

НЕЙТРИНО МАЛЫХ ЭНЕРГИЙ КАК ПРИЧИНА АНОМАЛИЙ В БЕТА-РАСПАДАХ И ХОЛОДНЫХ ЯДЕРНЫХ ТРАНСМУТАЦИЙ

А.Г. Пархомов *

Российский ученый-физик

Аннотация. В ряде экспериментов при регистрации частиц, испускаемых в бета-распадах, обнаружены периодические колебания скорости счета с амплитудой до десятых долей процента от средней величины и найдены короткие всплески, значительно превышающие обычную скорость счета. Эти аномалии можно комплексно объяснить участием в бета-распадах космических нейтрино крайне малых энергий. Предположение о генерации нейтрино-антинейтринных пар в результате соударений частиц вещества при тепловом движении позволяет найти подходы к объяснению феномена холодных ядерных трансмутаций. Описаны эксперименты, подтверждающие эту гипотезу.

Ключевые слова: бета-распады, периодические изменения, всплески, ядерные трансмутации, нейтрино, металлы, плазма

На протяжении многих лет строго экспоненциальный характер изменения скорости распадов радиоактивных нуклидов считался несомненным. Однако в последнее время опубликован ряд работ, которые дают основание для сомнений в незыблемости этого свойства радиоактивности. Обнаружены как периодические (прежде всего с периодом 1 год) [1–21], так и спорадические [17–21] отклонения. Наиболее разумное предположение состоит в том, что аномалии скорости бета-распадов связаны с действием нейтрино или антинейтрино в соответствии с ядерными реакциями

$$\nu_e + (A, Z) \rightarrow (A, Z + 1) + e^- \text{ или } \bar{\nu}_e + (A, Z) \rightarrow (A, Z - 1) + e^+. \quad (1)$$

Это происходит на фоне спонтанных распадов

$$(A, Z) \rightarrow (A, Z + 1) + e^- + \bar{\nu}_e \text{ или } (A, Z) \rightarrow (A, Z - 1) + e^+ + \nu_e. \quad (2)$$

В этих процессах могут участвовать нейтрино, возникающие при ядерных реакциях в недрах Солнца с энергией порядка 1 МэВ, движущиеся с околосветовой скоростью, или нейтрино, являющиеся одним из компонентов «темной материи». Такие нейтрино, движущиеся в гравитационном поле Галактики, имеют скорость несколько сотен км/с и энергию много меньше 1 эВ [1; 17–19].

* E-mail: alexparh@mail.ru

Периодические и спорадические изменения скорости бета-распадов. Роль космических потоков нейтрино малых энергий

Как показано в [17; 18], влияние потока возникающих в недрах Солнца в результате ядерных реакций нейтрино на скорость бета-распадов ничтожно и не может быть обнаружено современными средствами. Нейтрино малых энергий (медленные нейтрино) взаимодействуют с веществом намного более эффективно. Это связано с низкой скоростью движения, в результате чего продолжительность контакта нейтрино с каждой частицей вещества становится намного больше, чем в случае «ядерных» нейтрино, движущихся со скоростью, близкой к скорости света. Однако главной причиной радикального увеличения эффективности взаимодействия нейтрино с веществом при очень низких энергиях является большая длина волны де Бройля $\lambda = h/mv$ (h – постоянная Планка, v – скорость и m – масса нейтрино). λ характеризует размер области взаимодействия. Нейтрино с массой 1 эВ, движущихся в Галактике со скоростью около $4 \cdot 10^5$ м/с относительно земного наблюдателя, имеет λ порядка 1 мм [19]. Это означает, что область взаимодействия охватывает огромное число атомов ($\sim 10^{20}$ в конденсированном веществе), в отличие от нейтрино МэВных энергий, которые могут взаимодействовать лишь с одним нуклоном.

Взаимодействие нейтрино малых энергий с веществом подобно взаимодействию света с прозрачной средой [19]: происходит преломление, отражение, рассеяние на неоднородностях практически без энергообмена. Поглощение возможно лишь в результате ядерных реакций. Способность нейтрино малых энергий отражаться и преломляться позволяет фокусировать их потоки при помощи вогнутых зеркал и линз. На этой основе созданы «нейтринные телескопы», зарегистрировавшие сильные всплески скорости бета-распадов. Обнаруженные ритмические изменения скорости бета-распадов с периодом 1 год связаны с прохождением Землей в процессе орбитального движения вокруг Солнца областей с различной плотностью потока и различной скоростью нейтрино.

Следует заметить, что в ряде статей приведены результаты измерений, в которых аномалии скорости радиоактивного распада незаметны [22–28]. Результаты, полученные в процессе этих тщательных измерений, на первый взгляд, опровергают сообщения об аномалиях скорости радиоактивного распада. В работах [17; 18] отсутствие наблюдаемых аномалий объяснено неадекватной методикой проведения экспериментов. Задача заключается в том, чтобы обнаружить небольшое число актов реакции (1) на фоне большого числа актов реакции (2). Это возможно в связи с тем, что в реакциях (2) возникают электроны или позитроны с энергиями от нуля до верхней границы E_{max} , характерной для каждого нуклида. В случае реакции (1) возникающие электроны или позитроны имеют энергию, превышающую E_{max} на энергию поглощенного нейтрино или антинейтрино. Если число индуцированных реакций много меньше числа спонтанных распадов, для обнаружения эффектов, связанных с действием нейтрино (антинейтрино), необходимо иметь детекторы, которые могут избирательно регистрировать электроны

(позитроны) с энергией, превышающей E_{max} . Детекторы, использованные в работах [22–28], такой способностью не обладают.

Взаимодействие нейтрино малых энергий с коллективами атомов. Многообразие возможных трансформаций

Большая длина волны де Бройля λ , характеризующая размер области взаимодействия, открывает дополнительные возможности ядерных преобразований путем слабых взаимодействий с участием нейтрино. Если нейтрино имеют высокую энергию (λ порядка размера ядра или меньше), взаимодействие может происходить только с одним ядром. При достаточно низкой энергии величина λ превышает расстояние между атомами (порядка 0,1 нм в твердом или жидком веществе), и взаимодействие охватывает два или несколько атомов. Становятся возможными ядерные преобразования, при которых два или несколько атомов превращаются в два или несколько других атомов, причем в эти преобразования могут быть включены электроны. При этом должны выполняться законы сохранения барионного заряда (то есть числа нуклонов), электрического и лептонного зарядов. Так как нейтрино при малых энергиях не может внести заметный вклад в энергетику реакции, могут происходить только преобразования с положительным энергетическим балансом. Закон сохранения импульса задает распределение продуктов реакции по скоростям и углам разлета.

Преобразования без участия электронов можно записать в виде уравнений [29]:

$$(A1, Z1) + (A2, Z2) + \nu \rightarrow (A3, Z3) + (A4, Z4) + \nu' + Q$$

$$A3 + A4 = A1 + A2, Z3 + Z4 = Z1 + Z2$$

или

$$(A1, Z1) + (A2, Z2) + \tilde{\nu} \rightarrow (A3, Z3) + (A4, Z4) + \tilde{\nu}' + Q$$

$$A3 + A4 = A1 + A2, Z3 + Z4 = Z1 + Z2$$

например, $\nu + {}^7\text{Li}_3 + {}^{16}\text{O}_8 \rightarrow {}^{11}\text{B}_5 + {}^{12}\text{C}_6 + \nu' + 1,504 \text{ МэВ}$

Нейтрино (антинейтрино) в левой части уравнений должно иметь достаточно низкую энергию, чтобы длина волны де Бройля (область взаимодействия) была больше расстояния между реагирующими атомами. Нейтрино (антинейтрино) в правой части приобретает значительную часть энергии Q и свободно уносит ее, снижая величину энергии, отдаваемой возникающими ядрами окружающей среде.

Для преобразований, охватывающих два ядра с участием электронов, возможны такие процессы [30]:

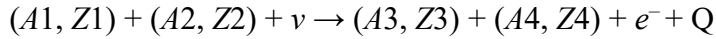
- *Перегруппировка нуклонов с поглощением электронов:*

$$(A1, Z1) + (A2, Z2) + e^- + \tilde{\nu} \rightarrow (A3, Z3) + (A4, Z4) + Q$$

$$A3 + A4 = A1 + A2, Z3 + Z4 = Z1 + Z2 - 1$$

например, ${}^{60}\text{Ni}_{28} + {}^1\text{H}_1 + e^- + \tilde{\nu} \rightarrow {}^4\text{He}_2 + {}^{57}\text{Fe}_{26} + 0,569 \text{ МэВ}$.

- *Перегруппировка нуклонов с выделением электронов:*



$$A3 + A4 = A1 + A2, Z3 + Z4 = Z1 + Z2 + 1$$

например, ${}^{61}\text{Ni}_{28} + {}^{64}\text{Ni}_{28} + \nu \rightarrow {}^{63}\text{Cu}_{29} + {}^{62}\text{Ni}_{28} + e^- + 0,995 \text{ МэВ}$.

Был сделан компьютерный расчет возможных преобразований двух стабильных нуклидов в два других стабильных нуклида без участия и с участием электронов [29; 30]. Поражает изобилие даже таких простейших преобразований. Выявлено более миллиона вариантов. Полученные результаты можно получить у автора этой статьи в виде EXCEL-файла.

LENR как проявление слабых ядерных взаимодействий

В последние годы выполнено множество исследований в области, получившей название LENR (низкоэнергетические ядерные реакции, холодные ядерные трансмутации, холодный ядерный синтез). LENR очень разнообразен. Это и процессы в металлах с растворенным в них водородом [33; 34]. Это и процессы в плазме [32; 35], в газовом разряде [36] и даже биологических системах [38; 39]. Помимо энерговыделения, намного превышающего возможности химических реакций, для LENR характерно большое разнообразие возникающих химических элементов. Например, после обработки воды в реакторе «Энергонива» [32] обнаружены Li, Be, B, C, Mg, Si, P, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Sn, Se, Pb, Bi. В никель-водородном LENR-реакторе, проработавшем 7 месяцев [33], обнаружены Ca, V, Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ga, Ba, Sr, Yb, Hf. Изначально содержание этих элементов в «топливе» и конструкционных материалах было ничтожно малым. Обзор по элементным и изотопным изменениям в никель-водородных LENR-реакторах содержится в статье [34].

Огромное многообразие химических элементов, как было показано выше, возникает при ядерных трансформациях в коллективах нуклидов, инициируемых нейтрино (антинейтрино) малых энергий. Напрашивается мысль о том, что изобилие возникающих химических элементов в LENR-процессах имеет такую же природу. Но всем известно о чрезвычайно слабой интенсивности взаимодействия нейтрино с веществом. Следовательно, для возникновения эффектов ощутимой величины нужны потоки нейтрино огромной величины. Откуда они могут появиться в LENR-реакторах? Из Космоса? Согласно [17; 18], плотность потока галактических нейтрино порядка $10^7 \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$. Этого явно недостаточно для инициирования процессов киловаттной мощности, достигаемой в ряде LENR-реакторов.

Чтобы найти возможный источник интенсивных нейтринных потоков, обратим внимание на одну характерную особенность LENR-процессов: они имеют вполне ощутимый энергетический порог. Особенно отчетливо это видно на примере никель-водородных реакторов, избыточное тепловыделение в которых обнаруживается только при температурах выше 1200 °C

[33; 34], то есть когда средняя энергия частиц вещества при тепловом движении превышает 0,1 эВ. В электроплазменных реакторах [32; 35] температура достигает нескольких тысяч градусов (десятые доли эВ). В установках с плазмой тлеющего газового разряда [36] энергия электронов порядка 1 эВ. На первый взгляд процессы, в которых признаки LENR обнаружены при комнатной температуре (электролиз [37], биология [38; 39]), являются исключением из этого правила. Практически же для актов энергообмена как в электрохимии, так и в процессах клеточного метаболизма характерны именно энергии порядка 1 эВ.

Нейтрино имеет очень маленькую массу (в настоящее время считается, что масса электронного нейтрино и антинейтрино не превышает 0,28 эВ [40]), поэтому они могут образовываться в результате неупругих столкновений частиц вещества (электронов, ионов, нейтральных атомов) при их тепловом движении. Так как точных данных о массе нейтрино нет, для оценочных расчетов будем считать, что минимальная энергия для образования пары нейтрино-антинейтрино равна 0,5 эВ. Среднюю энергию 0,5 эВ имеют частицы в теле, нагретом до 3200 °С. Напомним, что средняя энергия теплового движения $\bar{\varepsilon} = 1,5kT$ ($k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура). Такую и более высокую энергию имеют некоторые частицы и при меньшей температуре. Воспользовавшись функцией распределения энергии частиц при тепловом движении [41]

$$f(\varepsilon) = \frac{2\sqrt{\varepsilon}}{\sqrt{\pi}(kT)^{3/2}} \exp\left(-\frac{\varepsilon}{kT}\right),$$

можно найти зависимость от температуры доли частиц, имеющих энергию выше заданной. Для энергии 0,5 эВ эта зависимость показана на рис. 1. При комнатной температуре доля таких частиц 10^{-8} . Заметная доля частиц с энергией выше 0,5 эВ появляется только при температуре около 1000 °С. При температуре 1600 °С таких частиц уже 10 %, а при температуре 4500 °С 50 %. Таким образом, при сделанных допущениях порог термической генерации нейтрино-антинейтринных пар около 1000 °С.

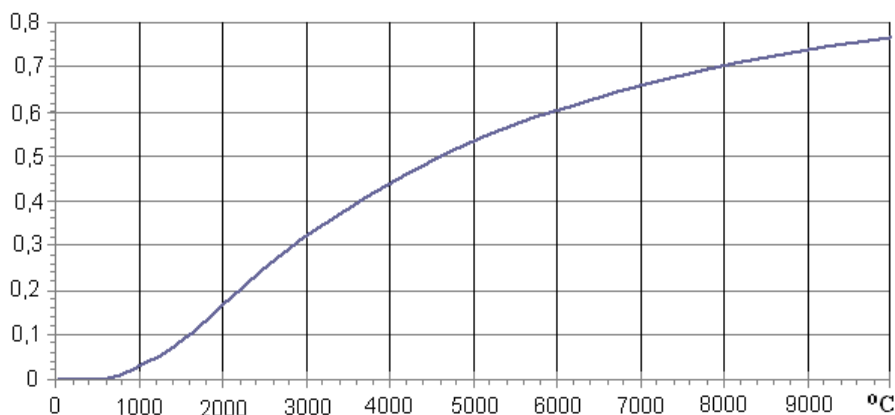


Рис. 1. Доля частиц, имеющих энергию выше 0,5 эВ, в зависимости от температуры

В настоящее время уровень знаний о свойствах нейтрино недостаточен для надежного определения вероятности образования нейтрино и антинейтрино при термических столкновениях частиц вещества. Ясно, что вероятность этого небольшая. Маленькая вероятность компенсируется большим числом соударений. Сделаем оценку числа соударений в секунду при тепловом движении в металлах. Чаще всего в металлах сталкиваются электроны с атомами. Длина пробега между столкновениями около 10^{-8} м. Скорость движения электронов при температуре 2000 К около $2 \cdot 10^5$ м/с [42. С. 117]. Следовательно, электрон при своем тепловом движении испытывает $2 \cdot 10^{13}$ столкновений в секунду. Учитывая, что число свободных электронов в 1 см^3 металла порядка 10^{23} [42. С. 115], найдем число столкновений в секунду в 1 см^3 металла: $2 \cdot 10^{36}$. Столь огромное число столкновений позволяет предположить, что в достаточно горячих металлах нейтрино и антинейтрино возникают с интенсивностью, достаточной для инициации ядерных трансформаций, дающих значительное энерговыделение даже при очень малых вероятностях процессов, связанных с нейтрино. Допустим, что лишь одно из 10^{10} соударений порождает пару нейтрино–антинейтрино, и лишь одно из 10^{10} нейтрино или антинейтрино вызывает ядерную трансформацию. Даже при таких огромных потерях 1 см^3 горячего металла производит $2 \cdot 10^{16}$ ядерных трансформаций в секунду. В каждом акте таких трансформаций выделяется порядка 1 МэВ. Так как 1 Дж эквивалентен $6,25 \cdot 10^{12}$ МэВ, мощность выделяемой энергии примерно 2 кВт.

Сделаем аналогичную оценку для газа, нагретого до температуры, достаточной для термической генерации нейтрино (несколько тысяч °С). В газе даже при таких температурах электронов и ионов значительно меньше, чем нейтральных атомов (молекул), поэтому сталкиваются преимущественно атомы (молекулы). Скорость их движения порядка 10^3 м/с, а длина пробега до столкновения при атмосферном давлении около 10^{-7} м [43]. Следовательно, атом (молекула) испытывает около 10^{10} столкновений в секунду. В 1 см^3 горячего газа при атмосферном давлении содержится около 10^{19} атомов (молекул). В нем происходит около 10^{29} столкновений в секунду, что на 7 порядков меньше, чем в металлах. Таким образом, в газе, нагретом до температуры несколько тысяч градусов, термическая генерация нейтрино и антинейтрино хотя и возможна, но происходит с интенсивностью на много порядков меньшей, чем в металлах.

Для интенсивной генерации нейтрино и антинейтрино требуется горячая плотная среда с большим содержанием свободных электронов. Кроме металлов такой средой является плазма высокой плотности, которая кратковременно возникает, например, при взрывах металлических проводников или при достаточно сильном импульсном энерговыделении в жидкостях.

Итак, предположение о возможности ядерных трансмутаций при действии нейтрино малых энергий, возникающих в горячих металлах или плотной плазме, позволяет объяснить два эмпирически обнаруженных свойства LENR: многообразие возникающих химических элементов и температурный порог порядка 1000 °С. Можно также понять отсутствие жестких ядерных

излучений. В предполагаемом механизме перегруппировка нуклонов происходит без внесения энергии, которая могла бы вызвать возбуждение ядерных уровней, высвечивание которых могло бы привести к излучению гамма-квантов. Дефицит вносимой энергии приводит к тому, что из всех возможных вариантов преобразований реализуются те, при которых образуются максимально устойчивые нуклиды, не склонные ни к альфа- или бета-радиоактивности, ни к испусканию нейтронов. Выделяющаяся энергия реализуется в виде кинетической энергии возникающих нуклидов. Несмотря на то, что они могут иметь энергию до нескольких МэВ, при их торможении жесткая радиация не возникает, так как массивные заряженные частицы даже при высоких энергиях теряют свою энергию в основном в результате ионизации и возбуждения атомов среды, в которой они движутся [44]. При этом происходит излучение электромагнитной радиации, но «мягкой», с энергией квантов до нескольких кэВ. Кроме того, излучение «мягких» квантов происходит при нормализации деформированных электронных оболочек возникших нуклидов. Это позволяет объяснить появление мягкого рентгеновского излучения около работающих LENR-установок.

Отметим, что в слабых взаимодействиях (бета-процессах) с участием нейтрино (антинейтрино) не существует «проблемы кулоновского барьера», которая долгое время являлась обоснованием «невозможности» холодных ядерных трансмутаций.

Эксперименты, подтверждающие гипотезу о роли нейтрино в холодных ядерных трансмутациях

Изложенная выше гипотеза предсказывает, что металл, нагретый до температуры порядка 1000 °С и выше, излучает нейтрино и антинейтрино, вызывающие появление в окружающем веществе изначально отсутствующих химических элементов. Этот процесс сопровождается выделением тепла. Рассмотрим несколько из подтверждающих экспериментов, о которых было доложено на 26-й Российской конференции по холодным трансмутациям ядер и шаровой молнии [45].

В качестве раскаленного металла использовалась вольфрамовая нить в лампах накаливания, в частности галогенных лампах с трубчатой кварцевой оболочкой с номинальной мощностью 150 или 300 Вт (рис. 2). Зависимость удельного сопротивления вольфрама от температуры хорошо известна [46]. Поэтому температуру вольфрамовой нити несложно определить, измерив ее сопротивление при комнатной температуре R_{20} , а также напряжение U и ток I в рабочем режиме. Зная напряжение и ток, определяем сопротивление $R = U / I$, а затем и температуру по формуле

$$t(^{\circ}\text{C}) = 197,6(R/R_{20}) - 1,57(R/R_{20})^2 - 176.$$

Используя эти же данные, можно определить мощность, потребляемую лампой $P = UI$. Следует заметить, что описанная методика определения

температуры дает усредненное значение. Так, нить накала имеет более холодные (на концах и около опор) и более горячие участки.

Эксперимент 1

Галогенная лампа накаливания размещена внутри цилиндрического контейнера из нержавеющей стали, который можно наполнять различными веществами (рис. 3). Для измерения мощности тепловыделения использован воздушный проточный калориметр (рис. 4). Мощность тепловыделения определяется по возрастанию температуры воздуха, омывающего исследуемый объект, расположенный в теплоизолированном цилиндре диаметром 20 см длиной 100 см. Разность температур воздуха на выходе и входе измеряется дифференциальной термопарой. Для создания стабильного потока воздуха использован вентилятор, подключенный к стабилизированному источнику питания. Калибровочные измерения показали, что погрешность измерения этим калориметром при мощности тепловыделения от 100 до 2000 Вт не превышает 3 %.



Рис. 2. Галогенная лампа накаливания, использованная в описанных ниже экспериментах



Рис. 3. Галогенная лампа накаливания внутри цилиндрического контейнера



Рис. 4. Воздушный проточный калориметр

На рис. 5 показана зависимость теплового коэффициента (отношения мощности тепловыделения к потребляемой электрической мощности) от температуры нити накала в галогенной лампе. Измерения были сделаны при пустом контейнере и при контейнере, заполненном тетраборатом лития (10 г). Избыточное тепловыделение при температуре выше 2200 °С наблюдается даже в случае пустого контейнера, но контейнер, заполненный тетраборатом лития, дает более сильный эффект. При потребляемой электрической мощности 292 Вт температура вольфрамовой нити достигла 2390 °С. Мощность тепловыделения, измеренная проточным воздушным калориметром, 428 Вт. Таким образом, выделение энергии сверх затраченной на нагрев нити составляет 136 Вт. Увеличение температуры влечет рост избыточной мощности, однако, как видно из рис. 5, тепловой коэффициент снижается. Это связано с тем, что при высоких температурах необходимая для нагрева мощность возрастает значительно быстрее ($\sim T^4$), чем избыточное тепловыделение, рост которого подобен зависимости, показанной на рис. 1.

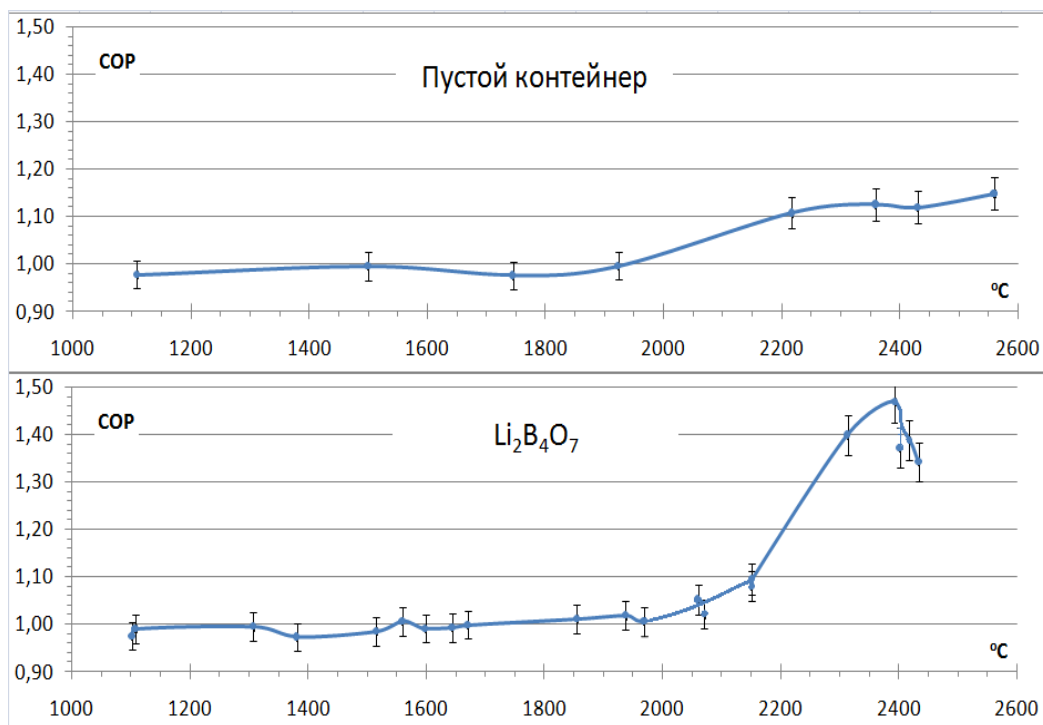


Рис. 5. Тепловой коэффициент в зависимости от температуры нити накала в галогенной лампе, измеренный с пустым контейнером и контейнером, наполненным тетраборатом лития

Для подтверждения изложенной гипотезы важно убедиться не только в том, что в веществе, окружающем раскалённый металл, выделяется много тепла, но и в том, что появляются новые химические элементы. Описанный выше эксперимент не был достаточно длительным, чтобы накопилось заметное количество новых элементов. Эта задача решена в далее описанных экспериментах.

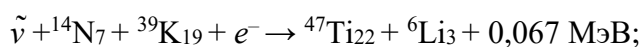
Эксперимент 2

Галогенная лампа накаливания (220 В, 300 Вт) находилась в кварцевой трубе, через которую прокачивался 10 % водный раствор KNO_3 . Циркулирующий раствор охлаждался, проходя через теплообменник. Реактор работал 20 ч при потребляемой мощности 450 Вт. Мощность тепловыделения, определенная по скорости нагрева раствора, около 500 Вт. Температура вольфрамовой нити около 2400 °С.



Рис. 6. Экспериментальная установка с циркулирующим раствором KNO_3 и галогенной лампой накаливания

Образцы раствора, взятые до и после эксперимента, после выпаривания были переданы для анализа элементного состава в НИЦ «СИНТЕЗТЕХ». Были использованы два метода: рентгенофлуоресцентный (RFA) и масс-спектральный (ICP MS). Результаты анализов представлены в табл. 1. Видно, что содержание многих элементов после обработки раствора возросло в десятки и даже сотни раз. Воспользовавшись упомянутыми выше таблицами возможных преобразований нуклидов [29; 30], можно обнаружить много возможных ядерных трансформаций, в результате которых получают химические элементы, обозначенные в табл. 1. Исходными элементами могут быть калий, азот, кислород, а также водород. Ниже приведены некоторые из возможных ядерных трансформаций, в результате которых возникают обнаруженные литий, бор, магний, алюминий, кальций, железо:



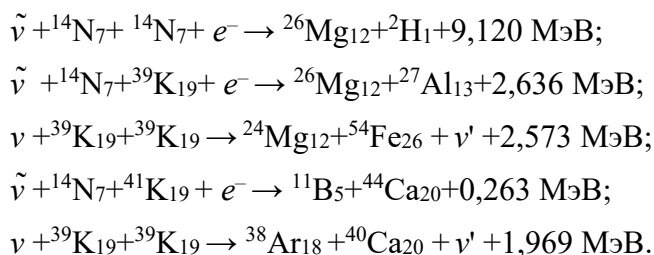
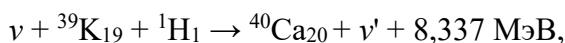


Таблица 1

Результаты анализа образцов KNO₃ методами RFA и ICP MS до и после обработки в установке с лампой накаливания в растворе KNO₃

Элемент	До		После	
	RFA	ICP MS	RFA	ICP MS
Li		0,007		0,12
B		0,017		0,08
Mg		0,050		0,55
Al		0,010		3,30
K	99,91		86,4	
Ca	< 0,01		10,2	
Fe	< 0,01		0,66	
Cu	0,018		2,04	
Cu		0,010		1,10
Zn	< 0,01		0,58	
Zn		0,010		0,13
Ni	< 0,01		0,048	

Сильнее всего увеличилось содержание кальция (появление кальция характерно и для многих других LENR-экспериментов [33; 34]). Последние из написанных уравнений – это только два из многих возможных путей появления кальция. В связи с этим можно вспомнить исследования Луи Керврана, который обнаружил, что куры продолжают нести яйца, скорлупа которых содержит много кальция, даже если полностью лишить их источников поступления кальция, заменив кальций калием [38]. Он предположил, что кальций возникает в результате ядерной реакции ${}^{39}\text{K}_{19} + {}^1\text{H}_1 \rightarrow {}^{40}\text{Ca}_{20} + 8,337 \text{ МэВ}$, что вызвало насмешки физиков: калий и водород не могут соединиться из-за «кулоновского барьера», а если бы это каким-либо путём происходило, то огромное энерговыделение испепелило бы курицу. Однако если это происходит в результате слабых взаимодействий



снимается как проблема «кулоновского барьера», так и проблема огромного энерговыделения. В соответствии с законами сохранения энергии и импульса, если энергия выделяется в системе двух частиц, она распределяется обратно пропорционально массам. Так как масса нейтрино много меньше массы ядра кальция, практически всю выделяющуюся энергию уносит нейтрино. Откуда

берутся нейтрино, инициирующие ядерную реакцию? Как уже было отмечено, для клеточного метаболизма характерны энергии порядка 1 эВ, что достаточно для образования нейтрино и антинейтрино.

Эксперимент 3

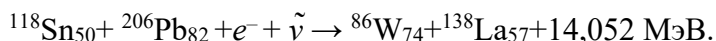
300-ваттная галогенная лампа накаливания была обёрнута лентой из сплава свинец–олово и помещена в сосуд с водой. Во избежание перегрева и закипания вода охлаждалась в результате прокачивания через змеевик, охлаждаемый вентилятором (рис. 7). Потребляемая лампой мощность 480 Вт. Мощность тепловыделения около 550 Вт определялась по скорости нагрева воды. Температура вольфрамовой нити 2400–2450 °С. Продолжительность работы 40 ч.

Образцы сплава свинец–олово до и после обработки в описываемой установке были переданы для анализа элементного состава методами RFA и ICP MS в НИЦ «СИНТЕЗТЕХ». Результаты анализов представлены в табл. 2. Видно, что содержание многих элементов после обработки многократно увеличилось. Особенно сильно возросло содержание лития, натрия, алюминия, калия, кальция, железа, кобальта, серебра, кадмия, вольфрама, висмута.

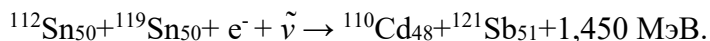
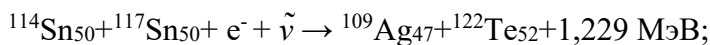


Рис. 7. Галогенная лампа накаливания, обёрнутая лентой из сплава олово–свинец в сосуде с водой. Вода прокачивается через змеевик, охлаждаемый вентилятором

Сплав олова и свинца благоприятен появлению вольфрама: олово имеет 12 изотопов, свинец – 4 изотопа. Комбинации этих изотопов открывают 32 канала преобразования олова и свинца в вольфрам [30]. Покажем один из вариантов таких преобразований:



Перегруппировки между изотопами олова могут породить образование серебра по 8 каналам и кадмия по 9 каналам, например:



Воспользовавшись таблицами возможных преобразований нуклидов [29; 30], можно обнаружить много возможных ядерных трансформаций, в результате которых получают химические элементы, обозначенные в табл. 2.

Таблица 2

Содержание некоторых элементов в сплаве свинец-олово до и после обработки (массовые проценты)

Элемент	До		После	
	RFA	ICP MS	RFA	ICP MS
Li		0,0001		0,0053
B		0,0012		0,012
Na		0,13		1,16
Al		0,001		0,024
K		0,056		0,75
Ca		0,018		0,34
Fe	< 0,01		0,27	
Fe		0,014		0,13
Co		0,0002		0,014
Ni	< 0,01		0,073	
Ni		0,0006		0,018
Cu		0,012		0,041
Zn		0,0036		0,040
Pd		0,0002		0,0005
Ag		0,006		0,024
Cd		0,0005		0,0011
Sn	45,7	43,6	40,3	46,00
W	< 0,01		1,51	
W		0,00003		0,105
Pb	54,2	44,5	57,9	31,4
Bi		0,0005		0,057

Эксперимент 4

В стеклянный сосуд с 900 мл воды и 14 г NaBiO₃ погружена галогенная лампа накаливания номинальной мощности 150 Вт (рис. 8). Продолжительность опыта 20 ч при потребляемой мощности 270 Вт. Температура вольфрамовой нити 2200–2300 °С. Избыточное тепловыделение мощностью около 25 Вт определялось по скорости испарения воды. Так как висмутат натрия в воде нерастворим, в процессе работы установки он находился в состоянии суспензии.

После окончания эксперимента в НИЦ «СИНТЕЗТЕХ» были сделаны анализы методом RFA осадка и выпаренного раствора, а также исходного порошка NaBiO₃. Полученные результаты представлены в табл. 3.



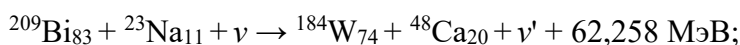
Рис. 8. Галогенная лампа накаливания в кипящей воде с суспензией NaBiO₃

Таблица 3

Результаты анализа содержания химических элементов до и после эксперимента 4

Элемент	Исходный порошок	Обработанный	
		Осадок	Раствор
S	< 0,01	< 0,01	6,167
Ca	< 0,01	0,231	< 0,01
Fe	< 0,01	0,092	< 0,01
Cu	< 0,01	< 0,01	0,396
Dy	< 0,01	< 0,01	0,451
Ta	< 0,01	0,246	< 0,01
W	< 0,01	0,289	88,371
Pt	0,562	0,496	< 0,01
Bi	99,498	98,646	4,615

В исходном веществе кроме висмута обнаружена только платина. В образовавшихся осадке и растворе выявлено наличие целого ряда других элементов. В частности, как и в эксперименте 3, появилось много вольфрама. Это может произойти, например, следующими путями:



Заключение

В последние годы наличие периодических и спорадических отклонений от обычного хода бета-распадов находит все больше подтверждений. В отличие от гипотезы о влиянии на бета-радиоактивность нейтрино, возникающих в недрах Солнца в результате ядерных реакций, предположение о возможном участии космических *нейтрино малых энергий* в процессе бета-распада позволяет, не выходя за рамки существующих научных знаний, комплексно объяснить этот феномен, противоречащий устоявшимся представлениям о радиоактивности.

Обычно ядерные реакции, в которых участвует несколько частиц, маловероятны. Это связано с тем, что область ядерных взаимодействий много меньше расстояний между взаимодействующими частицами. В случае реакций с участием нейтрино малых энергий область взаимодействия, величина которой определяется длиной волны де Бройля, больше расстояний между частицами. Поэтому многочастичные взаимодействия вполне возможны. Важно также отметить, что в случае ядерных реакций с участием электронов и нейтрино (антинейтрино) не существует проблемы «кулоновского барьера». Необходимые для интенсивного протекания ядерных трансформаций огромные потоки нейтрино и антинейтрино малых энергий, возможно, возникают в результате их термической генерации в нагретых до температуры несколько тысяч градусов металлах и в плотной плазме.

Анализ изменений элементного состава в веществе вокруг ламп накаливания показал существенное возрастание содержания ряда химических элементов. Наличие таких изменений, наряду с обнаруженным избыточным тепловыделением, доказывает, что действительно раскаленные металлы излучают агент, инициирующий ядерные трансформации в окружающем веществе. Соответствие обнаруженных трансформаций возможным ядерным реакциям, инициируемым нейтрино (антинейтрино), указывает на то, что этим агентом являются нейтрино и антинейтрино.

Источник нейтрино-антинейтрино (горячий металл или плотная плазма) можно отделить от «топлива» – вещества, где происходят ядерные трансформации. Это открывает возможность для осознанного конструирования высокоэффективных LENR-реакторов.

Выражаю благодарность сотрудникам НИЦ «СИНТЕЗТЕХ», особенно Р.В. Карабанову и И.В. Кампутну, за проведенные анализы, требующих высокой квалификации исследователей и сложного оборудования.

Литература

1. Пархомов А.Г. Периодические и спорадические изменения скорости бета-распадов, обнаруженные при многолетних наблюдениях // *Метафизика*. 2014. № 1. С. 124–136.
2. Пархомов А.Г. Исследование неслучайных вариаций результатов измерений радиоактивности: атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. М.: Янус-К, Т. 3, 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*. 2004. № 1. С. 1–12.
4. *Falkenberg E. D.* Radioactive decay caused by neutrinos? // *Apeiron*, 8. 2001. No. 2. P. 32–45.
5. *Ellis K.J.* The effective half-life of a broad beam $^{238}\text{PuBe}$ total body neutron irradiator // *Phys. Med. Biol.* 1990. 35(8). P. 1079–1088.
6. *Siegert H., Shrader H., Schotzis U.* Half-life Measurements of Europium Radionuclides and the Long-term Stability of Detectors // *Appl. Radiat. Isot.* 1998. 49. P. 1397–1400.
7. *Parkhomov A.G.* Researches of alpha and beta radioactivity at long-term observations. URL: arXiv:1004.1761v1 [physics.gen-ph] (2010).
8. *Parkhomov A.G.* Deviations from Beta Radioactivity Exponential Drop // *Journal of Modern Physics*. 2011. № 2. P. 1310–1317.
9. *Parkhomov A.G.* Periods Detected During Analysis of Radioactivity Measurements Data. URL: arxiv:1012.4174v1 [physics.gen-ph] (2010).
10. *Sturrock P.A., Parkhomov A.G., Fischbach E., Jenkins J.H.* Power Spectrum Analysis of LMSU Nuclear Decay-Rate Data // *Astropart. Phys.* 2012. 35. 755–758.
11. *Рябов Ю. В.* и др. О стабильности регистрации гамма-излучения при длительном интенсивном излучении. Препринт ИЯИ-1079/2002. М., 2002. 19 с.
12. *Alburder D. E., Harbottle G., Norton E. F.* Half-life of ^{32}Si // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 1986. 78. P. 169.
13. *Jere H., Jenkins, Ephraim Fischbach, John B. Buncher et al.* Evidence for Correlations Between Nuclear Decay Rates and Earth-Sun Distance. URL: arXiv:0808.3283v1 [astro-ph] (2008).
14. *Fischbach E., Buncher J.B., Gruenwald J.T. et al.* Time-Dependent Nuclear Decay Parameters: New Evidence for New Forces? // *Space Sci. Rev.* 2009. 145. P. 285–335.
15. *Jenkins J. H. et al.* Additional experimental evidence for a solar influence on nuclear decay rates. arXiv:1207.5783v1 [nucl-ex] (2012).
16. *Sturrock P.A., Buncher J.B., Fischbach E. et al.* Power Spectrum Analysis of Physikalische Technische Bundesanstalt Decay-Rate Data. URL: arXiv:1010.2225v1 [astro-ph.SR] (2010).
17. *Пархомов А.Г.* Ритмические и спорадические изменения скорости бета-распадов. Возможные причины // *ЖФНН*. 2018. 21–22 (6). С. 86–96.
18. *Parkhomov A.G.* Rhythmic and Sporadic Changes in the Rate of Beta Decays Possible Reasons // *Journal of Modern Physics* 09(08): 2018. Vol. 9. No. 8. P. 1617–1632.
19. *Пархомов А.Г.* Космос. Земля. Человек. Новые грани науки. М.: Наука, 2009. 272 с. Второе изд. М., 2020. 285 с. URL: <https://www.ozon.ru/product/kosmos-zemlya-chelovek-180975844>
20. *Пархомов А.Г.* Всплески скорости счета бета-источника, расположенного в фокусе телескопа-рефлектора // *Физическая мысль России*. 2005. № 1. P. 10–15.
21. *Parkhomov A.G.* Bursts of Count Rate of Beta-Radioactive Sources during Long-Term Measurements // *International Journal of Pure and Applied Physics*. 2005. Vol. 1. No. 2. P. 119.
22. *Norman E.B., Browne E., Shugart H.A. et al.* Evidence against correlations between nuclear decay rates and Earth–Sun distance // *Astropart. Phys.* 2009. 31. P. 135–137.
23. *Semkow T.M. et al.* Oscillations in radioactive exponential decay // *Phys. Lett. B*. 2009. P. 415–419.
24. *Bellotti E., Brogгинi C., Di Carlo G. et al.* Search for correlations between solar flares and decay rate of radioactive nuclei // *Physics Letters B*. 2013. 720. P. 116–119.
25. *Bellotti E., et al.* Precise measurement of the ^{222}Rn half-life: A probe to monitor the stability of radioactivity // *Physics Letters B*. 2015. 743. P. 526–530.
26. *Pommé S., Stroh H., Paepen J. et al.* Evidence against solar influence on nuclear decay constants // *Physics Letters B*. 2016. 761. P. 281–286.

27. *Bergeson S.D., Peatross J., Ware M.J.* Precision long-term measurements of beta-decay-rate ratios in a controlled environment // *Physics Letters B*. 2017. 767. P. 171–176.
28. *Bellotti E., Brogini C., Di Carlo G. et al.* Search for time modulations in the decay constant of ^{40}K and ^{226}Ra at the underground Gran Sasso Laboratory. URL: arXiv:1802.09373v1 [nucl-ex] (2018).
29. Пархомов А.Г. Многообразие нуклидов, возникающих в процессе холодных ядерных трансмутаций // *ЖФНН*. 2017. № 17–18. С. 99–101.
30. Пархомов А.Г. Многообразие нуклидов, возникающих в процессе холодных ядерных трансмутаций с участием электронов // *ЖФНН*. 2018. 21–22 (6). С. 131–132.
31. Пархомов А.Г. *LENR как проявление слабых ядерных взаимодействий* // *ЖФНН*. 2019. 23–24 (7). С. 6–8.
32. *Вачаев А.В., Иванов Н.И., Иванов А.Н., Павлова Г.А.* Способ получения элементов и устройство для его осуществления. Патент РФ №2096846, МКИ G 21 G 1/00, H 05 N 1/24. Заявл. 31.05.94 // *Изобретения*. 1997. № 32. С. 369.
33. *Пархомов А.Г., Алабин К.А., Андреев С.Н. и др.* Никель-водородные реакторы: тепловыделение, изотопный и элементный состав топлива // *РЭНСИТ*. 2017. Т. 9. № 1. С. 74–93.
34. *Пархомов А.Г., Жигалов В.А., Забавин С.Н. и др.* Никель-водородный теплогенератор, непрерывно проработавший 7 месяцев // *ЖФНН*. 2019. 23–24 (7). С. 57–63.
35. *Бажутов Ю.Н., Герасимова А.И., Корецкий В.П., Пархомов А.Г.* Особенности потребления электроэнергии, выделения тепла и излучения в процессе плазменного электролиза // *Материалы 21-й РКХТЯ и ШМ*. М., 2015. С. 122–131.
36. *Savvatimova I.B.* Transmutation of Elements in Low-energy Glow Discharge and the Associated Processes // *J. Condensed Matter Nucl. Sci.* 2011. 8. P. 1–19.
37. *Fleischmann M., Pons S.* Electrochemically induced nuclear fusion of deuterium // *Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry*. 1989. V. 261 (2 A). P. 301–308.
38. *Kervran L.* *Biological Transmutations*. Happiness Press, USA, Magalia, California, 1998.
39. *Корнилова А.А., Высоцкий В.И.* Синтез и трансмутация стабильных и радиоактивных изотопов в биологических системах // *РЭНСИТ*. 2017. Т. 9. № 1. С. 52–64.
40. *Thomas S.A., Abdalla F.B., Lahav O.* Upper Bound of 0.28 eV on Neutrino Masses from the Largest Photometric Redshift Survey // *Phys. Rev. Lett.* 2010. V. 105, I. 3. P. 031301.
41. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* *Статистическая физика*. М.: Наука, 1964. С. 108.
42. *Физическая энциклопедия*. Т. 3 / ред. А.М. Прохоров. М.: Большая Российская энциклопедия, 1992.
43. *Каганов И.Л.* *Ионные приборы*. М.: Энергия, 1972. 528 с.
44. *Мухин К.Н.* *Введение в ядерную физику*. М.: Атомиздат, 1965. С. 203–212.
45. URL: <http://lenr.seplm.ru/konferentsii/rkkhtyaishm-26-video-zasedanii>
46. *Физические величины: справочник* / ред. И.С. Григорьев, Е.З. Мейлихов. 1991. С. 438.

LOW ENERGY NEUTRINOS AS THE CAUSE OF ANOMALIES IN BETA DECAYS AND COLD NUCLEAR TRANSMUTATIONS

A.G. Parkhomov*

Russian scientist-physicist

Abstract. In a number of experiments, when registering particles emitted in beta decays, periodic fluctuations in the counting rate with an amplitude of up to tenths of a percent of the average value were detected, and short bursts were found that significantly exceed the usual counting rate. These anomalies can be comprehensively explained by the participation of extremely low-energy cosmic neutrinos in beta decays. The assumption that neutrino-antineutrino pairs are generated by collisions of matter particles during thermal motion allows us to find approaches to explaining the phenomenon of cold nuclear transmutations. Experiments proving this hypothesis are described.

Keywords: beta decays, periodic changes, bursts, nuclear transmutations, neutrinos, metals, plasma.

* E-mail: alexparh@mail.ru