

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА
ПО НАПРАВЛЕНИЮ 03.03.02 ФИЗИКА
НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ)
«СОЛНЕЧНО-ЗЕМНАЯ ФИЗИКА»**

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ МАКСИМУМА ШАЛ
ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСА ЧЕРЕНКОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Выполнил: студент 4 курса, группы 01411-ДБ
Устинов Кирилл Александрович

Руководитель: д.ф.-м.н., Паперный В.Л.

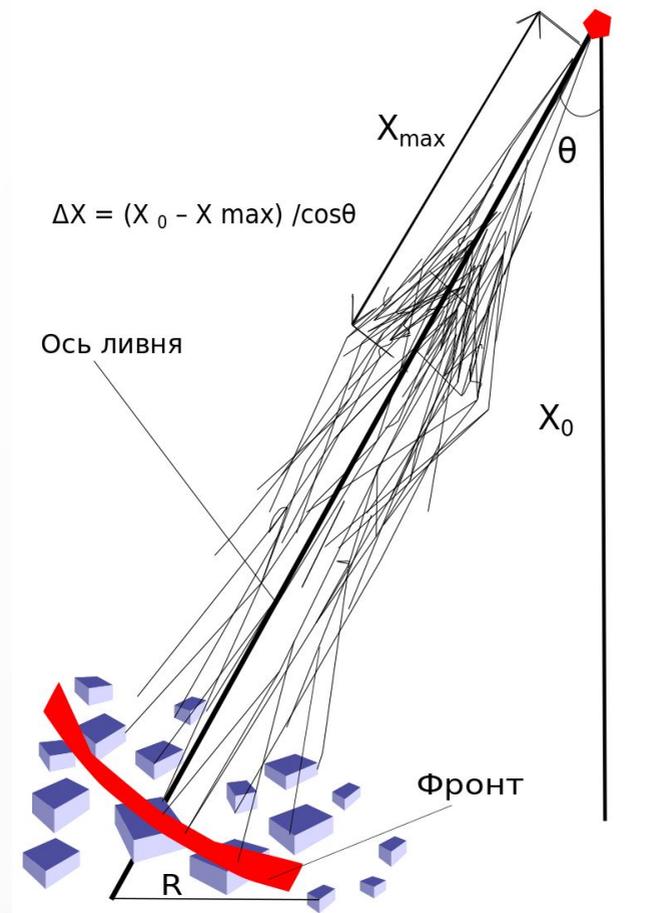
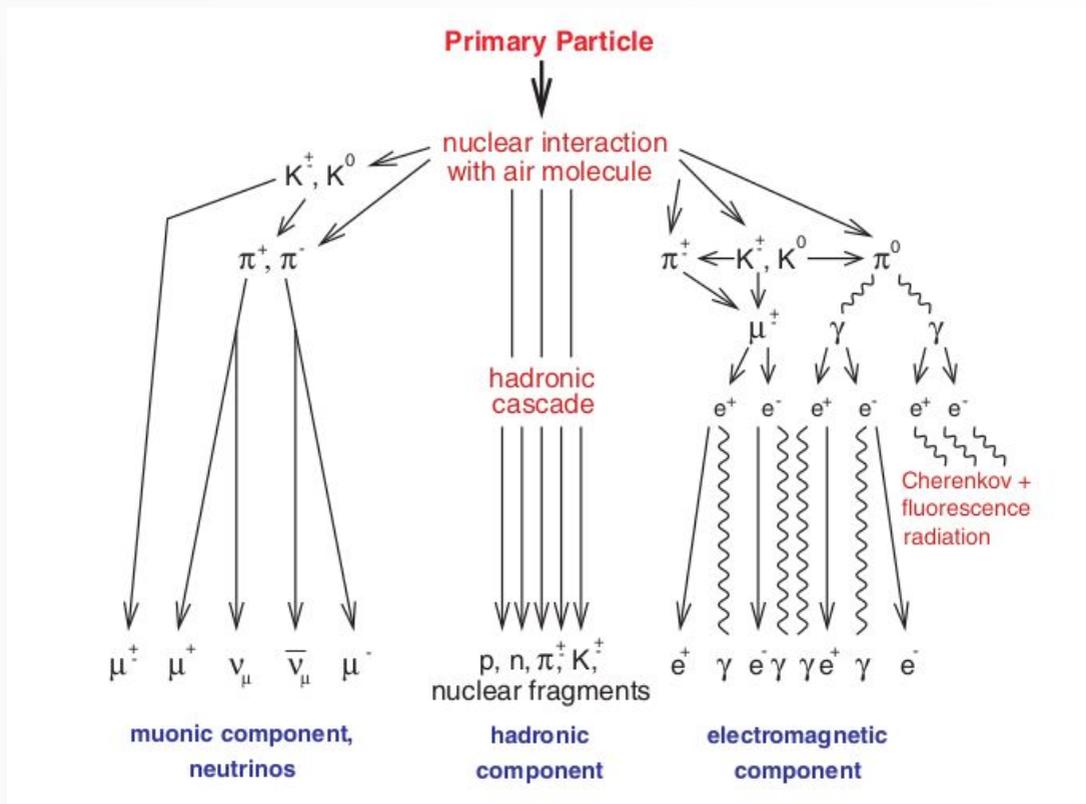
Консультант: д.ф.-м.н., Просин В.В.

Космические лучи

- - это непрерывно бомбардирующие нашу планету потоки ядер химических элементов
- Индивидуальные частицы имеют высокую энергию вплоть до 10^{20} эВ.
- Имеют скорость близкую к скорости света.
- Состав сходен с химическим составом вещества Вселенной: водород — преобладающий элемент (~ 90%); гелий (~ 8%); ядра более тяжелых элементов (~ 2%).

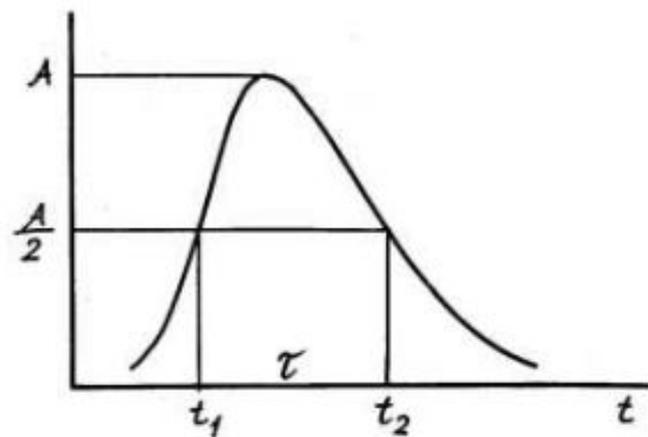
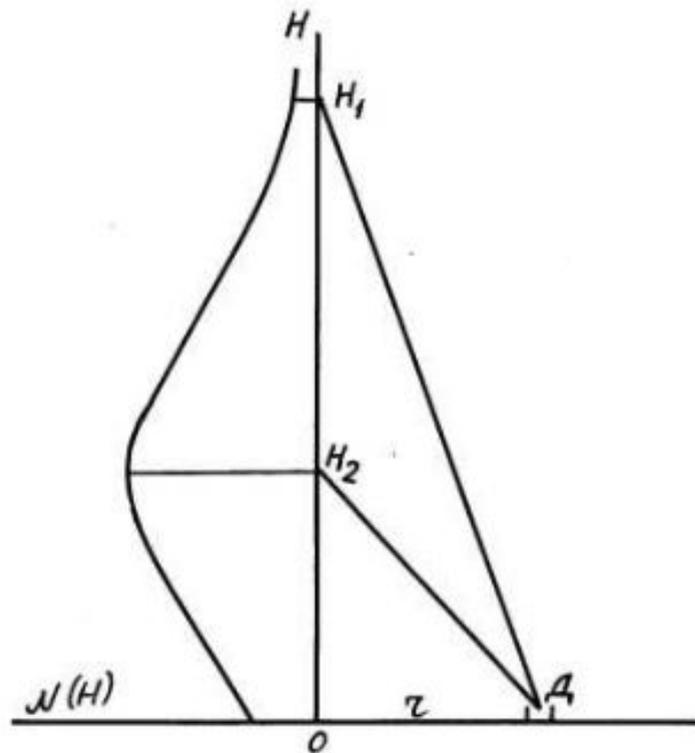
Широкие атмосферные ливни

Схема развития ливня



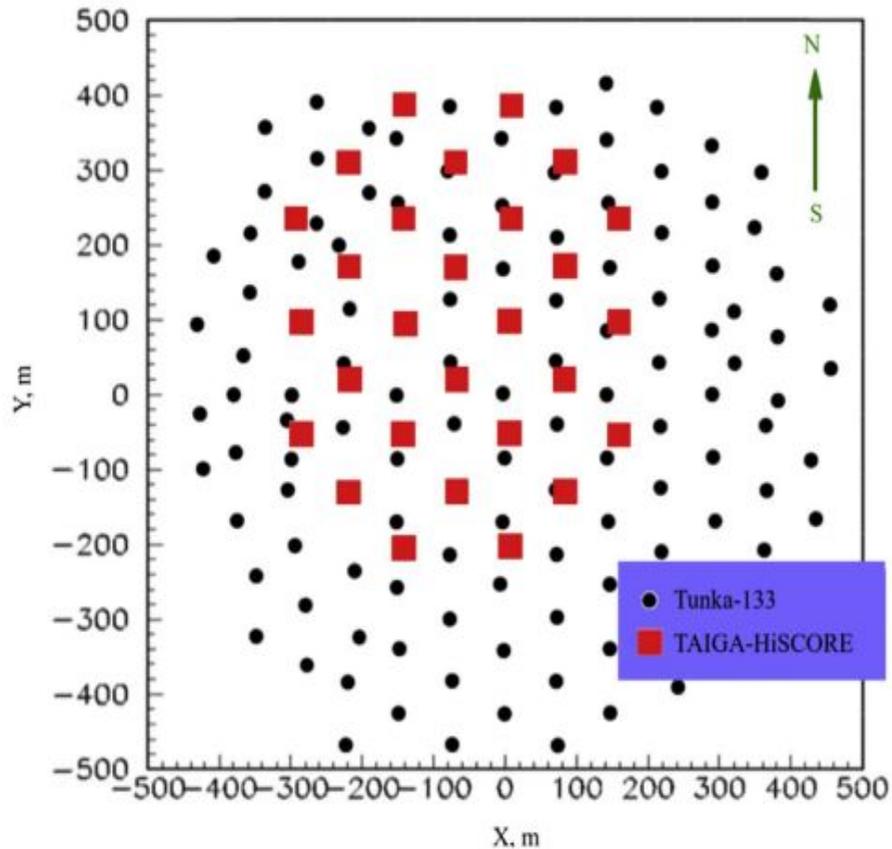
X_{\max} - глубина на которой число заряженных частиц максимально

Связь X_{\max} с черенковским импульсом



$n(H)$ — усредненный
показатель преломления
воздуха вдоль пути света

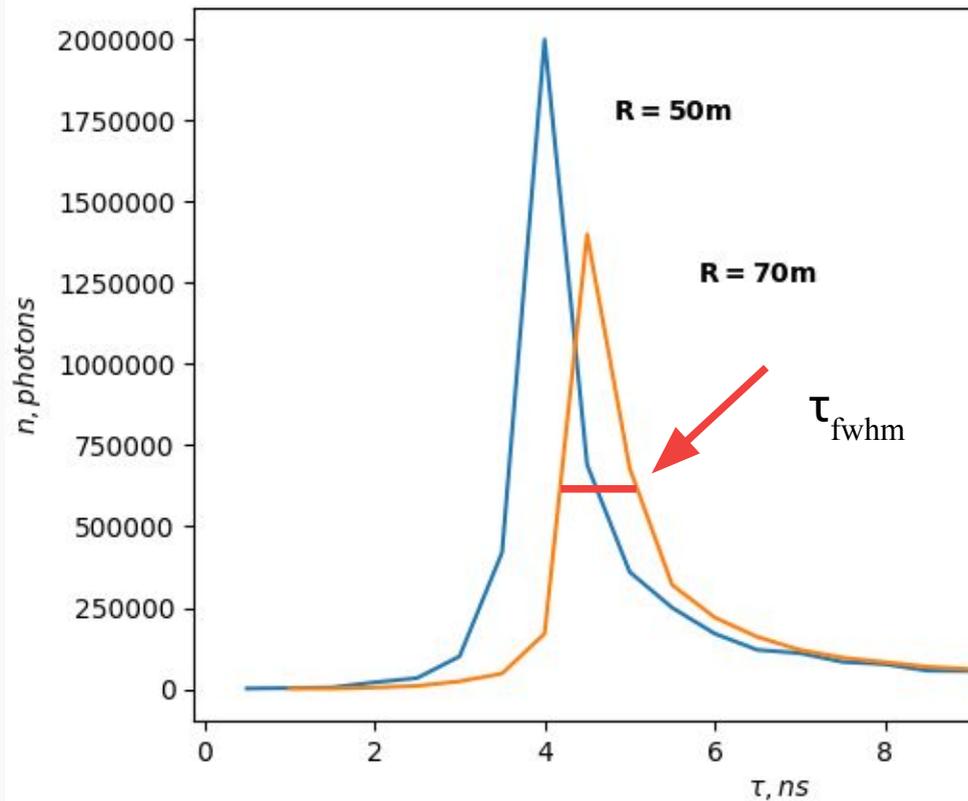
Установка Tunka-HiSCORE



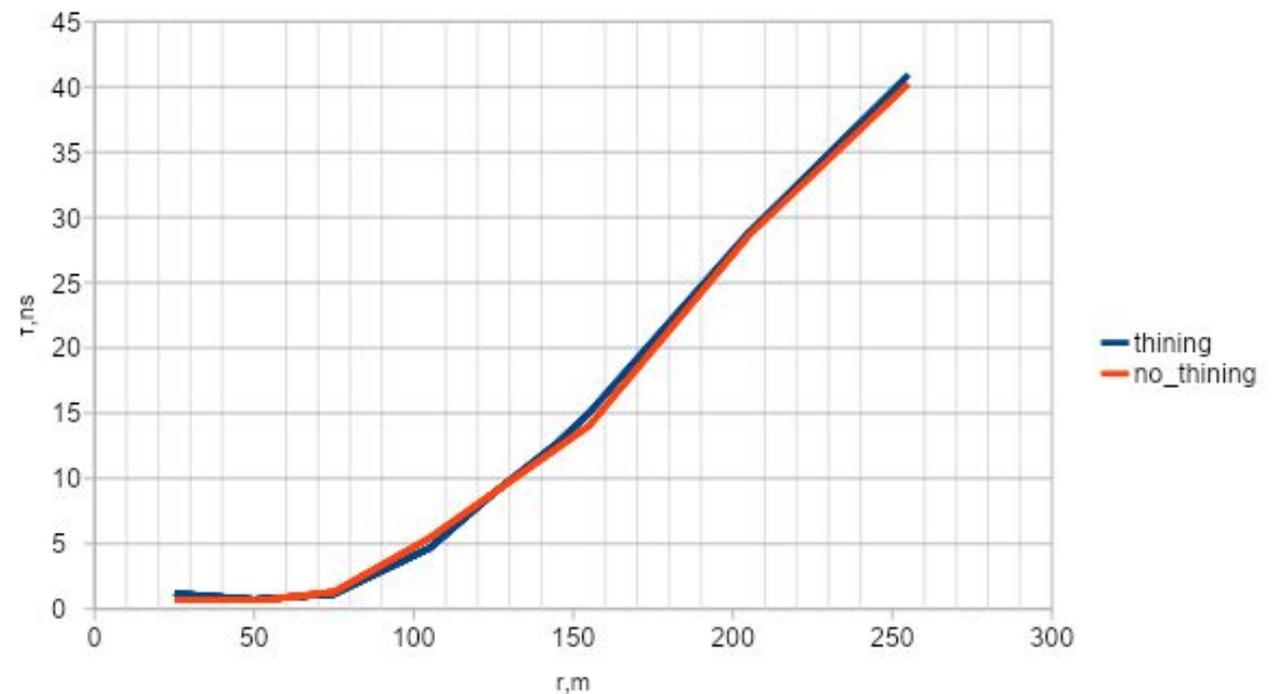
- Часть эксперимента TAIGA
- 29 детекторов размещенных на территории около 0,4 км²
- 4 фотоумножителя на каждую оптическую станцию
- Регистрирует вспышки черенковского света

Моделирование импульсов

- 50 ливней в программе CORSIKA

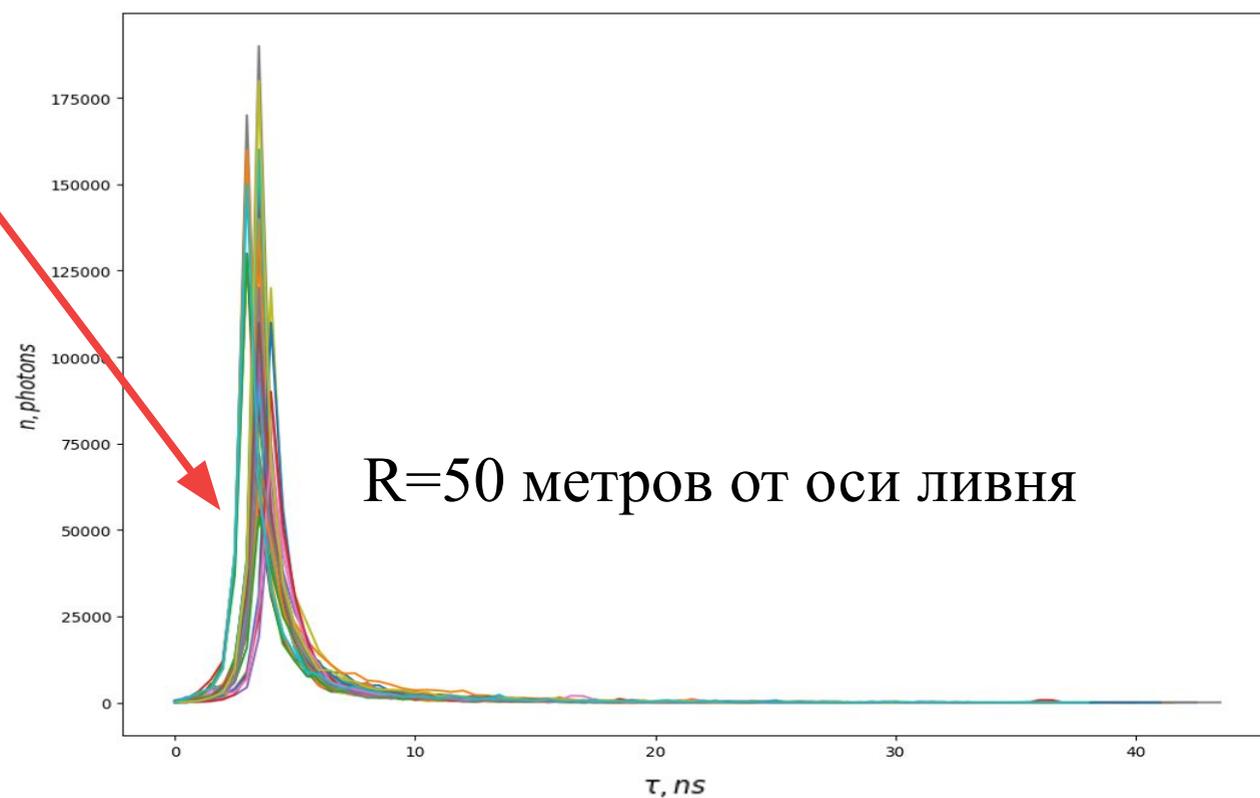
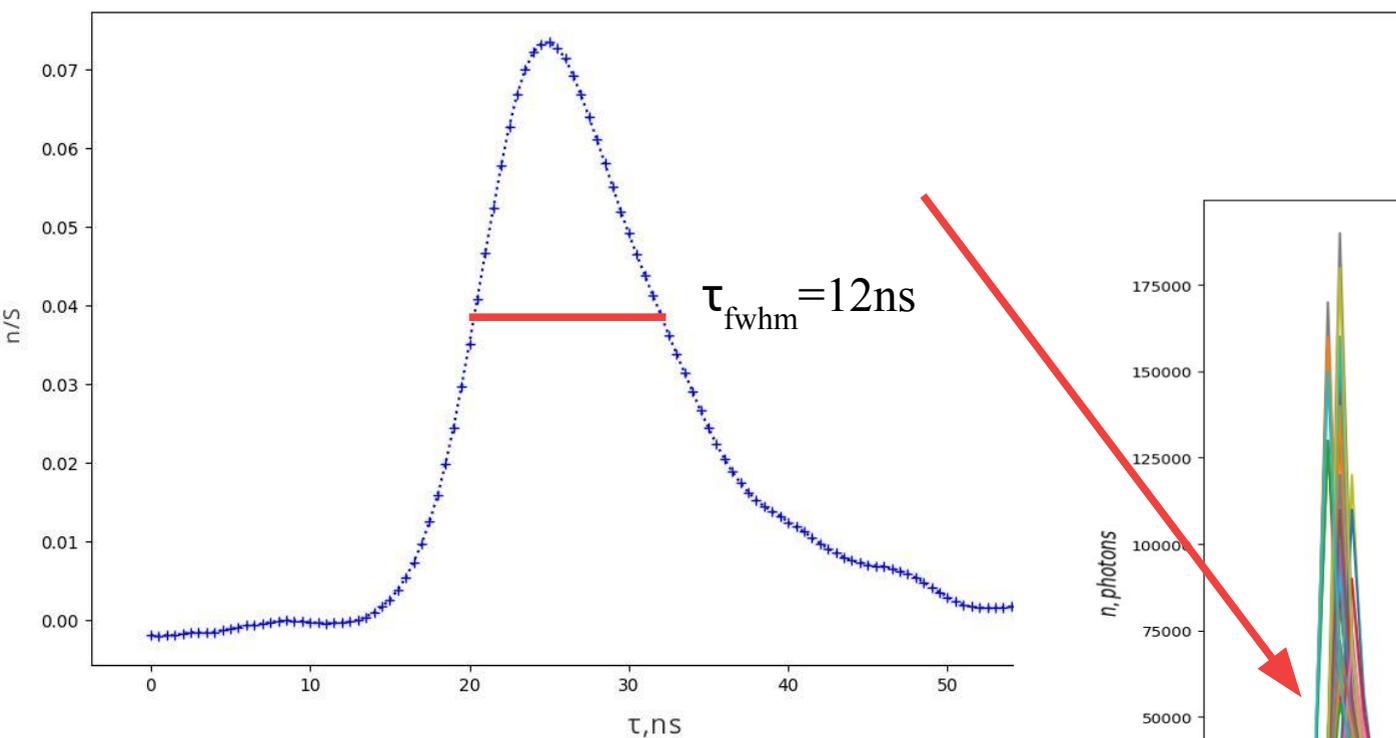


Первичная частица протон с энергией 10^{16}эВ



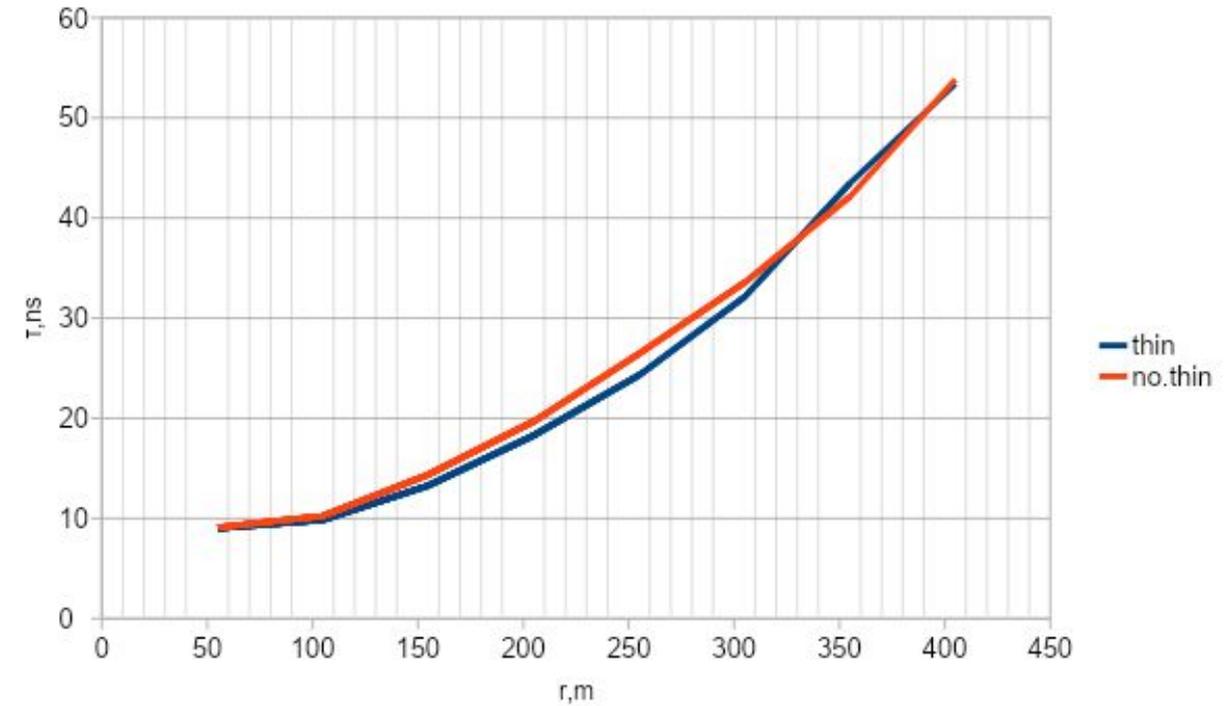
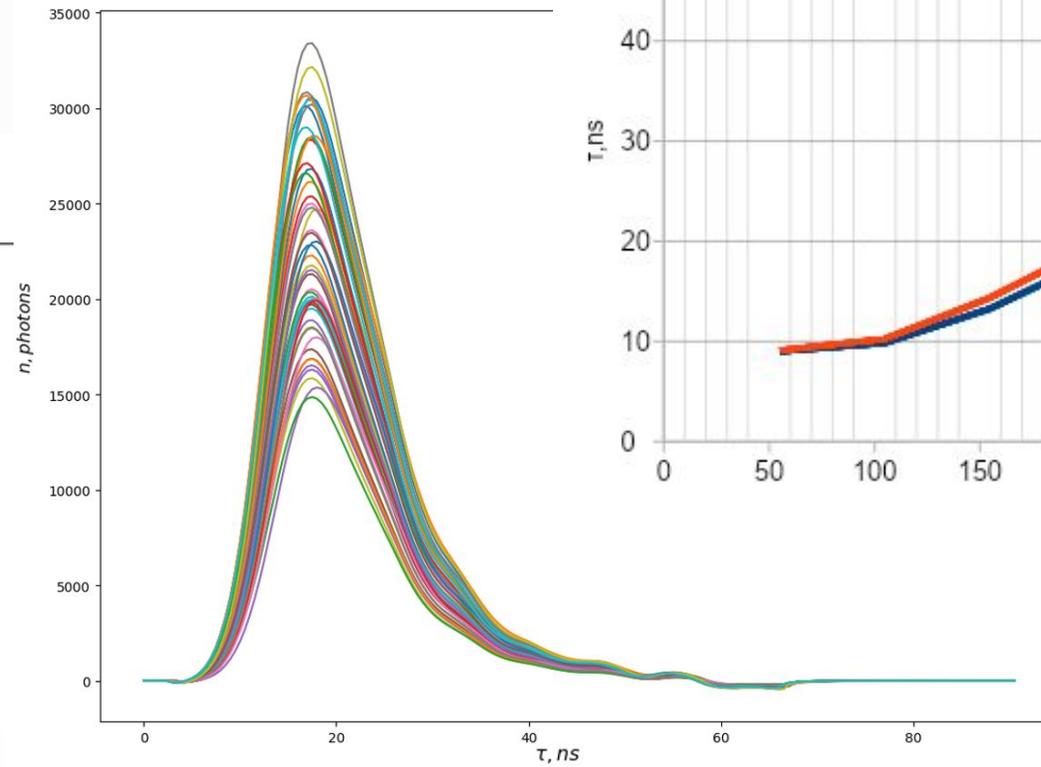
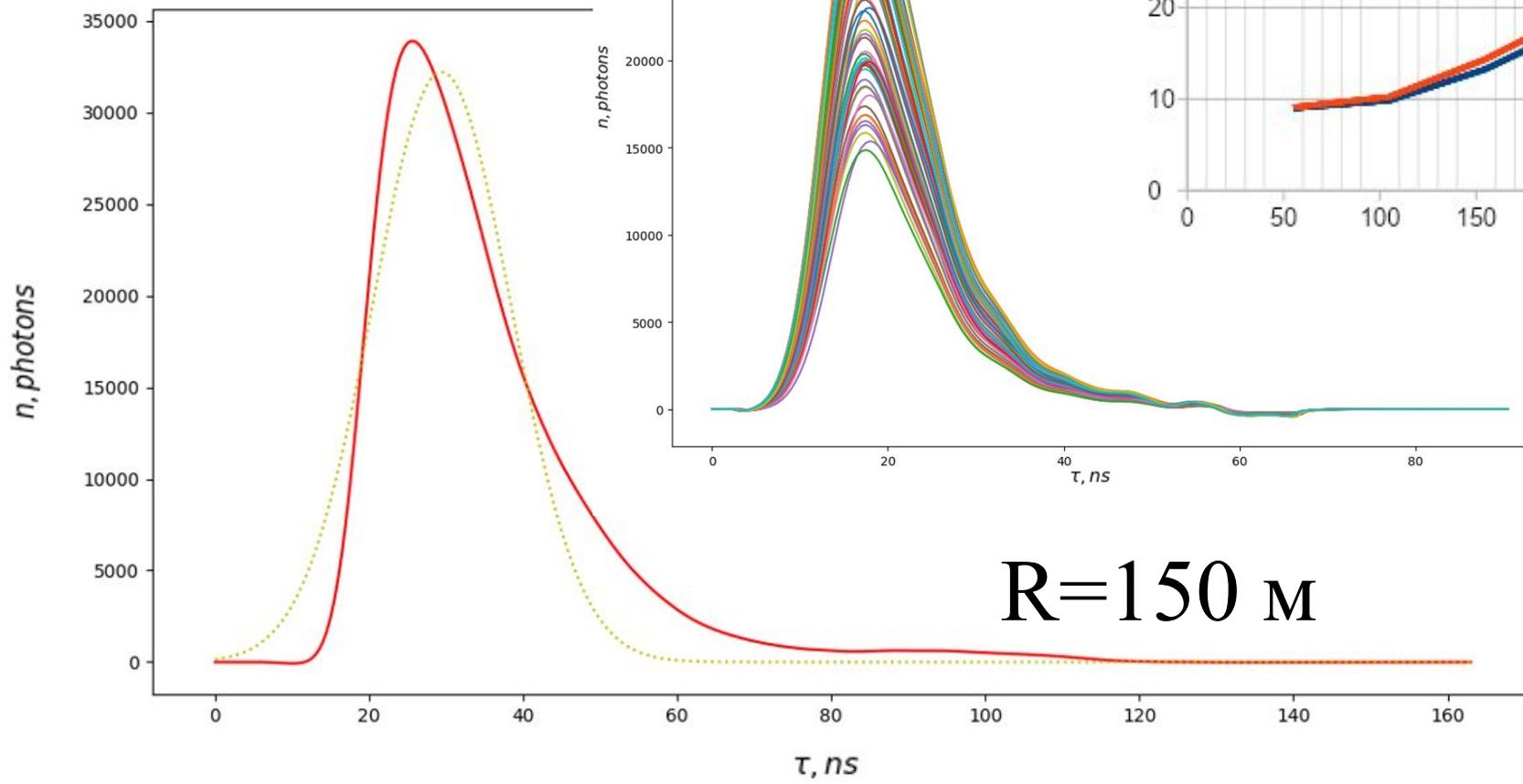
Преобразование импульсов

- Аппаратная функция

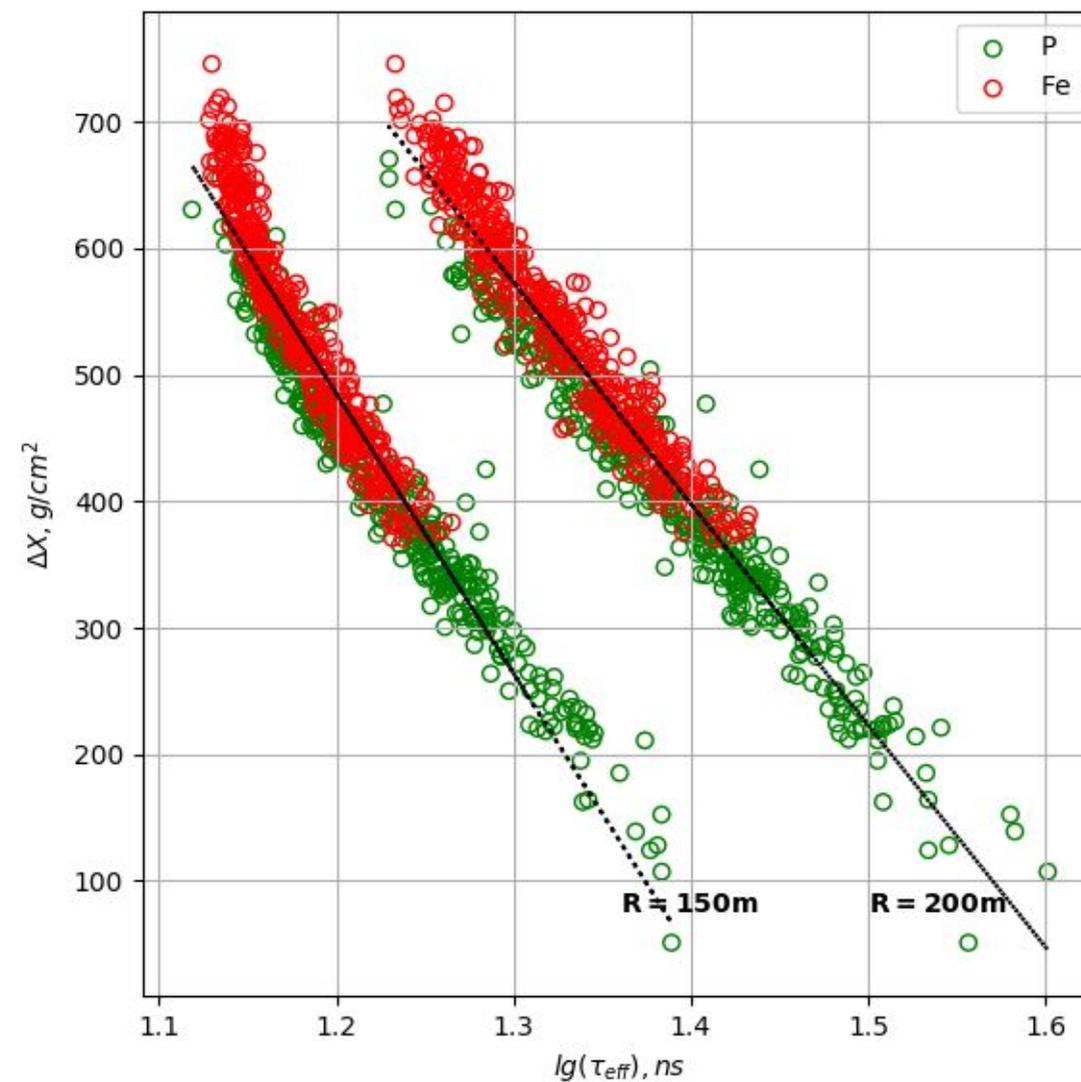
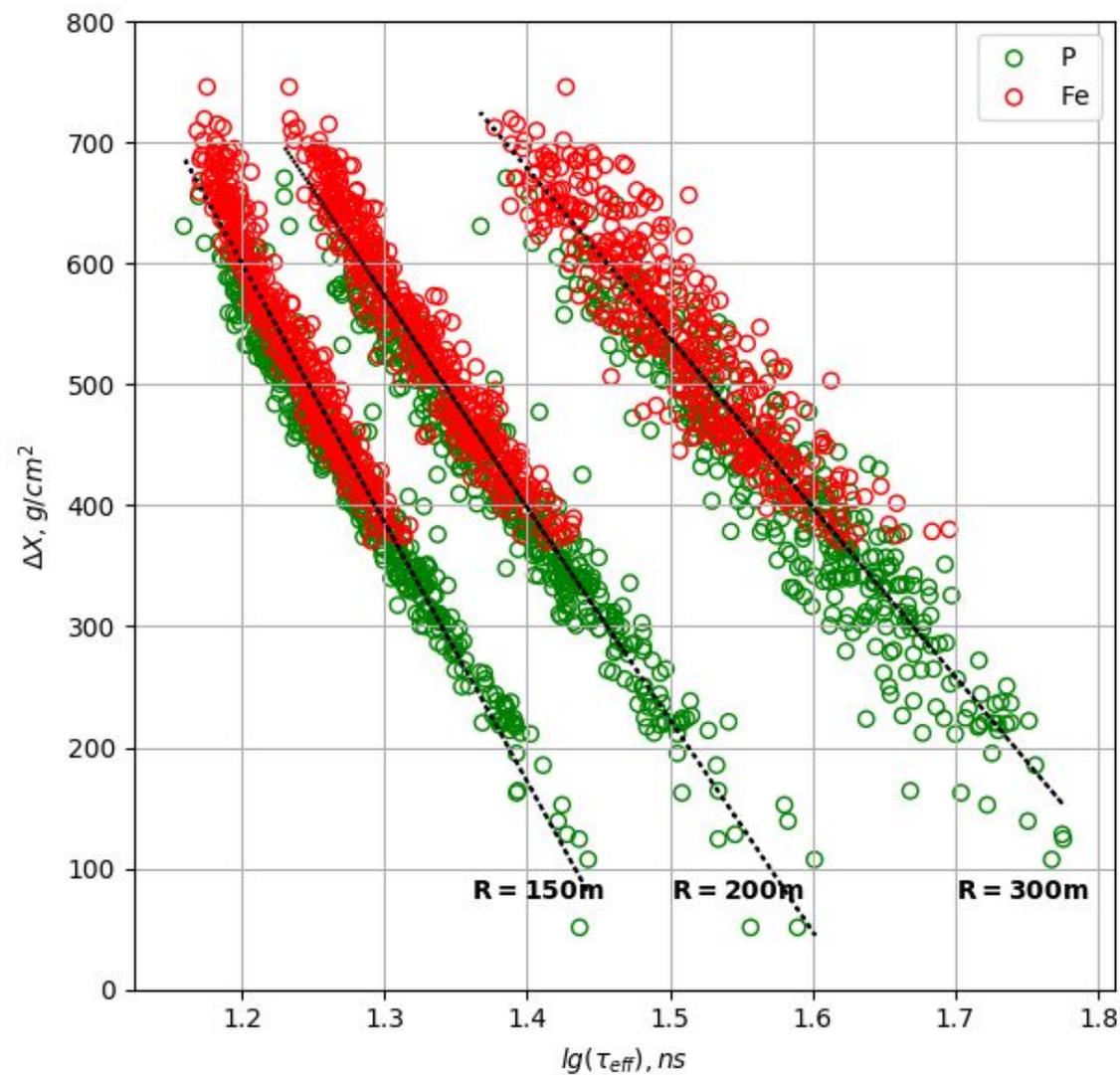


„Прошедшие через аппаратуру“

$$\tau_{\text{fwhm}} > 9\text{ns}$$

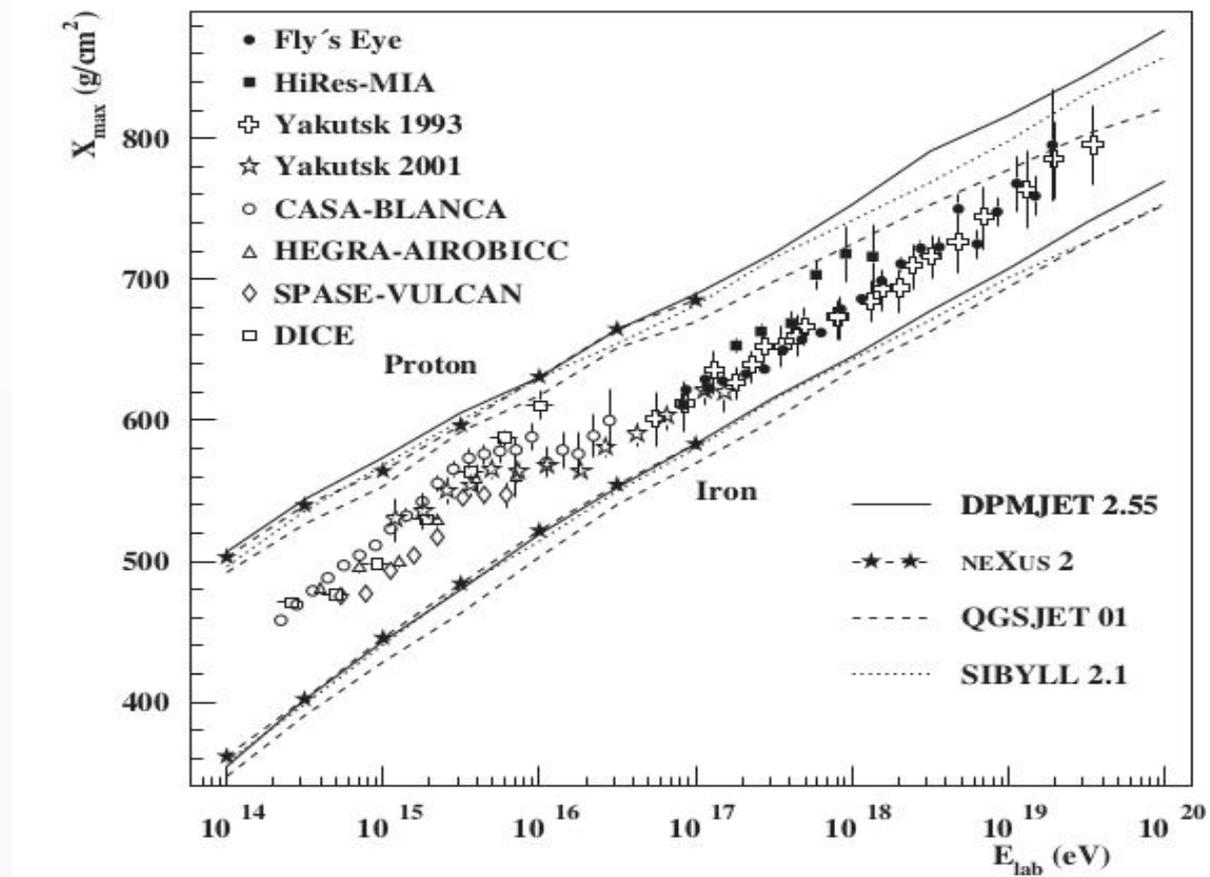


Оценка глубины максимума



Что дальше?

- Экспериментальные данные Tunka-HiSCORE
- Оценка массового состава КЛ



Заключение

- В результате работы была подтверждена и получена зависимость X_{\max} от длительности импульсов черенковского свет для расстояний 150 и 200 метров от оси широкого атмосферного ливня. Разработаны программы для анализа смоделированных данных. Получена основа для для будущее оценки массового состава космических лучей с использованием установки Tunka-HiSCORE.

Спасибо за внимание!