

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ МЕЖДУ СКОРОСТЬЮ СЧЕТА ГАММА-КВАНТОВ НА LVD ОТ ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ И АТМОСФЕРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

© 2024 г. Н. Ю. Агафонов^{1)*}, В. В. Ашихмин¹⁾, Е. А. Добрынина^{1)**}, С. В. Ингерман¹⁾, О. Ю. Слуцкая²⁾, И. Р. Шакирьянова¹⁾, В. Ф. Якушев¹⁾ (от имени коллаборации LVD)^{***}

Поступила в редакцию 19.07.2024 г.; после доработки 19.07.2024 г.; принята к публикации 19.07.2024 г.

В работе исследуется эффект влияния атмосферного давления на скорость счета гамма-квантов от естественной радиоактивности, измеряемых в режиме постоянного мониторингирования на детекторе большого объема (LVD). Выбросы во временных рядах гамма-квантов связаны с эманацией радона из грунта в подземном помещении экспериментального зала. В результате анализа часовых данных не найдено прямой связи между изменением давления и скорости счета гамма-квантов. Во время резких понижений давления не обнаружен задержанный пампинг-эффект для гамма-квантов. Обнаружена сильная антикорреляция трендов изменения скорости счета гамма-квантов и давления на масштабах порядка 3–4 месяцев.

DOI: 10.31857/S0044002724060076, EDN: HOZAZS

1. ВВЕДЕНИЕ

Проблема влияния атмосферного давления на выход подземных газов и главным образом радона изучается уже давно [1]. Развитие исследований продолжилось в области физики частиц и астрофизики в подземных низкофоновых лабораториях. Изучение фонов в подземных экспериментах имеет много сложностей как в анализе данных и в измерениях радиоактивности грунта и материалов конструкций установок, так и в учете атмосферных условий на поверхности и вентиляции подземных помещений.

На выход подземных газов влияют осадки, снежный покров, температура и давление. При колебаниях атмосферного давления происходит откачка подземных газов в атмосферу, и, наоборот, может происходить закачка воздуха в грунт. Этот эффект носит название барометрического пампинг-эффекта. В работах группы Стенькина [2, 3] был обнаружен большой задержанный барометрический эффект для нейтронного фона и задержанный нелинейный пампинг-эффект для гамма-квантов в подземной лаборатории.

В настоящей работе мы исследовали эффекты влияния атмосферного давления на скорость счета регистрируемых гамма-квантов в нейтринном детекторе LVD [4], находящемся в подземной лаборатории LNGS [5] на глубине 3600 м в.э.

2. АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Детектор Большого Объема (LVD) предназначен для поиска нейтрино от коллапсов звездных ядер. Основной реакцией взаимодействия нейтрино в веществе детектора является реакция обратного бета-распада, в которой электронное антинейтрино взаимодействует с протоном, образуя позитрон и нейтрон ($\bar{\nu}_e + p \rightarrow e^+ + n$). Установка представляет собой железно-сцинтилляционный детектор размером $22.7 \times 13.2 \times 10$ м³, состоящий из 840 полуторакубовых ($1 \times 1.5 \times 1$ м³) счетчиков, заполненных жидким сцинтиллятором C_nH_{2n} , $n = 9.6$. Подробно конструкции детектора, ее цели и методика регистрации описана в [6–8]. Установка работает с 1992 г., а в окончательной конфигурации (3 башни по 280 счетчиков) с 2002 г.

Фон эксперимента LVD при поиске нейтрино в низкоэнергетическом диапазоне — это естественная

¹⁾ Институт ядерных исследований РАН, Москва, Россия.

²⁾ Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”, Москва, Россия.

* E-mail: Agafonova@inr.ru

** E-mail: Dobrynina@inr.ru

*** LVD Коллаборация: N. Yu. Agafonova³⁾, M. Aglietta^{4),5)}, P. Antoniolli⁶⁾, V. V. Ashikhmin³⁾, G. Bari⁶⁾, G. Bruno^{7),8)}, E. A. Dobrynina³⁾, R. I. Enikeev³⁾, W. Fulgione^{7),5)}, P. Galeotti^{4),5)}, M. Garbini^{6),9)}, P. L. Ghia¹⁰⁾, P. Giusti⁶⁾, E. Kemp¹¹⁾, A. S. Malgin³⁾, A. Molinaro^{4),5)}, R. Persiani⁶⁾, I. A. Pless¹²⁾, O. G. Ryazhskaya³⁾, G. Sartorelli⁶⁾, I. R. Shakiryanova³⁾, M. Selvi⁶⁾, G. C. Trinchero^{4),5)}, C. F. Vigorito⁴⁾, V. F. Yakushev³⁾, and A. Zichichi^{6),9)}

³⁾ Institute for Nuclear Research, Russian Academy of Sciences, 117312, Moscow, Russia.

⁴⁾ Department of Physic, University of Turin and INFN-Turin, 10125, Turin, Italy.

⁵⁾ Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), Osservatorio Astrofisico di Torino, 10025, Turin, Italy.

⁶⁾ University of Bologna and INFN-Bologna, 40127, Bologna, Italy.

⁷⁾ INFN, Laboratori Nazionali del Gran Sasso, 67100, Assergi, L'Aquila, Italy.

⁸⁾ New York University Abu Dhabi, 129188, Abu Dhabi, United Arab Emirates.

⁹⁾ Centro Enrico Fermi, 00184 Roma, Italy.

¹⁰⁾ Laboratoire de Physique des 2 Infinis Irène Joliot Curie, CNRS, 91406 Orsay, France.

¹¹⁾ University of Campinas, 13083, Campinas, Brazil.

¹²⁾ Massachusetts Institute of Technology, 02139, Cambridge, USA.

радиоактивность — распад атомных ядер в грунте, окружающем детектор, и в материалах конструкции. Гамма-кванты, регистрируемые в LVD, от дочерних ядер радона имеют энергию от 0.6 до 2.5 МэВ. Детально методика регистрации описана в [9].

При анализе зарегистрированных гамма-квантов использовались внутренние счетчики установки 240 из 840. Средняя скорость счета (темп счета) гамма-квантов во внутренних счетчиках LVD ($\langle C_{LVD} \rangle$) около 40–45 импульсов на счетчик в секунду. Наружными счетчиками установки экранируются гамма-кванты от радиоактивности грунта. Полный темп счета гамма-квантов мы разделяем на постоянную и переменную составляющие. Постоянная составляющая — это в основном гамма-кванты от распадов урана и тория в железных конструкциях детектора. Мы ассоциируем переменную часть временных рядов скорости счета гамма-квантов LVD (C_{LVD}) с вариациями концентрации радона в подземном помещении. Корреляция C_{LVD} и радиометра радона (радонометра) показана в [10].

Для анализа временных рядов $C_{LVD}(t)$ и атмосферного давления $P(t)$ использовалась статистика с 2002 по 2022 гг. Атмосферное давление взято из открытой базы данных Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF) в точке рядом с лабораторией (10.3 км от входа) на поверхности в пересчете к уровню моря [11]. С 2019 по 2020 гг. в структуре LVD находился термогигрометр, измеряющий температуру, влажность и давление. Сравнение значений термогигрометра и атмосферного давления на поверхности из базы ECMWF показало очень сильную корреляцию временных рядов и позволило нам использовать базу ECMWF за весь период набора данных LVD [12]. Здесь и далее значения давления $P(t)$ пересчитаны к уровню моря. Заметим, что установка расположена на высоте примерно 1000 м над уровнем моря и реальное давление в помещении детектора составляет в среднем всего 680 мм рт. ст.

3. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ФУНКЦИИ ДЛЯ ЧАСОВЫХ ДАННЫХ 2019–2020 ГГ.

Для определения прямой зависимости между изменениями скорости счета гамма-квантов на LVD $C_{LVD}(t)$ и изменением атмосферного давления $P(t)$ в подземном зале были построены корреляционные функции $K(dt)$ для различных периодов наблюдений:

$$K(dt) = \frac{\sum_j (C_{LVD}(t) - \overline{C_{LVD}}) (P(t+dt) - \overline{P})}{(N-1) \sigma_{LVD} \sigma_P},$$

где $\overline{C_{LVD}} = \sum_j C_{LVD} / N$, $\overline{P} = \sum_j P / N$ — средние,

$$\sigma_{LVD} = \left[\sum_j (C_{LVDj} - \overline{C_{LVD}})^2 / (N-1) \right]^{1/2},$$

$$\sigma_P = \left[\sum_j (P - \overline{P})^2 / (N-1) \right]^{1/2}$$

есть выборочные дисперсии.

Сдвиг временного ряда давления $P(t+dt) : dt$ от –240 до 240 ч.

Пример временных рядов за период с 06.11.2019 по 29.01.2020 г. показан на рис. 1. Приведены данные скорости счета гамма-квантов, температуры, влажности и давления.

Получено, что при любом сдвиге от –240 до +240 ч коэффициент корреляции очень слабый (рис. 2, табл. 1), что говорит об отсутствии прямой зависимости между изменениями скорости счета гамма-квантов на LVD и изменением атмосферного давления в подземном зале установки.

Таблица 1. Корреляционная матрица для временных рядов C_{LVD} , P , T , H

	C_{LVD}	P	T	H
C_{LVD}	1	–0.02	–0.05	0.07
P	–0.02	1	–0.7	–0.7
T	–0.05	–0.7	1	0.82
H	0.07	–0.7	0.82	1

4. ПОИСК РЕЗКИХ ПОНИЖЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

Для исследования барометрического пампинг-эффекта на статистике 2004–2022 гг. находились резкие понижения давления. Процедура заключалась в поиске локальных максимумов и минимумов во временных рядах давления (рис. 3). Понижение считалось резким, если изменение на больше чем 15 мм рт. ст. происходило в течение 72 ч.

С 2004 по 2022 гг. падений давлений на 20 мм рт.ст. за 72 ч оказалось 11, а падений на 15 мм рт.ст. — 43.

На рис. 4 показаны примеры выбранных резких понижений давления. Временные ряды приведены за 20 дней. Видно, что поведение временного ряда скорости счета на LVD во время резкого понижения никак не отличается от поведения в любой другой период набора данных. Корреляционные функции в течение 3 сут до и после резкого падения давления тоже показали очень слабую корреляцию (рис. 4, нижняя панель).

Мы делаем вывод об отсутствии наблюдения барометрического пампинг-эффекта в экспериментальном зале LVD. На сегодня трудно сказать, связано ли это с системой вентиляции в помещении или с уровнем атмосферного давления (среднее давление на поверхности ниже обычного, где наблюдался задержанный пампинг-эффект [2, 3]), или связано с географическим положением детектора гамма-квантов и лаборатории. Вероятно, на изменение концентрации радона больше влияет открывание ворот персоналом лаборатории. Новая порция воздуха с повышенным содержанием радона создает суточные вариации скорости счета гамма-квантов с максимумом в середине рабочего дня [13].

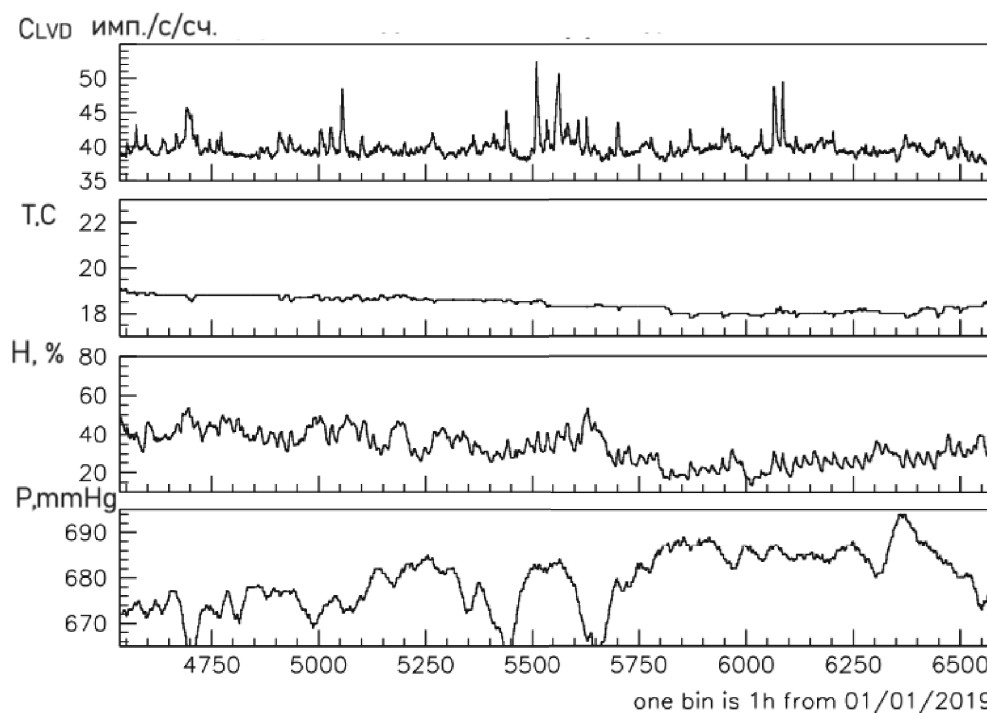


Рис. 1. Пример временных рядов изменения скорости счета гамма-квантов на LVD $C_{LVD}(t)$, температуры ($T(t)$), влажности ($H(t)$) и давления ($P(t)$) за период с 06.11.2019 по 29.01.2020.

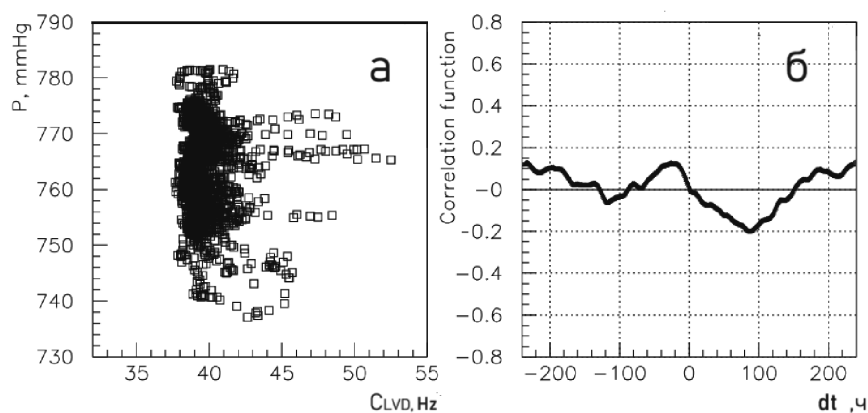


Рис. 2. *a* – Корреляция между временными рядами давления P и скоростью счета гамма-квантов LVD, *б* – корреляционная функция для сдвига от -240 до $+240$ ч.

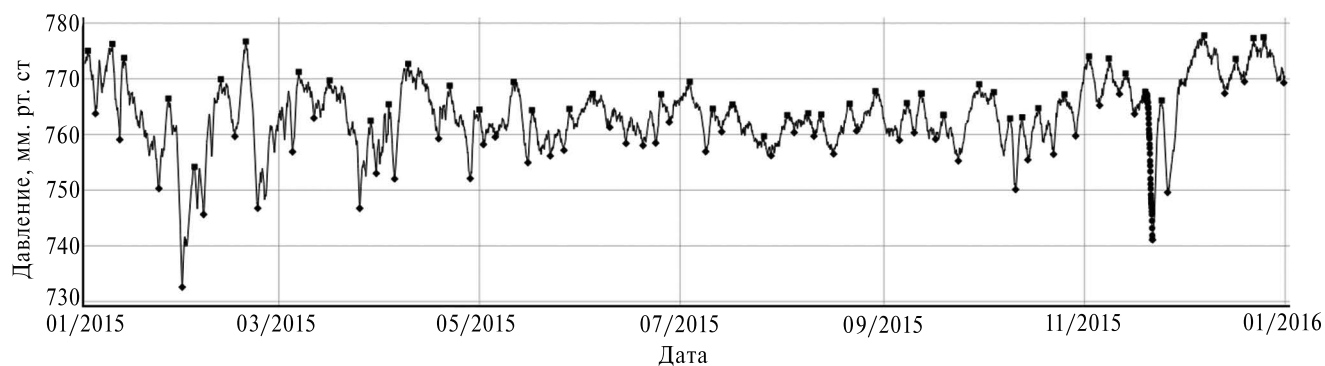


Рис. 3. Выделение на временном ряде атмосферного давления точек локальных максимумов (квадраты) и минимумов (ромбы) на примере 2015 г. Выделенные черные точки – падение давления >20 мм рт.ст. менее чем за 72 ч.

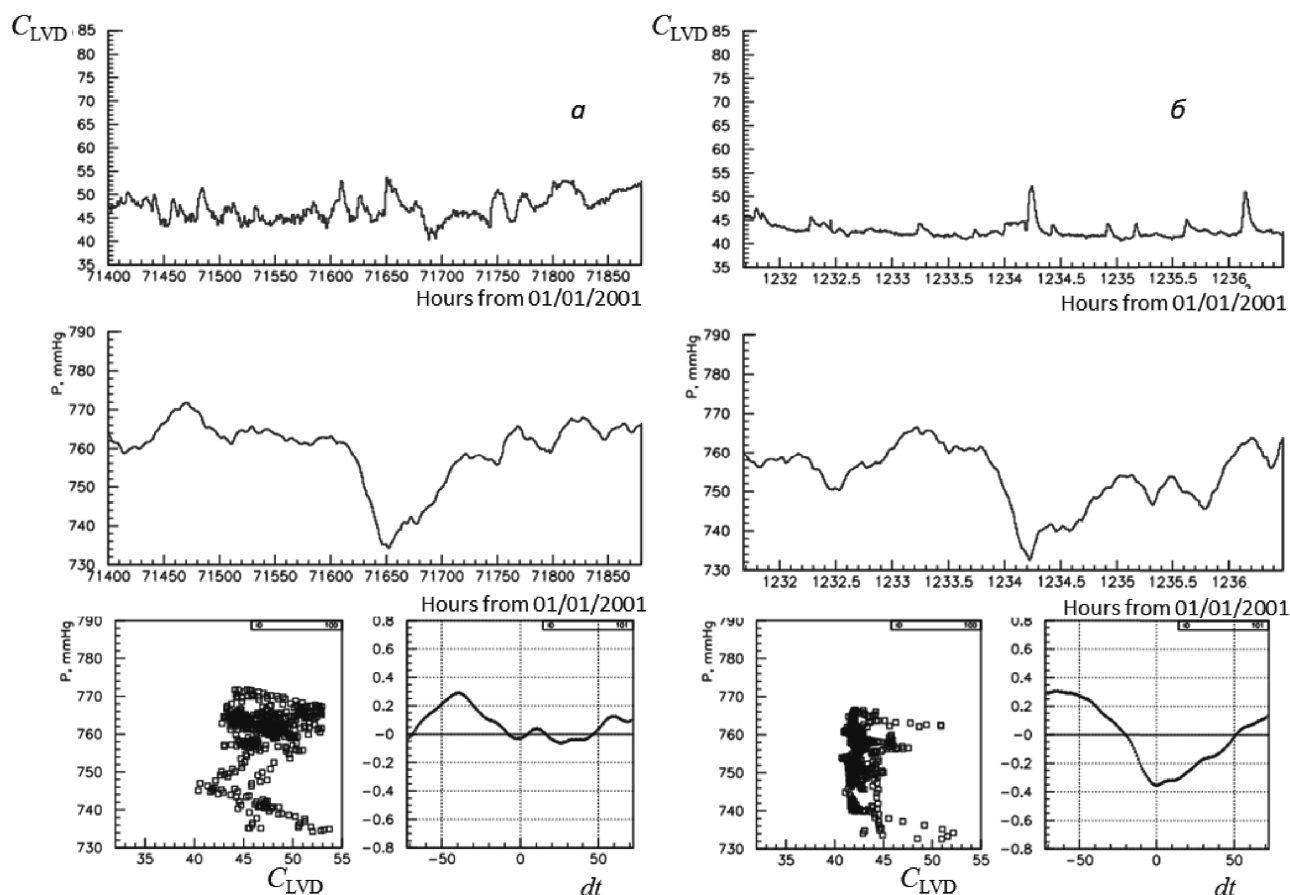


Рис. 4. Временные ряды скорости счета гамма-квантов во время резких понижений давления. Нижние панели — зависимость P от C_{LVD} , и корреляционная функция в диапазоне от -72 до $+72$ ч.

5. КОРРЕЛЯЦИЯ ТРЕНДОВ ПОВЕДЕНИЯ СКОРОСТИ СЧЕТА ГАММА-КВАНТОВ И ДАВЛЕНИЯ

Зависимость в поведении изменения давления и гамма-квантов наблюдается на масштабах порядка 2–6 мес. Впервые нами это было обнаружено на статистике 2016–2019 гг. [12].

Тенденции (тренды) изменения показателей временного ряда давления и скорости гамма-квантов антикоррелируют друг с другом. Заметим, что поведение трендов носит не сезонный характер (рис. 5, 6). Заштрихованные области — периоды с аномальными выбросами гамма-квантов (радона), связанные с работой тяжелой техники в подземном зале (строительство установок рядом с LVD) и с сильными землетрясениями.

Визуализация данных подсказывает нам, что тренд у рядов лучше моделировать кусочно-линейной функцией.

За период с 2004 по 2023 г. нами было выделено несколько участков трендов (см. рис. 5, 6 для периодов 2004–2007 и 2008–2011 соответственно). Аномальные выбросы в гамма-квантах на временных рядах были заштрихованы для лучшей визуализации

трендов. Во временных рядах можно увидеть некоторые участки, где не только антикоррелирует тренд $C_{LVD}(t)$ и $P(t)$, но коррелирует и форма сглаженных кривых, описывающие данные (плавные кривые). Наклоны найденных трендов для $C_{LVD}(t)$ и $P(t)$ и их длительность приведены в табл. 2. Ошибки определения наклонов трендов с использованием стандартной функции минимизации составляют 10%. За 18 лет статистики было выделено 30 трендов со средней длительностью около 4 мес. Коэффициент корреляции Пирсона между значениями наклонов равен -0.79 . На рис. 7 показана зависимость наклонов трендов изменений $C_{LVD}(t)$ и $P(t)$. Можно увидеть линейную зависимость между наклонами выбранных трендов $C_{LVD}(t)$ и $P(t)$. Аппроксимация точек выполнена функцией вида $f(x) = a + bx$.

6. ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучению влияния изменения атмосферного давления на скорость счета гамма-квантов, а значит, и на изменение концентрации подземного газа радон, выделяющегося в зоне разломов тектонических плит и геоблоков, посвящено несколько работ последних лет [14–16]. Авторы исследовали связь между зем-

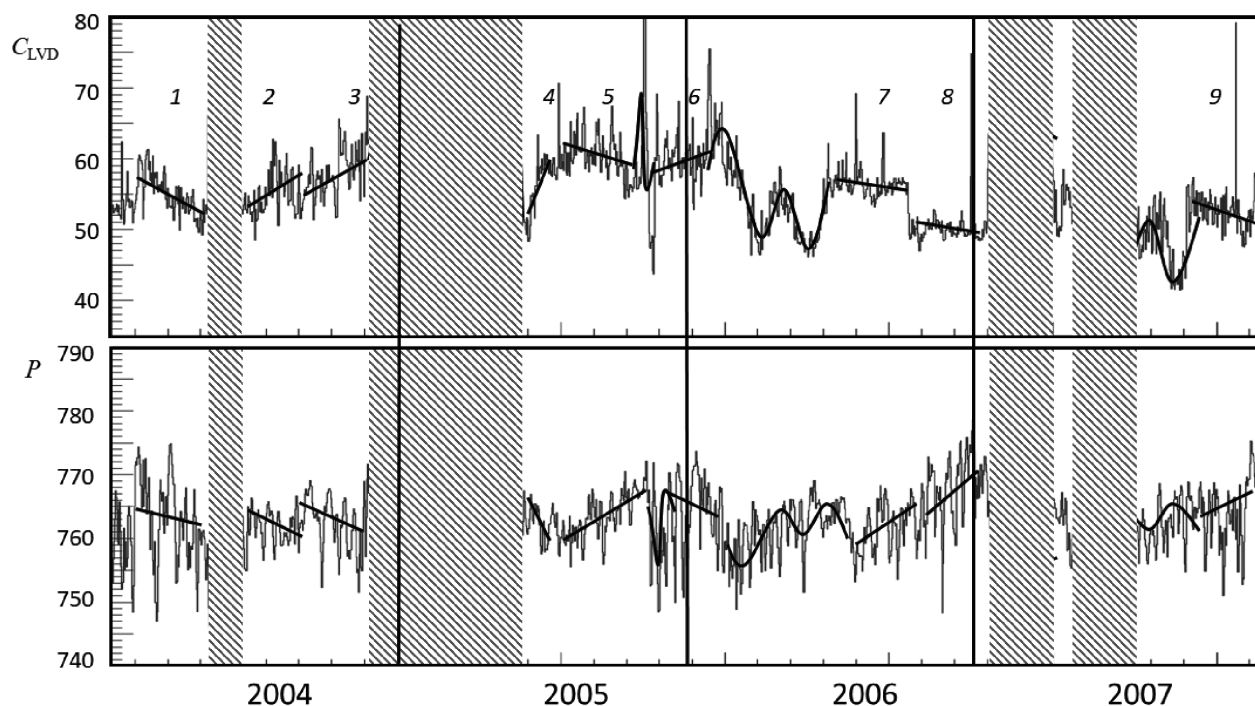


Рис. 5. Временные ряды скорости счета гамма-квантов и атмосферного давления за период с 2004 по 2007 г. Время в часах. Заштрихованные области — аномальные выбросы в гамма-квантах. Линии — отмеченные тренды (см. пояснение в тексте).

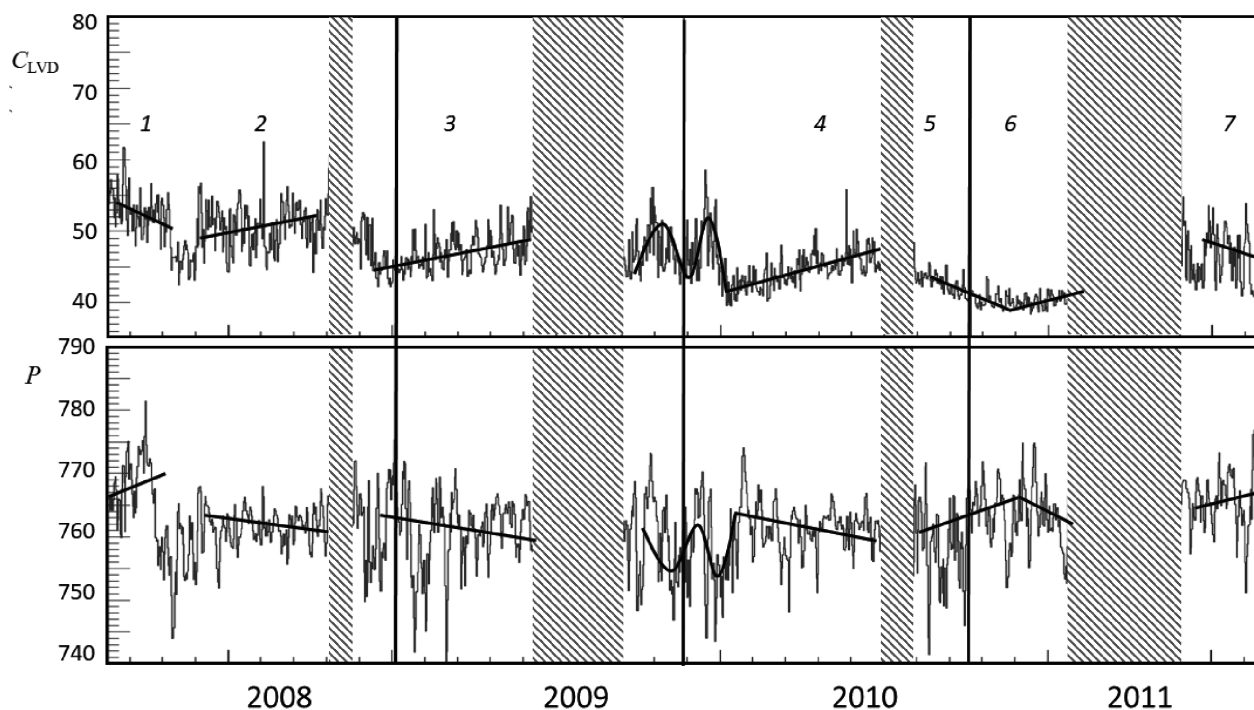


Рис. 6. Временные ряды скорости счета гамма-квантов и атмосферного давления за период с 2008 по 2011 г. Время в часах. Заштрихованные области — аномальные выбросы в гамма-квантах. Линии — отмеченные тренды (см. пояснение в тексте).

Таблица 2. Параметры наклонов трендов $C_{LVD}(t)$ и $P(t)$

N	Дата начала тренда	Дата конца тренда	Число суток	Наклон dC_{LVD}	Наклон dP
1	31.01.2004	23.04.2004	83.3	−0.0030	0.0024
2	23.04.2004	15.07.2004	83.3	−0.0010	0.0024
3	26.08.2004	17.11.2004	83.3	0.0023	−0.0030
4	14.06.2005	25.07.2005	41.7	0.0080	−0.0035
5	25.07.2005	06.11.2005	104.2	−0.0019	0.0015
6	27.11.2005	08.01.2006	41.7	0.0012	0.0000
7	14.07.2006	28.12.2006	166.7	−0.0020	0.0020
8	03.10.2007	17.12.2007	75.0	−0.0019	0.0007
9	07.01.2008	14.03.2008	66.7	−0.0025	0.0020
10	20.04.2008	04.10.2008	166.7	0.0008	−0.0009
11	26.12.2008	23.07.2009	208.3	0.0010	0.0001
12	16.02.2010	02.08.2010	166.7	0.0013	−0.0007
13	24.10.2010	26.02.2011	125.0	−0.0014	0.0020
14	26.02.2011	12.05.2011	75.0	0.0005	−0.0020
15	18.05.2013	22.11.2013	187.5	0.0005	−0.0007
16	08.05.2014	21.10.2014	166.7	0.0009	0.0000
17	02.12.2014	10.04.2015	129.7	−0.0001	0.0000
18	10.04.2015	10.10.2015	183.3	0.0018	−0.0003
19	10.10.2015	12.12.2015	62.5	−0.0005	0.0035
20	12.02.2016	27.05.2016	104.2	−0.0006	0.0009
21	07.07.2016	09.11.2016	125.0	−0.0008	0.0003
22	21.02.2017	17.07.2017	145.8	0.0009	−0.0001
23	17.07.2017	10.12.2017	145.8	−0.0008	0.0006
24	27.07.2018	20.12.2018	145.8	−0.0006	0.0002
25	03.04.2019	06.08.2019	125.0	−0.0006	0.0009
26	06.08.2019	30.12.2019	145.8	0.0006	−0.0010
27	29.10.2019	14.06.2020	229.2	−0.0004	0.0002
28	28.12.2021	11.04.2022	104.2	−0.0000	0.0000
29	11.04.2022	25.07.2022	104.2	0.0005	−0.0003
30	25.07.2022	27.11.2022	125.0	−0.0003	0.0009

летрясениями и потоком зарегистрированных гамма-квантов, нейтронов, мюонов, ионов, акустических сигналов как на поверхности, так и под землей. Более того увеличение скорости счета частиц происходило и до землетрясений. Объяснением этим явлениям служит теория напряженно-деформируемого состояния земной коры и интенсивного потока сейсмогенных аэрозолей и газов [17–19]. В работах [16, 20] были обнаружены локальные возмущения барических полей как предвестников за несколько суток до землетрясений. Статистика детектора LVD (18 лет) позволяет провести подробный анализ связи атмосферного давления и скорости счета гамма-квантов от естественной радиоактивности под землей, вариации которых связаны с выходом радона из горной породы Гран Сассо. В результате анализа часовых данных скорости счета гамма-квантов на детекторе LVD (на мас-

штабах 1 ч–20 сут) не найдено прямой связи между скоростями их изменения и изменением атмосферного давления. Во время резких понижений давления не обнаружен задержанный пампинг-эффект для гамма-квантов. Отсутствие прямой корреляции и пампинг-эффекта мы связываем с вентиляцией подземного помещения и работой персонала лаборатории. Ежедневные открывания ворот, через которые поступает новая порция радона, создают более мощные вариации радона в течение суток, чем мог бы быть пампинг-эффект, обнаруженный в [2, 3]. В работе [21] исследовали влияние метеорологических эффектов, давления и дождей на тектонические деформации в диапазоне нескольких суток. Мы обнаружили несезонную сильную антикорреляцию трендов изменения скорости счета гамма-квантов и атмосферного давления на масштабах порядка 3–4 мес. Это говорит о более глу-

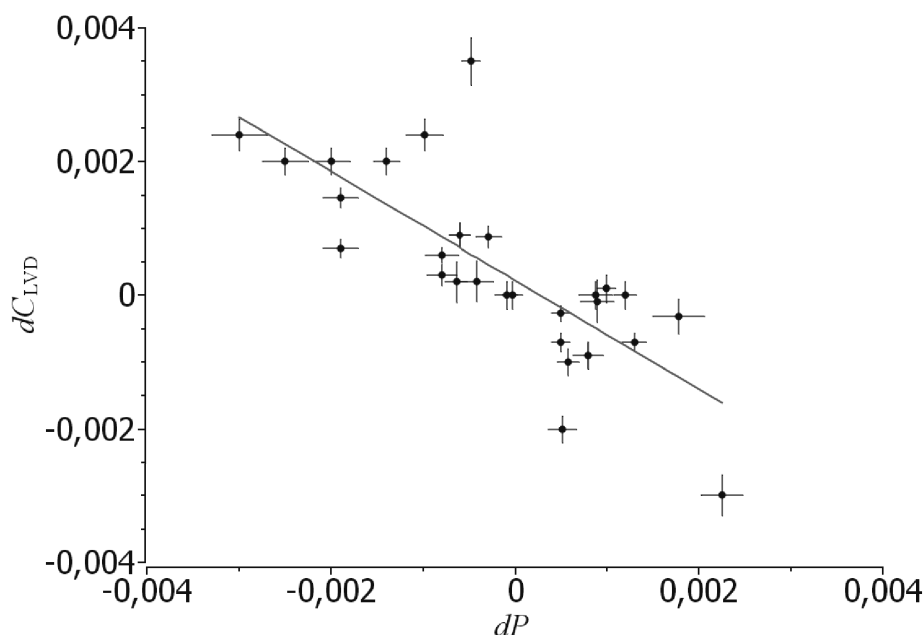


Рис. 7. Зависимость наклонов трендов изменения $C_{LVD}(t)$ и $P(t)$. Прямая – приближение функцией $f(x) = a + bx$, где $a = 2.2 \times 10^{-4}$, $b = -0.81 \pm 0.13$.

бинных процессах и связях тектонических движений и метеорологических эффектов на Земле.

7. ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке по гранту Российского научного фонда № 23-22-00048 (<https://rscf.ru/project/23-22-00048/>).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. G. Etiope and G. Martinelli, *Phys. Earth Planet. Inter.* **129**, 185 (2002).
2. Ю. В. Стенькин, В. В. Алексеенко, Д. М. Громушкин, В. П. Сулаков, О. Б. Щеголев, *ЖЭТФ* **151**, 845 (2017) [Yu. V. Stenkin, V. V. Alekseenko, D. M. Gromushkin, V. P. Sulakov, and O. B. Shchegolev, *JETP* **124**, 718 (2017)].
3. Ю. В. Стенькин, В. В. Алексеенко, А. В. Игошин, Д. А. Кулешов, К. Р. Левочкин, В. И. Степанов, В. П. Сулаков, В. В. Рулев, О. Б. Щеголев, *ЖЭТФ* **158**, 469 (2020) [Y. V. Stenkin, V. V. Alekseenko, D. A. Kuleshov, K. R. Levochkin, V. I. Stepanov, V. V. Rulev, O. B. Shchegolev, A. V. Igoshin, and V. P. Sulakov, *JETP* **131**, 418 (2020)].
4. N. Y. Agafonova et al. (LVD Collab.), *Astrophys. J.* **802**, 47 (2015).
5. А. Беттини, *УФН* **171**, 977 (2001).
6. G. Bari, M. Basile, G. Bruni, G. Cara Romeo, A. Castelvetti, L. Cifarelli, A. Contin, C. Del Papa, P. Giusti, G. Iacobucci, G. Maccarrone, T. Massam, R. Nania, V. O'Shea, F. Palmonari, E. Perotto, et al., *Nucl. Instrum. Methods: Phys. Res. A* **277**, 11 (1989).
7. Н. Ю. Агафонова, Дис. ... канд. физ.-мат. наук, ИЯИ РАН (Москва, 2015).
8. Н. Ю. Агафонова, О. Г. Рязжская от имени коллаборации LVD, *ЯФ* **85**, 70 (2022) [N. Yu. Agafonova and O. G. Ryazhskaya (on behalf of the LVD Collab.), *Phys. At. Nucl.* **85**, 79 (2022)].
9. Н. Ю. Агафонова, В. А. Алексеев, Е. А. Добрынина и др., Препринт ИЯИ РАН № 1071/2001, Москва (2001).
10. G. Bruno, PhD Thesis, Universit'a de L'Aquila e Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali del Gran Sasso (Italy, 2012).
11. База данных Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды, <https://cds.climate.copernicus.eu>, дата обращения 10.02.2024.
12. Н. Ю. Агафонова, В. В. Ашихмин, Е. А. Добрынина, Р. И. Еникеев, Н. А. Филимонова, И. Р. Шакирьянова, В. Ф. Якушев (от имени коллаборации LVD), *Изв. РАН. Сер. физ.* **87**, 1045 (2023) [N. Yu. Agafonova, V. V. Ashikhmin, E. A. Dobrynina, R. I. Enikeev, N. A. Filimonova, I. R. Shakiryanova, and V. F. Yakushev (on behalf of the LVD Collab.), *Bull. Russ. Acad. Sci.: Phys.* **87**, 975 (2023)].
13. Н. Ю. Агафонова, Е. А. Добрынина, И. Р. Шакирьянова, Н. А. Филимонова, *ЖЭТФ* **164**, 386 (2023) [N. Yu. Agafonova, E. A. Dobrynina, N. A. Filimonova, and I. R. Shakiryanova (on behalf of the LVD Collab.), *JETP* **137**, 333 (2023)].
14. N. Salikhov, A. Shepetov, G. Pak, S. Nurakynov, V. Ryabov, N. Saduyev, T. Sadykov, Z. Zhantayev, and V. Zhukov, *Atmosphere* **13**, 1667 (2022).

15. В. Н. Боков, Е. Ш. Гутшабаш, Л. З. Потиха, Ученые записки РГТМУ **18**, 173 (2011).
16. В. А. Иванов, Ю. А. Бурым, Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология **6**, 181 (2020).
17. С. В. Бирюлин, Дис. ... канд. физ.-мат. наук (Екатеринбург, 2021).
18. P. Tuccimei, S. Mollo, S. Vinciguerra, M. Castelluccio, and M. Soligo, Geophys. Res. Lett. **37**, L05305 (2010).
19. В. И. Уткин, А. К. Юрков, Геология и геофизика **51**, 277 (2010).
20. В. В. Адушкин, Д. Н. Локтев, А. А. Спивак, Физика Земли **6**, 77 (2008).
21. Г. А. Соболев, Н. А. Закржевская, И. Н. Мигунов, Физика Земли **6**, 20 (2021).

CORRELATION ANALYSIS BETWEEN GAMMA QUANTA COUNTING RATE ON LVD FROM NATURAL RADIOACTIVITY AND ATMOSPHERIC PRESSURE

N. Yu. Agafonova¹⁾, V. V. Ashikhmin¹⁾, E. A. Dobrynina¹⁾, S. V. Ingerman¹⁾, O. Yu. Slutskaya²⁾,
I. R. Shakiryanova¹⁾, V. F. Yakushev¹⁾ (on behalf of the LVD collaboration)

¹⁾ *Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Science, Moscow, Russia*

²⁾ *National Research Nuclear University "MEPhI", Moscow, Russia*

This work investigates the effect of atmospheric pressure on the counting rate of gamma quanta from natural radioactivity, measured in continuous monitoring mode on a Large Volume Detector (LVD). Emissions in the time series of gamma quanta are associated with the emanation of radon from the rock in the underground room of the experimental hall. As a result of the analysis of hourly data, no direct connection was found between the change in pressure and the counting rate of gamma rays. During sharp drops in pressure, no delayed pumping effect was detected for gamma rays. A strong anti-correlation between the trends in changes in the gamma-ray counting rate and pressure was discovered on scales of the order of 3–4 months.