

## Периоды, обнаруженные при анализе длительных измерений радиоактивности

А.Г.Пархомов  
alexparh@mail.ru

Приведены результаты анализа длительных измерений радиоактивности  $^3\text{H}$ ,  $^{56}\text{Mn}$ ,  $^{32}\text{Si}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ . Для бета радиоактивных источников, помимо экспоненциального спада активности, характерны ритмические изменения с периодом 1 год при амплитуде 0,1...0,35% от средней величины с максимумами с января по март и с минимумами с июля по сентябрь. Приведены результаты фурье-анализа 7-летних измерений бета радиоактивности  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$  и 15-летних измерений бета-гамма излучения  $^{226}\text{Ra}$ , показавшего наличие ритмических изменений с периодом около 1 месяца при амплитуде около 0,01%. Амплитуда колебаний с периодом 1 сутки не больше 0,003%. Анализ результатов измерений альфа источников  $^{238}\text{Pu}$  и  $^{239}\text{Pu}$  не выявил достоверных ритмических изменений. Анализируются возможные причины ритмических колебаний бета радиоактивности.

В последние годы в ходе продолжительных измерений получены свидетельства о наличии в  $\beta$  радиоактивности, помимо экспоненциального спада, периодических изменений. Периодические изменения найдены при измерениях  $\beta$  радиоактивности  $^3\text{H}$ ,  $^{56}\text{Mn}$ ,  $^{32}\text{Si}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ , продуктов распада  $^{226}\text{Ra}$ , но не найдены при измерениях  $\alpha$  радиоактивности  $^{238}\text{Pu}$  и  $^{239}\text{Pu}$  (см. таблицу).

**Таблица.** Результаты продолжительных измерений радиоактивности

Ссылки	Источники	Тип распада	Детектор	Начало-конец	Периоды, сут (амплитуда, %)	Месяцы макс/мин
3	$^{56}\text{Mn}$	$\beta^-$	NaJ+ФЭУ	02.78-01.87	365(0,3)	01/07
1	$^3\text{H}$	$\beta^-$	Сцинт.+фотодиод	11.80-05.82	365(0,37)	02/08
4,14	$^{32}\text{Si}$	$\beta^-$	Проп. счетчик	02.82-02.86	365(0,12); 32,5(0,01)	02/08
4	$^{36}\text{Cl}$	$\beta^-$ , э.з.	Проп. счетчик	02.82-02.86	365(0,12)	02/08
2,14	$^{226}\text{Ra}$	$\alpha$ , $\beta^-$	Ион.камера	10.83-06.99	365(0,1); см. рис.3	01/08
9	$^{137}\text{Cs}$	$\beta^-$	NaJ+ФЭУ	(19-23)04.94	1(0,06)?	
8	$^{238}\text{Pu}$	$\alpha$	Энерговывд.	10.97-10.99	Нет	
10	$^{137}\text{Cs}$ , $^{60}\text{Co}$	$\beta^-$ , $\beta^-$	NaJ+ФЭУ	12.98-04.99	1(?); ~30	
5-7	$^{60}\text{Co}$	$\beta^-$	Счет. Гейгера	03.99-10.03	365(0,2)	03/09
11,12	$^{137}\text{Cs}$ , $^{60}\text{Co}$	$\beta^-$ , $\beta^-$	Ge(Li) ППД	03.00-04.00	1(0,5)?	
5-7	$^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$	$\beta^-$ , $\beta^-$	Счет. Гейгера	01.00-12.10	365(0,13); см. рис.1	03/09
5-7	$^{239}\text{Pu}$	$\alpha$	Si-ППД	02.00-05.03	Нет	
5-7	$^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$	$\beta^-$ , $\beta^-$	Счет. Гейгера	10.02-12.10	365(0,15)	03/09
6	$^{239}\text{Pu}$	$\alpha$	Si-ППД	10.06-12.10	Нет	

Следует отметить, что ритмические изменения радиоактивности не вытекают из существующей теории этого явления, а их обнаружение является экспериментальной задачей, требующей проведения многолетних измерений в неизменных условиях с применением бесперебойно и стабильно работающей аппаратуры. Не удивительно, что этот эффект был обнаружен лишь недавно, хотя само явление радиоактивности известно более 100 лет. В большинстве случаев он проявился как непонятная ошибка при измерениях периодов полураспадов долгоживущих радионуклидов. И лишь эксперименты [1, 5, 6] были проведены целенаправленно на специально созданных экспериментальных установках.

## Ритмы $\beta$ радиоактивности с периодом 1 год

В таблице представлены 7 различных  $\beta$  радионуклидов, в которых ритмические изменения с периодом 1 год обнаружены при использовании 5 различных типов детекторов. Во всех случаях амплитуда годового ритма лежит в пределах от 0,1 до 0,37% от средней скорости счета, максимум с января по март, минимум с июля по сентябрь. Близость результатов, полученных при использовании разных радионуклидов и различных методик, позволяет уверенно утверждать, что причиной обнаруженных периодических изменений являются именно изменения радиоактивности, а не нестабильность работы регистрирующей аппаратуры.

## Ритмы $\beta$ радиоактивности с периодами около месяца

Большой объем накопленных в ряде экспериментов данных позволяет применить спектральный анализ, позволяющий не только уточнить параметры замеченных годовых ритмов, но и выявить иные периодичности, незаметные на фоне статистических флуктуаций и помех, действующих в случайные моменты времени.

О наличии изменений радиоактивности с околосесячным периодом ( $\gamma$  излучение, сопровождающее  $\beta$  распады  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ) впервые доложено в работе [10]. Из этой работы непонятно, насколько эти изменения велики, а продолжительность измерений (4 месяца) недостаточна для точного определения периода.

Результаты анализа значительно более длительных измерений содержатся в работах [5-7]. На рис. 1 показан амплитудный спектр (периодограмма) результатов измерений скорости счета  $\beta$  частиц источника  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$  счетчиком Гейгера. Для анализа применено быстрое преобразование Фурье с последующим пересчетом частоты в периоды.

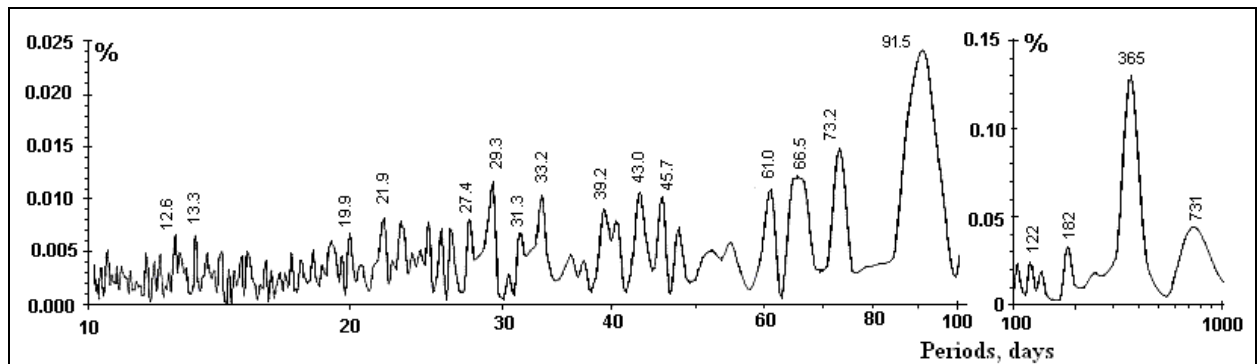


Рис. 1. Периодограмма вариаций скорости счета  $\beta$  источника  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$  со счетчиком Гейгера. Анализируемый промежуток времени с апреля 2000 г до марта 2007 г. Амплитуда – в процентах от средней скорости счета [6,7]. Показаны периоды, соответствующие вершинам пиков.

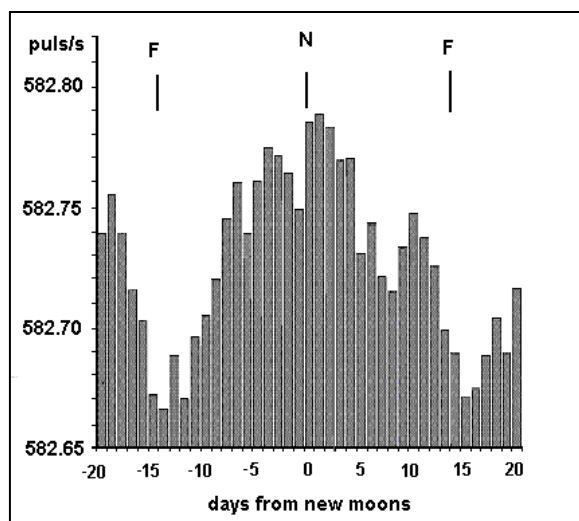
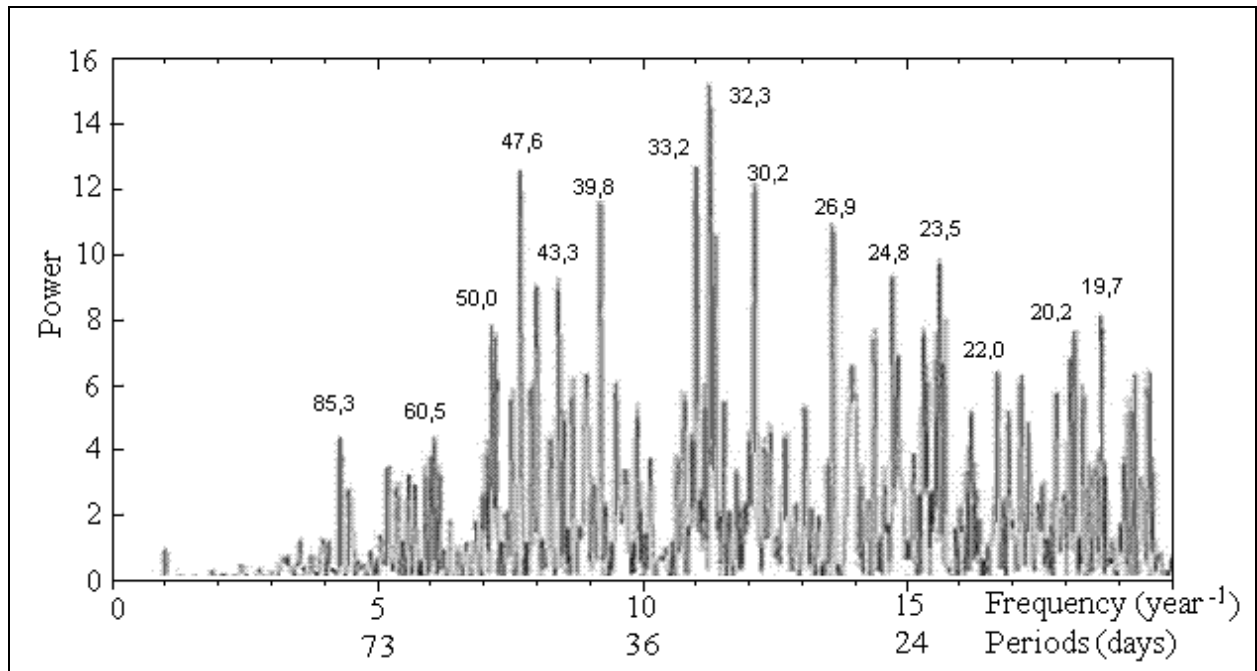


Рис. 2. Усреднение по циклам синодического лунного месяца скорости счета  $\beta$  источника  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ , измеренной счетчиком Гейгера, с апреля 2000 г до марта 2007 г. Усреднение охватывает 87 циклов. N – новолуние, F – полнолуние [6,7].

На периодограмме выделяется пик с периодом 1 год (амплитуда 0,13%) и его гармоники (182; 91,5; 61 сут.). В районе околосесячных периодов выделяются пики с периодами 29,3 и 33,2 суток с амплитудой около 0,01%. Хорошо заметна также группа пиков с периодами около 43 суток. Устойчивость

проявления ритма синодического лунного месяца 29,53 суток, близкого к периоду одного из наибольших пиков, демонстрирует усреднение результатов измерения радиоактивности  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$  по 87 циклам (рис. 2).

В работе [14] приведены данные спектрального анализа результатов многолетних измерений радиоактивности  $^{226}\text{Ra}$  [2] и  $^{32}\text{Si}$  [4]. Этот анализ, помимо годового периода, обнаруживает много пиков в диапазоне частот от 4 до  $20 \text{ лет}^{-1}$  (периоды от 91 до 18 суток) (рис. 3). Наибольшие из околосесячных пиков соответствуют периодам 33,2; 32,3; 30,2 суток.. Выделяется также группа пиков с периодами около 43 суток.



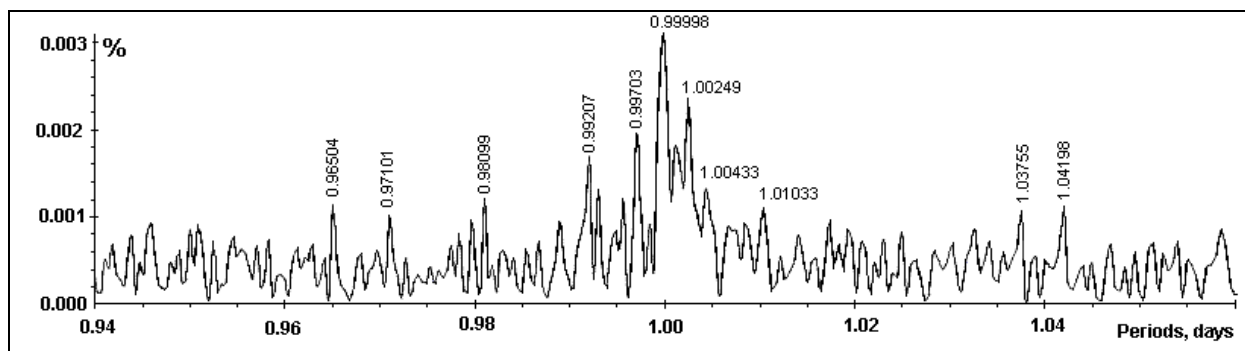
**Рис. 3.** Спектр мощности вариаций интенсивности  $\beta$  и  $\gamma$  излучения источника  $^{226}\text{Ra}$ , измеренной ионизационной камерой. Анализируемый промежуток времени с ноября 1983 г. до октября 1999 г. (1966 измерений) [14]. Показаны периоды, соответствующие вершинам пиков.

Сопоставляя рис. 2 с рис. 1, можно сделать вывод о близости положения многих пиков в этих независимых измерениях и различных обработках, в том числе, пиков с периодами около месяца.

### Ритмы $\beta$ радиоактивности с периодами около 1 суток

Первое сообщение о ритмических изменениях скорости счета  $\beta$  радионуклида с суточным периодом и амплитудой около 0,06 % содержится в работе [9]. Эти изменения обнаружены при измерениях  $\gamma$  излучения  $^{137}\text{Cs}$  продолжительностью 4 суток. На существование суточного ритма в результатах 4-х месячных аналогичных измерений указано в работе [10], но из данных, приведенных в этой работе, о величине эффекта заключить нельзя. Всплески скорости счета  $\gamma$  квантов с периодичностью 1 сутки величиной до 1% обнаружены при регистрации  $\gamma$  излучения  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$  с использованием Ge(Li) детектора [11,12].

Суточный ритм обнаружен при спектральном анализе результатов 7-летних измерений скорости счета  $\beta$  частиц  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$  счетчиком Гейгера [5-7] (рис. 4).



**Рис. 4.** Периодограмма вариаций скорости счета  $\beta$  источника  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ , измеренной счетчиком Гейгера, в области периодов около 1 сут [6,7]. Анализируемый промежуток времени с апреля 2000 г до марта 2007 г. Амплитуда – в процентах от средней скорости счета. Показаны периоды, соответствующие вершинам пиков.

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 (1,03755). Но, возможно, он отражает не влияние с луносуточной периодикой, а соответствует комбинационной частоте солнечносуточного и лунномесечного ритмов. На это указывает наличие симметричного по частоте пика 0,96504. 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 на измерительную аппаратуру, так как усредненный суточный ход скорости счета подобен усредненному суточному ходу температуры.

Значительно более высокая амплитуда колебаний с периодом 1 сутки, обнаруженная в работах [9,11,12], противоречит результатам [5-7]. Можно предположить, что, несмотря на принятые меры, в экспериментах [9,11,12] не удалось исключить влияние на измерительную аппаратуру колебаний температуры около установки, что и привело к столь большим отклонениям. На это указывает совпадение дней, в которых эффект был незаметен, с пасмурными днями, когда температурные изменения на протяжении суток невелики.

Таким образом, вопрос о величине суточных колебаний радиоактивности, если они существуют, остается открытым. Вероятно, их амплитуда не превышает тысячной доли процента.

### **Экспериментальные результаты, представленные в качестве опровержения наличия колебаний радиоактивности**

Вполне закономерны сомнения в наличии отклонений от общепризнанных представлений о радиоактивности. Рассмотрим аргументацию оппонентов, изложенную в статьях [8, 23].

1. В статье [8] проанализировано энерговыделение радиоизотопного электрогенератора на основе  $^{238}\text{Pu}$ , 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 экспериментов, обнаруживших колебания радиоактивности, а также идеи о связи годовых изменений радиоактивности с расстоянием между Землей и Солнцем, выдвинутой в статьях [1,15,16].

Но, поскольку энерговыделение  $^{238}\text{Pu}$  практически полностью связано с  $\alpha$  распадами, результаты анализа работы энергоустановки аппарата «Кассини» являются подтверждением «правильности» хода *лишь*  $\alpha$  распадов, и являются хорошим подтверждением вывода об

отсутствии заметных аномалий в ходе  $\alpha$  распадов, уже сделанного на основе наших экспериментов [5-7].

2. На первый взгляд, утверждению том, что аномалии хода радиоактивности связаны только с  $\beta$  радиоактивностью, противоречит годовая ритмика, обнаруженная при измерениях активности  $\alpha$  радионуклида  $^{226}\text{Ra}$  [2]. Но  $^{226}\text{Ra}$  не является «чистым»  $\alpha$  источником, поскольку он порождает длинную цепочку, содержащую не только  $\alpha$ , но и  $\beta$  распады. Для измерения радиоактивности  $^{226}\text{Ra}$  была использована ионизационная камера – детектор, чувствительный к  $\beta$  и  $\gamma$  излучениям. Обычно источники  $^{226}\text{Ra}$  находятся в герметичных ампулах, не пропускающих  $\alpha$  частицы. В этом случае регистрируемый эффект *полностью* связан с  $\beta$  частицами и сопровождающим  $\beta$  распады  $\gamma$  излучением. Следовательно, наличие в измерениях радиоактивности  $^{226}\text{Ra}$  вариаций с годичной периодичностью связано с  $\beta$  радиоактивностью. Для вывода о наличии такой ритмики в  $\alpha$  распадах данный эксперимент не дает никаких оснований.

3. При измерениях германиевым детектором отношений скорости счета  $\gamma$  излучения  $^{22}\text{Na} / ^{44}\text{Ti}$ ,  $^{241}\text{Am} / ^{121}\text{Sn}^m$  и  $^{133}\text{Ba} / ^{108}\text{Ag}^m$  достоверных изменений с периодом 1 год не обнаружено. На основании этих данных делается заключение об отсутствии эффекта ритмических вариаций радиоактивности [23].

Прежде всего отметим, что  $^{241}\text{Am}$  является  $\alpha$  радионуклидом, а  $^{121}\text{Sn}^m$  распадается из метастабильного возбужденного состояния. Поскольку, как показывают эксперименты,  $\alpha$  распады не испытывают колебаний, подобных  $\beta$  распадам, постоянство отношения  $^{241}\text{Am} / ^{121}\text{Sn}^m$  демонстрирует отсутствие колебаний в вероятности перехода ядра из метастабильного состояния. А это процесс, отличный от  $\beta$  распада.

Далее, 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. Отметим, что одинаковость изменений активности различных радионуклидов является следствием одной из гипотез, объясняющих эффект колебаний радиоактивности (см. ниже).

Таким образом, экспериментальные данные, представленные в качестве опровержения наличия колебаний  $\beta$  радиоактивности, при более внимательном анализе этому эффекту не противоречат.

## Обсуждение

Рассмотрим, как обнаруженные свойства явления соответствуют гипотезам, выдвинутым для объяснения отклонений от чисто экспоненциального характера радиоактивного распада.

1. Выдвинуто предположение о том, что ритмические изменения радиоактивности связаны с изменением ориентации относительно «глобальной анизотропии физического пространства» [12]. Но если для рассматриваемого эффекта имеет значение лишь ориентация относительно некоторого направления, тогда изменения происходили бы с звездносуточным периодом при мало меняющейся амплитуде на протяжении года. Экспериментальные результаты

показывают, что, напротив, наибольшие изменения происходят с периодом 1 год, а изменения с периодом 1 сутки намного слабее. Кроме того, эта гипотеза не объясняет тот факт, что ритмическая изменчивость наблюдается только в  $\beta$ , но не в  $\alpha$  радиоактивности.

2. Разумным объяснением того, что обсуждаемый эффект проявляется только в  $\beta$  радиоактивности, является предположение о том, что он связан с действием приходящего из Космоса потока нейтрино, так как эти частицы являются атрибутом  $\beta$  процессов, но не участвуют в  $\alpha$  распадах. Гипотеза о том, что источником нейтринного потока является Солнце, а изменения радиоактивности с периодом 1 год связаны с изменением плотности потока нейтрино при изменении расстояния Солнце-Земля при ее орбитальном движении, выдвинута Фалькенбергом [1] и воспроизведена Дженкинсом и Фишбахом [15,16].

Это предположение выглядит крайне сомнительным из-за установленной в многочисленных экспериментах чрезвычайной слабости взаимодействия с веществом солнечных нейтрино, имеющих энергию около 1 МэВ и выше. Если предположить, что взаимодействие солнечных нейтрино с радионуклидами по какой-то причине намного сильнее общепринятых оценок, происходило бы значительное ослабление плотности их потока при прохождении толщи Земли, что вызвало бы снижение радиоактивности ночью по сравнению с днем. Эксперименты сильных изменений с такой периодичностью не обнаруживают. Кроме того, эта гипотеза не может объяснить отчетливо проявляющийся ритм синодического лунного месяца с максимумами около новолуний и минимумами около полнолуний (см. рис.2).

3. Выдвинута гипотеза о том, что периодические изменения  $\beta$  радиоактивности являются одним из проявлений потоков реликтовых нейтрино (точнее, одного из компонентов темной материи - медленных нейтрино, имеющих скорость десятки-сотни км/с) [6,7,17,18]. Расчеты показывают, что величина эффекта при существующей оценке концентрации медленных нейтрино в Галактике может быть вполне ощутимой. С этой гипотезой хорошо согласуется значительно меньшая амплитуда ритма изменений радиоактивности с периодом 1 сутки по сравнению с амплитудой ритма 1 год, так как изменение активности, согласно расчетам [18], должно сильно зависеть от скорости движения  $\beta$  источника относительно потока медленных нейтрино. При орбитальном движении Земли ее скорость относительно галактических нейтрино на протяжении года меняется примерно на 40 км/с, тогда как в результате вращения Земли вокруг своей оси изменение скорости меньше 1 км/с. Поэтому ритм с периодом 1 год должен проявляться значительно сильнее, чем суточный.

В работе [18], кроме того, теоретически показано, что потоки медленных нейтрино вызывают *одинаковые* относительные изменения у всех  $\beta$  радионуклидов независимо от их периода полураспада. Эксперименты, действительно, показывают близость амплитуд годовых колебаний активности различных  $\beta$  радионуклидов (см. **таблицу**), что дает еще одно подтверждение гипотезы о медленных космических нейтрино как причине обсуждаемого эффекта.

Появление ритма синодического лунного месяца (около 29,5 суток) можно объяснить тем, что именно с этим ритмом меняется гравитационное поле в системе Земля-Луна-Солнце, а гравитационное поле является главным фактором, влияющим на движение медленных нейтрино [17]. Помимо этого, предположение о влиянии на  $\beta$  радиоактивность космических потоков медленных нейтрино объясняет всплески радиоактивности  $\beta$  источников, размещенных в фокусе параболического зеркала [7, 17-20].

Непонятно происхождение ритма с периодом около 33 суток, который отчетливо проявляется не только в спектрах изменений радиоактивности  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$  и  $^{226}\text{Ra}$ , но и при спектральном анализе результатов 18-летних измерений гравитационной постоянной [21] на установке с крутильными весами [22]. Этот период достоверно отличается от периодов лунных ритмов и ритмов солнечной активности. Попытка связать 33-х суточный период изменения радиоактивности с вращением ядра Солнца [14] не выглядит убедительной.

## Литература

1. Falkenberg E.D. *Radioactive decay caused by neutrinos?* // *Apeiron*, **8**, No. 2, 32-45 (2001)
2. Siegert H., Shrader H., Schotz U. *Half-life Measurements of Europium Radionuclides and the Long-term Stability of Detectors* // *Appl. Radiat. Isot.* **49**, 1397-1401 (1998)
3. Ellis K.J., *The effective half-life of a broad beam  $^{238}\text{PuBe}$  total body neutron irradiator* // *Phys. Med. Biol.* **35**(8), 1079–1088 (1990)
4. Alburder D.E., Harbottle G., Norton E.F. *Half-life of  $^{32}\text{Si}$*  // *Earth and Planet. Sci. Lett.* **78**, 169, (1986).
5. 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, с.1-12 (2004) [http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/parkhomov\\_ritmy/parkhomov\\_ritmy.htm](http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/parkhomov_ritmy/parkhomov_ritmy.htm)
6. Parkhomov A.G. *Researches of alpha and beta radioactivity at long-term observations* // arXiv:1004.1761v1 [physics.gen-ph] (2010)
7. Пархомов А.Г. *Космос. Земля. Человек. Новые грани науки.* - М.: Наука, 2009, 272 с.
8. Cooper P.S. *Searching for modifications to the exponential radioactive decay law with the Cassini spacecraft* // arXiv:0809.4248v1 [astro-ph] (2008)
9. Бауров Ю.А. *А есть ли нейтрино?* // *Физическая мысль России*, № 2/3, с.126-134 (1997)
10. Бауров Ю.А., Соболев Ю.Г., Кушнирук В.Ф. и др. *Экспериментальные исследования изменений в скорости бета-распада радиоактивных элементов* // *Физическая мысль России*, № 1, с.1-7 (2000)
11. Рябов Ю.В. и др. *О стабильности регистрации гамма-излучения при длительном интенсивном излучении.* Препринт ИЯИ-1079/2002, М. 2002, 19 с.
12. Baurov Yu.A., Malov I.F. *Variations of decay rates of radio-active elements and their connections with global anisotropy of physical space* // arXiv:1001.5383v1 [physics.gen-ph] (2010)
13. Javorsek D., Sturrock P.A., Lasenby R.N. *Power Spectrum Analyses of Nuclear Decay Rates* // arXiv:1007.0924v1 [nucl-ex] (2010)
14. Sturrock P.A., Buncher J.B., Fischbach E. et al, *Power Spectrum Analysis of Physikalisch-Technische Bundesanstalt Decay-Rate Data: Evidence for Solar Rotational Modulation* // arXiv:1010.2225v1 [astro-ph.SR] (2010)
15. Jenkins J.H., Fischbach E., Buncher J.B., et al. *Evidence for Correlations Between Nuclear Decay Rates and Earth-Sun Distance* // arXiv:0808.3283v1 [astro-ph] (2008)
16. Fischbach E., et al., *Time-Dependent Nuclear Decay Parameters: New Evidence for New Forces?* // *Space Science Reviews*, **145**(3), 285-335. (2009)
17. Пархомов А.Г. *Распределение и движение скрытой материи*, М., 1993, 76 с. [http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/parkhomov\\_raspredelenie.pdf](http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/parkhomov_raspredelenie.pdf)
18. Parkhomov A.G. *Influence of Relic Neutrinos on Beta Radioactivity* // arXiv:1010.1591v1 [physics.gen-ph] (2010) А.Г. Пархомов. *Влияние реликтовых нейтрино на бета радиоактивность.* [http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/parkhomov\\_vlianie\\_reliktr.pdf](http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/parkhomov_vlianie_reliktr.pdf)
19. Пархомов А.Г. *Всплески скорости счета бета источника, расположенного в фокусе телескопа-рефлектора* // *Физическая мысль России*, №1, с.10-15 (2005) [http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/parkhomov\\_ritmicheskie.pdf](http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/parkhomov_ritmicheskie.pdf)
20. 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, 119-128 (2005)
21. Parkhomov A.G. *A Search for Laws in the Results of Gravitational Constant Measurements* // *Gravitation and Cosmology*, Vol. 15, No. 2, 174–177 (2009)
22. Карагиоз О.В., Измайлов В.П. *Измерение гравитационной постоянной крутильными весами* // *Измерительная техника*, № 10, с.3-9 (1996)
23. 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)