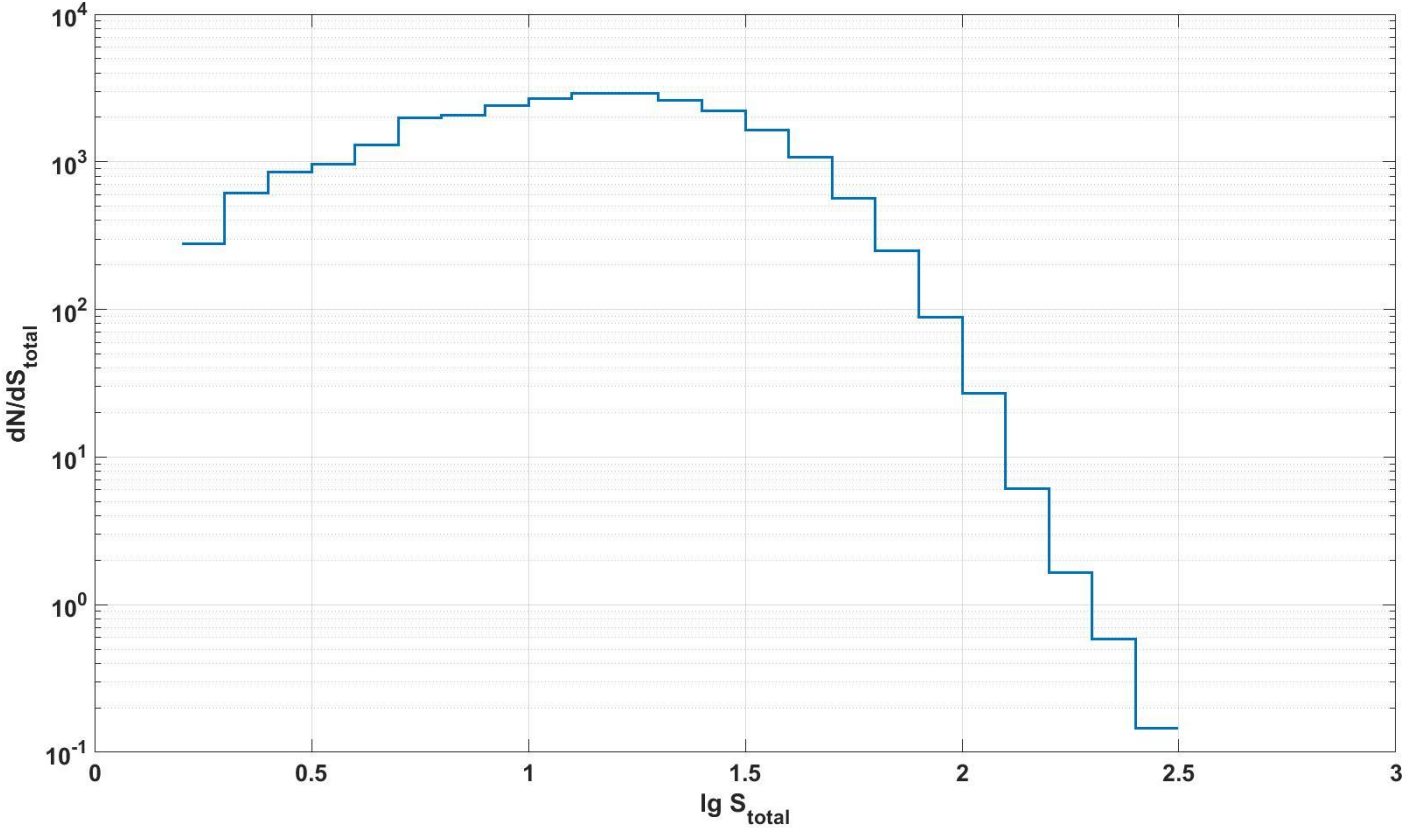
$R_{HiSCORE} < 22$ м
$24 < \theta < 26$
$-2 < \varphi < 1.5$

$18 < \theta < 30$
$\varphi = 0$

$\theta = 25$
$-15 < \varphi < 20$



Амплитудный спектр всех событий SIT



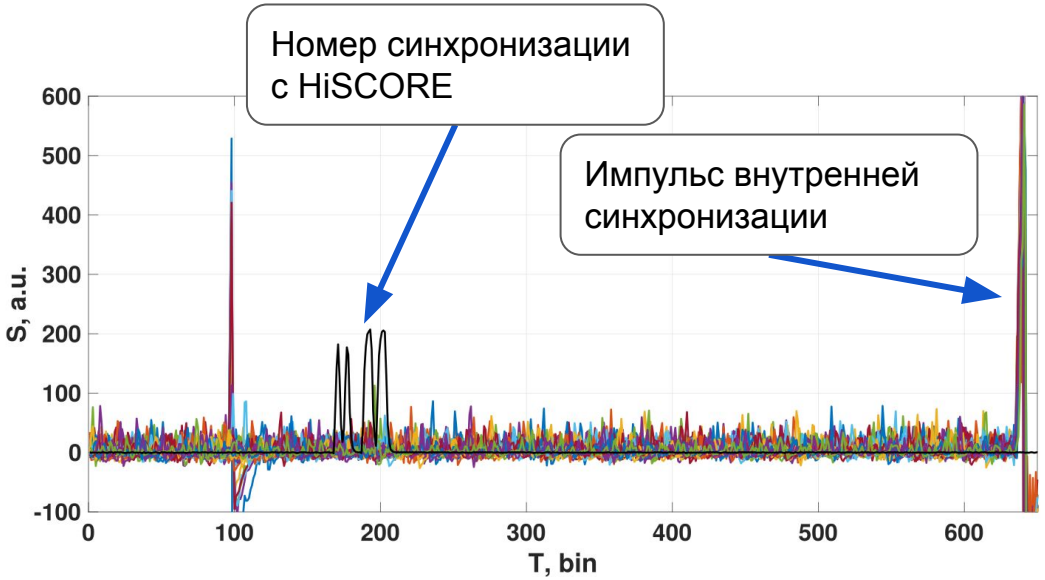
Сопряжение с астрофизическим комплексом ТАЙГА

Детектор SIT включен в систему сопряжения установки HiSCORE. Номер синхронизации записывается в бинарном виде в отдельном канале регистрации.

Производится внутренняя синхронизация.

Сопряжение с HiSCORE даёт:

- координаты оси ливня
- зенитный и азимутальный углы
- энергию ливня



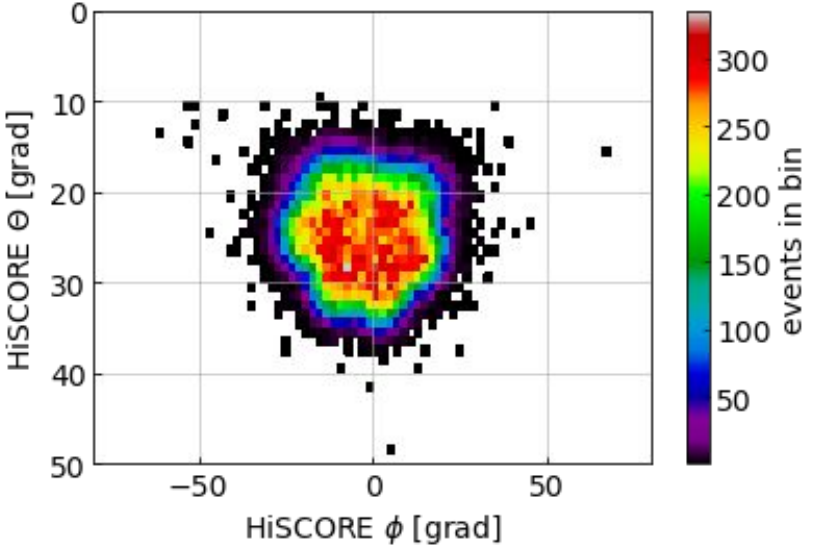
Статистика совместных измерений SIT и HiSCORE

- с 24 декабря 2019 г. по 27 апреля 2020 г.
- 66 ночи в режиме сопряжения с HiSCORE
  - 43 ночи в дальнейшем анализе
- 155 тысяч совместных с HiSCORE событий
  - 115 тысяч в дальнейшем анализе

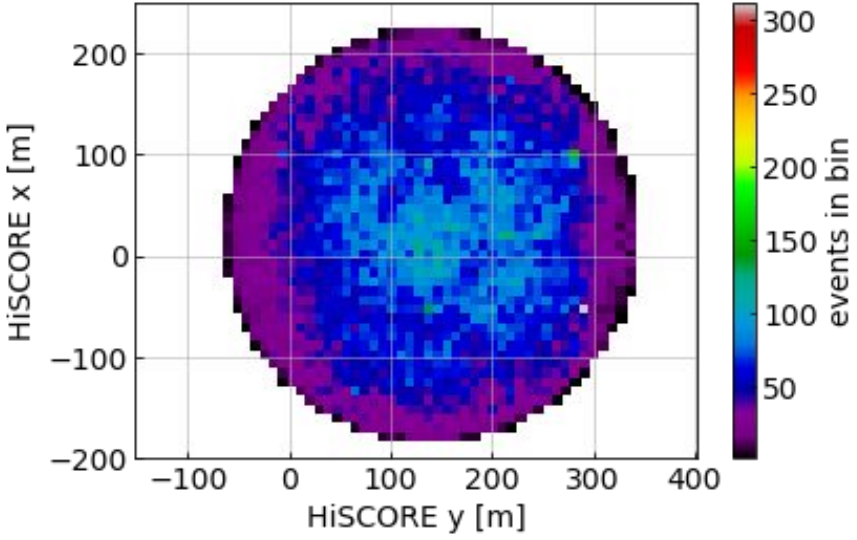
Далее - результат анализа совместных событий. Энергия, координаты оси, направление - по результатам HiSCORE.

Одновременные события SIT и HiSCORE

Распределение зенитных и азимутальных углов θ и φ совместных событий.



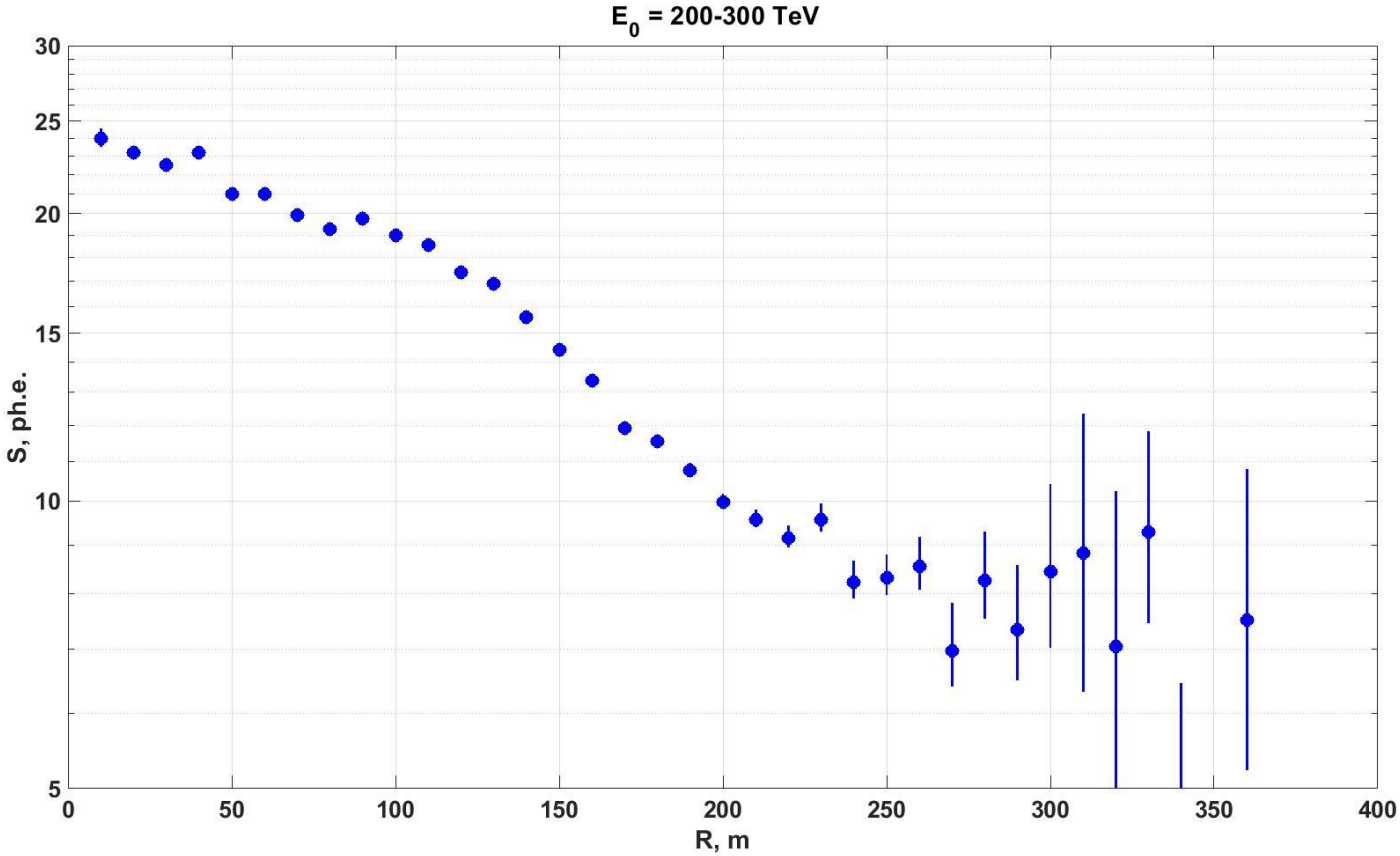
Распределение осей совместных событий в круге радиусом 200 м от телескопа SIT.



Средняя ФПР ЧС с точки зрения телескопа SIT.

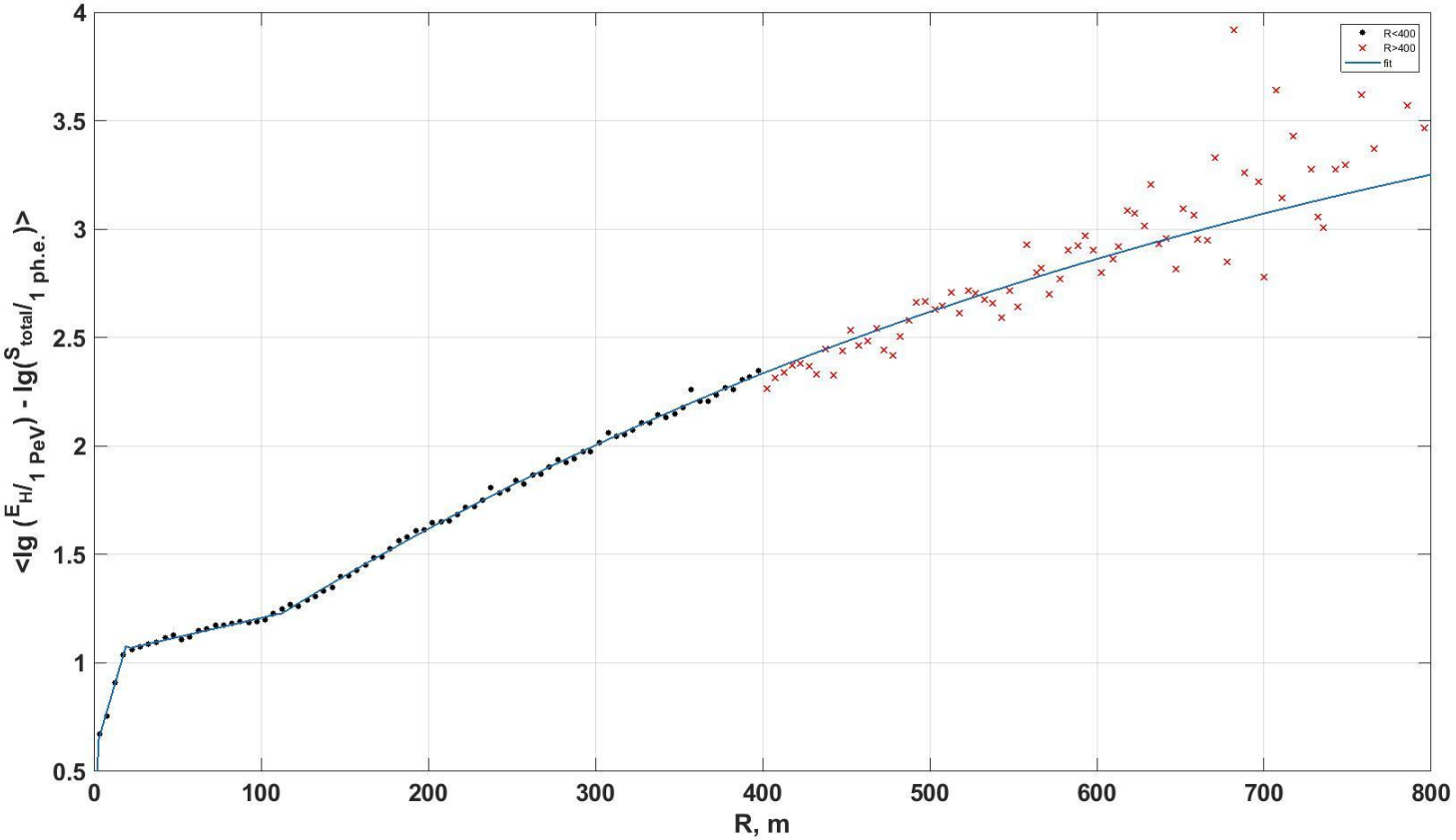
Амплитуда S на разных расстояниях от оси события.

S - суммарная амплитуда сигнала в событии детектора SIT, фотоэлектроны.



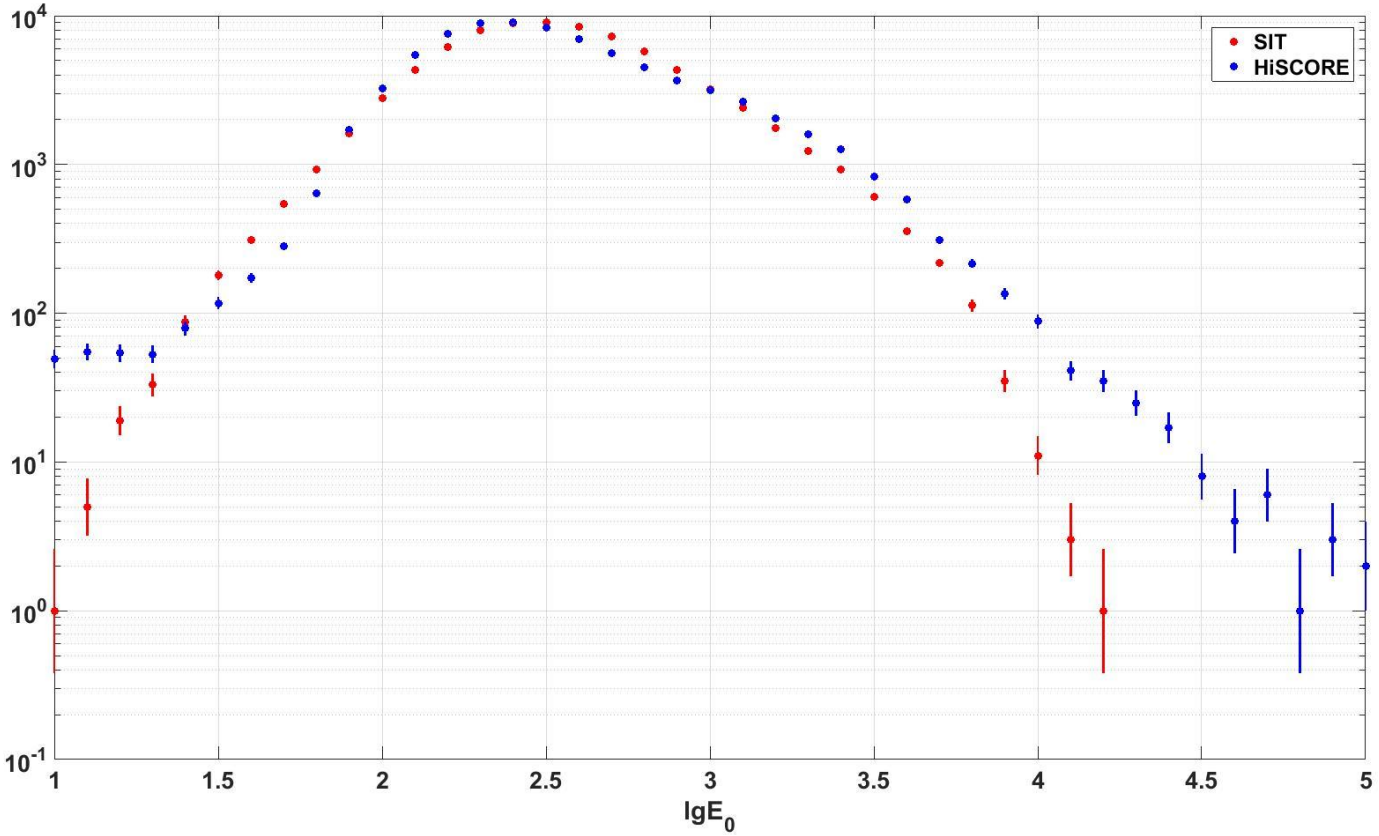
Средняя энергия регистрируемых событий

Проведена привязка параметра S суммарной амплитуды сигнала в событии детектора SIT к первичной энергии события, полученной из данных HiSCORE.



Распределение энергий совместных событий

Распределение событий по энергиям, построенное по параметру S телескопа SIT повторяет форму энергетического спектра установки HiSCORE.



Заключение.

Прототип малого широкоугольного телескопа проработал сезон 2019-20 гг. в составе комплекса TAIGA.

Реализована синхронизация телескопа SIT с установкой HiSCORE.

Определены угловая и пространственная чувствительность телескопа.

Телескоп SIT использует параметры событий (положение оси, энергия), восстановленные по данным HiSCORE.

Проведена процедура энергетической калибровки детектора на основании данных установки HiSCORE.

Планируется разработка метода независимой оценки энергии событий.

Спасибо за внимание!

Список литературы

Описание электроники.

R. A. Antonov, E. A. Bonvech, D. V. Chernov, T. A. Dzhatdoev, M. Finger, M. Finger, D. A. Podgrudkov, T. M. Roganova, A. V. Shirokov, and I. A. Vaiman. The SPHERE-2 detector for observation of extensive air showers in 1 PeV – 1 EeV energy range. // *Astroparticle Physics*, 2020, 122 (102460) P. 1–10. doi: 10.1016/j.astropartphys.2020.102460

О телескопе SIT.

D. Chernov, I. Astapov, P. Bezyazeekov, E. Bonvech, A. Borodin, M. Brueckner, N. Budnev, D. Chernukh, A. Chiavass, A. Dyachok. et al. Development of a novel wide-angle gamma-ray imaging air Cherenkov telescope with SiPM-based camera for the TAIGA hybrid installation // Journal of Instrumentation, Volume 15, September 2020. doi: 10.1088/1748-0221/15/09/C09062