



**REVIEW**  
of a **Foreign Scientific Advisor**

on the dissertation work of **Anastasia Igorevna Fedosimova** on the topic "Fluctuations in the distributions of secondary particles formed in interactions of nuclei" submitted for the degree of PhD in the specialty 6D060500 - Nuclear Physics.

The dissertation work of A.I. Fedosimova devoted to the study of fluctuations in the distributions of secondary particles formed in the interactions of relativistic nuclei.

The results of the dissertation work were obtained using modern research methods, data processing and interpretation techniques using computer technology. The dissertation proposes a method for determining the energy of cosmic particles with energies  $E > 10^{12}$  eV based on direct measurements using an ultrathin calorimeter. Based on computer simulation, it was shown that using the correlation dependence of the cascade size on the cascade process development rate can significantly suppress the influence of huge fluctuations in the multiplicity of secondary particles during the development of the cascade process on the accuracy of primary energy measurement. Due to this approach, it was possible to significantly reduce the error in determining the energy of primary cosmic particles and reduce the geometric dimensions of the calorimeter.

The dissertation analyzes the interactions of relativistic nuclei accelerated at accelerators of CERN and the Brookhaven National Laboratory with photoemulsion nuclei. The fluctuations in the distributions of secondary particles and fragments in collisions of gold nuclei ( $^{197}\text{Au}$  10.7 AGeV) with photoemulsion nuclei (H, CNO, AgBr) are classified depending on the degree of centrality of the interaction and the degree of asymmetry of the interacting nuclei. Based on the Hurst method, events with long-range correlations in the pseudorapidity distribution of secondary particles are detected. In the interactions of  $^{32}\text{S}$  sulfur nuclei with heavy emulsion nuclei at energy of 200 AGeV, an anomalously high number of events of complete destruction of the projectile nucleus were detected. In these events a high multiplicity of shower particles and a narrow average pseudorapidity distribution of shower particles at large angles, were discovered.

The presented dissertation makes a favorable impression and indicates a significant amount of scientific work done by the author in the process of preparing the dissertation. Of considerable practical interest is the method of measuring energy in a thin calorimeter, which is important for the development of high-energy physics, cosmic ray physics and it can make a significant contribution to the development of the space industry.



UNIVERSITÀ  
degli STUDI  
di CATANIA

DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA

---

I think that the dissertation work of A. Fedosimova satisfy all the requirements for the works submitted for the degree of PhD, and the author of the dissertation A. Fedosimova deserves a PhD degree in physical and mathematical sciences.

Scientific Advisor  
Professor of Physics of University of Catania

Claudio Spitaleri

ОТЗЫВ

Зарубежного научного консультанта

На диссертационную работу Федосимовой Анастасии Игоревны

На тему «Флуктуации в распределениях вторичных частиц, образованных во взаимодействиях релятивистских ядер», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060500 – Ядерная физика.

Диссертационная работа Федосимовой А.И. посвящена исследованию аномальных флуктуаций во взаимодействии элементарных частиц и ядер при высоких энергиях, как на уровне элементарного акта, так и в каскадных процессах, а также в разработке новых методов анализа таких процессов.

В диссертации предложена методика, позволяющая увеличить точность измерения энергии первичной частицы в тонком калориметре и при этом существенно уменьшить размеры самого калориметра. А также проведен поиск аномалий в распределениях вторичных частиц и фрагментов соударения ядер золота  $^{197}\text{Au}$  10.7 А·ГэВ и ядер серы  $^{32}\text{S}$  при энергии 200 АГэВ с ядрами фотоэмульсии (*H, CNO, AgBr*)

Предложенная в диссертации методика позволяет существенно подавить влияние огромных флуктуаций по множественности вторичных частиц при развитии каскадного процесса на точность измерения первичной энергии. В результате этого удалось существенно уменьшить ошибку определения энергии первичных космических частиц и уменьшить геометрические размеры калориметра.

**Научная новизна работы.**

1. Предложена методика определения энергии космических частиц с энергиями  $E > 10^{12}$  эВ на основе прямых измерений с использованием ультратонкого калориметра. Метод основан на анализе корреляционной зависимости размера каскада от скорости развития каскадного процесса.

2. Проведена классификация типичных флуктуаций в распределениях вторичных частиц и фрагментов в соударениях ядер золота ( $^{197}\text{Au}$  10.7 А·ГэВ) с ядрами фотоэмульсии (*H, CNO, AgBr*) в зависимости от степени центральности и степени асимметрии взаимодействующих ядер.

3. Обнаружено, что во взаимодействиях ядер серы  $^{32}\text{S}$  с тяжелыми ядрами фотоэмульсии при энергии 200 АГэВ наблюдается аномально высокое количество событий полного разрушения ядра снаряда с высокой множественностью ливневых частиц и узконаправленным средним псевдобыстрым распределением ливневых частиц на большие углы.

Представленная диссертация на соискание степени доктора философии (PhD) производит благоприятное впечатление и свидетельствует о значительном объеме научного труда проделанного автором в процессе подготовки диссертации. Поставленные цели и задачи реализованы в полном объеме. Большой интерес представляет метод измерения энергии в тонком калориметре, который имеет важное значение для развития физики высоких энергий и может внести значительный вклад в развитие космической

отрасли. Подтверждением значимости и практического применения данного метода является полученный соискателем патент по данной технологии.

Основные результаты научно-исследовательской работы были отражены в публикациях в Казахстане и в зарубежных изданиях, а также представлены на международных конференциях.

Считаю, что диссертационная работа Федосимовой А.И. удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к работам, представленным на соискание степени доктора философии (PhD) и рекомендую диссертационную работу докторанта к публичной защите на соискание ученой степени доктора философии (PhD) в области физико-математических наук. Желаю ее автору дальнейших творческих успехов в научной карьере.

Научный руководитель  
Профессор физического Университета Катании  
Клаудио Спиталери

Удостоверительная надпись  
о засвидетельствовании подлинности подписи переводчика

Перевод с английского языка на русский язык выполнен переводчиком **Стамбековой  
Аижан Ермаковной**

Подпись *А.Е. Стамбекова Аижан Ермаковна*  
Стамбекова Аижан Ермаковна

Четвертое июня две тысячи двадцатого года.  
Республика Казахстан, город Алматы.

04.06.2020 г. Я, **Бекешбаева Бану Пернебековна**, нотариус города Алматы Республики  
Казахстан, государственная лицензия № 14018240 выдана Министерством Юстиции  
Республики Казахстан 05.12.2014 года, свидетельствую подлинность подписи  
переводчика **Стамбековой Аижан Ермаковны**. Личность переводчика установлена,  
дееспособность и полномочия проверены.

Зарегистрировано в реестре № 1124  
Взыскано: тенге.  
Нотариус *А.Е. Стамбекова*

Подпись

