

ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ



*имени
П.Н. Лебедева*

Российской академии наук

Ф И А Н

119991, ГСП-1, Москва,
Ленинский проспект, 53, ФИАН
Телефоны: (499) 135 1429
(499) 135 4264
Телефакс: (499) 135 7880
<http://www.lebedev.ru>
postmaster@lebedev.ru

Дата

№

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Физического института
им. П.Н. Лебедева РАН
д.ф-м.н

_____ С.Ю. Савинов

13 сентября 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук – на диссертацию Щеголева 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.

В диссертационной работе Щеголева О.Б. проведено исследование связи вторичных тепловых нейтронов с высокоэнергичными адронами ШАЛ, проанализированы результаты двух экспериментов проведенных на разных высотах с использованием нового метода регистрации адронной компоненты широких атмосферных ливней. Вторичные тепловые нейтроны рождаются адронами ливня и несут информацию о количестве адронов на уровне наблюдения и их пространственном распределении. В отличие от других известных способов регистрации адронной компоненты широких атмосферных ливней, применяемый в представленной работе метод может быть реализован на большой площади и относительно недорого.

Диссертация состоит из Введения, 5 глав с описанием проведенных экспериментов и изложением результатов, заключения и списка литературы. Во введении формулируется предмет и цели исследования, раскрывается актуальность и научная новизна работы.

В главе 1 приводится подробное описание эн-детектора и методики его использования для регистрации ШАЛ и изучения фоновых потоков тепловых нейтронов.

Глава 2 посвящена проекту PRISMA и действующим установкам PRISMA-32 и PRISMA-YBJ, на которых были получены основные экспериментальные результаты диссертационной работы. Следует отметить, что эти установки подобны, но расположены на существенно различных высотах. Благодаря этому обстоятельству, проведенное исследование можно считать более комплексным, а результаты обоснованными.

В третьей главе представлены основные экспериментальные результаты работы: функции пространственного распределения нейтронов в ШАЛ и спектры ШАЛ по числу нейтронов на уровне моря и уровне гор. Особую значимость представляет тот факт, что наклоны спектров ШАЛ по числу нейтронов по данным обеих установок совпадают между собой и с наклоном опубликованного в литературе спектра ШАЛ по числу высокоэнергичных адронов.

В главе 4 приводится подробное описание процесса моделирования проведенных экспериментов, а также полученные результаты, которые находятся в согласии с экспериментальными данными.

Глава 5 посвящена исследованиям фона тепловых нейтронов в Тибете, в месте расположения установки PRISMA-YBJ. Полученные в ходе данной работы результаты не только важны для обоснования основных результатов работы, но и представляют интерес как самостоятельные геофизические исследования.

В заключении приводятся основные результаты работы и выводы.

Актуальность диссертационной работы

Диссертация Щеголева О.Б. посвящена применению нового метода изучения ШАЛ, который позволяет при помощи специальных эн-детекторов регистрировать адронную компоненту ливня на большой площади. Адронная компонента ШАЛ на сегодняшний день недостаточно изучена вследствие сложности и дороговизны адронных калориметров, использовавшихся для решения этой задачи. Актуальность работы обусловлена тем, что в работе применяется новый перспективный метод изучения адронной компоненты при помощи регистрации тепловых нейтронов, рождаемых адронами ШАЛ.

Электронно-нейтронные детекторы, разработанные в Институте ядерных исследований РАН, впервые использованы для регистрации ШАЛ на двух установках в Москве и на Тибете. Автором диссертации Щеголевым О.Б. проведен анализ данных полученных на этих установках, а также моделирование экспериментов методом Монте-Карло.

Основные результаты

К основным результатам диссертационной работы, которые имеют научную новизну и значимость, можно отнести следующие:

Впервые экспериментально получены спектры ШАЛ по числу тепловых нейтронов и функции пространственного распределения тепловых нейтронов в ШАЛ на уровне Москвы и высоте 4300 м над уровнем моря.

Впервые проведено моделирование экспериментов на основе эн-детекторов с использованием пакетов GEANT4 и CORSIKA, показана связь между регистрируемыми тепловыми нейтронами и адронной компонентой ШАЛ.

Проведенные исследования фона тепловых нейтронов демонстрируют возможность использования эн-детекторов для решения различных геофизических задач.

Научная новизна полученных результатов

Метод изучения адронной компоненты ШАЛ при помощи регистрации вторичных тепловых нейтронов специальными эндетекторами по всей площади установки (10^3 - 10^4 м²) представляется перспективным новым методом никогда ранее не применявшемся в экспериментах.

Автором диссертации впервые получены экспериментальные и расчетные данные о пространственном распределении тепловых нейтронов в ШАЛ и спектре ливней по числу вторичных тепловых нейтронов.

Научно-практическая значимость работы

Практическая значимость полученных автором результатов, заключается в апробации нового метода изучения адронной компоненты ШАЛ, разработанного в Институте ядерных исследований РАН, и получении важных результатов: спектра ШАЛ по числу нейтронов и ФПР нейтронов в ШАЛ. Результаты проведенного моделирования методом Монте-Карло будут востребованы при создании большой установки из эндетекторов PRISMA-LHAASO в ближайшем будущем.

Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы к использованию в организациях, проводящих исследования в области космических лучей.

Замечания по работе

Многие из приведенных в диссертации рисунки содержат большое количество надписей на английском языке. Их следовало бы перевести на русский язык. Рисунок 2 и данные по характеристикам установок, приведенные в таблицах 1 и 2, не содержат ссылок на первоисточники.

Не предложено объяснение, почему ФПР тепловых нейтронов в ШАЛ описывается зависимостями, указанными на стр. 58 и 59.

Материал раздела 5.3.2 не содержит статистического анализа данных по темпу счета нейтронов во время гроз, приведен только один пример записи счета нейтронов во время одной грозы.

Общая оценка работы

Указанные замечания не снижают общую высокую оценку работы. Диссертация Щеголева О.Б. является законченной научно-квалификационной работой и соответствует специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц. Диссертация вносит существенный вклад в развитие новых методов исследования ШАЛ. Проведенные Щеголевым О.Б. исследования впервые позволили получить спектр ШАЛ по числу тепловых нейтронов, показали генетическую связь между вторичными нейтронами и адронами ШАЛ, показали эффективность метода применения эн-детекторов для изучения атмосферных ливней. Работа хорошо оформлена, написана ясным и понятным языком.

Диссертационная работа отличается внутренним единством и убедительно доказывает перспективность применения нового метода изучения адронной компоненты ШАЛ посредством регистрации тепловых нейтронов. Заявленная цель работы достигнута – исследованы функции пространственного распределения нейтронов в ШАЛ, измерены спектры ШАЛ по числу нейтронов на уровне моря и уровне гор, полученные результаты подтверждены расчетами методом Монте-Карло. Выводы работы соответствуют поставленной цели и решаемым задачам. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Результаты диссертации опубликованы в ведущих рецензируемых российских и зарубежных журналах, неоднократно докладывались автором на российских и международных конференциях. Опубликованные статьи полностью раскрывают содержание диссертации.

Диссертация Щеголева Олега Борисовича «Изучение адронной компоненты широких атмосферных ливней методом регистрации тепловых нейтронов» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц – за проведение экспериментальных и расчетных исследований спектра ШАЛ по числу вторичных тепловых нейтронов на двух различных высотах и изучение связи адронной компоненты ШАЛ и произведенных ею тепловых нейтронов.

Диссертационная работа Щеголева О.Б. заслушана на семинаре Отдела космических излучений ФИАН Отделения ядерной физики и астрофизики 13 сентября 2016 г.

Отзыв на диссертацию, подготовленный д.ф.-м.н. Рябовым В.А., рассмотрен и одобрен на заседании Ученого совета Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН «13» сентября 2016 г., протокол № 49.

Отзыв составил

Заведующий Отделом космических излучений ФИАН,
главный научный сотрудник ФИАН, д.ф.- м.н.

В.А. Рябов

Председатель Ученого совета
Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН,
д.ф.- м.н., профессор

О.Д. Далькаров

Секретарь Ученого совета
Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН,
к. ф.-м. н.

Н.П. Топчиев

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физический институт им. П.Н.Лебедева Российской академии наук
119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д.53

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физический институт им. П.Н.Лебедева Российской академии наук
119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д.53

Основные публикации по теме защиты:

1. Gurevich A.V., Almenova A.M., Antonova V.P., ..., Ryabov V.A. et al. // *Observations of high-energy radiation during thunderstorms at Tien-Shan* // Physical Review D 94, 023003 (2016); DOI: 10.1103/PhysRevD.94.023003;
2. Chubenko A.P., Shepetov A.L., Antonova V.P.,..., Ryabov V.A. et al. // *New complex EAS installation of the Tien Shan mountain cosmic ray station* // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, 832 (2016), 158–178, DOI: 10.1016/j.nima.2016.06.068;
3. Ryabov V.A., Chechin V.A., Gusev G.A., Maung K.T. // *Prospects for ultrahigh-energy particle observation based on the lunar orbital LORD space experiment* // Advances in Space Research, 58 (2016), 464 – 474 , DOI: 10.1016/j.asr.2016.04.030;
4. Adamson P., Ader C., Andrews M.,..., Ryabov V.A. et al. // *First measurement of electron neutrino appearance in NOvA* // Physical Review Letters, 2016, Vol. 116, p. 151806; DOI: 10.1103/PhysRevLett.116.151806;
5. Adamson P., Ader C., Andrews M.,..., Ryabov V.A. et al. // *First measurement of muon-neutrino disappearance in NOvA* // Phys. Rev. D, 2016, vol. 93., No. 5, p. 051104 (R) – Rapid Communication; DOI: 10.1103/PhysRevD.93.051104;
6. Gurevich A.V., Ptitsyn M.O., Ryabov V.A., Zybin K.P. // *Comment on “Decrease of atmospheric neutron counts observed during thunderstorms”* // Physical Review Letters, 2015, Vol. 115, p.179501; DOI: 10.1103/PhysRevLett.115.179501;
7. Gurevich A.V., Antonova V.P., Chubenko A.P., Karashtin A.N., Kryakunova O.N., Lutsenko V. Yu., Mitko G.G., Piskal V.V. , Ptitsyn M.O., Ryabov V.A., Shepetov A.L., Shlyugaev Yu.V., Thu W. M., Vildanova L.I., Zybin K.P. // *The time structure of neutron emission during atmospheric discharge* // Atmospheric Research, 2015, 164–165, 339 – 346; DOI: 10.1016/j.atmosres.2015.06.004;
8. Gurevich A.V., Antonova V.P., Chubenko A.P., Karashtin A.N., Mitko G.G., Ptitsyn M.O., Ryabov V.A., Shepetov A.L., Shlyugaev Yu.V., Thu W. M., Vildanova L.I., Zybin K.P. // *Correlation of radio and gamma emissions in lightning initiation* // Physical Review Letters, 2013, Vol. 111, p.165001;
9. Agafonov A.V., Bagulya A.V., Dalkarov O.D., Negodaev M.A, Oginov A.V., Rusetskiy A.S., Ryabov V.A., Shpakov K.V. // *Observation of neutron bursts produced by laboratory high-voltage atmospheric discharge* // Physical Review Letters, 2013, Vol. 111, p.115003;
10. Gurevich A.V., Antonova V. P., Chubenko A.P., Karashtin A.N., Mitko G.G., Ptitsyn M.O., Ryabov V.A., Shepetov A.L., Shlyugaev Yu.V., Vildanova L.I., Zybin K.P. // *Strong flux of low-energy neutrons produced by thunderstorms* // Physical Review Letters, 2012, vol. 108, p.125001;
11. Gusev G.A., Chechin V.A., Lomonosov B.N., and Ryabov V.A. // *Targets and radio detectors in far-space region for registration of ultrahigh-energy cosmic rays and neutrino* // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, 2012, v.662, pp. 103 – 105.