

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ БЕТА РАСПАДОВ

А.Г.Пархомов

Институт исследований природы времени. МГУ, Москва

<http://www.chronos.msu.ru>

Представлена часть результатов, полученных на многоканальной установке, созданной для исследования хода различных процессов, включая альфа и бета радиоактивность, в сочетании с записью параметров окружающей среды. Установка практически непрерывно работает более 13 лет. При измерении скорости счета бета источников ^{60}Co и ^{90}Sr - ^{90}Y обнаружены ритмические изменения с амплитудой 0,3% от средней величины и периодом 1 год и до 0,02% с периодами около месяца. Ритмических изменений скорости счета альфа источника ^{239}Pu не обнаружено. Полученные нами результаты сопоставлены с аналогичными результатами других исследователей. Анализируется аргументация критиков.

До недавнего времени считалась, что ядерные распады обусловлены исключительно *внутриядерными* процессами, на ход которых обычные внешние воздействия (электромагнитные, тепловые, акустические и т.п.) заметно влиять не могут. Поэтому при измерениях радиоактивности должно наблюдаться и действительно наблюдалось лишь экспоненциальное снижение результатов измерений с хаотическими флуктуациями, соответствующими статистике Пуассона. Но в последнее время, когда появилась возможность проводить многолетние точные измерения, получены экспериментальные результаты, указывающие на наличие ритмических и спорадических отклонений от экспоненциального снижения. Намек на возможность отклонений от экспоненциального закона радиоактивного распада был получен, например, при длительных измерениях, имеющих целью определение периодов полураспада долгоживущих радионуклидов [1]. Результаты, полученные на специально созданной для проведения многолетних измерений установке, подтверждают наличие такого рода эффектов.

Экспериментальная установка

Само по себе обнаружение вариаций *результатов измерений радиоактивности* не означает доказательство вариаций *радиоактивности*. Наблюдаемые отклонения не превышают долей процента, которые необходимо проследить на протяжении многих суток, месяцев или даже лет. При таких прецизионных измерениях требуется большая статистика и минимизация влияния на результаты измерений нестабильности регистрирующей аппаратуры.

Для того, чтобы результаты измерений можно было достаточно уверенно интерпретировать именно как вариации радиоактивности, создана экспериментальная установка, позволяющая длительно измерять скорости счета от нескольких альфа и бета источников. При этом, контролируются внешние факторы, которые могут влиять на результаты: температура, атмосферное давление, влажность, радиационный фон, напряжение электросети. Для регистрации бета и гамма излучения применялись весьма стабильные и обладающие практически неограниченным ресурсом детекторы - галогенные счетчики Гейгера, для регистрации альфа частиц применялись полупроводниковые детекторы. Детекторы с радиоактивными источниками и источниками питания размещены в термостате. Более детальное описание экспериментальной установки и методики регистрации сигналов содержится в статьях [2,3,4].

Полученные результаты

Установка работает практически непрерывно на протяжении 13 лет. Некоторые из полученных результатов показаны на рис.1. На рисунке показано, как меняется скорость счета от ^{60}Co и ^{90}Sr - ^{90}Y , измеряемая различными детекторами, на протяжении более 10 лет. Очевиден ритм с периодом в 1 год с амплитудой около 0,3 % от средней скорости счета. Сопоставление усредненных ходов скорости счета и температуры около установки (рис.2) вполне определенно

показывает *разную* динамику годовых циклов. Иначе ведут себя и другие основные параметры внешней среды – радиационный фон, атмосферное давление, влажность воздуха, электропитание. Это позволяет утверждать, что обнаруженная ритмика *не является* результатом влияния обычных факторов окружающей среды.

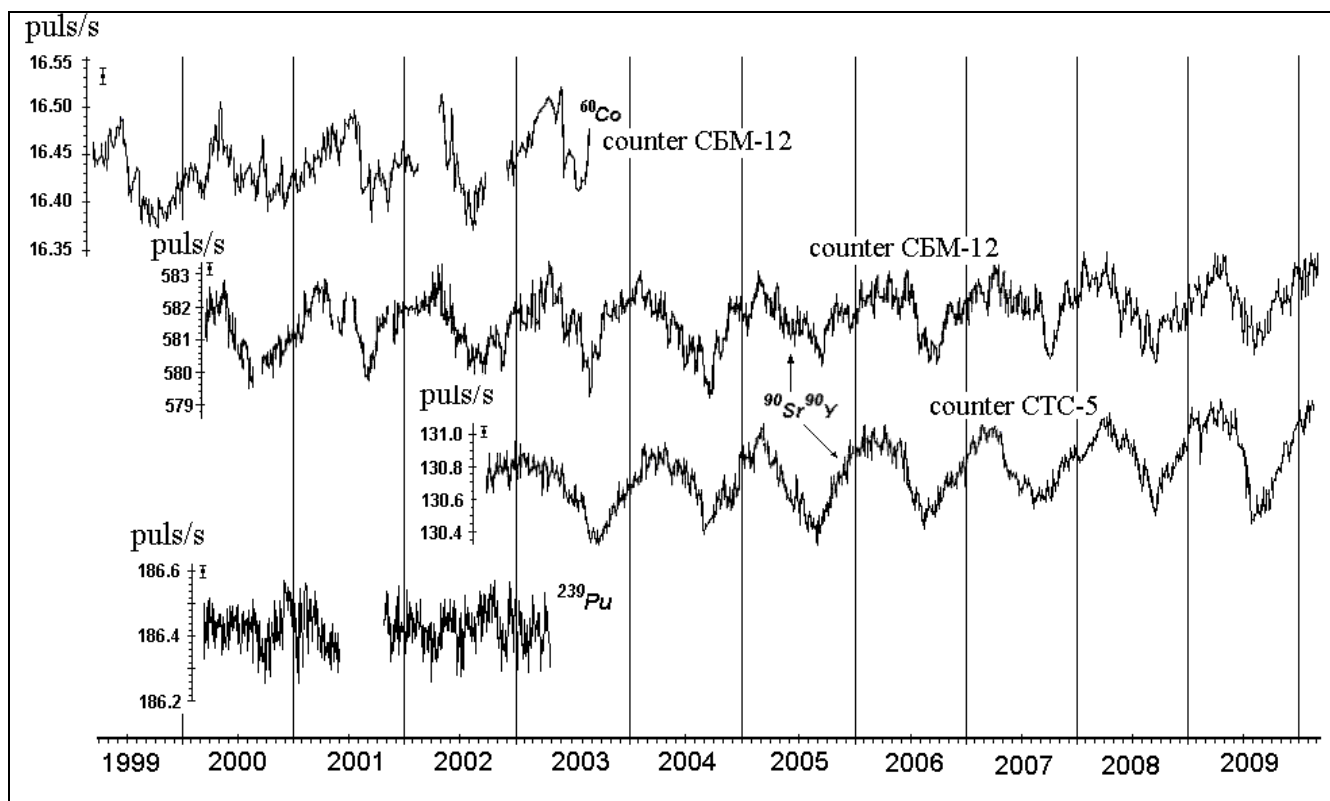


Рис. 1. Скорость счета бета источников ^{60}Co и $^{90}\text{Sr}-^{90}\text{Y}$, измеренная счетчиками Гейгера, с поправкой на снижение активности с периодами полураспада 5,26 и 27,7 лет, а так же скорость счета альфа источника ^{239}Pu , измеренная полупроводниковым детектором [3, 5].

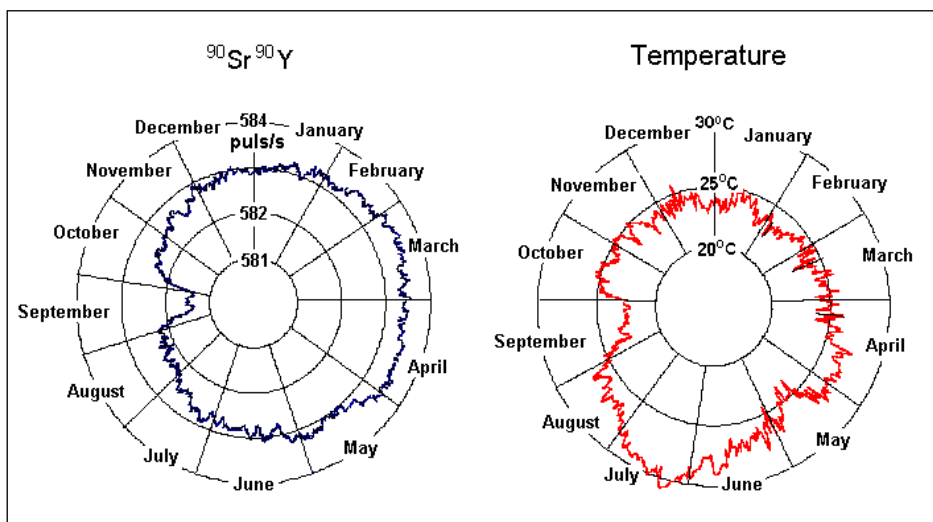


Рис. 2. Сопоставление усредненной скорости счета источника $^{90}\text{Sr}-^{90}\text{Y}$ с ходом температуры около установки. Обработаны результаты, полученные с апреля 2000 до марта 2007 г.

На периодограмме скорости счета установки с источником $^{90}\text{Sr}-^{90}\text{Y}$ (рис.3) наиболее заметен годичный ритм и его гармоники (182; 91,5; 61сут.). Достоверно выделяется ритм лунного месяца (29,27 сут.). Особенно отчетливо этот ритм виден при усреднении результатов по циклам *синодического* лунного месяца. Около новолуний скорость счета в среднем на 0,02% больше, чем около полнолуний (рис. 4).

В области *околосуточных* периодов отчетливо виден пик солнечносуточного ритма с тонкой структурой, отражающей взаимодействие этого ритма с годовым ритмом и его гармониками. Заметен пик, соответствующий лунным суткам (1,0375). Амплитуда околосуточных вариаций не превышает тысячных долей процента от средней величины и, в отличие от вариаций с годовым и месячным периодами, нельзя с уверенностью утверждать, что они не порождаются температурными влияниями.

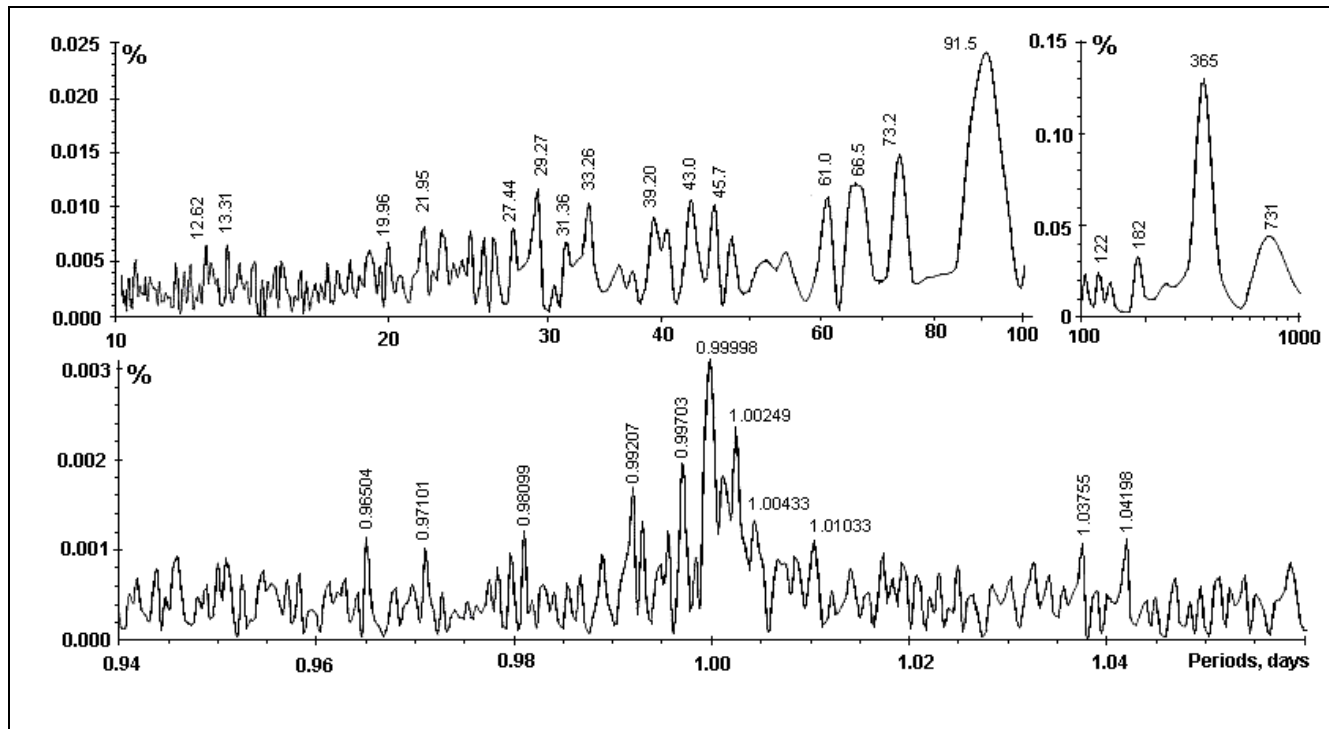


Рис. 3. Периодограммы вариаций скорости счета бета источника ^{90}Sr - ^{90}Y со счетчиком Гейгера СБМ-12. Анализируемый промежуток времени с апреля 2000 г до марта 2007 г. Амплитуда – в процентах от средней скорости счета [3, 5]. Показаны периоды, соответствующие вершинам пиков.

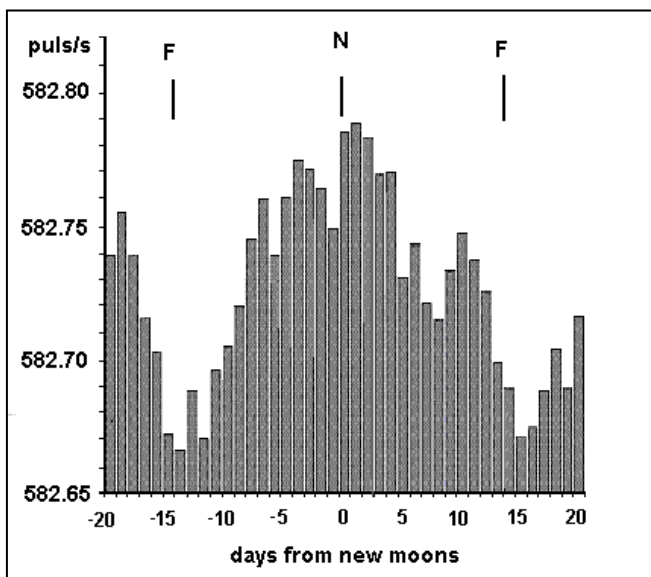


Рис. 4. Усреднение по циклам синодического лунного месяца скорости счета бета источника ^{90}Sr - ^{90}Y со счетчиком Гейгера СБМ-12 с апреля 2000 г до марта 2007 г. Усреднение охватывает 87 циклов. N – новолуние, F – полнолуние.

Важно отметить, что ритмические изменения в этих экспериментах обнаружены *только* при измерениях бета радиоактивности. Аналогичные исследования радиоактивности *альфа* источника ^{239}Pu с использованием кремниевого полупроводникового детектора, практически нечувствительного к бета и гамма излучениям, не выявляют достоверных околосуточных, околomesячных и годовых ритмов изменения скорости счета. Наблюдаемые хаотичные флуктуации с амплитудой порядка 0,1% от средней скорости счета (см. рис. 1), по-видимому, связаны с шумом полупроводникового детектора и регистрирующей электроники. Этот вывод подтверждается результатами многолетней регистрации альфа частиц одного источника ^{239}Pu двумя полупроводниковыми детекторами (рис.5): каждый из детекторов флуктуирует по-своему. В

отличие от этого, четкая синхронность вариаций при измерении *бета* радиоактивности разных источников и одного источника двумя детекторами разных типов (см. рис. 1 и 8) свидетельствует о том, что в случае бета радиоактивности проявляется именно *изменение скорости радиоактивного распада*.

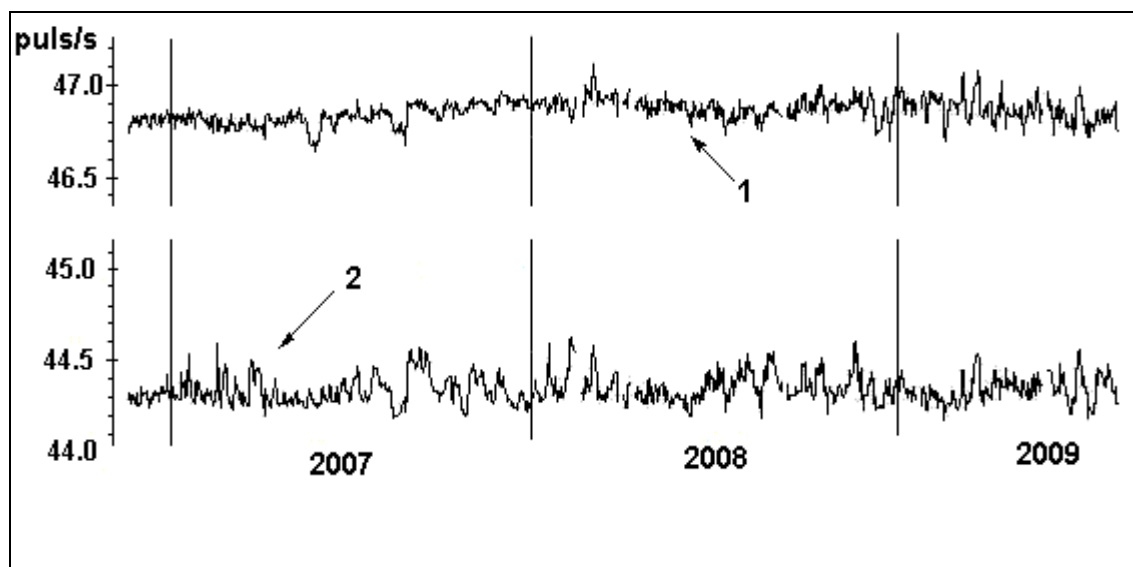


Рис. 5. Скорость счета альфа источника ^{239}Pu , измеренная двумя полупроводниковыми детекторами.

Эксперименты других исследователей

Годичный ритм обнаружен в Троицке при измерениях массы электронного антинейтрино, испускаемого при бета распадах трития [6] (рис.6). Околосесячный и суточный ритмы обнаружены при измерениях гамма излучения ^{60}Co и ^{137}Cs сцинтилляционным детектором NaI(Tl) (Дубна) [7]. В работе [8] доложено о наличии в результатах измерений германиевым детектором гамма излучения ^{60}Co и ^{137}Cs ритмов с периодом 1 сутки (Дубна и Троицк). К этим данным, однако, надо относиться с осторожностью, поскольку их величина (до 0,7%), неправдоподобно велика. По нашим данным, амплитуда суточного ритма изменений скорости счета не превышает 0,003% для источника ^{90}Sr - ^{90}Y и 0,01% для источника ^{60}Co .

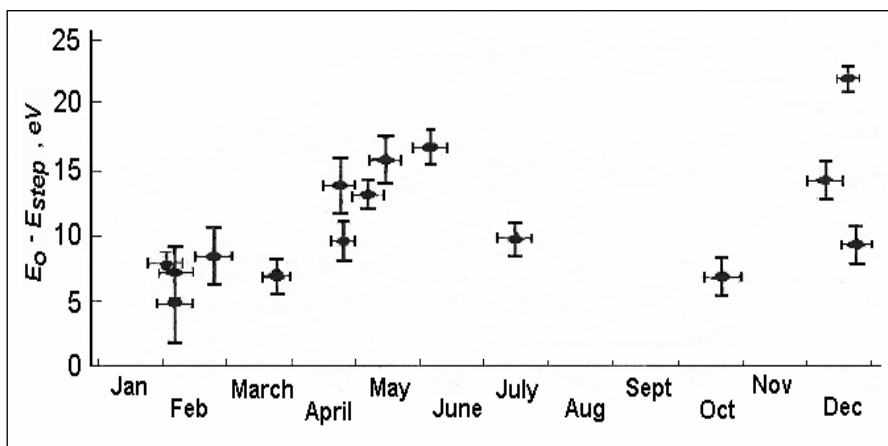


Рис. 6. Эксперимент в Троицке [6]. Разница между теоретическим и экспериментальным участками спектра бета распада трития вблизи граничной энергии в зависимости от времени года (1994-2001).

Годичная ритмика радиоактивности проявляется при измерениях периодов полураспада долгоживущих радионуклидов. Отчетливо

этот эффект проявился при определении периода полураспада ^{32}Si [1] (Brookhaven National Laboratory). Для измерения бета активности был использован проточный пропорциональный счетчик. Результаты измерений продолжительностью более четырех лет показаны на рис. 7. Одновременное измерение на таком же счетчике активности очень медленно распадающегося ^{36}Cl (период полураспада $3 \cdot 10^5$ лет) имело целью компенсацию нестабильности измерительной аппаратуры. Видно, что скорость счета обоих радионуклидов синхронно меняется с амплитудой 0,2 – 0,3 % и периодом 1 год.

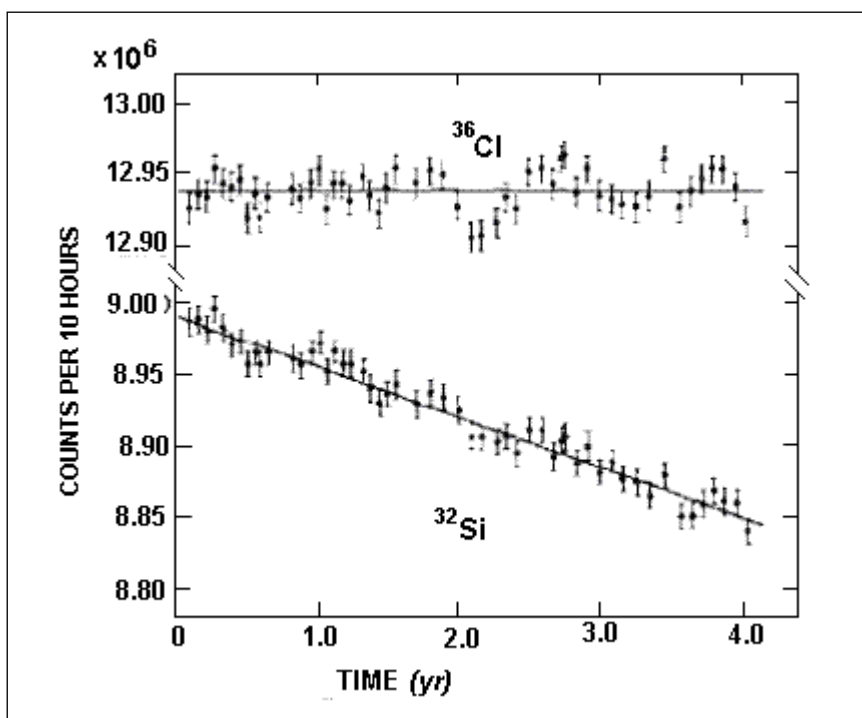


Рис. 7. Периодические изменения скорости счета ^{32}Si и ^{36}Cl [1]

Ритмические отклонения от средней величины примерно такой же амплитуды с периодом 1 год обнаружены при 15-летних измерениях радиоактивности ^{226}Ra с использованием ионизационной камеры [10] (рис.8) (Physikalisch-Technische-Bundesanstalt в Германии).

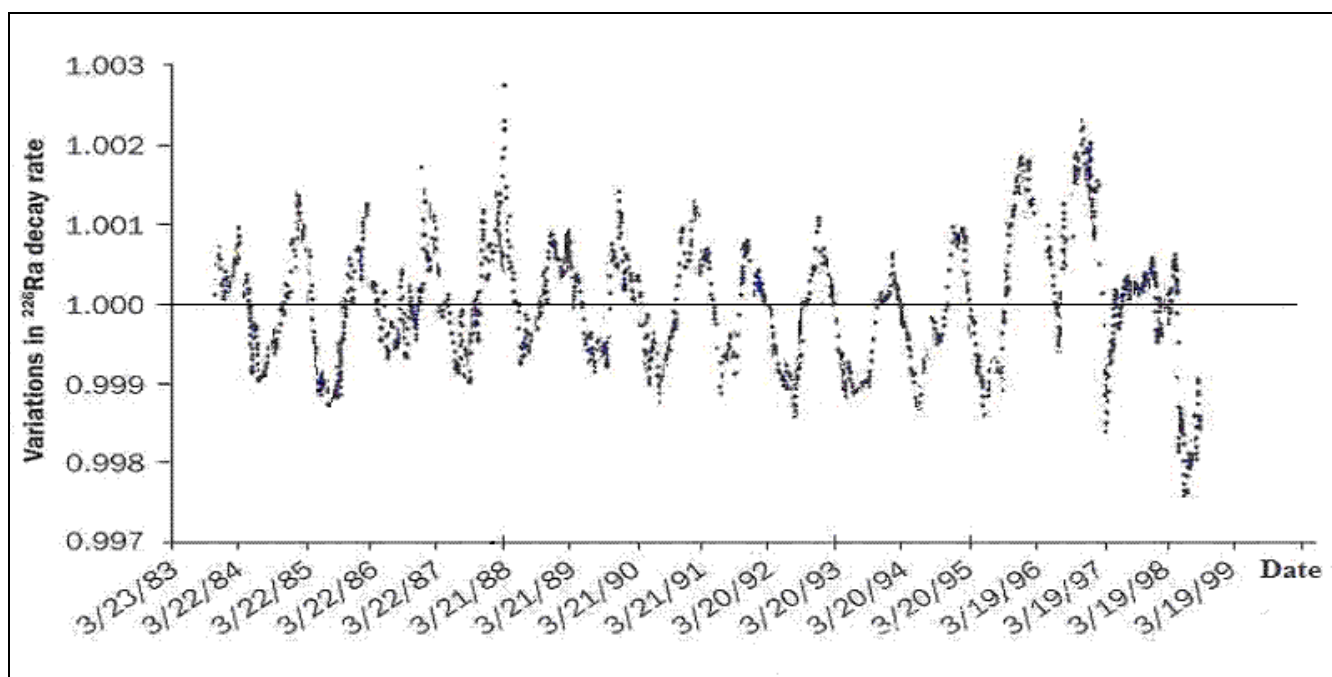


Рис.8. Относительные отклонения от среднего значения при измерениях радиоактивности ^{226}Ra [10].

Обсуждение представленных результатов

Вполне закономерны сомнения в наличии такого рода отклонений от общепризнанных представлений о радиоактивности. Рассмотрим аргументацию оппонентов, изложенную в статьях [12,13].

1. При измерениях германиевым детектором отношений скорости счета гамма излучения $^{22}\text{Na} / ^{44}\text{Ti}$, $^{241}\text{Am} / ^{121}\text{Sn}$ и $^{133}\text{Ba} / ^{108}\text{Ag}$ достоверных изменений с периодом 1 год не обнаружено. На основании этих данных делается заключение об отсутствии эффекта ритмических вариаций радиоактивности [12].

Но постоянство дроби не обязательно означает неизменность числителя и знаменателя. Она может быть связана с *одинаковостью* изменений регистрируемой скорости счета. А причина, одинаково влияющая на результаты измерений, не обязательно связана с нестабильностью измерительной аппаратуры. Поэтому отсутствие вариаций *отношения* радиоактивностей не означает отсутствие вариаций радиоактивностей *отдельных* радионуклидов. Нестабильность аппаратуры и воздействие меняющейся температуры, давления, влажности и т.п. очень различны в разных лабораториях. Тем не менее, период, фаза и величина эффекта при измерениях разных радионуклидов в различных лабораториях с использованием разнотипной аппаратуры, очень близки. Это указывает на существование нетривиальной причины, одинаково влияющей на активность различных радионуклидов в разное время и в разных местах.

2. В статье [13] проанализировано энерговыделение радиоизотопного электрогенератора на основе ^{238}Pu , установленного на космическом аппарате «Кассини». При изменении расстояния до Солнца от 0,7 до 1,6 астрономических единиц отличие хода энерговыделения от экспоненты не превышает 0,01%. На этом основании делается вывод об ошибочности выдвинутой в статьях [9,10] идеи о связи годовых изменений радиоактивности с расстоянием между Землей и Солнцем.

Но, поскольку энерговыделение ^{238}Pu практически полностью связано с альфа распадами, результаты анализа работы энергоустановки аппарата «Кассини» являются подтверждением «правильности» хода *лишь альфа* распадов, и являются хорошим подтверждением вывода об отсутствии заметных аномалий в ходе альфа распадов, уже сделанного на основе наших экспериментов [3, 5].

Все известные нам данные об аномалиях хода радиоактивности связаны с *бета* радиоактивностью. На первый взгляд, этому утверждению противоречит годовая ритмика, обнаруженная при измерении активности ^{226}Ra . Но ^{226}Ra не является «чистым» альфа источником, поскольку он порождает длинную цепочку, содержащую не только альфа, но и бета распады. Для измерения радиоактивности ^{226}Ra была использована ионизационная камера – детектор, чувствительный к бета и гамма излучениям. Обычно источники ^{226}Ra находятся в герметичных ампулах, не пропускающих альфа частицы. В этом случае регистрируемый эффект *полностью* связан с бета и гамма излучением. Следовательно, наличие в измерениях радиоактивности ^{226}Ra вариаций с годичной периодичностью можно связать с *бета* радиоактивностью. Для вывода о наличии такой ритмики в *альфа* распадах данный эксперимент не дает никаких оснований.

Итак, анализ работы энергоустановки «Кассини» не может опровергнуть идею о возможной связи бета радиоактивности с расстоянием между Солнцем и Землей, поскольку в альфа распадах обсуждаемый эффект не проявляется. Другое дело, что сама идея об изменении радиоактивности из-за колебаний с годичным периодом плотности потока возникающих в результате ядерных реакций на Солнце нейтрино [9,10] выглядит крайне сомнительной из-за исключительной слабости взаимодействия таких нейтрино с веществом. С другой стороны, наличие эффекта в *бета* радиоактивности и отсутствие его в *альфа* радиоактивности ясно указывает на причастность *нейтрино* к этому эффекту (нейтрино - необходимый участник бета процессов, но не принимает участия в альфа распадах).

Более перспективной является идея о связи обсуждаемого эффекта с потоком «реликтовых» нейтрино [14,15]. Гипотеза о возможной роли реликтовых нейтрино выдвинута также для объяснения непонятных эффектов, обнаруженных при измерении массы нейтрино [6]. Обоснование этой идеи требует особого изложения.

Литература

1. Alburder D.E., Harbottle G., Norton E.F. *Half-life of ^{32}Si* //Earth and Planet. Sci.Lett, 78, 169, (1986).
2. Пархомов А.Г. *Исследование неслучайных вариаций результатов измерений радиоактивности*. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов, т. 3, М.: Янус-К, 2002 с. 607-612
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. *Bursts of Count Rate of Beta-Radioactive Sources during Long-Term Measurements* // International Journal of Pure and Applied Physics Vol. 1, No.2 119 (2005)
<http://www.ripublication.com/ijpap/1001.pdf> .
5. Пархомов А.Г. *Исследование ритмов и флуктуаций в ходе процессов разной природы* // Тезисы докладов международной конференции “Космос и биосфера”. Крым, Судак, 28 сентября – 3 октября 2009. С. 22-23. <http://cb.science-center.net/conf>
6. Лобашев В.М. *Измерение массы нейтрино в бета-распаде трития* //Вестник РАН, 73(1), 2003, с.14-27
7. Бауров Ю.А., Соболев Ю.Г., Кушнирук В.Ф. и др. *Экспериментальные исследования изменений в скорости бета-распада радиоактивных элементов* // Физическая мысль России, № 1.2000, с.1-7
8. Baurov J.A., Konradov A.A., Kushniruk V.F., etc. *Experimental Investigations of Changes in Beta-Decay Rate of ^{60}Co and ^{137}Cs* // Modern Physics Letters A. Vol. 16. No 32 (2001). P.2081- 2101
9. Jere H. Jenkins, Ephraim Fischbach, John B. Buncher et al. *Evidence for Correlations Between Nuclear Decay Rates and Earth-Sun Distance* //arXiv:0808.3283v1 [astro-ph].
<http://arxiv.org/abs/0808.3283>
10. E. Fischbach · J.B. Buncher · J.T. Gruenwald et al, *Time-Dependent Nuclear Decay Parameters: New Evidence for New Forces?* Space Sci Rev (2009) 145: 285–335
11. Siegert H., Shrader H., Schotzis U. *Half-life Measurements of Europium Radionuclides and the Long-term Stability of Detectors* //Appl. Radiat. Isot. 49, pp. 1397-1401 (1998)
12. Norman E.B., Browne E., Howard A. et al. *Evidence against correlations between nuclear decay rates and Earth–Sun distance*// Astroparticle Physics 31 135–137 (2009)
13. Cooper P.S. Searching for modifications to the exponential radioactive decay law with the Cassini spacecraft.// arXiv:0809.4248v1 [astro-ph]
14. Пархомов А.Г. *Распределение и движение скрытой материи*, М., 1993, 76 с.
http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/parkhomov_raspredelenie.pdf
15. Пархомов А.Г. *Космос. Земля. Человек. Новые грани науки*. М.: Наука, 2009, 272 с.