

## ОТЗЫВ

официального оппонента Рябова Владимира Алексеевича

на диссертацию Добрыниной Екатерины Анатольевны “Исследование вариаций гамма-фона с помощью сцинтилляционного детектора LVD”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15 – “Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий”.

Диссертационная работа Добрыниной Екатерины Анатольевны посвящена изучению влияния различных факторов на скорость счета гамма-квантов от естественной радиоактивности, регистрируемых под землей сцинтилляционным детектором LVD (Детектор Большого Объема, Гран Сассо, Италия). Естественная радиоактивность является основным фоном подземных экспериментов предназначенных для регистрации нейтрино различного происхождения и темной материи.

Диссертационная работа **актуальна** и современна, так как вариации подземных фонов в низкофоновых лабораториях до сих пор доставляют проблемы в создании детекторов и изучены не до конца. Большая статистика эксперимента LVD позволила автору провести исследования и обнаружить редкие эффекты и вариации гамма-фона. **Практическим применением** проведенных исследований является возможность выявлять радоновые предвестники землетрясений в средиземноморском регионе по гамма-квантам, регистрируемым в детекторе LVD.

Диссертационная работа Добрыниной Е.А. состоит из Введения, четырех Глав, Заключения и одного приложения. Объем текста составляет 112 страниц, включает в себя 55 рисунков и 11 таблиц. В списке литературы 79 источников.

Во Введении приведен обзор фонов для экспериментов в подземной лаборатории Гран Сассо, обосновывается актуальность исследования, сформулированы цели и задачи диссертационного исследования, описаны практическая ценность и методы исследования.

Глава 1 посвящена описанию детектора Большого Объема (LVD), на экспериментальных архивных данных которого и проведен анализ низкоэнергичных гамма-квантов, вызванных распадом ядер от естественной радиоактивности в грунте и в воздухе подземного зала. Описан метод регистрации событий детектором LVD, метод обработки и представления данных.

В Главе 2 описывается связь скорости счета, регистрируемых детектором, гамма-квантов с радоном в воздухе подземного помещения. Определяется соотношение между скоростью счета гамма-квантов и показаниями радиометром радона. Исследуется форма пиков от выбросов радона и показана их связь с вентиляцией в помещении. Получены суточные и недельные вариации скоростей счета гамма-квантов и делается вывод об их техногенном происхождении, связанным с работой персонала и вентиляцией.

В Главе 3 исследуется связь скорости счета гамма-квантов в детекторе LVD с атмосферным давлением, температурой и влажностью в подземном зале. Особо изучался барометрический эффект, а именно задержанный эффект влияния резкого понижения давления на скорость счета гамма-квантов. Обнаружена не сезонная антикорреляция трендов изменения давления и скорости счета гамма-квантов на масштабах 3-4 месяцев, но не обнаружен задержанный барометрический эффект с использованием построения корреляционных функций.

В Главе 4 описаны два метода нахождения годовых и лунно-месячных вариаций скорости счета гамма-квантов, регистрируемых в LVD. Метод дискретного преобразования Фурье позволил найти суточные и лунно-месячные периоды с высокой значимостью. С помощью метод наложения эпох найдена сезонно-годовая модуляция и определен ее максимум.

В заключении сформулированы основные выводы к диссертации. Более того, к каждой главе сделаны выводы и отмечено, в каких работах результаты этой главы опубликованы.

**Следует отметить**, что диссертация Екатерины Анатольевны в целом написана ясно, она адекватно освещает цели, методы и результаты проделанной работы, а сами результаты являются новыми. Работа отражает высокую квалификацию диссертанта в области физики частиц и обработки данных.

В то же время при прочтении диссертации мною были отмечены некоторые **недостатки и замечания**:

1. В первой главе недостаточно ясно описано почему идентичные башни детектора LVD (T1, T2, T3) отличаются по полному темпу счета. Некоторые результаты приводятся только для одной башни, а некоторые для всех трех. С чем это связано?

2. О связи выбросов во временных рядах скоростей счета гамма-квантов сказано только во введении хотелось бы увидеть отклик детектора LVD на сильные землетрясения в Италии в 2009 г. и 2016 г.

3. Часть недостатков носят чисто оформительский характер, а именно, нет подписей к осям ординат на некоторых рисунках, например: рис.1.8, рис.1.9, рис.2.8, рис.3.4, рис.3.7, рис. 3.9.

По теме диссертации автором **опубликовано** 15 работ, 13 из них в рецензируемых научных журналах, входящих в список ВАК, а также индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus. **Научная новизна** результатов диссертации подтверждается успешной их апробацией в виде докладов на международных, всероссийских конференциях и семинарах.

**Содержание диссертации** полно и точно **отражено** в автореферате. **Достоверность и степень обоснованности** научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений.

Сделанные замечания не снижают качества диссертации и не влияют на общую высокую оценку работы. Диссертация Добрыниной Е.А. является законченной научно-квалификационной работой и соответствует специальности 1.3.15 – “Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика

высоких энергий”. Она вносит существенный вклад в физику низкоэнергетичных фонов подземных экспериментов.

Диссертация Добрыниной Е.А. «Исследование вариаций гамма-фона с помощью сцинтилляционного детектора LVD», удовлетворяет всем критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15 – физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий.

16.01.2025

Заместитель директора по научной работе  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Физический институт им.  
П.Н.Лебедева Российской академии наук, доктор  
физико-математических наук по специальности  
01.04.23: Физика высоких энергий

\_\_\_\_\_ Рябов Владимир Алексеевич

[ryabov@lebedev.ru](mailto:ryabov@lebedev.ru), +7(499) 132-61-42

119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д.53

Подпись В.А. Рябова «удостоверяю»

Ученый секретарь ФИАН,

к.ф.-м.н.

А.В. Колобов

Список основных публикаций по теме рецензируемой диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Shepetov A., Chubenko A., Mamina S., Piscal V., **Ryabov V.**, Vil'danova L., Zhukov V., Iskhakov B., Sadykov T., Tautayev E., Kryakunova O., Salikhov N., Kalikulov O., Mukashev K., Saduyev N. Measurements of the low-energy neutron and gamma ray accompaniment of extensive air showers in the knee region of primary cosmic ray spectrum // European Physical Journal Plus. 2020. T. 135. № 1. С. 96.
2. Beznosko D., Baigarin K.A., Batyrkhanov A., Beremkulov T., Iakovlev A., Tagay Z., Uakhitov T., Beisembaev R.U., Beisembaeva E.A., Dalkarov O.D., **Ryabov V.A.**, Vildanova M.I., Zhukov V.V., Sadykov T.K.H., Suleimenov N.S. Horizon-t experiment and detection of extensive air showers with unusual structure // Journal of Physics: Conference Series. 15. Сер. "XV International Conference on Topics in Astroparticle and Underground Physics" 2020. С. 012007.
3. Grigoryan A., Papikyan V., Alkin A., Trubnikov V., Yurchenko V., Zinovjev G., Bhat M.A., Biswas R., Biswas S., Das P., Das S., Ghosh S.K., Modak A., Prasad S.K., Raha S., Pestov Y., Klay J.L., Alfanda H.M., Anaam M.N., Bartalini P.... **Ryabov V.**, et al. Measurement of electrons from semileptonic heavy-flavour hadron decays at midrapidity in pp and pb–pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=5.02$  tev // Physics Letters. Section B: Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics. 2020. T. 804. С. 135377.
4. Grigoryan A., Papikyan V., Alkin A., Trubnikov V., Yurchenko V., Zinovjev G., Biswas R., Biswas S., Das S., Ghosh S.K., Prasad S.K., Raha S., Pestov Y., Klay J.L., Alfanda H.M., Anaam M.N., Bartalini P., Chang W., Ding Y., Hamid M. .... **Ryabov V.**, et al. Measurement of electrons from heavy-flavour hadron decays as a function of multiplicity in p-pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  tev // Journal of High Energy Physics. 2020. T. 2020. № 2. С. 77.
5. Grigoryan A., Papikyan V., Alkin A., Trubnikov V., Yurchenko V., Zinovjev G., Biswas R., Biswas S., Das S., Ghosh S.K., Prasad S.K., Raha S., Pestov Y., Klay J.L., Alfanda H.M., Anaam M.N., Bartalini P., Chang W., Ding Y., Hamid M., ... **Ryabov V.**, et al. Measurement of strange baryon–antibaryon interactions with femtoscopic correlations // Physics Letters. Section B: Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics. 2020. T. 802. С. 135223.