

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сабурова Артема Владимировича «Пространственное распределение частиц ШАЛ с энергией выше  $10^{17}$  эВ по данным Якутской установки», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц

Диссертационная работа посвящена исследованию функции пространственного распределения (ФПР) частиц широких атмосферных ливней (ШАЛ) по данным Якутской установки. ФПР является важной характеристикой широких атмосферных ливней, позволяющей реконструировать многие их параметры, а значит - отражающей основные характеристики первичных космических лучей (ПКЛ): от первичной энергии до массового состава.

В данной работе была получена оценка отклика сцинтилляционных детекторов Якутской установки в широких атмосферных ливнях в рамках четырех моделей адронных взаимодействий при сверхвысоких энергиях. Была получена оценка массового состава первичных космических лучей с энергиями  $10^{17}$ -  $10^{19.5}$  эВ, рассчитанная с помощью функции пространственного распределения откликов наземных сцинтилляционных детекторов. Согласно этой оценке, в этой области энергий происходит быстрое облегчение состава с ростом энергии. На основе интерпретации результатов моделирования в рамках четырех наиболее широко используемых моделей адронных взаимодействий при сверхвысоких энергиях получена новая оценка первичной энергии широких атмосферных ливней, которая в 1.4 раза ниже по сравнению со значениями, полученными ранее.

С точки зрения практической значимости, была построена быстрая модель сцинтилляционного детектора Якутской установки. Была проведена ревизия калориметрического метода определения первичной энергии широких атмосферных ливней, принятого в эксперименте. Полученные при этом результаты позволили уточнить оценку энергии космических лучей, зарегистрированных якутским экспериментом. Уточненный энергетический спектр и оценка массового состава, выполненные единой методикой в широком диапазоне энергий, позволят сделать обоснованное заключение об основных источниках космических лучей сверхвысоких энергий, а также о положении на энергетической шкале переходной области между галактическими и внегалактическими космическими лучами.

Автореферат правильно отражает результаты научной работы соискателя, а диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней» к кандидатским диссертациям, а ее автор Сабуров Артем Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц.

Доктор физико-математических наук,  
профессор НГУ,  
главный научный сотрудник лаборатории 3-3  
Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН,  
630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева 11  
8-383-3294833,  
A.F.Buzulutskov@inp.nsk.su

18.04.2018

Бузулуцков Алексей Федорович

Подпись А.Ф. Бузулуцкова заверяю: