

АННОТИРОВАННЫЙ ОТЧЕТ(*)
о результатах НИР по гранту за 2020 год

Конкурс 2020 года на соискание грантов
для поддержки научно-исследовательской работы
аспирантов и молодых сотрудников ИГУ.

Направление *Физика и астрономия* Шифр гранта 091-20-307

1. Наименование НИР по гранту *Восстановление массового состава космических лучей сверхвысоких энергий по данным совместных измерений экспериментов Tunka-Rex и Tunka-Grande*

2. Структурное подразделение (кафедра, лаборатория) *НИИПФ ИГУ*

3. Исполнитель НИР *Безъязыков Павел Александрович*

5. Ожидаемые результаты в соответствии с заявленным планом работы:

- 1) *Расчет эффективности измерений Tunka-Grande.*
- 2) *Независимое восстановление параметров ШАЛ по данным детекторов, работающих на общей системе сбора данных (Tunka-Grande + Tunka-Rex + Tунка-133)*
- 3) *Разработка методики совместного восстановления по данным Tunka-Rex+Tunka-Grande и восстановление массового состава космических лучей по этим данным.*

6. Основные полученные научные результаты:

- 1) *Проведена оценка динамики темпа счета Tunka-Grande, введены ограничения на высокие и низкие темпы счета.*
- 2) *Разработана процедура сравнения результатов независимого восстановления по данным Tунки-133, Tunka-Rex и Tunka-Grande. Проведена оценка согласованности результатов.*

7. Предполагаемое использование результатов, в том числе в учебном процессе:

Результаты могут быть использованы при разработке требований к развертыванию и организации системы сбора данных будущих детекторов.

8. Перечень публикаций(**) по результатам работы (статьи, доклады) с приложением оттисков или рукописей, направленных в печать

-

Исполнитель НИР по гранту *Безъязыков П.А.*

Отчет по НИР "Восстановление массового состава космических лучей сверхвысоких энергий по данным совместных измерений экспериментов Tunka-Rex и Tunka-Grande"

Безъязыков П.А.

22.04.2021

Целью исследования являлась совместная обработка данных измерений детекторов Tunka-Rex и Tunka-Grande и восстановление массы первичных космических лучей по этим данным. В контексте детектора Tunka-grande, как и других сцинтилляторных детекторов, массу частицы возможно восстановить путем анализа пространственного распределения и плотности потока мюонов и электронов. В качестве первого приближения к восстановлению массы было проведено восстановление энергии первичной частицы путем параметризации полного числа зарегистрированных заряженных вторичных частиц:

$$E = k \cdot \left(\frac{N_e}{\cos(\theta)} \right)^{0.877} \quad (1)$$

где N_e - число зарегистрированных заряженных частиц, θ - зенитный угол, $k = 2.658 \cdot 10^{10}$ - поправочный коэффициент.

Сравнение результатов восстановления энергии по данным Tunka-Grande таким способом с результатами восстановления по данным экспериментов Tunka-Rex и Tунка-133 (все три эксперимента работают на общей системе сбора данных) показали значительные разногласия. Результаты сравнения показаны на Рис. 1.

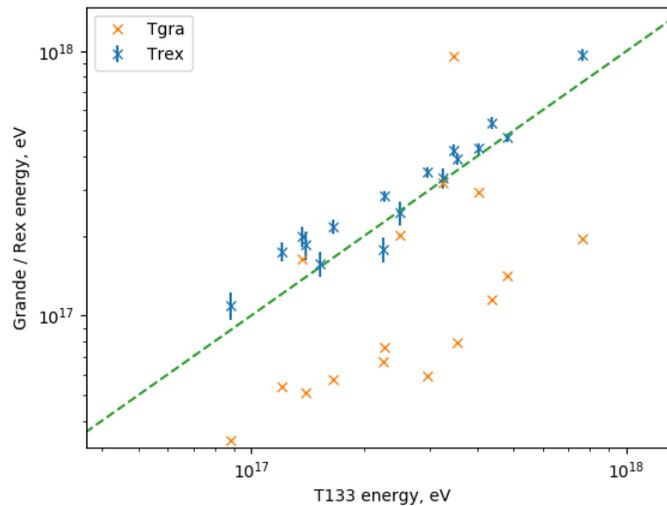


Рис. 1: Сравнение энергии, восстановленной по данным Tunka-Grande (оранжевые маркеры) и Tunka-Rex (синие) с энергией, восстановленной по данным установки Tунка-133. Для снижения влияния неравномерной угловой чувствительности детекторов использована выборка высокоэнергетических событий с зенитным углом $< 45^\circ$

Для оценки возможности восстановления массового состава по имеющимся данным было проведено сравнения параметров, зависимых от массы первичной частицы. Для Tunka-Grande таким параметром является число мюонов, для Tunka-Rex и Тунка-133 - восстановленная глубина максимума широкого атмосферного ливня. Данное сравнение также не показало никакой корреляции между параметрами (Рис.2).

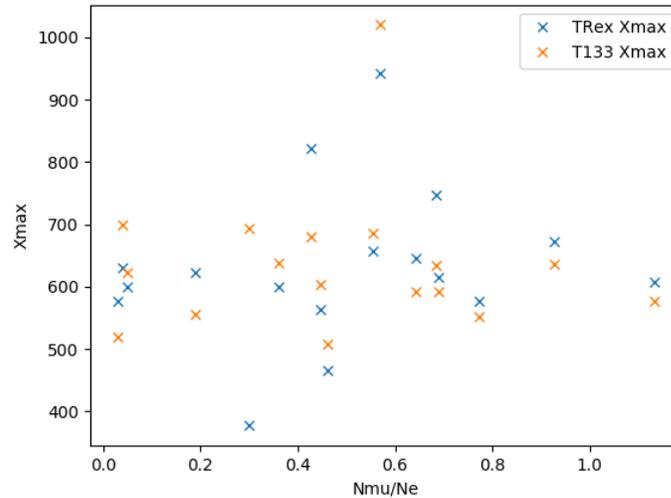


Рис. 2: Сравнение глубины максимума ливня X_{max} , восстановленной по данным Tunka-Rex (синие маркеры) и Тунка-133 (оранжевые) с отношением числа мюонов к числу электронов по данным Tunka-Grande.

Т.к. результаты независимого восстановления Tunka-Rex и Тунка-133 находятся в согласии с остальными мировыми экспериментами, а данные Tunka-Grande слабо коррелируют с данными других экспериментов даже на самых низкоуровневых параметрах (число электронов и мюонов), то автор склоняется ко мнению, что по имеющимся данным Tunka-Grande восстановление параметров КЛ невозможно. Вероятно, проблему можно исправить проведением абсолютной калибровки детектора, учетом чувствительности мюонных счетчиков к высокоэнергетичным электронам, и учетом снижения чувствительности счетчиков со временем вследствие деградации и уменьшения световыхода.