

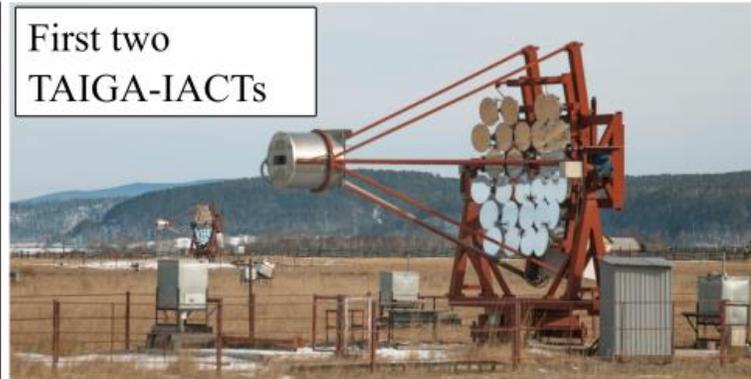
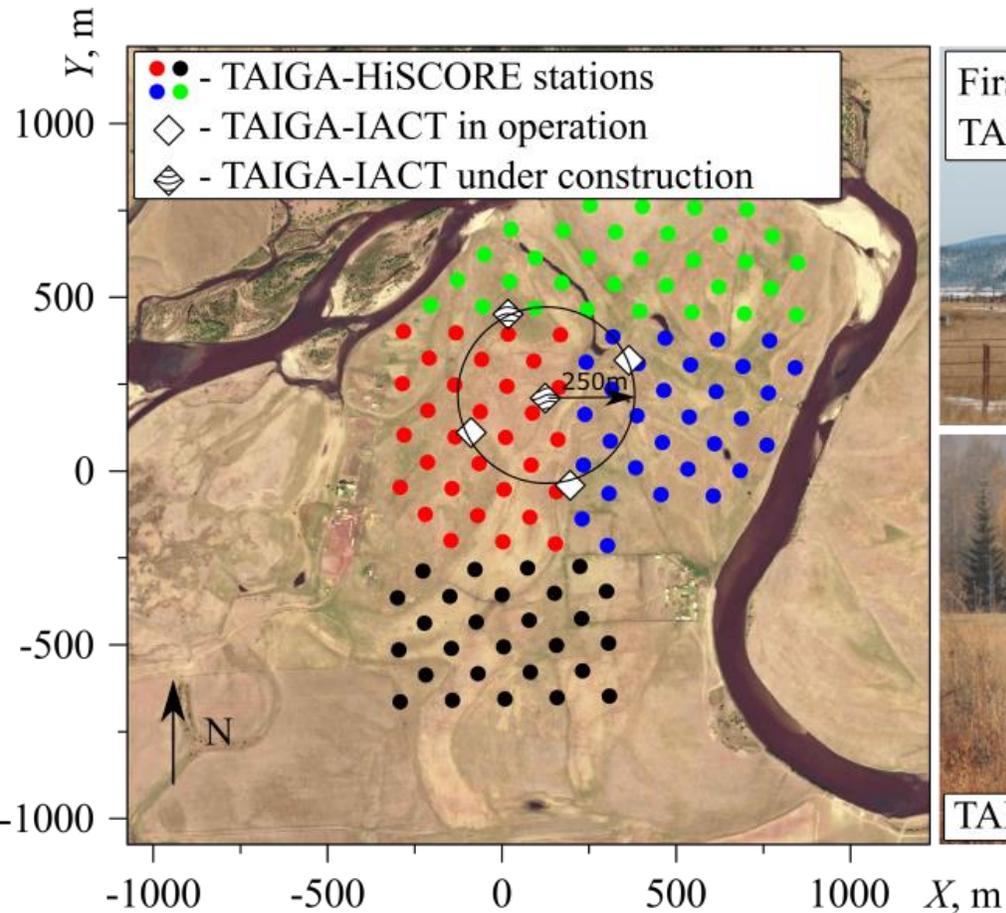
РЕГИСТРАЦИЯ ГАММА-КВАНТОВ ОТ КРАБОВИДНОЙ ТУМАННОСТИ ТЕЛЕСКОПАМИ TAIGA-IACT В СТЕРЕО-РЕЖИМЕ ПО ДАННЫМ 2020-2022 ГГ.

Волчугов П.А.

От коллаборации TAIGA

3 июля 2024

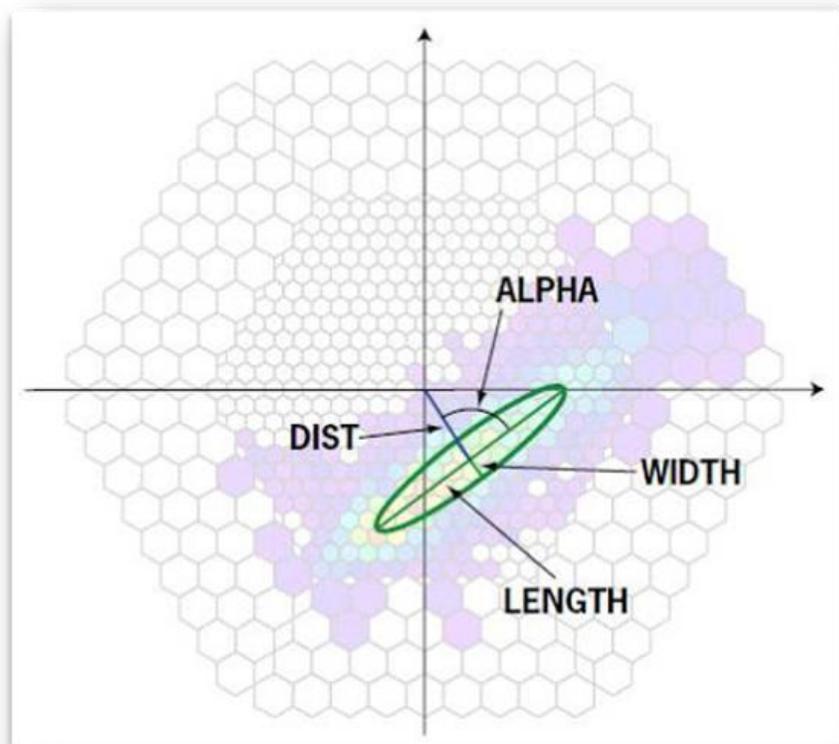
TAIGA - Tunka Advanced Instrument for cosmic ray physics and Gamma-ray Astronomy



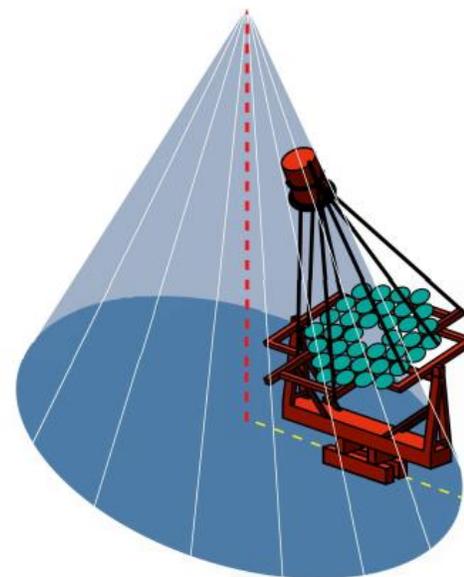
Характеристики TAIGA-IACT

- Диаметр отражателя - 4.3 м;
- Широкий по сравнению с другими IACT угол обзора - 9.6° ;
- Размер одного пикселя - 0.36° ;
- Генерация триггера происходит при превышении амплитуды 10 ф.э. двумя соседними ФЭУ одного кластера.

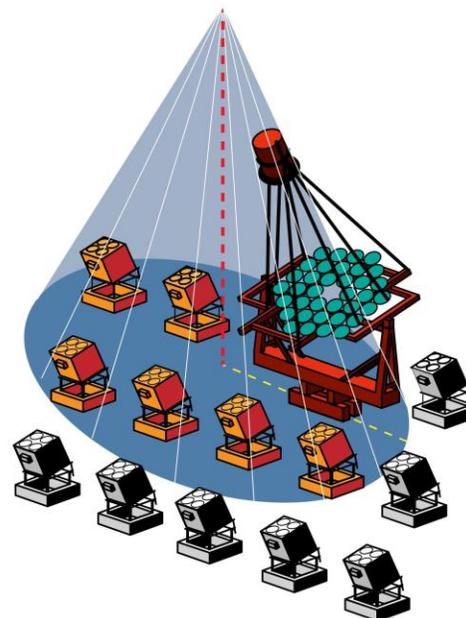
Методы наблюдения



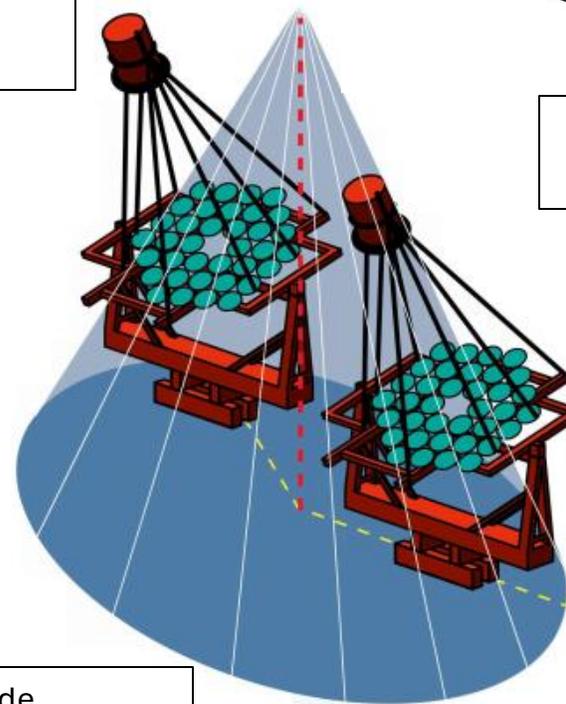
Каждый телескоп формирует параметризуемое изображение. На основе этих изображений проводится дальнейший анализ.



Mono mode
 $E > 2 T \Delta B$



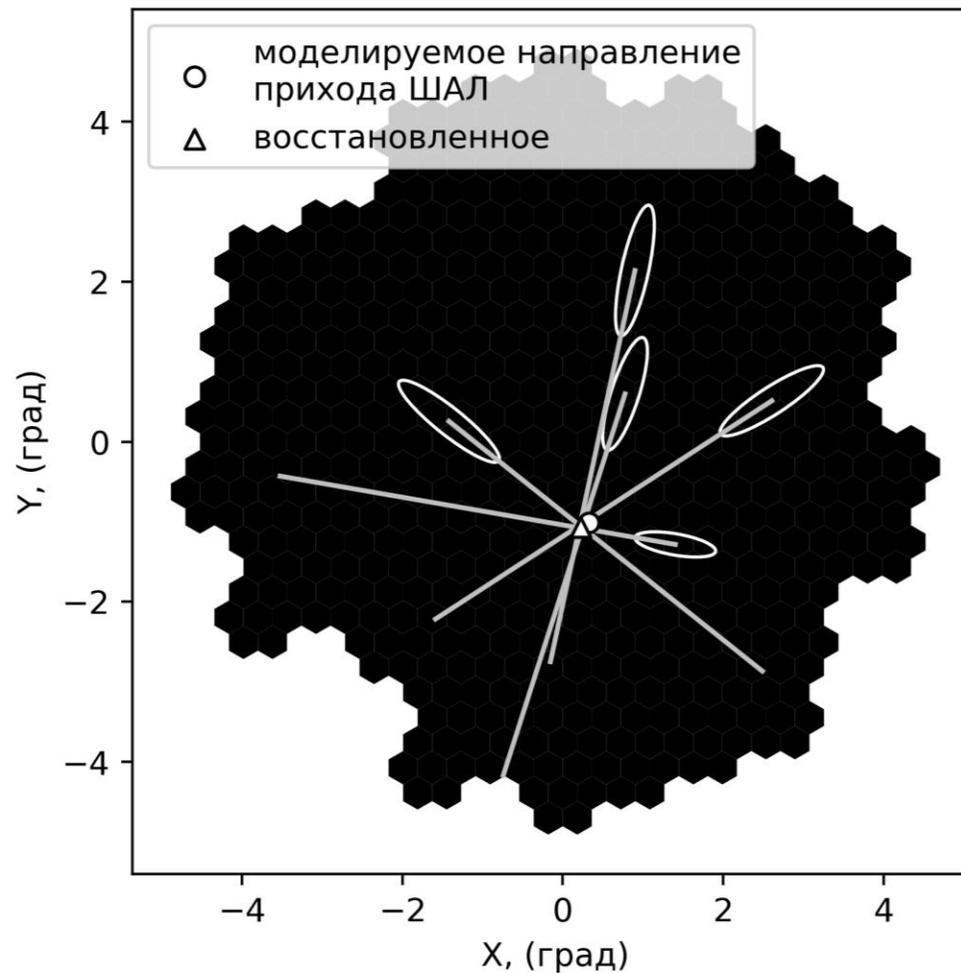
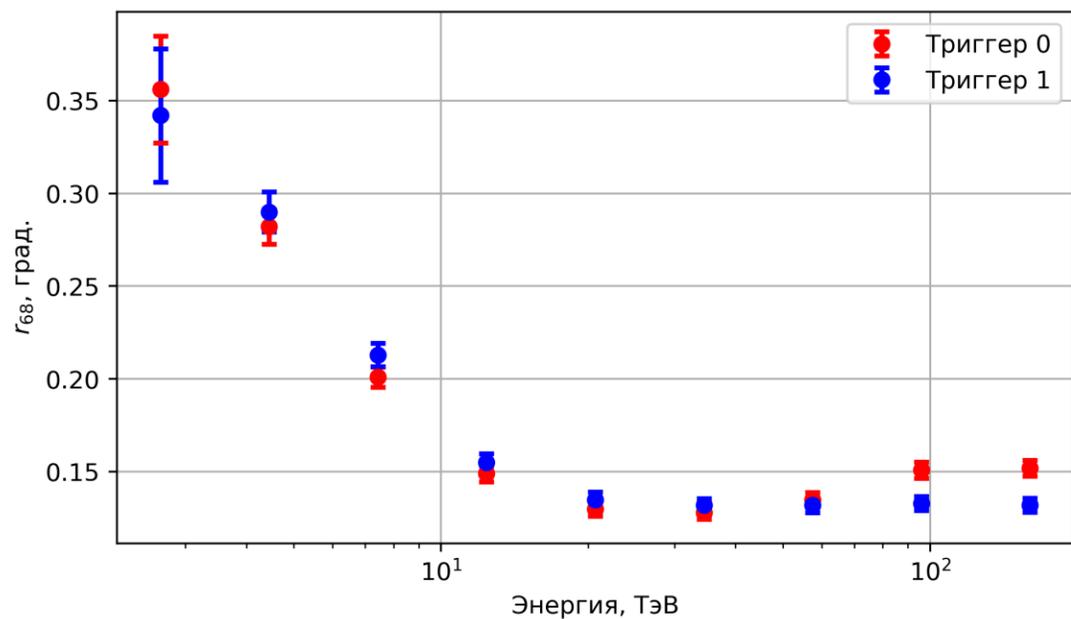
Hybrid mode
 $E > 40 T \Delta B$



Stereo mode
 $E > 8 T \Delta B$

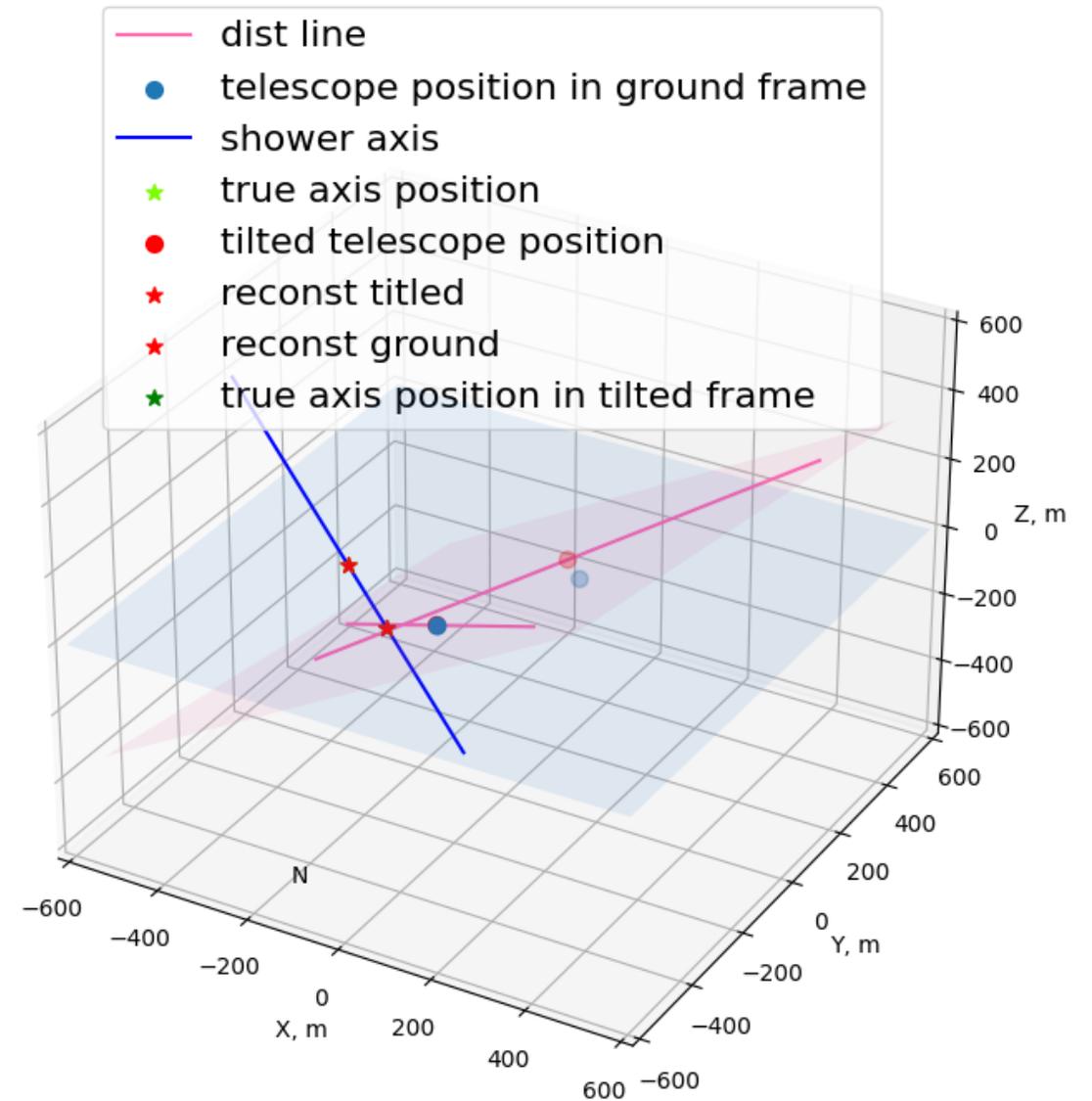
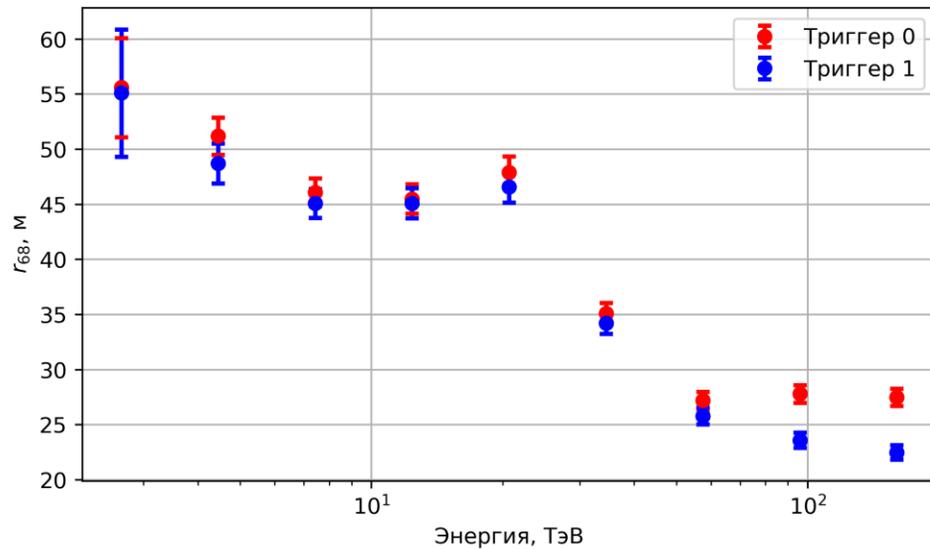
Восстановление направления прихода ШАЛ

Положение источника в поле зрения телескопов определяется как точка пересечения главных осей изображений в каждом сработавшем телескопе

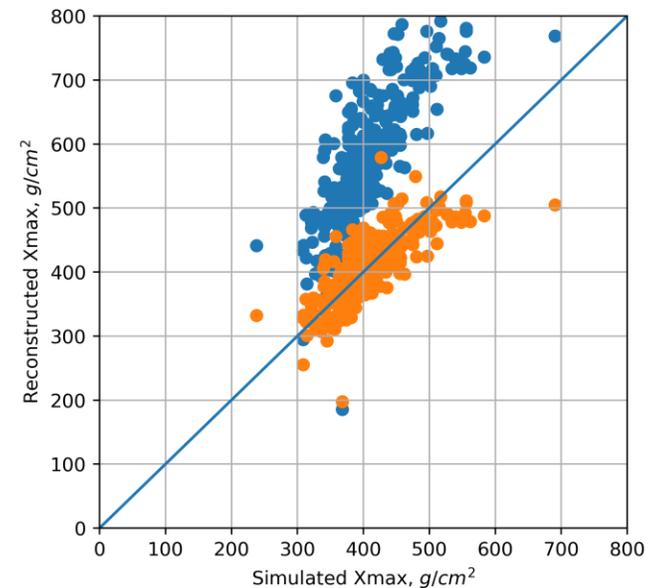
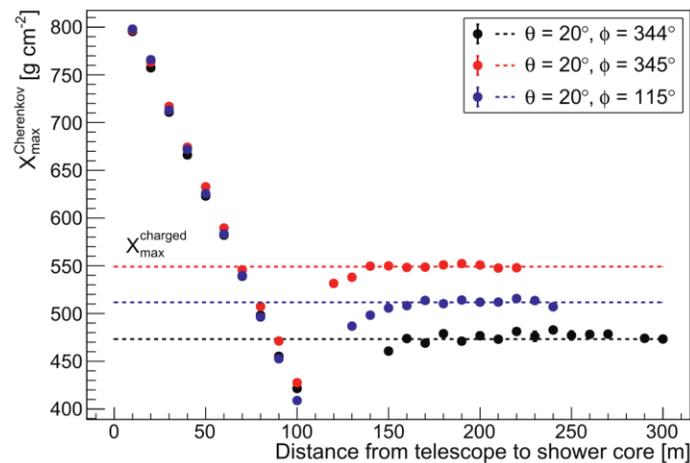
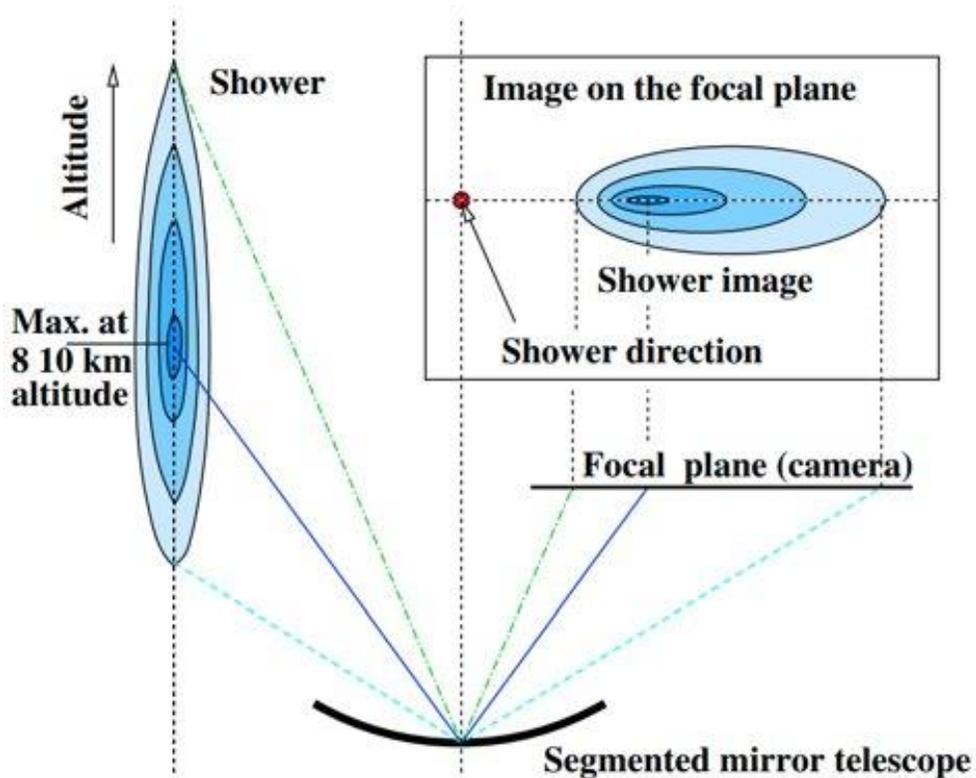


Восстановление положения оси ШАЛ

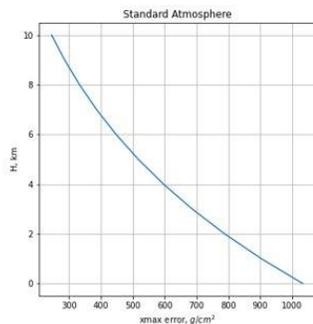
Положение оси ШАЛ определяется как точка пересечения главных осей имиджей сработавших телескопов в плоскости перпендикулярной направлению прихода ливня



Восстановление Xmax



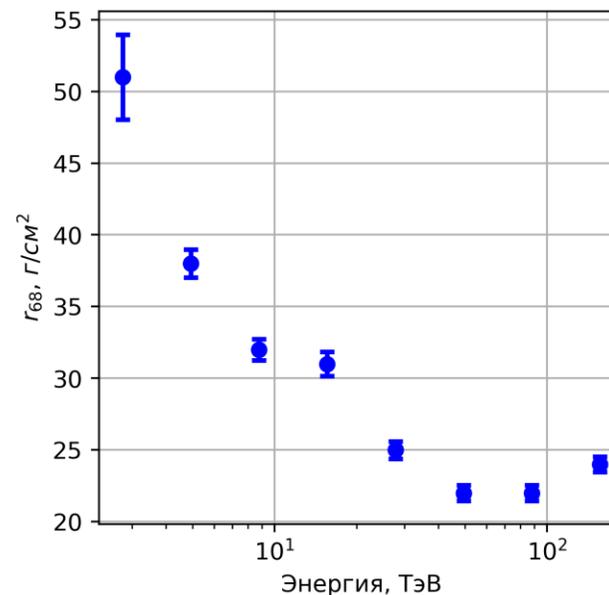
$$\frac{1}{h_{max}} = \frac{\pi}{180^\circ} \frac{d}{r}$$



Расчет высоты
максимума
развития ливня

Пересчет
в X_{max} на основе
модели стандарт
ной атмосферы

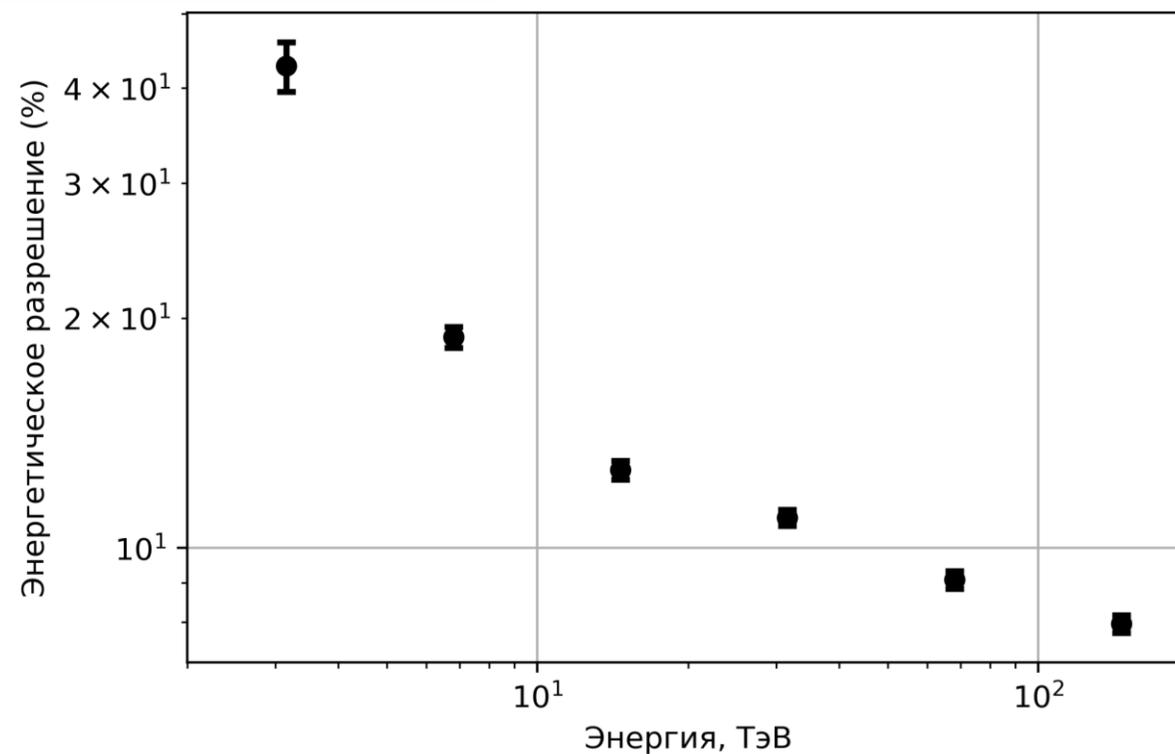
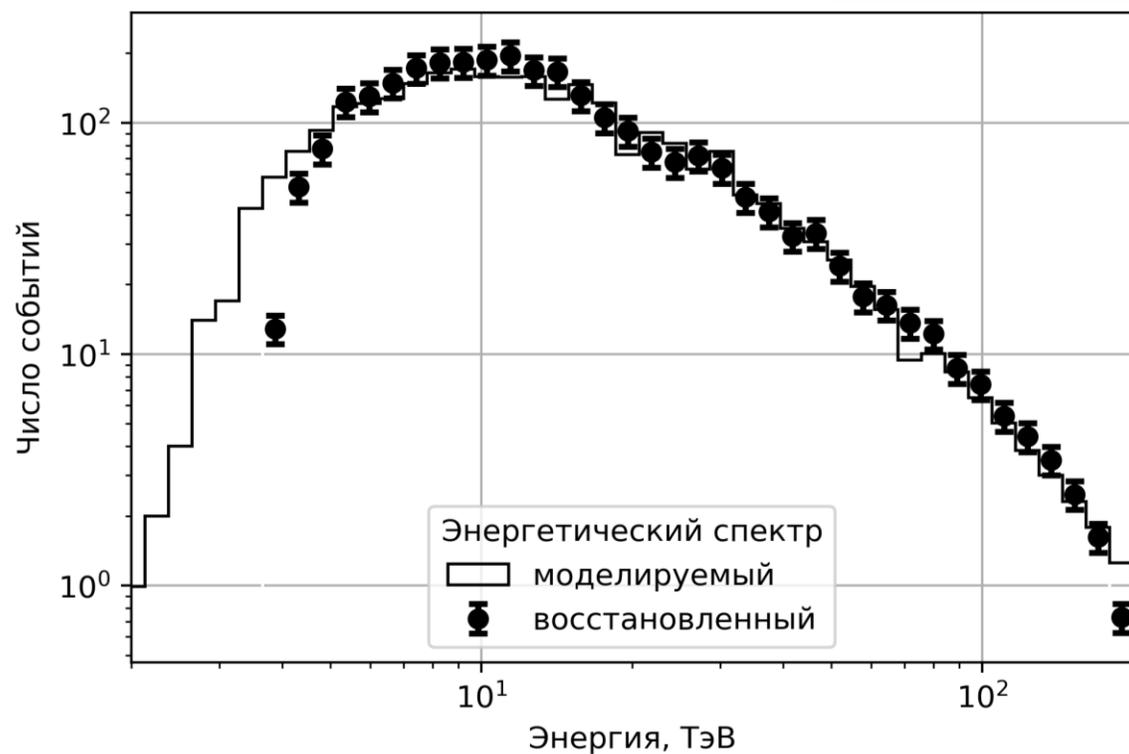
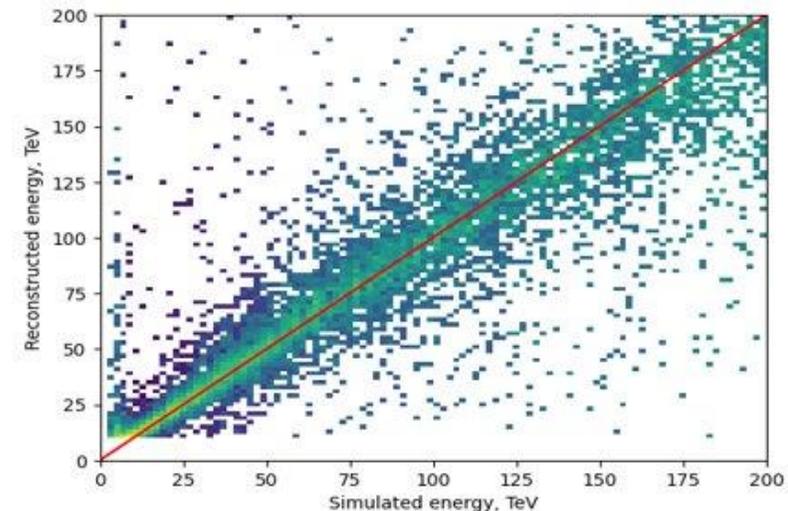
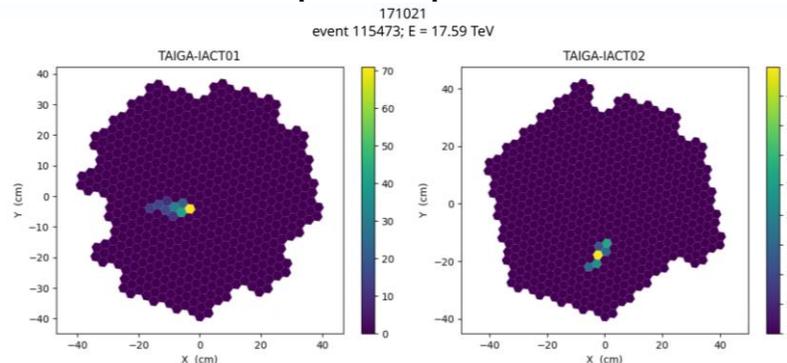
Коррекция
наблюдаемого X_{max} к
моделируемому



Восстановление энергии

Энергия может быть восстановлена на основе 3-х параметров:

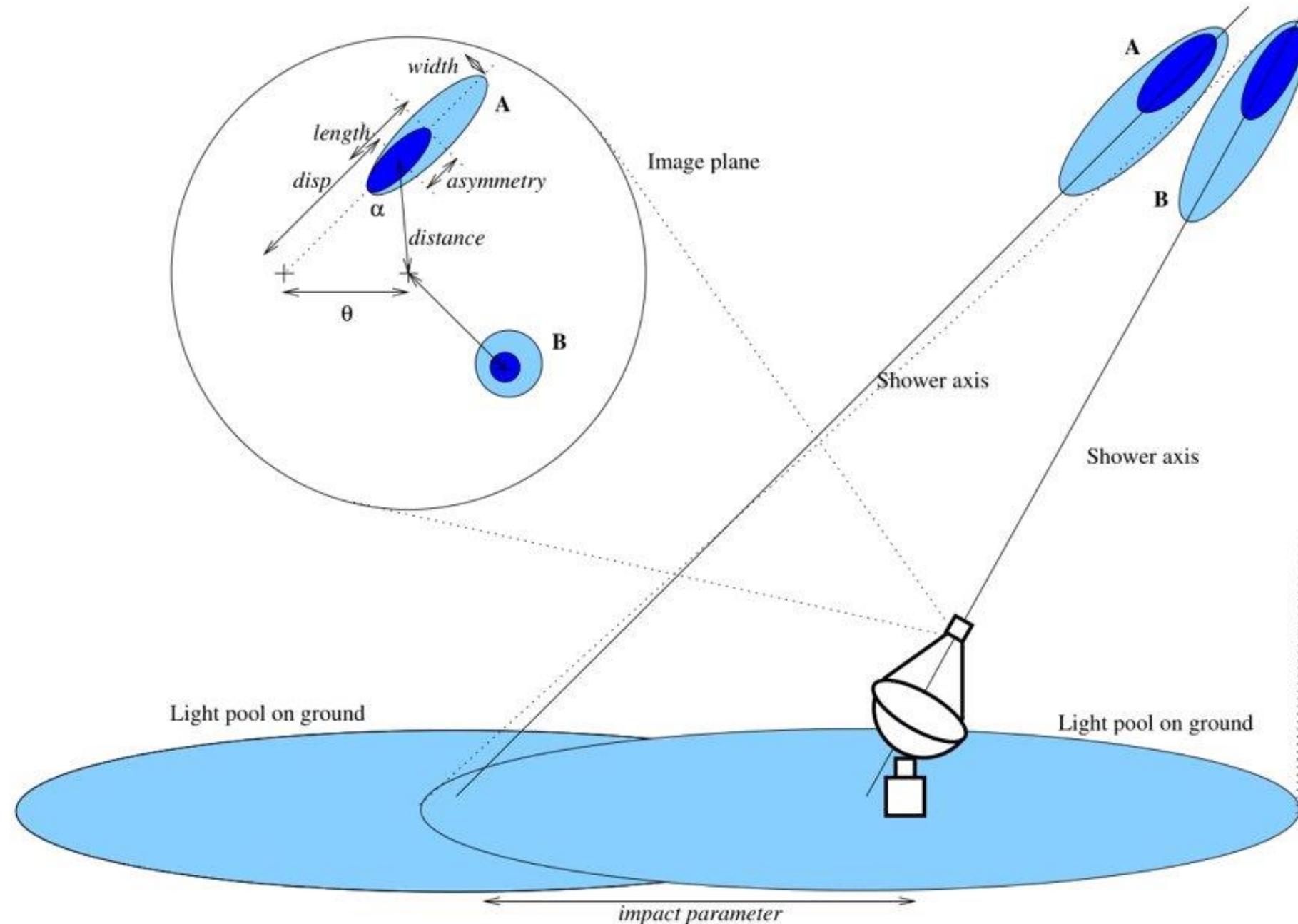
- Суммарное число фотоэлектронов
- Расстояние до оси ШАЛ
- Глубина максимума развития ШАЛ



Тип частицы

Для выделения гамма-квантов, изображения регистрируемых событий параметризуются. В анализе используется следующий набор параметров:

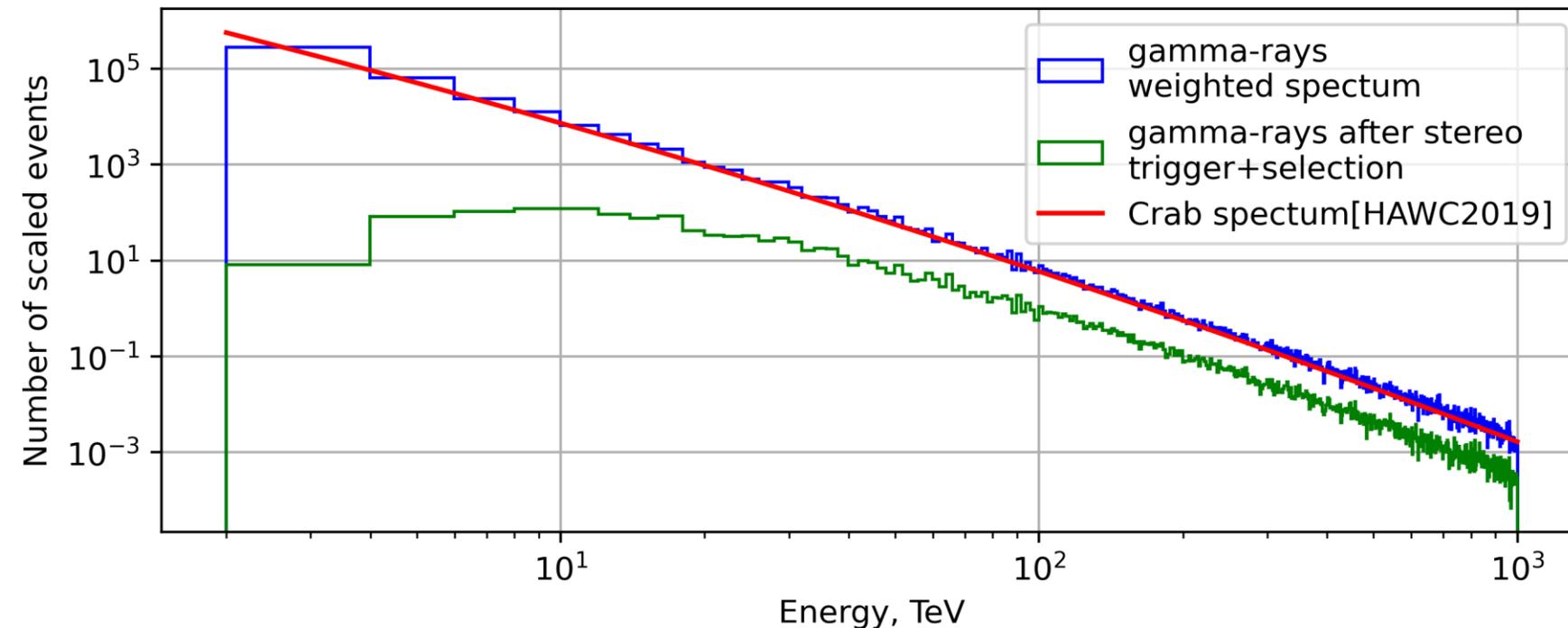
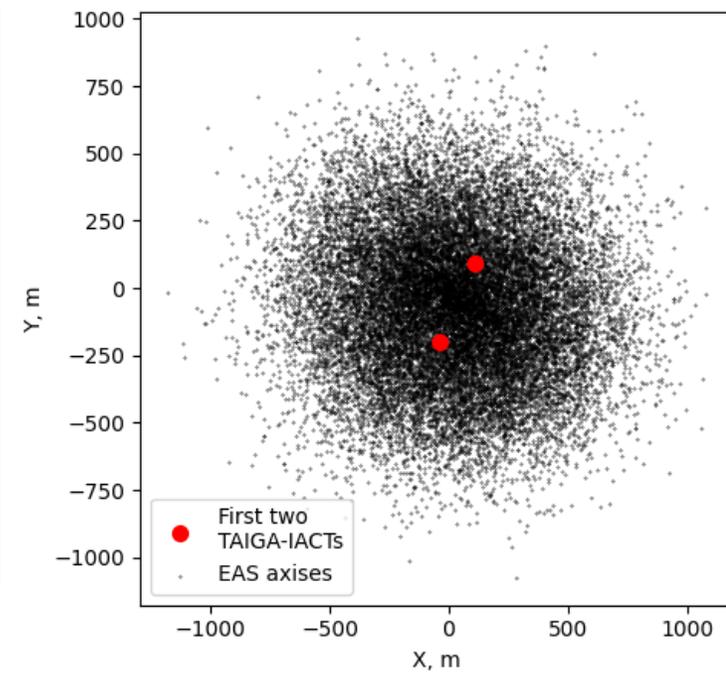
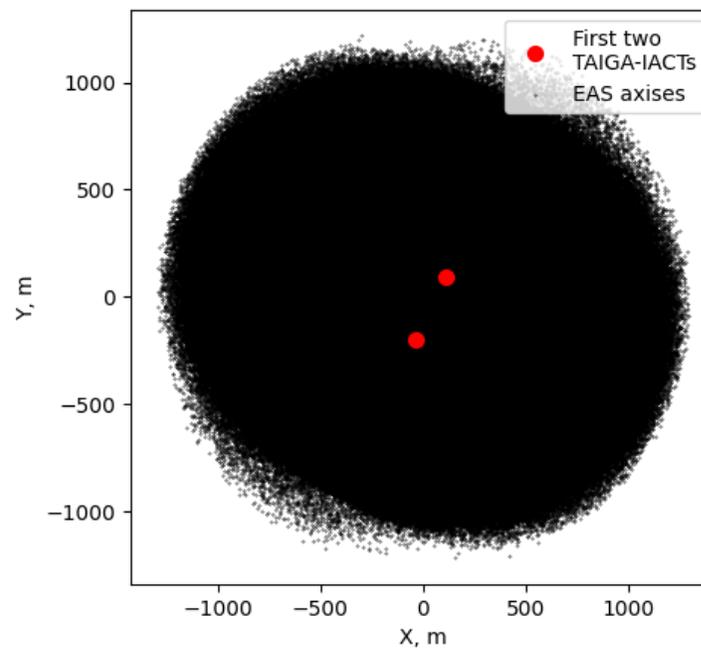
- width - момент второго порядка вдоль малой оси эллипса
- θ^2 - квадрат угла между восстановленным направлением прихода ливня и истинным



Моделирование гамма-квантов

Учитываются:

- Индивидуальные относительные чувствительности ФЭУ
- Интегральная квантовая чувствительность телескопов
- Тип конусов Винстона
- Количество и тип сегментов отражателя



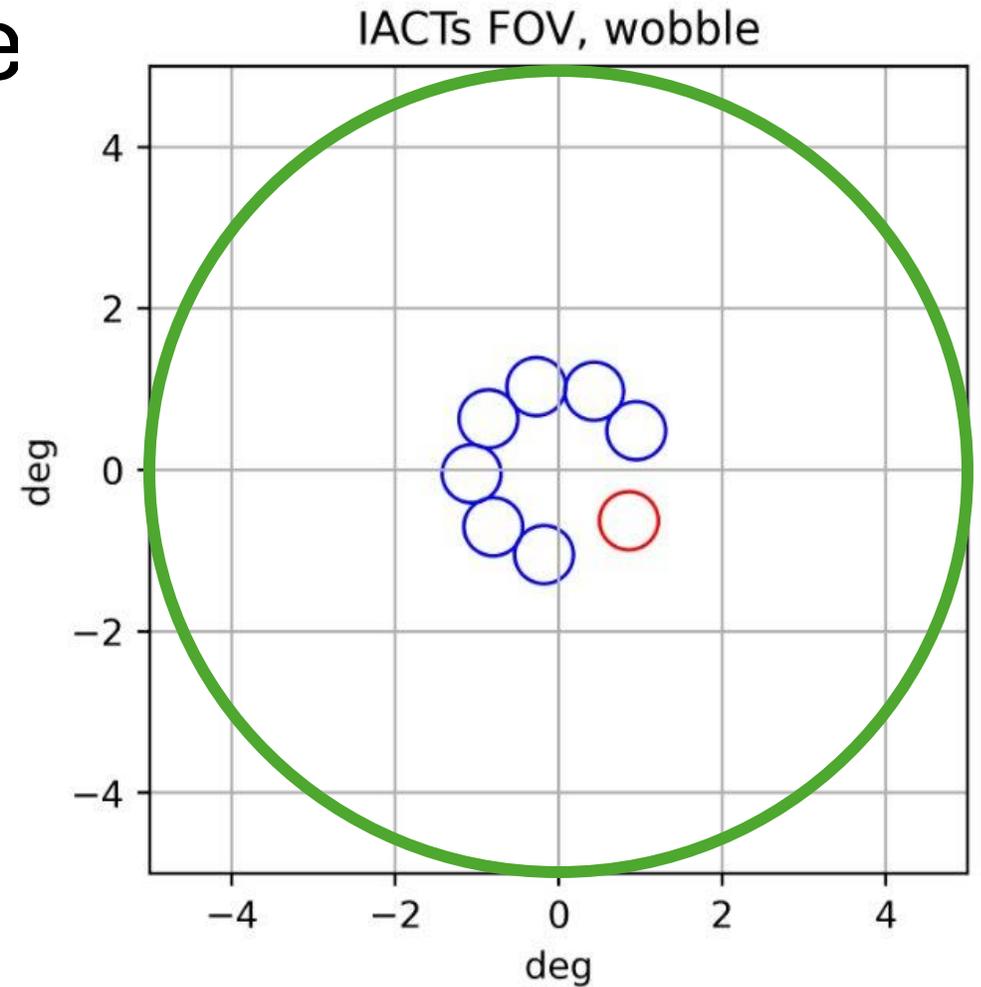
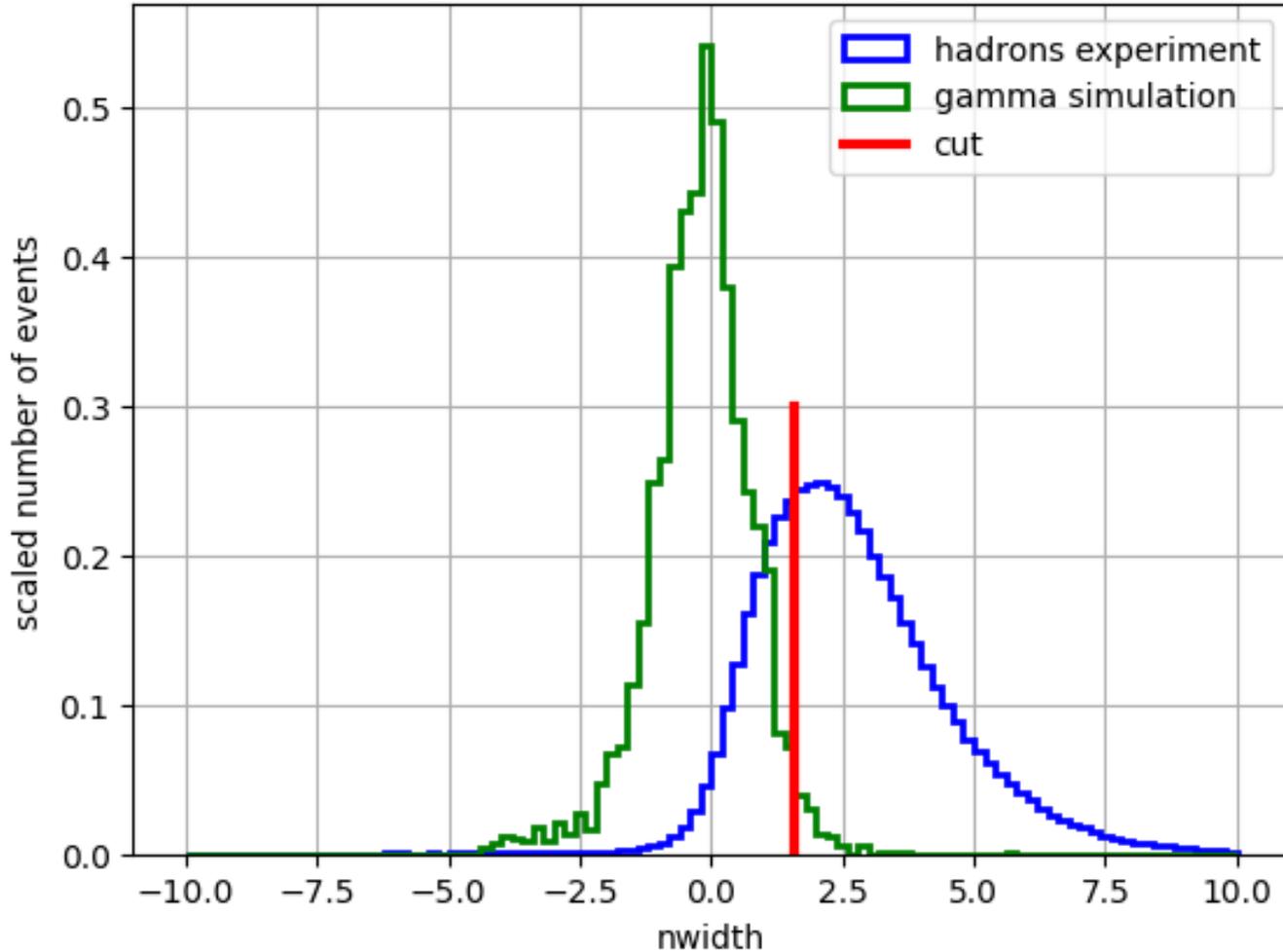
Восстановление параметров первичной частицы проводится для событий, удовлетворяющих следующим условиям:

- Сработало два телескопа,
- Суммарное число фотоэлектронов в событии (сайз) > 120 фэ
- Центр тяжести изображения лежит в пределах 3.5 градусов от центра камеры

Гамма-адронное разделение

Распределение событий по нормализованной ширине nwidth
- характеристике ширины события

по всем сработавшим телескопам

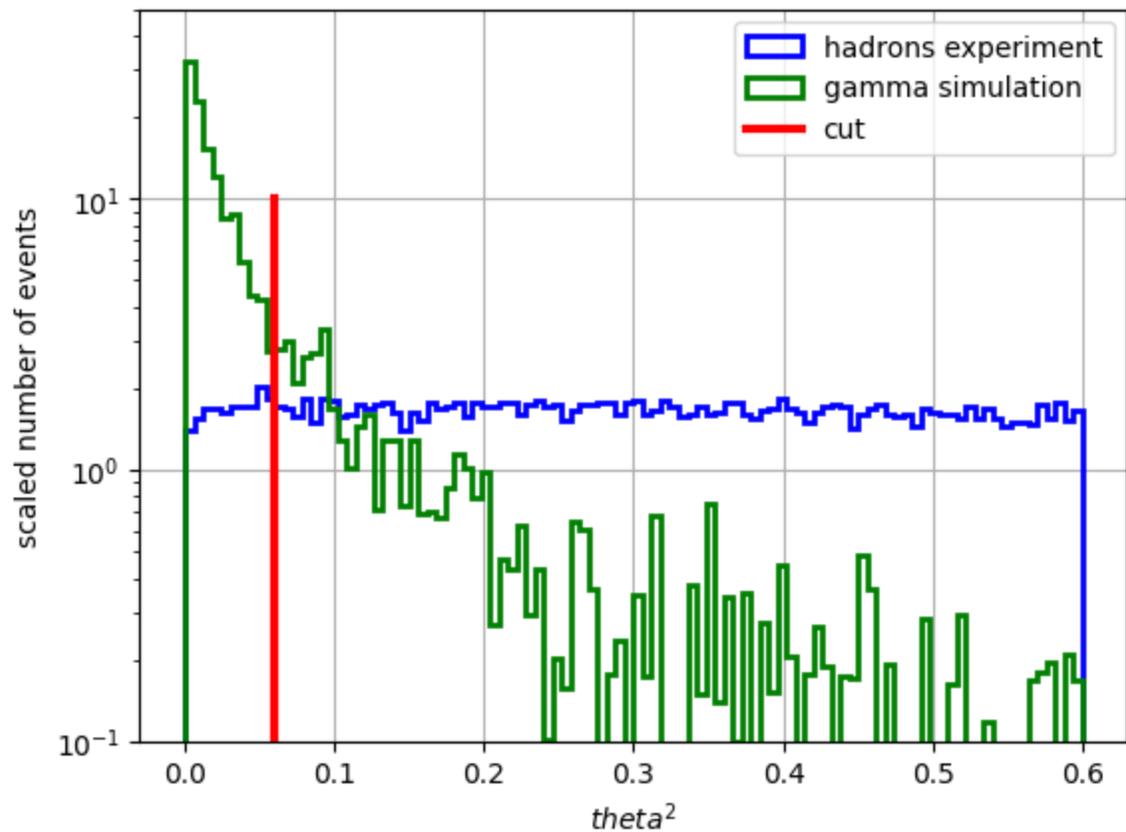
$$np = \frac{1}{N_{tel}} \left[\sum_i^{N_{tel}} \frac{p_i = p_n(r_i, size_i, X_{max_i}, zen_i)}{PMAD(r_i, size_i, X_{max_i}, zen_i)} \right]$$


Поле зрения телескопов содержит:

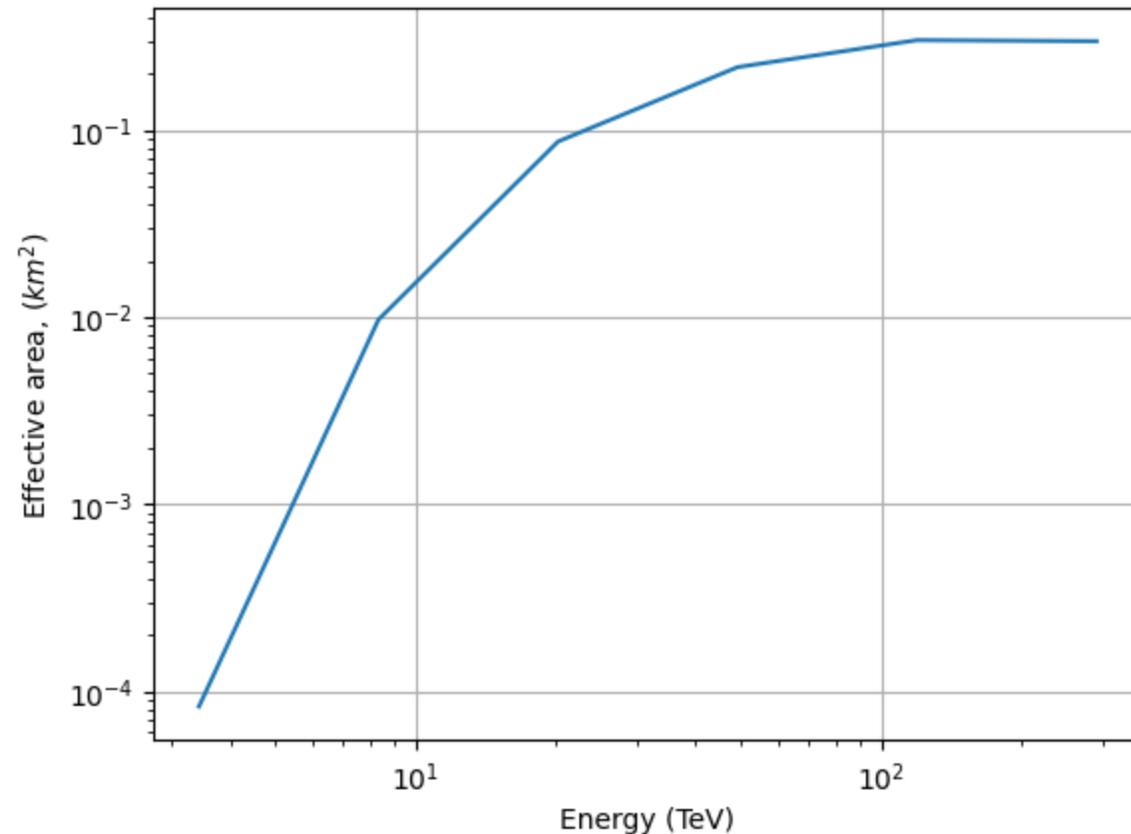
- область с источником гамма-излучения
- области оценки адронного фона

Гамма-адронное разделение

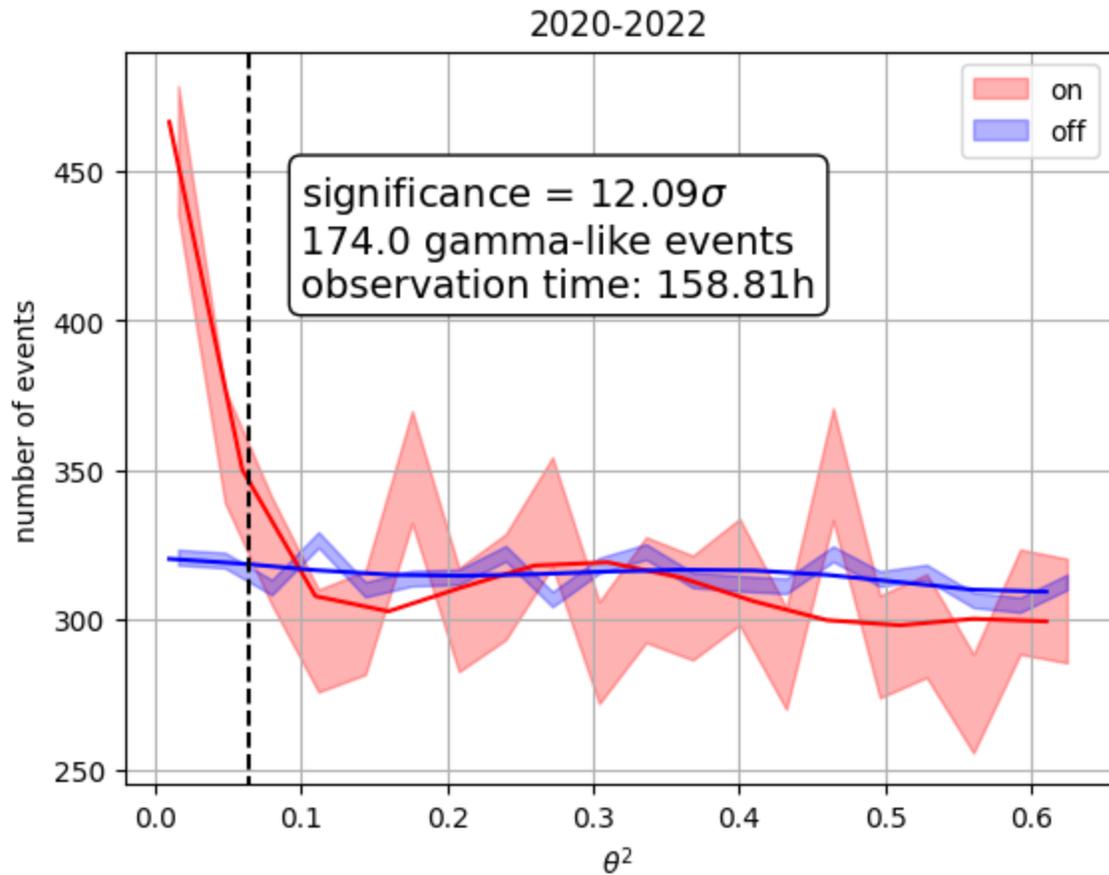
Распределение событий по θ^2 - углу между восстановленным и истинным направлением прихода ШАЛ



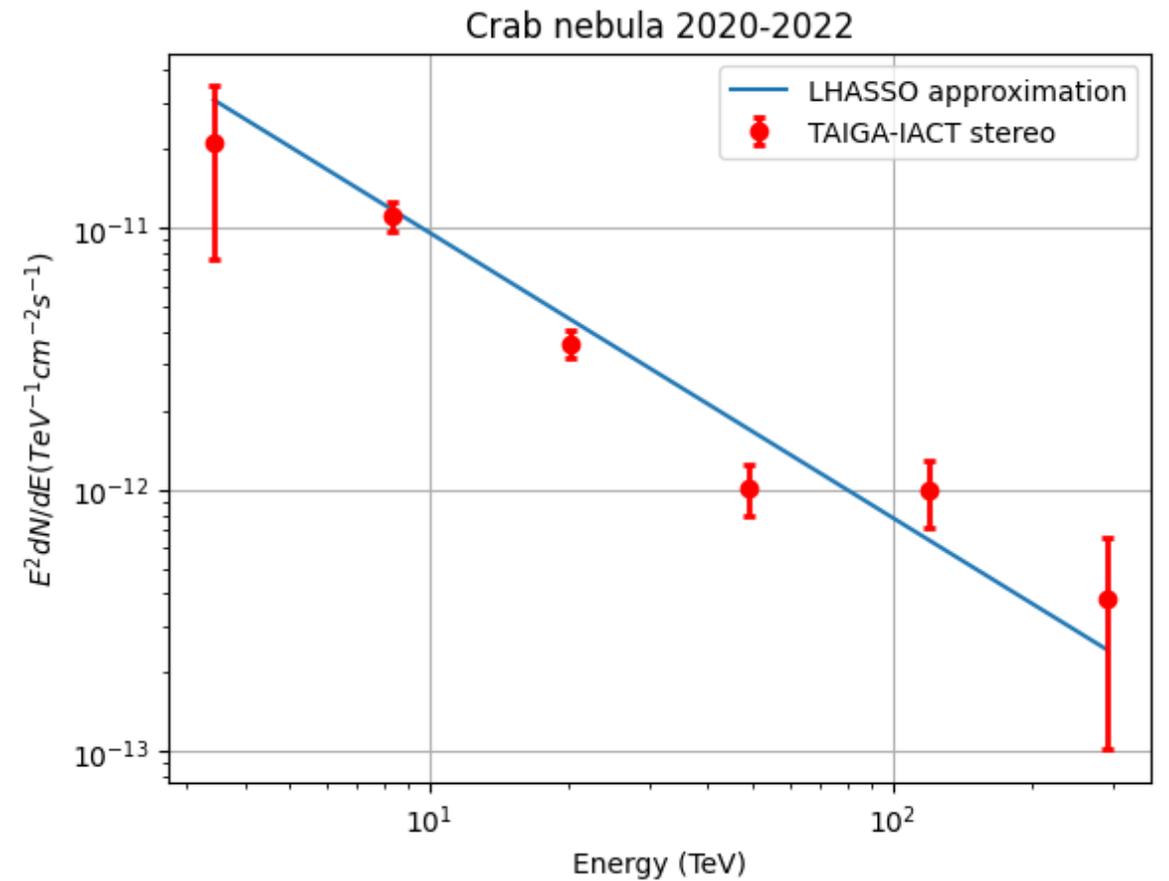
Эффективная площадь установки TAIGA-IACT в сезонах 2020-2022 гг. Достигает 0.3 km^2 при энергии 100 ТэВ



Избыток и энергетический спектр



Количество фоновых адронов оценивалось по 7 областям в поле зрения телескопов, аналогичных области содержащей источник гамма-квантов



Энергетически спектр Крабовидной туманности по данным установки TAIGA-IACT. Выше 100 ТэВ зарегистрировано 12 событий.

Заключение

- Был получен сигнал от источника Крабовидная туманность на уровне 12σ ;
- Получен энергетический спектр источника, согласующийся с наблюдениями других установок;
- Отобрано 12 событий с энергией выше 100ТэВ. Выделить сигнал от гамма-квантов в данной энергетической области до сих пор удавалось только с помощью высокогорных обсерваторий детектирующих заряженную компоненту ШАЛ.
- Планируется :
 - применение более сложной методики выделения гамма-квантов;
 - Выполнение процедуры анфолдинга;
 - Увеличение статистики за счет сезона 2022-2023 года с 3-мя телескопами TAIGA-IACT. Ожидается, что за 300 часов с 3-мя телескопами удастся выделить ~50 гамма-квантов с энергией выше 100 ТэВ.

Спасибо за внимание