

ЭФФЕКТ СНИЖЕНИЯ РАДИОАКТИВНОСТИ. СУЩЕСТВУЕТ ЛИ СВЯЗЬ С СОЛНЕЧНЫМИ ВСПЫШКАМИ?

А.Г.Пархомов

Институт исследований природы времени. МГУ, Москва
<http://www.chronos.msu.ru>

Результаты, полученные на многоканальной установке, созданной для многолетних исследований хода различных процессов, сопоставлены с данными, представленными J.H. Jenkins and E.Fischbach, обнаружившими снижение радиоактивности ^{54}Mn во время, близкое к серии солнечных вспышек 5-17 декабря 2006 г. Анализ данных, полученных на нашей установке в декабре 2006 г., отклонений от обычного хода результатов измерений радиоактивности ^{90}Sr , ^{90}Y , ^{60}Co и ^{239}Pu не выявил. Заметных отклонений от обычных измерений радиоактивности не обнаружено и во время, близкое к серии мощнейших вспышек 19 октября - 4 ноября 2003 г. Сильные снижения скорости счета обнаружены 10-12 мая 2002 г. при измерениях радиоактивности ^{60}Co и 19-20 июня 2004 г. при измерениях радиоактивности ^{90}Sr - ^{90}Y . Во время, близкое к времени этих изменений радиоактивности, сильных солнечных вспышек не зарегистрировано. Таким образом, предположение о связи эффекта снижения радиоактивности с вспышками на Солнце не находит подтверждения. Из полученных результатов следует, что эффект снижения радиоактивности, если он действительно существует, редок, и что причина, вызывающая этот эффект, неодинаково влияет на различные радиоактивные источники.

В статьях [1,2] изложены результаты эксперимента, в ходе которого было обнаружено снижение с 12 по 22 декабря 2006 г. скорости распада ^{54}Mn , достигающее 0,2 % по сравнению со средней величиной (Рис. 1). Поскольку с 5 по 17 декабря зарегистрирована серия довольно сильных солнечных вспышек, авторы связали обнаруженное снижение радиоактивности с явлениями на Солнце.

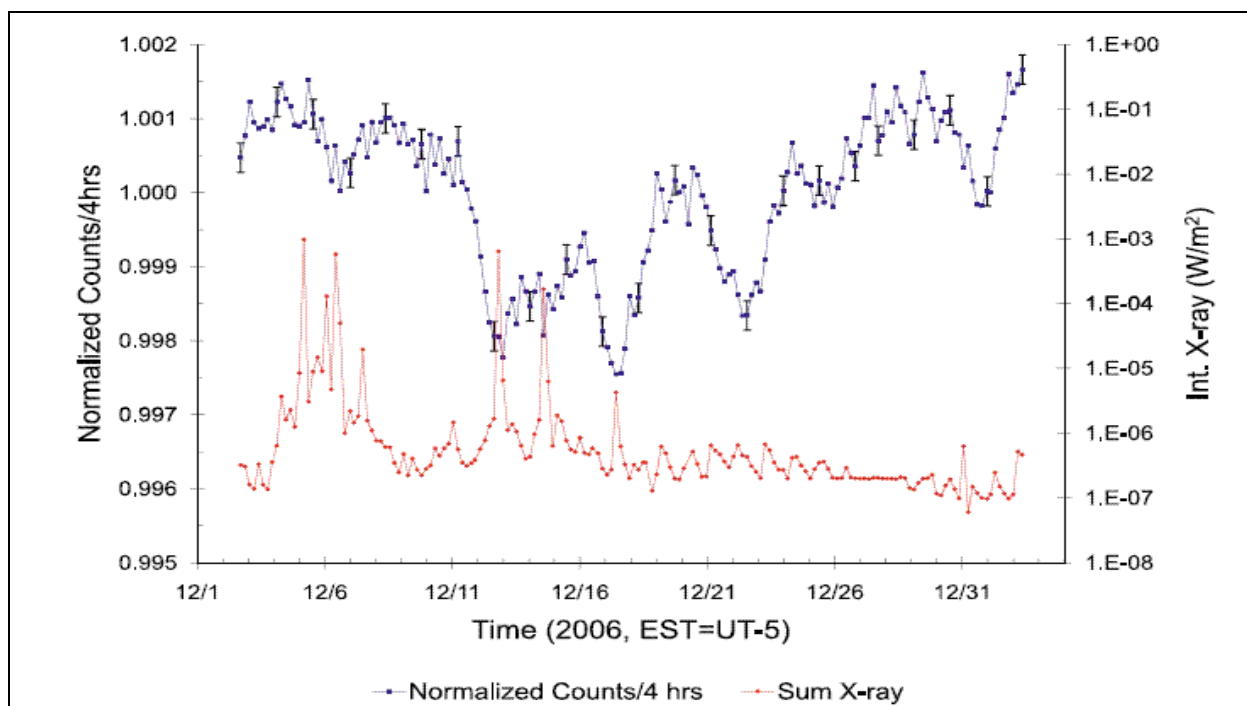


Рис. 1. Нормализованный ход β распада $^{54}\text{Mn} + e^- \rightarrow ^{54}\text{Cr} + \nu_e$, сопоставленный с рентгеновскими измерениями спутника GOES-11 [1]. Каждая точка на диаграмме, относящейся к ^{54}Mn , - результат 4-х часового измерения, отнесенный к средней скорости счета (относительная статистическая неопределенность $\sim 2 \cdot 10^{-4}$). Для регистрации γ квантов с энергией 834,8 кэВ, испускаемых при распаде ^{54}Mn , использован NaI(Tl) детектор.

Результаты, представленные в [1,2], противоречат общепринятым представлениям о радиоактивности как о процессе практически не подверженном внешним воздействиям. Очень важно знать степень надежности таких неординарных исследований и правильность их трактовки, сопоставив их с результатами независимых исследований. Для этого подходят результаты, полученные на нашей установке, созданной для исследований хода различных процессов [3,4]. Установка практически непрерывно работает с 1997 г., собирая информацию по 20 каналам (α и β радиоактивность, электрические колебания и шум, параметры внешней среды).

Результаты измерений в декабре 2006 г.

Результаты измерений радиоактивности двух β источников ^{90}Sr ^{90}Y и ^{60}Co , а также α источника ^{239}Pu , показаны в **таблице 1** и на **рис. 2**. Для регистрации β частиц и γ квантов использованы обладающие высокой стабильностью счетчики Гейгера, для регистрации α частиц использованы кремниевые детекторы, практически нечувствительные к β и γ излучениям.

Излучение источника ^{90}Sr ^{90}Y состоит из β частиц ^{90}Sr (период полураспада 28,6 лет, максимальная энергия β частиц 546 кэВ) и β частиц дочернего продукта ^{90}Y (период полураспада 64 часа, максимальная энергия β частиц 2270 кэВ). В нашей установке излучение этого источника регистрируется одновременно двумя счетчиками Гейгера: СБМ-12 и СТС-5. Счетчик СБМ-12 регистрирует β частицы как ^{90}Sr , так и ^{90}Y . Счетчик СТС-5 отделен от источника слоем алюминия толщиной 1 мм и поливинилхлорида толщиной 4,3 мм. Он регистрирует только β частицы ^{90}Y , испускаемые с энергией, близкой к максимальной энергии β -спектра. Источники и счетчики расположены в термостатируемом сосуде с кварцевым песком.

β распады ^{60}Co (период полураспада 5,27 лет, максимальная энергия β частиц 314 кэВ) сопровождаются γ излучением с энергиями 1173 кэВ и 1332 кэВ. Излучение ^{60}Co регистрируется счетчиком СБТ-7, имеющим тонкое окно из слюды, пропускающее большую часть испускаемых β частиц.

Источник ^{239}Pu (период полураспада 24120 лет, энергия α частиц 5150 кэВ) размещен в вакуумной камере на расстоянии 2,5 см от двух расположенных рядом поверхностно-барьерных кремниевых детекторов ДКПс-25. Возникающие импульсы регистрируются независимо, что позволяет отделить возможные изменения радиоактивности от шумов и нестабильности электроники.

Из-за небольшой скорости счета на нашей установке для достаточного снижения статистических флуктуаций время усреднения результатов было увеличено примерно до 1 суток, что не должно повлиять на обнаруживаемость эффекта, так как снижение скорости счета ^{54}Mn продолжалось 12 суток.

Из **таблицы 1** и **рис. 2** видно, что во время аномального снижения скорости счета ^{54}Mn с 12 по 22 декабря 2006 г. на нашей установке скорость счета β источников ^{90}Sr ^{90}Y и ^{60}Co , а также α источника ^{239}Pu , не снижалась на величину, превышающую 2 стандартных отклонения. Это свидетельствует об отсутствии статистически достоверных изменений величиной порядка 0,1 %.

Таблица 1. Источники излучения, детекторы и результаты измерений в декабре 2006 г.

Радионуклид	^{54}Mn	$^{90}\text{Sr}^{90}\text{Y}$	$^{90}\text{Sr}^{90}\text{Y}$	^{60}Co	^{239}Pu	^{239}Pu
Тип распада	e-захват	β^-	β^-	β^-	α	α
Что регистрируется	γ	β	β	β, γ	α	α
Детектор	<i>NaJ(Tl)</i>	СБМ-12	СТС-5	СБТ-7	ДКПС-25	ДКПС-25
Скорость счета, имп/с	1730	538	104	9,7	46,8	44,3
Время усреднения, час	4	17	22	23	19	20
Станд. отклонение, %	0,02	0,025	0,036	0,11	0,08	0,08
Макс. снижение с 12 по 22 декабря, %	0,25	0,051	0,054	0,15	0,16	0,15

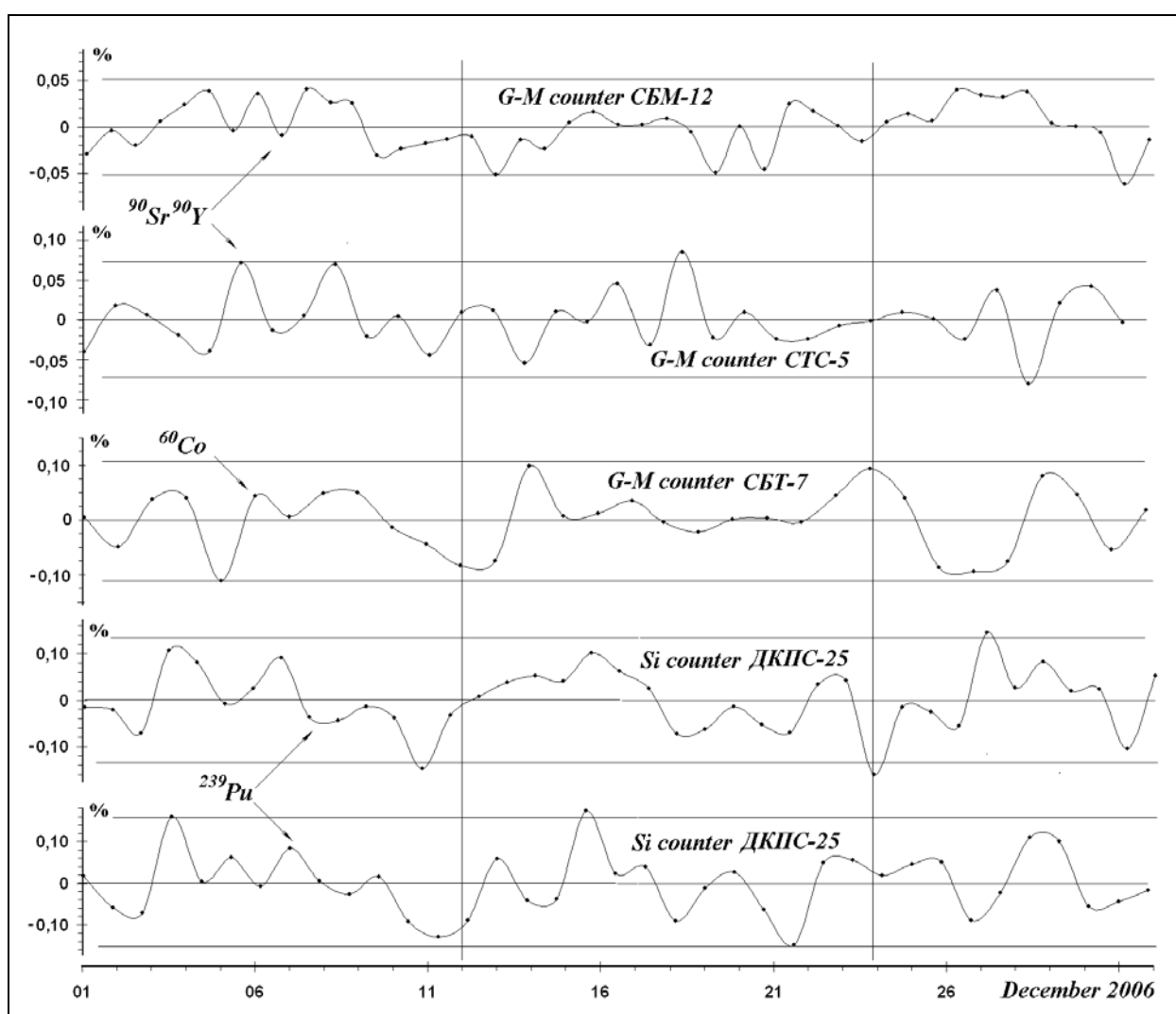


Рис. 2. Отклонение скорости счета β частиц при распадах $^{90}\text{Sr}^{90}\text{Y}$ и ^{60}Co и α частиц при распадах ^{239}Pu от средней величины (%). Горизонтальными линиями показаны средние значения и отличия от среднего на два стандартных отклонения. Между вертикальными линиями - время аномального снижения скорости счета ^{54}Mn (см. рис. 1)

Результаты измерений в октябре-ноябре 2003 г.

В октябре и ноябре 2003 г. на Солнце произошло несколько мощнейших вспышек [5]. Представляет большой интерес анализ измерений радиоактивности в это время с целью выявления возможных отклонений от обычного хода этого процесса. Результаты измерений скорости счета β источников ^{90}Sr ^{90}Y и ^{60}Co , а также α источника ^{239}Pu , показаны на рис. 3 и в таблице 2. В отличие от описанных выше измерений в декабре 2006 г., для измерения радиоактивности ^{239}Pu был использован счетчик Гейгера СБТ-11 с окном из тонкой слюды, пропускающим α частицы. Такой счетчик, в отличие от полупроводникового детектора, помимо α частиц, регистрирует также β и γ излучение.

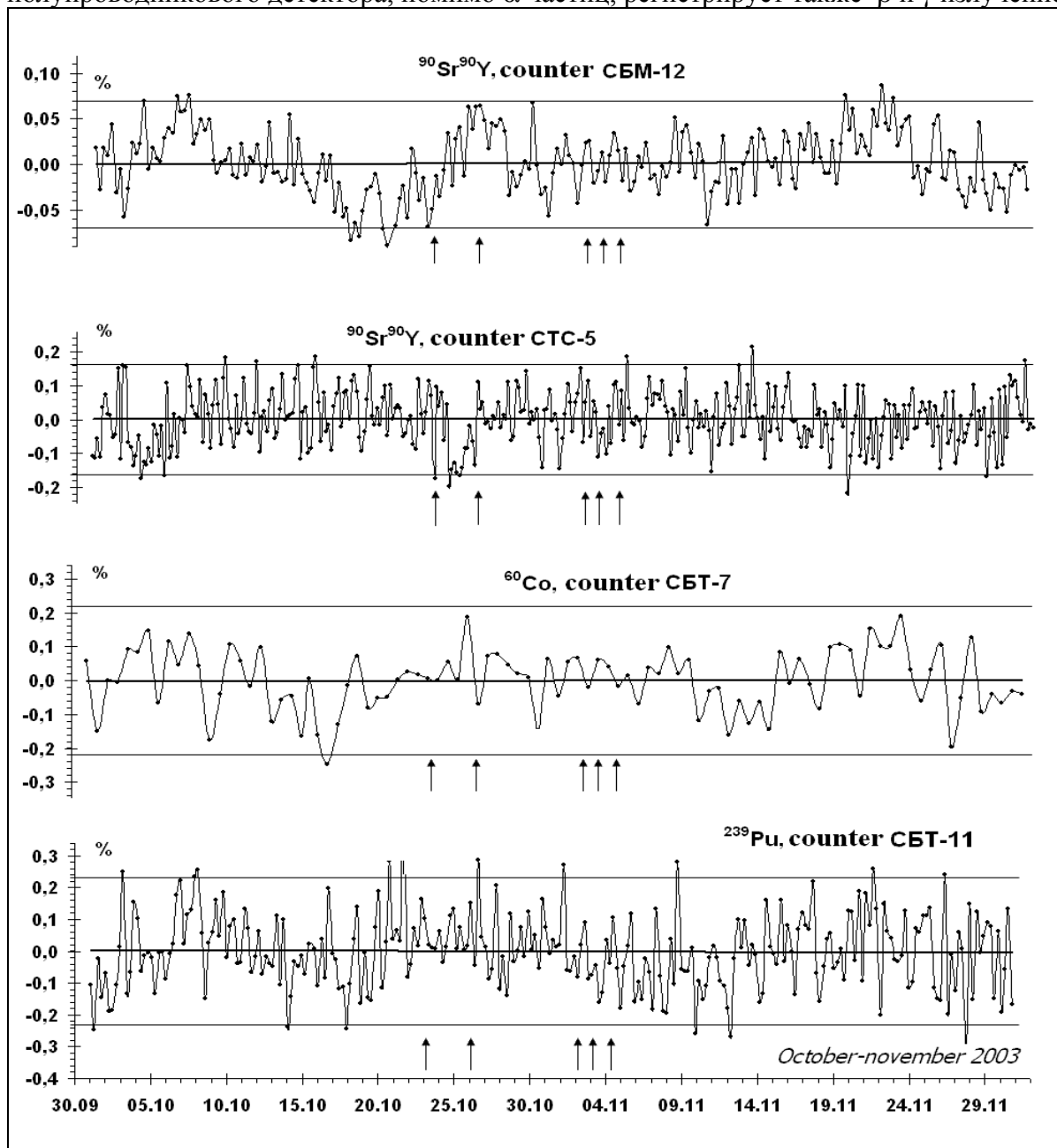


Рис. 3. Отклонение от средней величины (%) скорости счета β частиц при распадах $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ и ^{60}Co и α частиц при распадах ^{239}Pu . Горизонтальными линиями показаны средние значения и отличия от среднего на два стандартных отклонения. Стрелками отмечено время наиболее мощных солнечных вспышек.

Таблица 2. Источники излучения, детекторы и результаты измерений в октябре и ноябре 2003 г.

Радионуклид	$^{90}\text{Sr}^{90}\text{Y}$	$^{90}\text{Sr}^{90}\text{Y}$	^{60}Co	^{239}Pu
Тип распада	β^-	β^-	β^-	α
Что регистрируется	β	β	β, γ	α, β, γ
Детектор	СБМ-12	СТС-5	СБТ-7	СБТ-11
Скорость счета, имп/с	576	114	14,5	48,2
Время усреднения, час	6,3	4	16	5,6
Станд. отклонение, %	0,035	0,08	0,11	0,12
Макс. снижение после вспышек, %	0,07	0,21	0,19	0,26

Некоторые результаты измерений отличаются от средней величины больше, чем на два стандартных отклонения. Однако, число таких отклонений не превышает величину, допустимую статистикой случайных событий. Поэтому можно констатировать, что серия мощных солнечных вспышек 19 октября – 4 ноября не оказала заметного влияния на β радиоактивность $^{90}\text{Sr}^{90}\text{Y}$ и ^{60}Co , а также на α радиоактивность ^{239}Pu .

Аномальные снижения радиоактивности, далекие по времени от солнечных вспышек

Итак, в наших измерениях во время, близкое к моментам сильных солнечных вспышек, достоверных снижений α и β радиоактивности не зарегистрировано. И все же, за 12-летний период работы нашей установки произошло два случая отклонений от обычного хода радиоактивного распада. Наиболее яркое событие такого рода зарегистрировано 19-20 июня 2004 г.

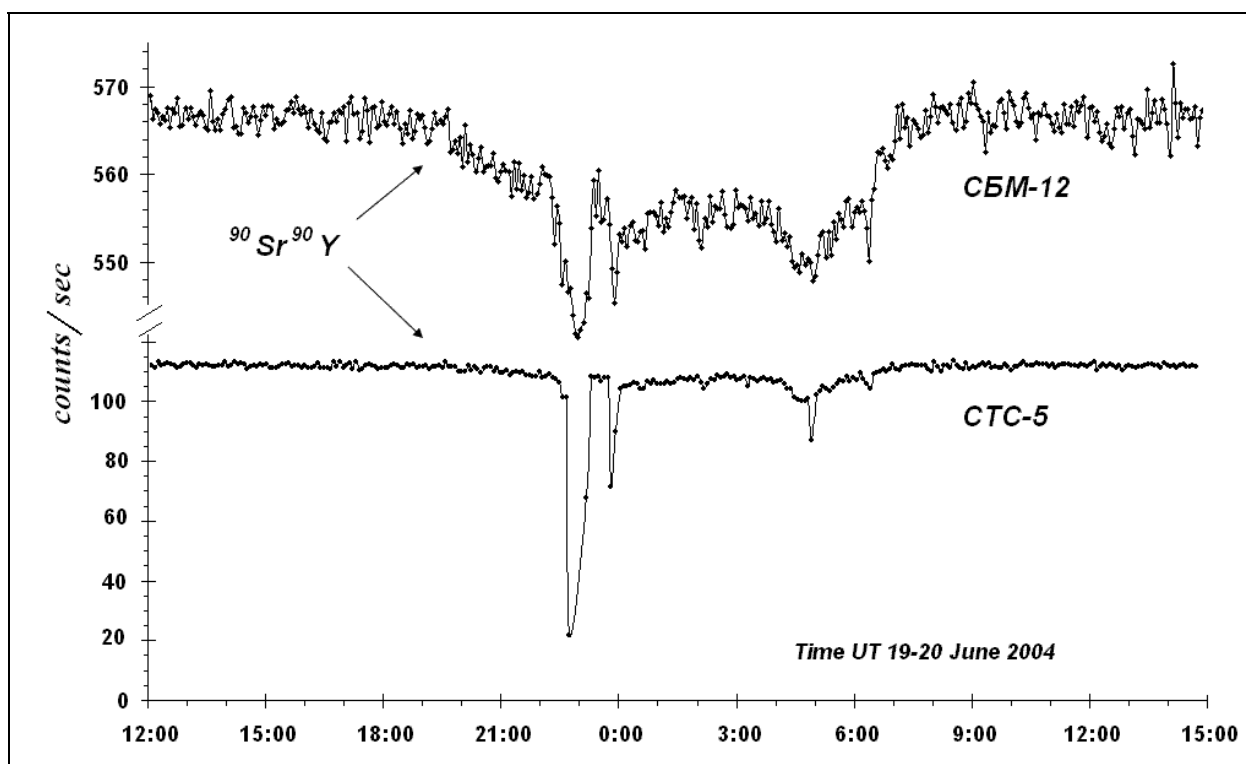


Рис. 4. Аномальный ход скорости счета β источника $^{90}\text{Sr}^{90}\text{Y}$ 19-20 июня 2004 г.

Двумя различными счетчиками Гейгера (СБМ-12 и СТС-5) регистрировались частицы одного β источника ^{90}Sr - ^{90}Y . Первый счетчик регистрировал частицы почти всего β -спектра обоих радионуклидов, второй – только частицы ^{90}Y с энергиями, близкими к граничной энергии. Аномальный ход сигналов продолжался с 19:30 всемирного времени 19 июня до 7:20 20 июня 2004 г. В канале первого счетчика снижение достигало 5%, а в канале второго счетчика произошло более чем пятикратное снижение скорости счета. Ничего подобного на протяжении 10-летнего наблюдения в этих каналах не происходило. В других каналах многоканальной установки, регистрирующей, помимо скорости счета от нескольких α и β источников, радиационный фон, шум транзисторов, частоту кварцевых генераторов, температуру около установки, в это время ничего необычного не произошло.

Зарегистрированный эффект настолько силен, что выглядит неправдоподобным. Напрашивается предположение о том, что эта аномалия связана с неисправностью регистрирующей аппаратуры или с сильными изменениями в окружающей среде. Но записи хода температуры, атмосферного давления и влажности воздуха показывают отсутствие в это время каких-либо аномалий. Более того, столь сильное снижение скорости счета *не может* произойти при изменениях параметров окружающей среды в разумных пределах. В принципе, такое уменьшение скорости счета может быть вызвано снижением напряжения питания счетчиков Гейгера с 400 В до 200-250 В. Но это напряжение контролировалось, и его изменение во время аномалии не превышало 1 В. Приходится признать возможным, что удивительно большое снижение скорости счета связано именно с уменьшением радиоактивности.

Еще одно статистически достоверное снижение скорости счета произошло с 10:00 10 мая до 4:00 12 мая 2002 г (источник ^{60}Co , детектор СБМ-12). Уменьшение скорости счета достигало 6 % (рис.5). Других подобных аномалий за более чем 10-летний срок измерения α и β радиоактивности на нашей установке не обнаружено.

Важно отметить, что ни в мае 2002, ни в июне 2004 г., когда на нашей установке были зарегистрированы аномальные снижения скорости счета, сильных солнечных вспышек не было [5].

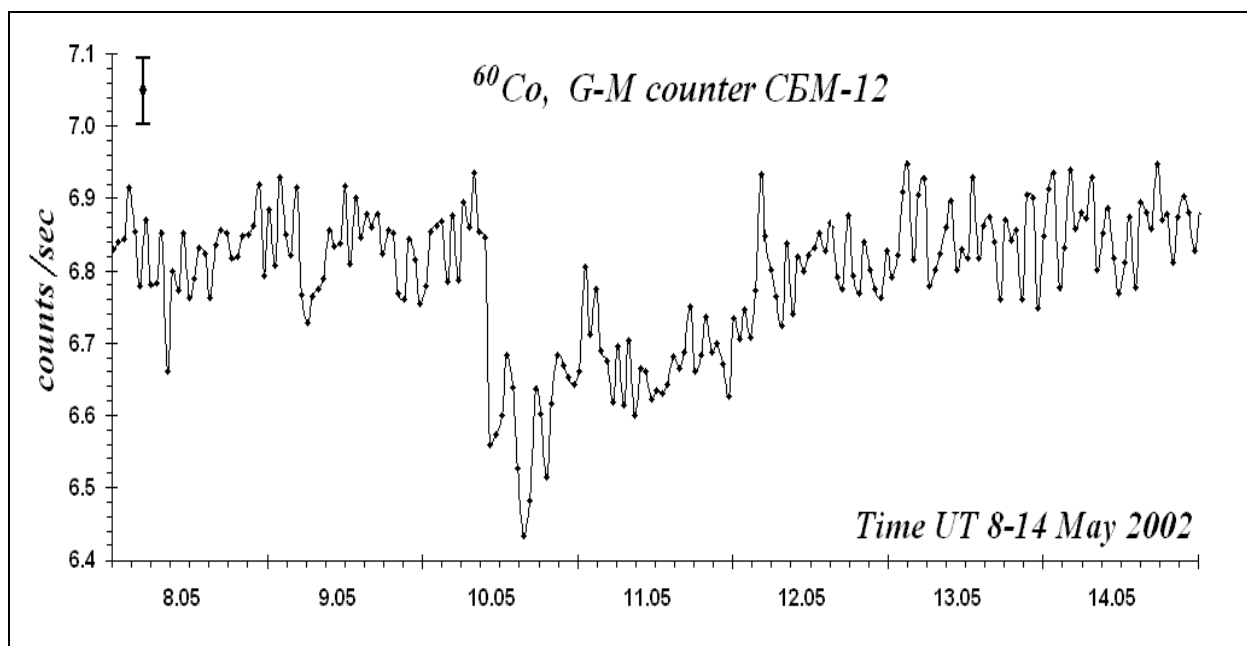


Рис. 5. Аномальный ход скорости счета β источника ^{60}Co 9-12 мая 2002 г.

Обсуждение экспериментальных результатов и выводы

Полученные экспериментальные свидетельства об эффекте аномального снижения радиоактивности слишком скудны, чтобы делать однозначные выводы. Но они достаточны для предварительного суждения о некоторых свойствах этого явления, если оно действительно существует.

1. Это редкое явление. Суммарная продолжительность измерений радиоактивности β источников ^{90}Sr - ^{90}Y , ^{60}Co и ^{40}K на нашей установке около 30 лет. За это время зарегистрировано два случая статистически достоверного снижения радиоактивности общей продолжительностью около двух суток. Разделив время наблюдения эффекта на общее время измерений радиоактивности, можно оценить вероятность обнаружения эффекта: около $2 \cdot 10^{-4}$. Следует заметить, что небольшая активность использованных источников не позволяет делать заключение о наличии или отсутствии эффекта величиной меньше 0,1% от средней величины.
2. Суммарная продолжительность измерений α радиоактивности (^{239}Pu , ^{235}U , ^{238}U) около 20 лет. За это время эффект аномального снижения радиоактивности α источников не зарегистрирован. Поэтому судить о наличии или отсутствии этого эффекта в α радиоактивности пока нет оснований.
3. В мае 2002 г. на нашей установке одновременно осуществлялось измерение радиоактивности 9 различных α и β источников, в июне 2004 г. – 8 источников. В обоих случаях эффект проявлялся *только у одного* из источников. Это свидетельствует о том, что причина, вызывающая это явление, по-разному действует на разные источники, даже если они находятся рядом и излучатели содержат одинаковые радионуклиды.
4. Отсутствие эффекта аномального снижения радиоактивности во время, близкое к моментам сильных солнечных вспышек, и наличие их при отсутствии солнечных вспышек дает основание для сомнения в правильности идеи о связи обсуждаемого эффекта с солнечными вспышками [1,2]. Скорее всего, близость по времени серии сильных солнечных вспышек и снижения скорости счета при измерении радиоактивности ^{54}Mn в декабре 2006 г. является случайным совпадением. Но возможно, что здесь появились особые свойства электронного захвата. Известно, что электронный захват выделяется среди других видов β распада некоторой чувствительностью внешним воздействиям через посредство влияния на электронные оболочки атомов [6,7]. Можно предположить, что ядра, способные к электронному захвату, более чувствительны к агенту, вызывающему аномальное снижение радиоактивности.

Необычность обнаруженного явления делает задачу дальнейших исследований с целью надежного его подтверждения или опровержения очень важной. Для этого нужно проведение длительных высокоточных измерений радиоактивности возможно большего числа радионуклидов. Вполне возможно, что эффект аномального снижения радиоактивности можно обнаружить при внимательном анализе данных, уже полученных с другими целями, например, при измерениях периодов полураспада долгоживущих радионуклидов.

Литература

1. Jenkins J.H. and Fischbach E., Perturbation of nuclear decay rates during the solar flare of 2006 December 13. *Astroparticle Physics*, 31(6), 2009, p. 407-411.
2. Fischbach E., et al., Time-Dependent Nuclear Decay Parameters: New Evidence for New Forces? *Space Science Reviews*, 145(3), 2009, p. 285-335.
3. Пархомов А.Г., Макляев Е.Ф. *Исследование ритмов и флуктуаций при длительных измерениях радиоактивности, частоты кварцевых резонаторов, шума полупроводников, температуры и атмосферного давления* // Физическая мысль России, №1, 2004, с. 1-12
http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/parkhomov_ritmy/parkhomov_ritmy.htm
4. Parkhomov A.G. Researches of alpha and beta radioactivity at long-term observations [arXiv:1004.1761v1](https://arxiv.org/abs/1004.1761v1) [physics.gen-ph]
5. <http://www.swpc.noaa.gov/ftplib/warehouse>
6. Ву Ц.С., Мошковский С.А. В распад. Пер. с англ. М.: Атомиздат, 1970
7. E. Norman et al., Influence of physical and chemical environments on the decay rates of ^7Be and ^{40}K . *Phys. Lett. B* **519**, 15–22 (2001)