

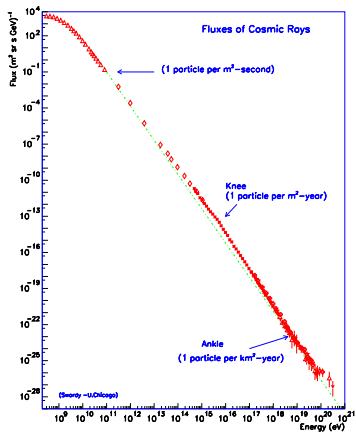
МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ СОБЫТИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ “НУКЛОН”

Биктемерова Светлана

Руководители:

к.ф-м.н. Наумов Д.В. (Лаборатория ядерных проблем, ОИЯИ)
проф. Калошин А. Е. (ИГУ)

8.06.2007



В широкой области энергий спектр космических лучей хорошо описывается степенным законом:

$$\frac{dE}{dN} \sim E^{-\gamma}$$

Рис. 1: Спектр космических лучей

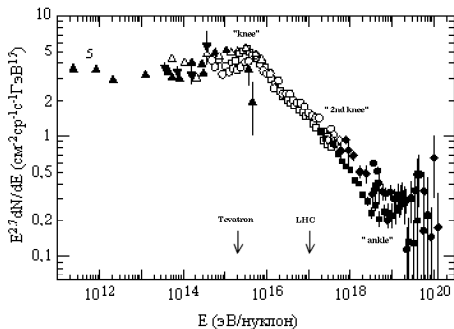
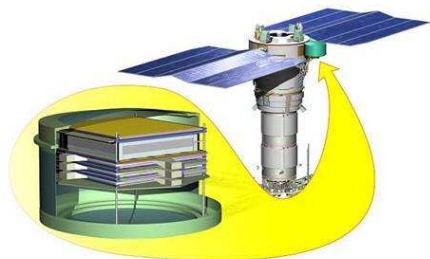


Рис. 2: Спектр космических лучей.

- Что представляет собой „колени“ в спектре КЛ?
- Состав КЛ до и после „колени“?

В период с 2009 по 2010 гг., планируется запуск спутникового эксперимента „НУКЛОН“

Планируемый срок набора данных 5 лет.



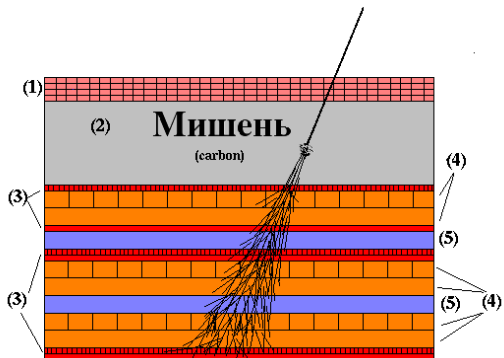
Основные задачи эксперимента „НУКЛОН“:

- Исследование энергетических спектров различных элементов в КЛ в области энергий от 100 ГэВ до 1000 ТэВ.
- Проверка гипотезы разных наклонов спектров различных компонент.
- Проверка астрофизических моделей рождения, ускорения и распространения космических лучей высоких энергий в нашей Галактике.

В данной дипломной работе были поставлены следующие задачи:

- Предварительная реконструкция направления.
- Исследование метода реконструкции заряда.
- Реконструкция энергии.

В целом научная аппаратура „НУКЛОН“ представляет собой „слоистую“ структуру с габаритными размерами активной части спектрометра $50 \times 50 \times 25 \text{ см}^3$. Весом не более 150 кг.



- ❶ Блок измерения заряда.
- ❷ Углеродная мишень.
- ❸ Блок измерения энергии и направления.
- ❹ Сцинтилляторы.
- ❺ Вольфрамовые конверторы.

Рис. 3: Схема спектрометра „НУКЛОН“.

Критерии на отбор событий:

- Энергия частицы $> 100 \text{ GeV}$;
- Трек идет сверху вниз, пересекая верхнюю и нижнюю плоскости детектора (условие на аксептанс);
- Частица неупруго рассеивается в мишени.

Характеристики триггера:

- Эффективность $\sim 90 \%$.
- „Чистота“ $\sim 60 \%$.

Ожидаемая статистика за год:

- Несколько миллионов событий в год (1 событие за 10 секунд).
- Около 100 событий с энергией 10^{14} эВ.

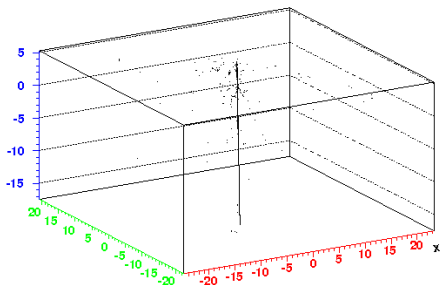


Рис. 4: Пространственное распределение хитов в детекторе для одного события.

Проведена предварительная реконструкция направления, для идеального случая. Частица прошла через центр детектора „сверху вниз“ через все плоскости (угол $\theta = 180^0$). Предварительная точность реконструкции 1–1.5 градуса (около 0.12 см).

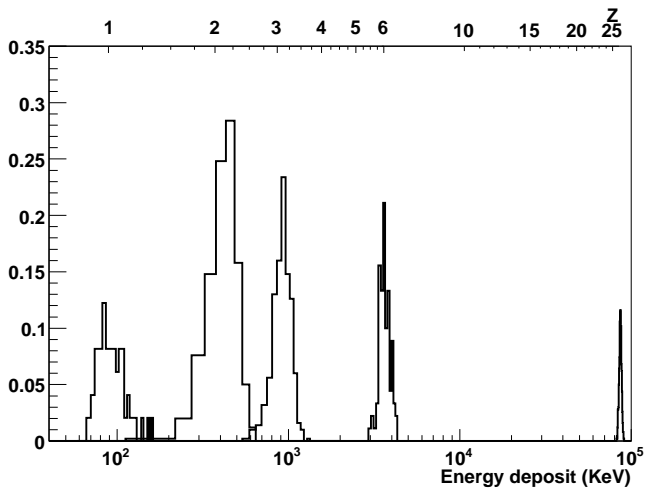


Рис. 5: Распределение энерговыведения для первой плоскости кремниевых палочковых детекторов ($dE/dx \sim Z^2$). На верхней шкале показан номер ядра Z.

В детекторе „НУКЛОН“ будет использоваться методика KLEM (Kinematic Light Weight Energy Meter) для восстановления энергии частиц первичных космических лучей в широком диапазоне $10^{11} - 10^{15}$ эВ. Метод базируется на том, что в лабораторной системе отсчета среднее значение псевдобыстроты для всех вторичных частиц оказывается пропорциональным логарифму первичной энергии налетающей частицы:

$$\eta_i = -\ln \operatorname{tg} \left(\frac{\theta_i}{2} \right)$$

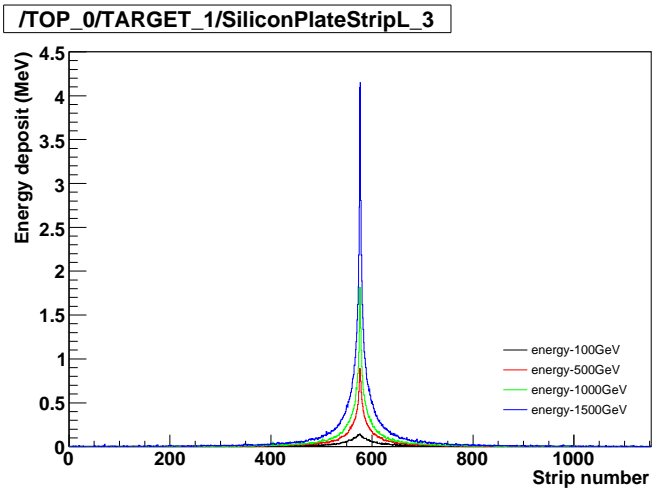
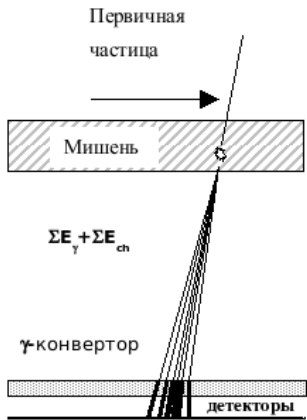


Рис. 6: Энерговывделение в третьей микростриповой плоскости в зависимости от номера стрипа.



В качестве меры энергии вводится параметр S , связанный с псевдобыстротами вторичных частиц следующим образом:

$$S(E_0) = \sum_i \eta_i^2 w_i$$

Для проверки методики „KLEM“ было проведено моделирование прохождения протонов с энергиями от 100 ГэВ до 100 ТэВ, падающих на установку вертикально ($\theta = 180^\circ$). События удовлетворяют условию неупругого взаимодействия в мишени.

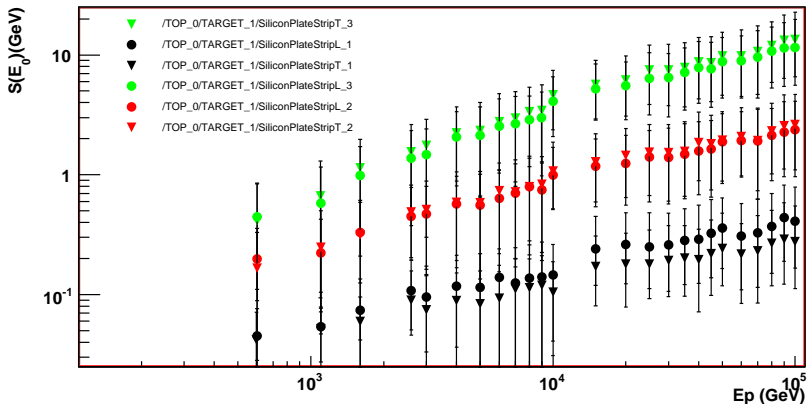


Рис. 7: Зависимость параметра S от энергии первичной частицы в двойном логарифмическом масштабе.

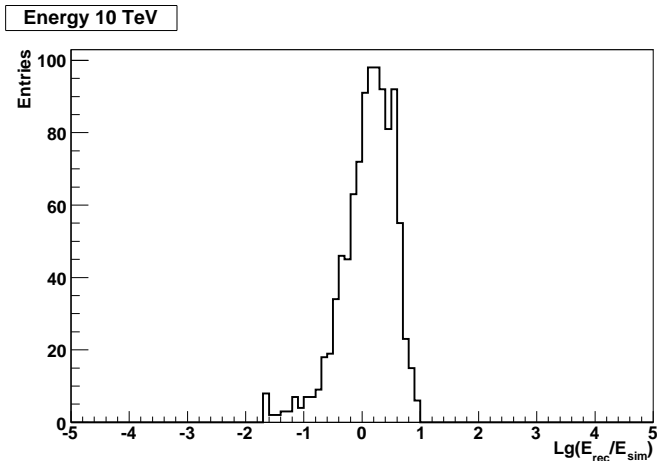


Рис. 8: Функция распределения ошибок для протонов с энергией 10 ТэВ.

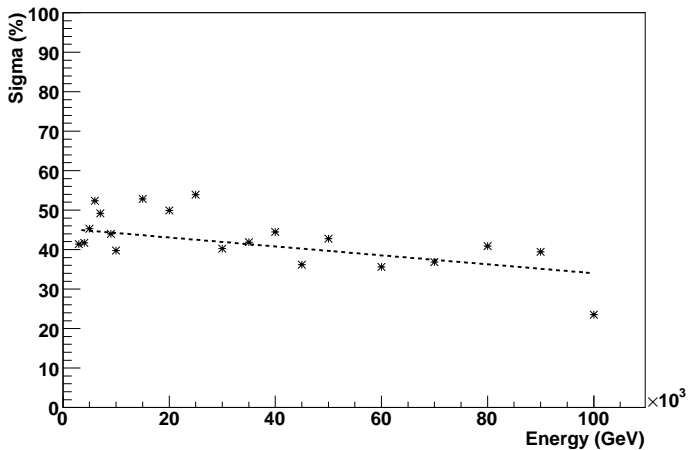


Рис. 9: Зависимость ошибки реконструкции от энергии.

- Проведена предварительная реконструкция направления, предварительная точность реконструкции 1–1.5 градуса (около 0.12 см).
- Исследована возможность реконструкции заряда на основе зависимости отклика падовых детекторов от заряда.
- Реконструирована энергия. Относительная ошибка реконструированной энергии 30%–60%.

Спасибо за внимание.

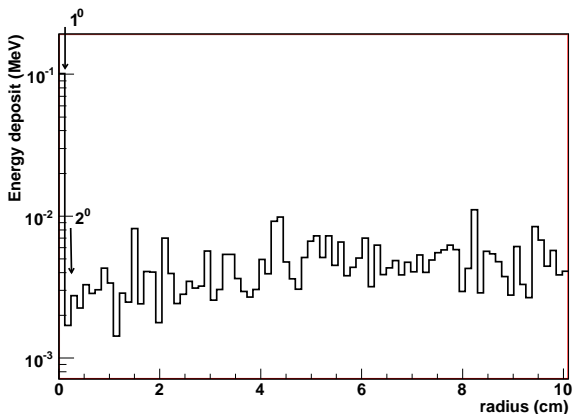


Рис. 10: Энерговыведение в падовой плоскости в зависимости от расстояния до оси ливня.