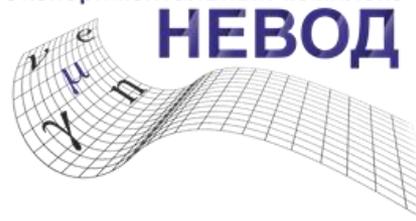


**36-я Всероссийская конференция по космическим лучам**



УНИКАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ УСТАНОВКА  
Экспериментальный комплекс



# **Моделирование отклика установок ПРИЗМА-32 и УРАН на прохождение ШАЛ**

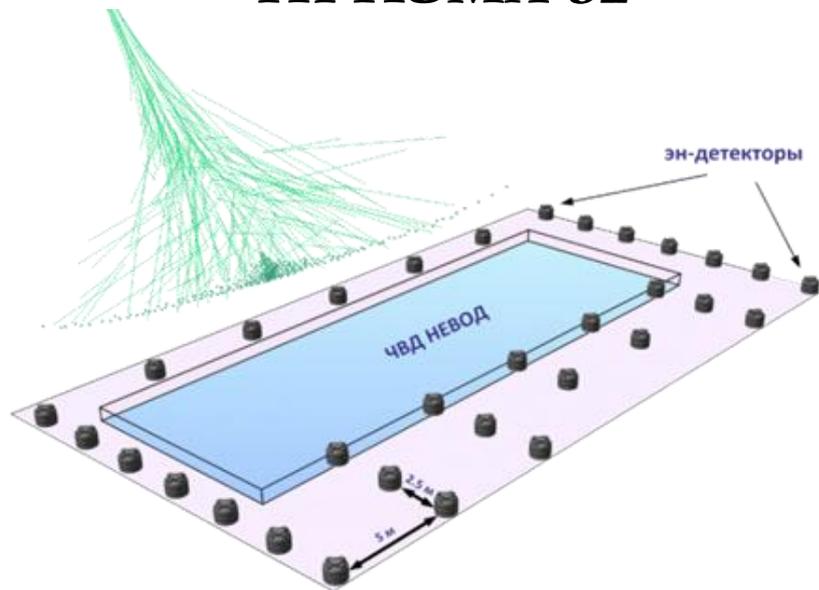
**З.Т. Ижбулякова, Д.М. Громушкин, А.Г. Богданов, Ф.А. Богданов**

*Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, НОЦ НЕВОД*

Москва, 28 сентября 2020 г.

# ПРИЗМА-32 и УРАН

## ПРИЗМА-32



32 эн-детектора

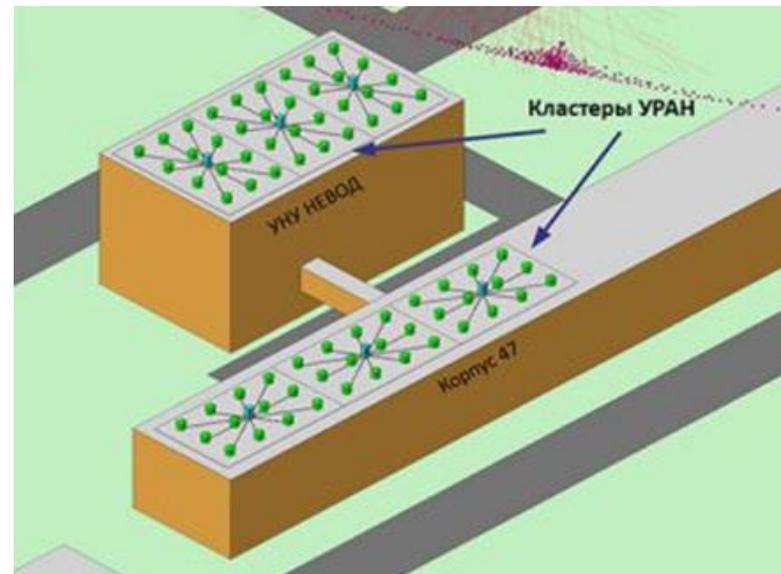
2 кластера

расположение: на 4 этаже

корпуса НОЦ НЕВОД

сцинтиллятор  $\text{ZnS}(\text{Ag})+\text{LiF}$

## УРАН



72 эн-детекторов

6 кластеров

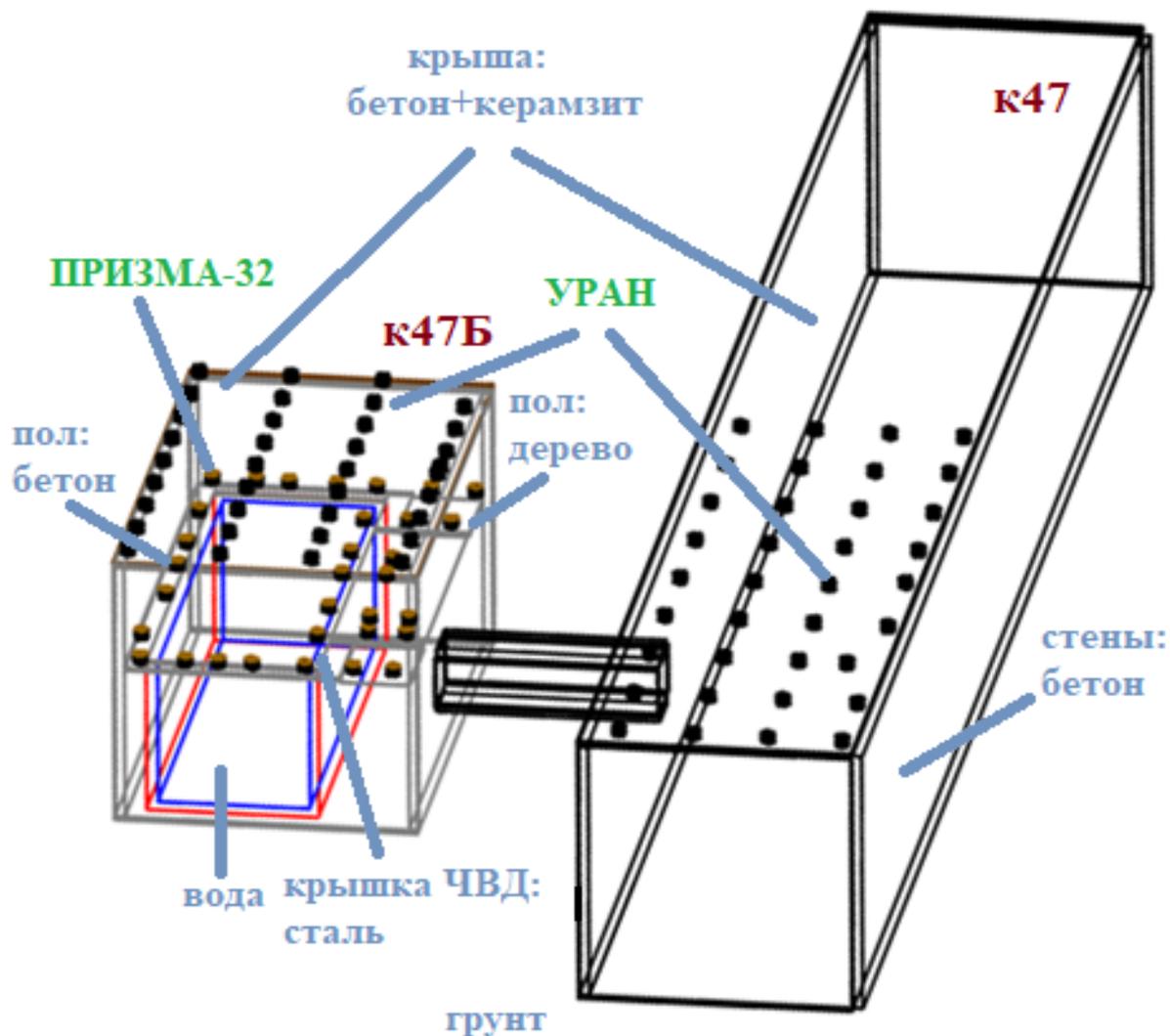
расположение: на крышах

корпусов 47 и 47Б

сцинтиллятор  $\text{ZnS}(\text{Ag})+\text{B}_2\text{O}_3$

# Модель установок ПРИЗМА-32 и УРАН

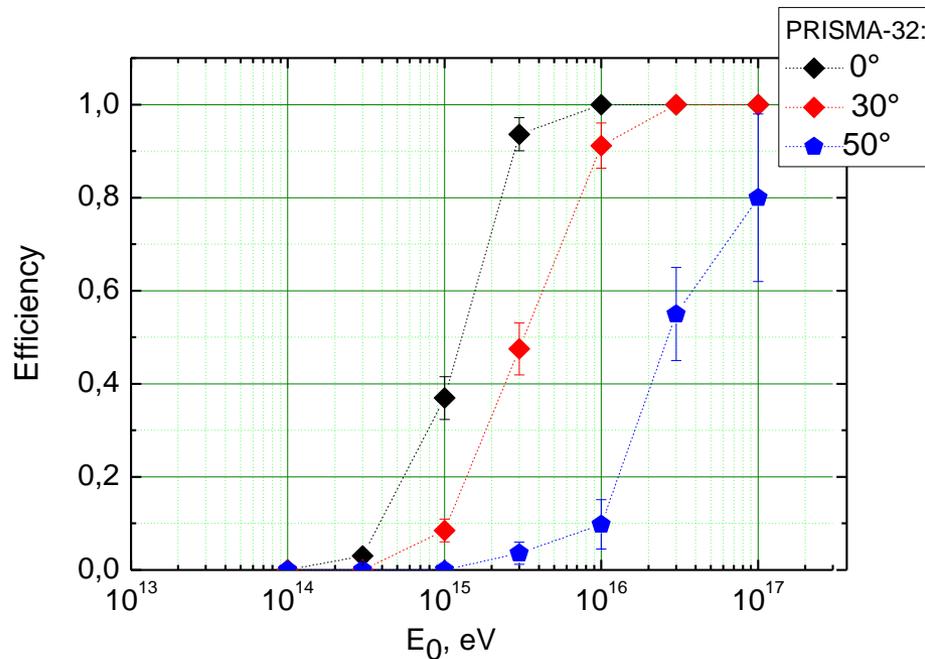
На основе программного пакета Geant4.10.5 была создана единая математическая модель установок. Моделирование ШАЛ осуществлялось с помощью CORSIKA7.6900.



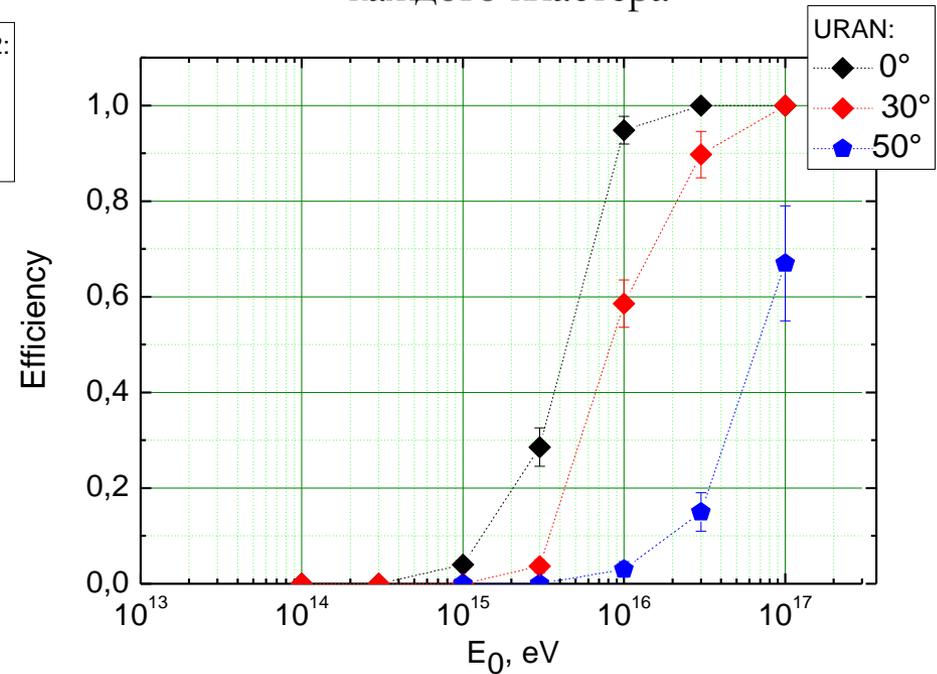
# Определение эффективности регистрации ШАЛ установками ПРИЗМА-32 и УРАН

Первичная частица КЛ:  $p$  энергий  $E_0 = 10^{14} \div 10^{17}$  эВ

Триггер:  $\geq 32$  частиц в 2 детекторах каждого кластера

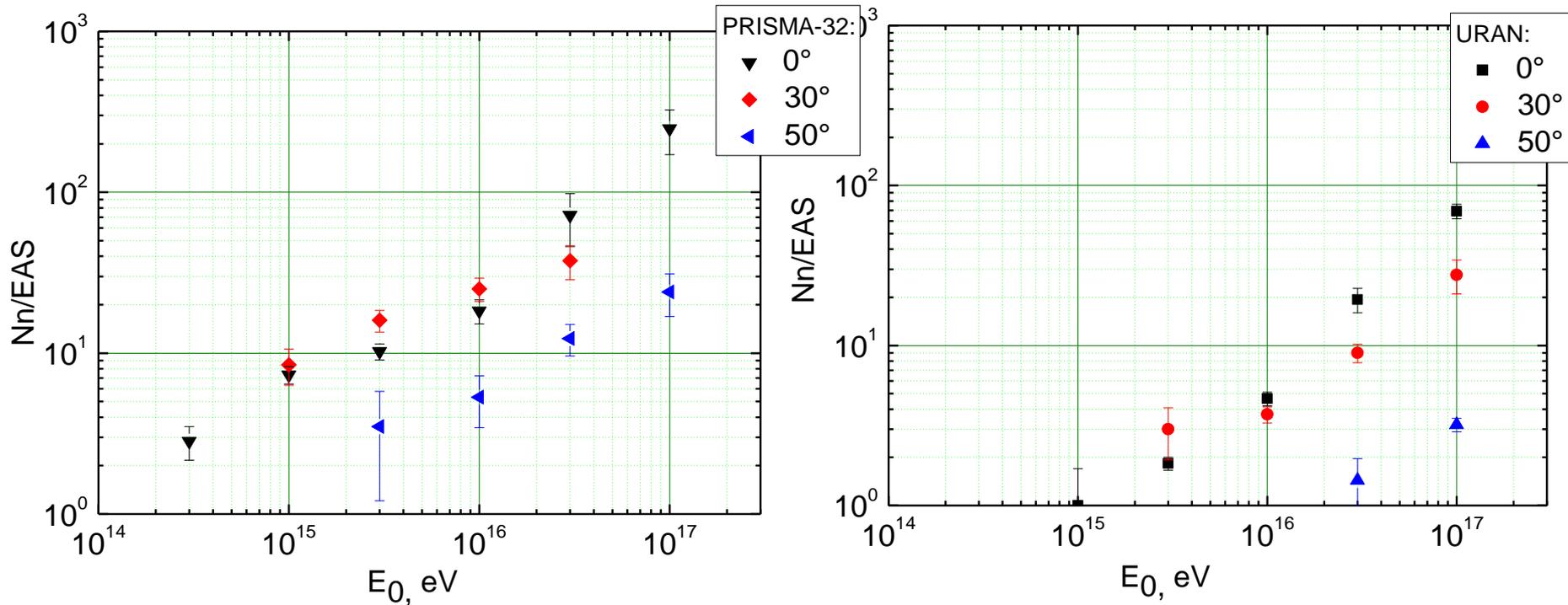


Триггер:  $\geq 17$  частиц в 2 детекторах каждого кластера



Зависимость эффективности регистрации заряженных частиц ШАЛ от энергии первичной частицы КЛ (черное: угол прихода ШАЛ – 0°, красное: 30°, синее: 50°).

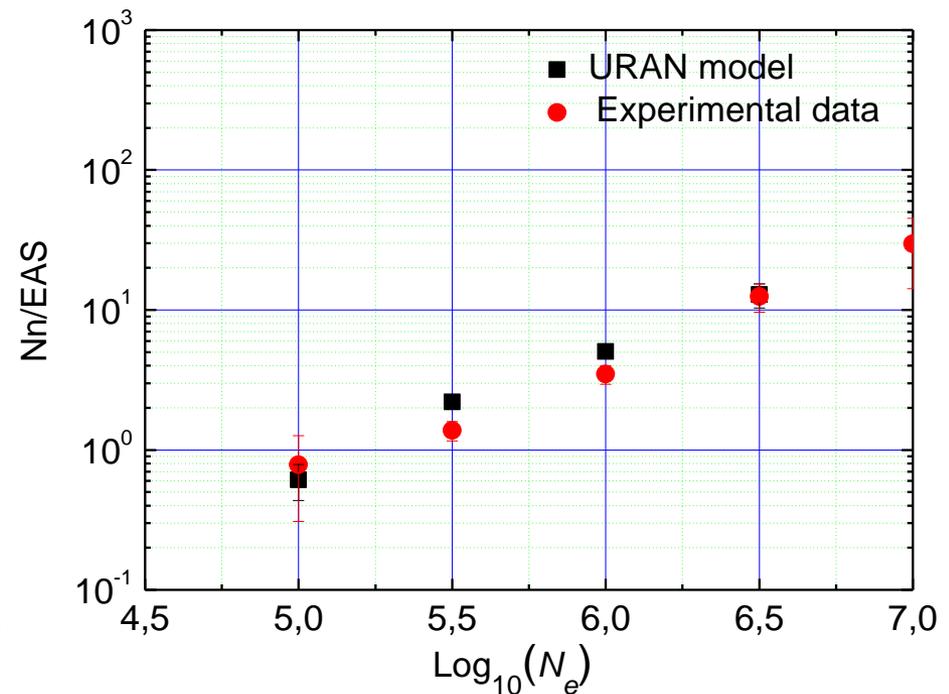
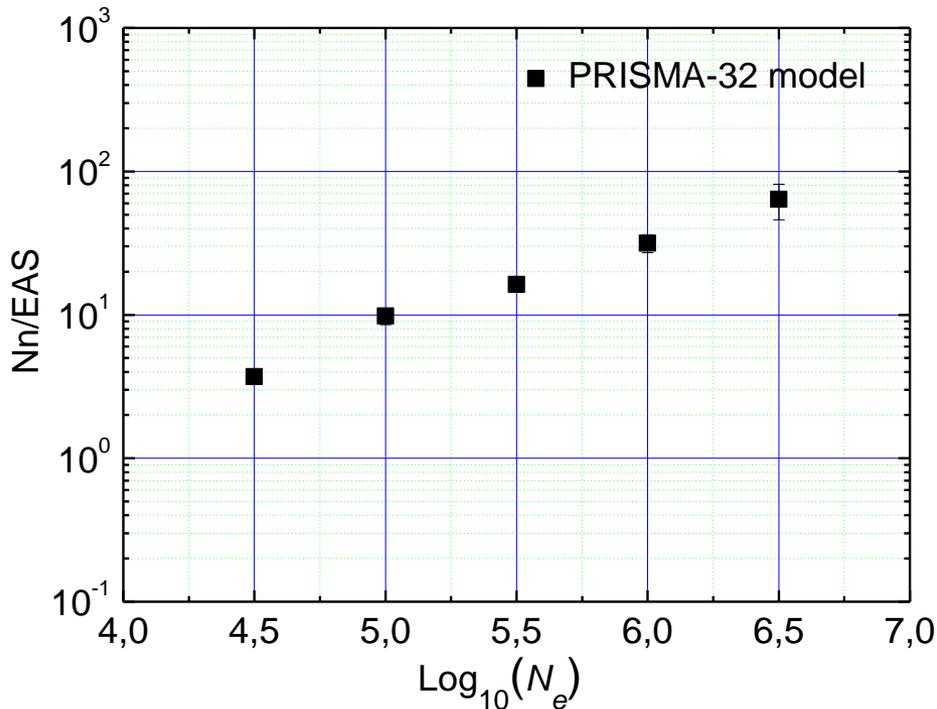
# Зависимость среднего числа зарегистрированных нейтронов ШАЛ от энергии ПКЛ



Зависимость среднего числа зарегистрированных нейтронов установками ПРИЗМА-32 и УРАН от энергии первичной частицы КЛ (черное: угол прихода ШАЛ – 0°, красное: 30°, синее: 50°)

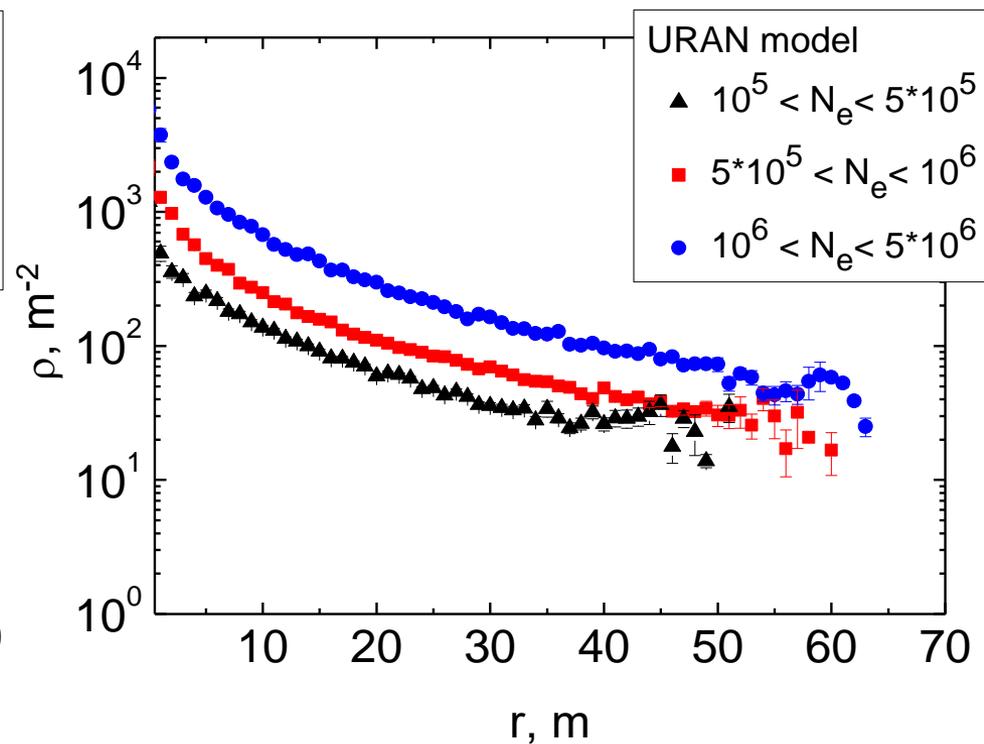
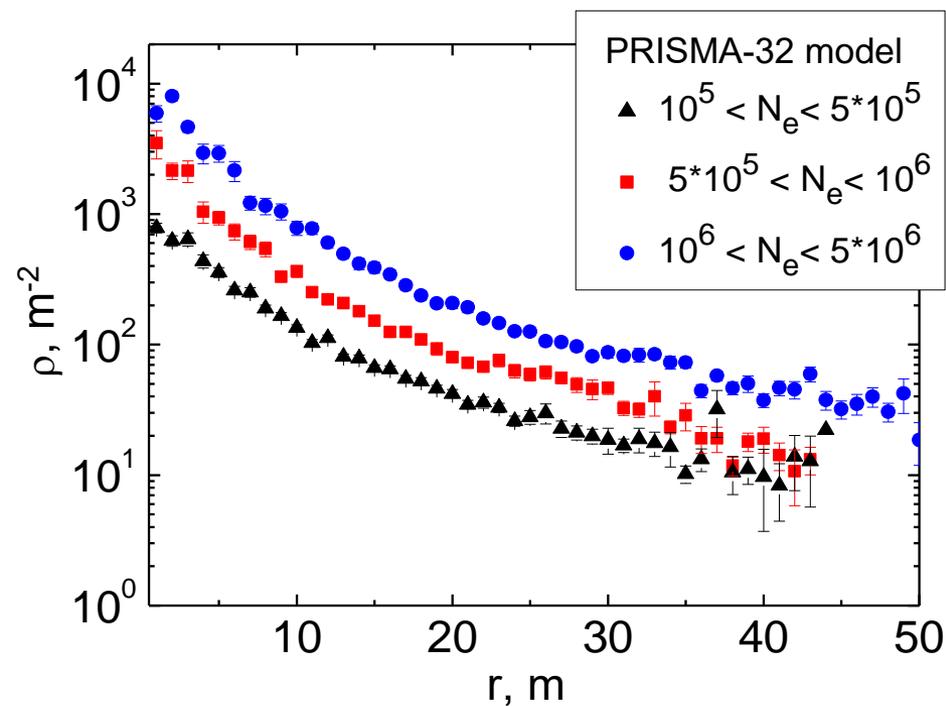
# Зависимость среднего числа зарегистрированных нейтронов ШАЛ от мощности ливня

Первичная частица КЛ -  $p$ , события разыграны по спектру  
 $dN/dE \sim E_0^{-2.7}$  эВ в диапазоне энергий  $E_0 = 10^{15} \div 10^{17}$  эВ  
( $\sim 5000$  событий)



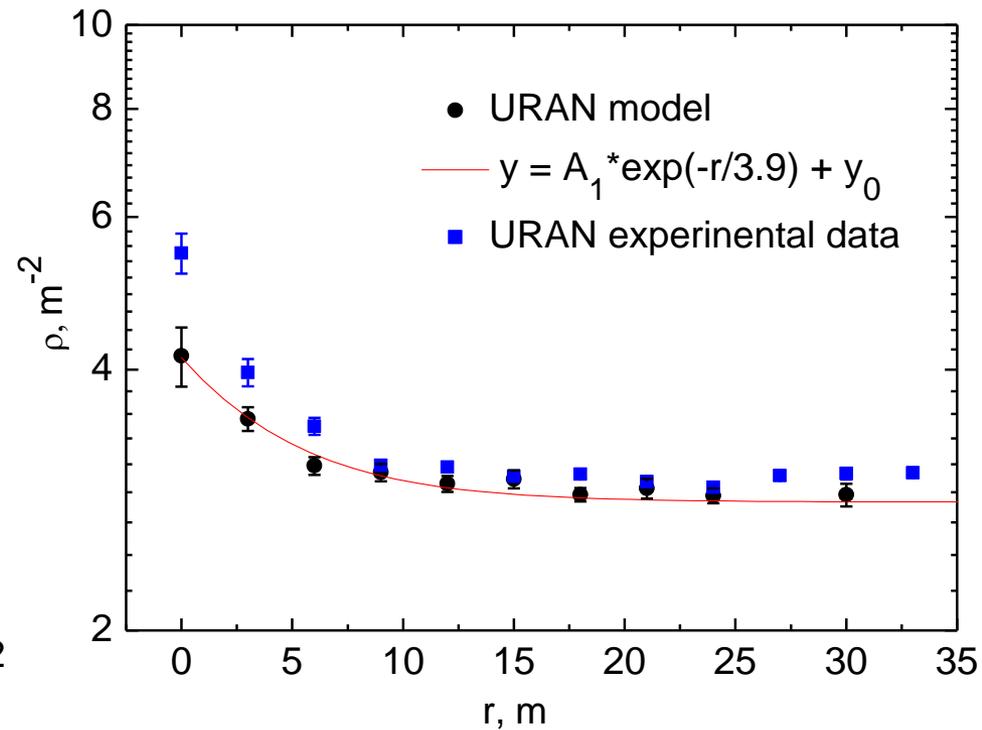
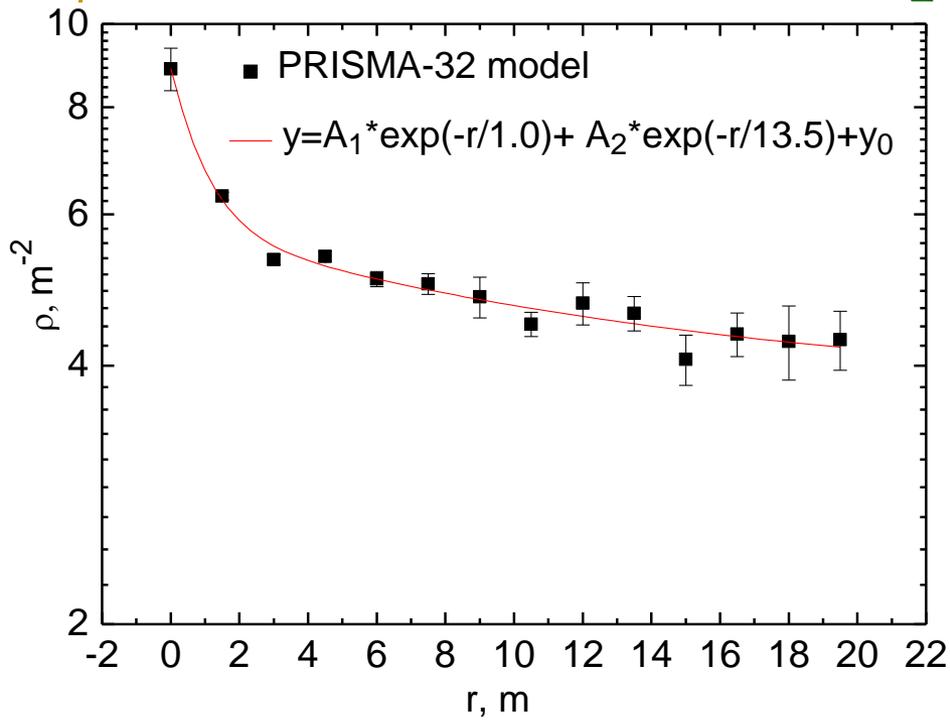
Зависимость среднего числа зарегистрированных установками ПРИЗМА-32 и УРАН нейтронов ШАЛ от мощности ливня

# ФПР э/м компоненты ШАЛ



ФПР электромагнитной компоненты ШАЛ для установок  
ПРИЗМА-32 и УРАН

# ФПР тепловых нейтронов



ФПР нейтронной компоненты ШАЛ для установок ПРИЗМА-32 и УРАН (черные точки – модель; синие точки - эксп.; красная кривая - аппроксимация)

ПРИЗМА-32	$r_1, \text{ м}$	$r_2, \text{ м}$	УРАН	$r_1, \text{ м}$
Модель	$0.98 \pm 0.34$	$13.46 \pm 5.31$	Модель	$3.94 \pm 0.89$
Эксперимент	1.2	10.5	Эксперимент	$3.25 \pm 0.26$

# Заключение

Создана математическая модель установок для регистрации нейтронной компоненты ШАЛ на больших площадях (ПРИЗМА-32 и УРАН).

Промоделирован отклик установок ПРИЗМА-32 и УРАН на прохождение ШАЛ и получены следующие результаты:

- эффективность и порог регистрации ШАЛ;
- зависимость числа зарегистрированных нейтронов ШАЛ от  $E$  частицы ПКЛ и мощности ливня;
- ФПР заряженной компоненты для модели установки ПРИЗМА-32 и УРАН описана НКГ-функциями;
- ФПР тепловых нейтронов ШАЛ.

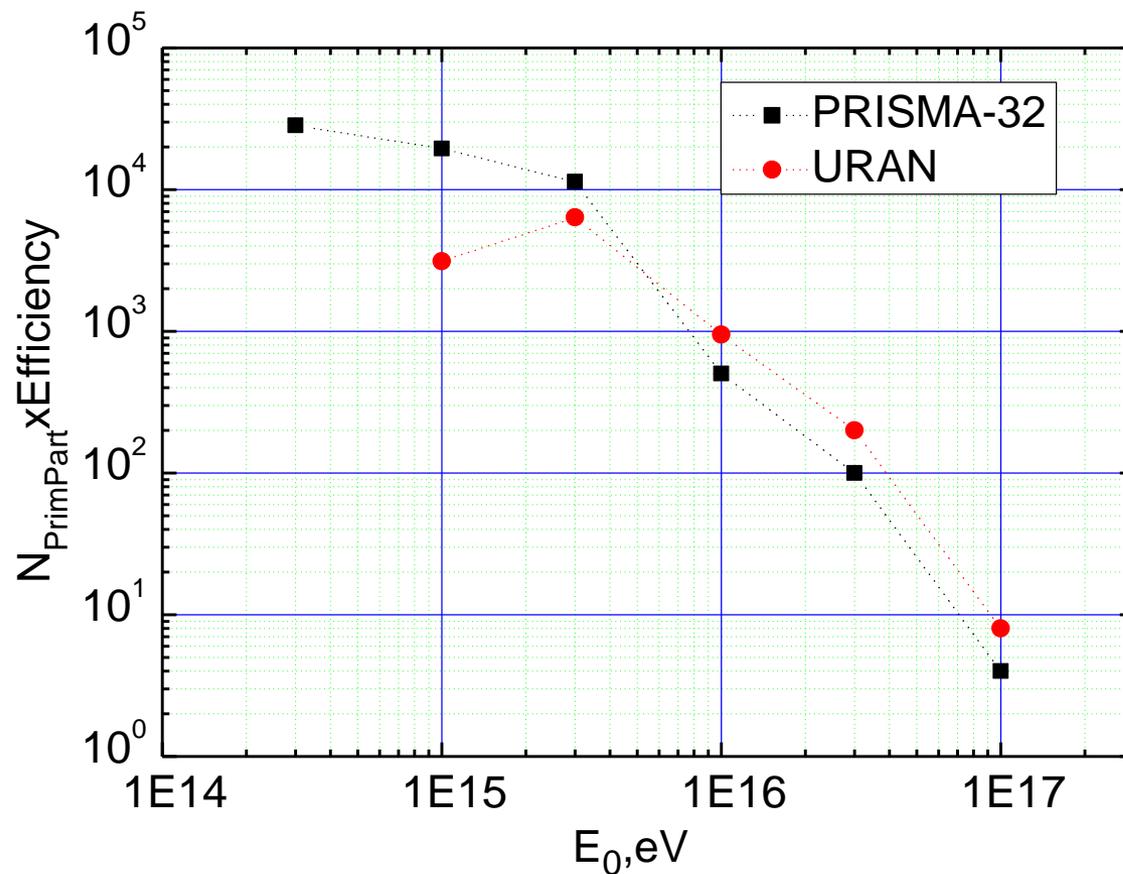
Результаты моделирования находится в хорошем согласии с экспериментальными данными. Созданные математические модели будут использованы в составе комплекса программ для моделирования процесса мультикомпонентной регистрации ШАЛ установками и детекторами ЭК НЕВОД.

---

**Спасибо за внимание!**

$$dN/dE = 5.0 \times 10^4 \cdot (E_0, \Gamma \text{ЭВ})^{-2.7} \text{ЭВ} [\text{М}^{-2} \text{с}^{-1} \text{ср}^{-1} \Gamma \text{ЭВ}^{-1}], E < E_{\text{knee}};$$

$$dN/dE = 5.0 \times 10^4 \cdot (E_0, \Gamma \text{ЭВ})^{-2.7} (E/E_{\text{knee}})^{-0.4} \text{ЭВ} [\text{М}^{-2} \text{с}^{-1} \text{ср}^{-1} \Gamma \text{ЭВ}^{-1}], E \geq E_{\text{knee}};$$



Расчетная зависимость числа частиц ПКЛ, попавших на площадь ПРИЗМА-32 и УРАН в течение года, от энергии с учетом эффективности установок