

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Щёголева Олега Борисовича «Изучение адронной компоненты широких атмосферных ливней методом регистрации тепловых нейтронов», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 — физика атомного ядра и элементарных частиц

Актуальность темы выполненной работы

За восемьдесят лет, прошедших с момента осознания явления широких атмосферных ливней (ШАЛ) были изучены многие его свойства, само явление давно используется как инструмент для астрофизических и ядерных исследований, что позволило получить множество фундаментальных данных в этих областях. Вместе с тем, малая интенсивность потоков первичных космических лучей, порождающих ШАЛ, сложность ядерно-электромагнитного каскада в атмосфере и высокая стоимость экспериментального оборудования не позволили детально изучить некоторые характеристики ШАЛ. Это, в частности, касается адронной компоненты, составляющей скелет ШАЛ и несущей значительную часть его энергии, но относительно малочисленной и требующей дорогих детекторов.

Использование относительно недорогих сцинтилляционных детекторов нового типа (эн-детекторов), позволяющих достаточно эффективно регистрировать адроны по тепловым нейтронам и чувствительных к другим ионизирующим излучениям, может придать новый импульс исследованиям ШАЛ. Таким образом, тема диссертационной работы весьма актуальна.

Научная новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Использование эн-детекторов только начинается, их возможности ещё не вполне ясны, поэтому само направление исследований, найденные

экспериментальные методики, расчётное обоснование метода, результаты измерений и их обработка, безусловно, можно считать новыми.

Достоверность полученных результатов

Достоверность результатов работы обеспечивается использованием хорошо проверенных моделей, методов и моделирующих программ, сопоставлением экспериментальных данных с данными специально проведённого моделирования и данными других авторов, где это возможно. Обоснованность основных результатов не вызывает сомнений.

Научно-практическая значимость работы

Диссертационная работа О.Б. Щёголева демонстрирует примеры успешного применения эн-детекторов в двух реальных экспериментах, описывает характерный режим их работы, способы выделения и обработки сигнала. Проведённое автором статистическое моделирование атмосферных каскадов и процесса регистрации позволило подтвердить связь измеренных характеристик тепловых нейтронов с характеристиками адронов ШАЛ, что даёт основания для дальнейших исследований адронной компоненты с помощью эн-детекторов. Выполненный автором анализ вариаций фона тепловых нейтронов подтверждает перспективность метода эн-детекторов.

Сильной стороной работы является её цельность: автор прошёл весь путь от создания детекторов до эксплуатации установок, от моделирования их работы до обработки экспериментальных результатов.

Недостатки работы в основном связаны с погрешностями изложения и оформления, затрудняющими понимание:

1. На рисунках 30-35 приводятся экспериментальные данные и их аппроксимации, но количественных критериев согласия не дано.

2. На странице 68 описывается статистика искусственных событий, полученных с помощью пакета CORSIKA в выбранных энергетических интервалах, но отсутствует информация о заданном наклоне первичного спектра, она появляется значительно позже на страницах 92-93. Выбор энергетических интервалов также не поясняется. Упомянуто о моделировании ливней от гамма-квантов, результаты которого нигде в тексте не описаны.

3. На рисунке 39 представлены расчётные средние энергии различных частиц ливня на уровне наблюдения 4300 м, но в тексте нет ничего о процедуре и диапазоне усреднения. Отсутствует аналогичный рисунок для уровня Москвы.

4. На рисунках 51-54 приведены экспериментальные данные по поперечному распределению электромагнитной компоненты и тепловых нейтронов для PRISMA-YBJ и PRISMA-32 в сравнении с расчётами. Опять нет описания процедуры и диапазона усреднения для расчётных данных.

5. Ещё одно замечание по существу расчётов. “Омоложение” ливня за счёт толстой крыши естественно иллюстрировать изменением спектра электромагнитной компоненты при прохождении через тот или иной слой поглотителя. Поведение среднего энергосодержания в эн-детекторах в зависимости от энергии частицы в данном случае есть косвенный признак, имея в руках GEANT4, можно привести более убедительное свидетельство “омоложения”.

Отмеченные недостатки не влияют на общую высокую оценку работы.

Заключение

Содержание диссертационной работы О.Б. Щёголева полностью соответствует заявленной специальности 01.04.16 — физика атомного ядра и элементарных частиц. Тема диссертации актуальна, выводы обоснованы, новизна и научно-практическая значимость не вызывают сомнений.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Диссертация выполнена на высоком научном уровне, представляет собой законченную научно-квалификационную работу и удовлетворяет всем критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Щёголев Олег Борисович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 — физика атомного ядра и элементарных частиц.

05.09.2016г.

Официальный оппонент,
профессор кафедры физики космоса
физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова,
доктор физ.-мат. наук

В.И. Галкин

119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, МГУ имени М.В.Ломоносова,
дом 1, строение 2, Физический Факультет
Тел.: +7(495)939-36-06, v_i_galkin@mail.ru

Декан физического факультета МГУ
имени М.В.Ломоносова,
профессор

Н.Н.Сысоев

Галкин Владимир Игоревич,
доктор физико-математических наук, доцент

Физика атомного ядра и элементарных частиц, 01.04.16,

Основные публикации за последние 5 лет:

1. А.М. Амелюшкин, В.В. Богомолов, Н.Н. Веденькин, В.И. Галкин, А.Ф. Июдин, О.В. Морозов, М.И. Панасюк, С.И. Свертилов, И.В. Яшин. "Исследование процессов образования и переноса в ближней и дальней гелиосфере солнечных космических лучей по измерениям электронов и ионов вблизи солнечной короны, а также спектров поляризации нейтрального излучения сопровождающего солнечные вспышки" // Механика, управление и информатика (2012) **1**, № 1, 105-131
2. А.С. Борисов, В.И. Галкин. "Характеристики черенковского телескопа для измерения массового состава ПКЛ с энергиями выше 1 ПэВ" // Известия РАН. Серия физическая (2013) **77**, № 11, 1568-1570
3. V.G. Kurt, K. Kudela, B.Yu Yushkov, V.I. Galkin. "On the Onset Time of Several SPE/GLE Events: Indications from High-Energy Gamma-Ray and Neutron Measurements by CORONAS-F" (2013) 2013, № 690921, 1-15
4. А.Б. Александров, В.И. Галкин, Л.Г. Деденко, А.К. Манагадзе, Т.М. Роганова, и др. "Тестовые эксперименты по мюонной радиографии в России на основе эмульсионных трековых детекторов" // Письма в журнал "Физика элементарных частиц и атомного ядра" (2015) **12**, №5 (196), 1100-1111
5. Д.В. Чернов, Р.А. Антонов, Т.В. Аулова, Е.А. Бонвеч, В.И. Галкин, Т.А. Джатдоев, Д.А. Подгрудков, Т.М. Роганова. "Регистрация отражённого черенковского света ШАЛ в эксперименте <<СФЕРА>> как метод изучения космических лучей сверхвысоких энергий" // Физика элементарных частиц и атомного ядра (2015) **46**, № 1, 115-166
6. A.F. Iyudin, V.V. Bogomolov, V.I. Galkin, I.A. Golovanov, A. Krasnov, A.K. Markelova, I. Markelov, Yu. Morgunova, V.I. Osedlo, M.I. Panasyuk, G. Rozhkov, S.I. Svertilov. "Instruments to study fast neutrons fluxes in the upper atmosphere with the use of high-altitude balloons" //Advances in Space Research (2015) **56**, № 10, 2073-2079