

Влияние П-излучения на параметры альфа-распада. Результаты поисковых экспериментов.

В.А. Панчелюга

Аннотация—В работе выполнены поисковые исследования зависимости параметров скорости альфа-распада изотопа Рn-239 от направления вращения вектора Пойнтинга в генераторе, аналогичном генераторам Тамма и Акимова. Получено, что в случае вращения вектора Пойнтинга по часовой стрелке, наблюдается увеличение скорости радиоактивного распада примерно на 2% в сравнении со случаем без воздействия. При вращении против часовой стрелки такого изменения не наблюдается.

I. ВВЕДЕНИЕ

Общее представление о потоке энергии в пространстве впервые было введено Н.А. Умовым в 1874 г. [1], [2]. В силу этого, вектор плотности потока энергии без конкретизации ее физической природы назывался вектором Умова. Выражения для этого вектора были получены Умовым только для упругих сред и вязких жидкостей. В 1884 г. идеи Умова были разработаны Д.Г. Пойнтингом (John Henry Poynting) применительно к электромагнитной энергии [3], [4], [5]. Поэтому вектор плотности потока электромагнитной энергии называется вектором Умова-Пойнтинга (в русской традиции) или вектором Пойнтинга.

Вектор Умова-Пойнтинга – вектор плотности потока электромагнитной энергии, определяющий количество электромагнитной энергии, переносимой через единицу площади в единицу времени. Данный вектор можно определить через векторное произведение двух векторов:

$$\vec{\Pi} = [\vec{E} \times \vec{H}], \quad (1)$$

где $\vec{E}$ и $\vec{H}$ – векторы напряженности электрического и магнитного полей соответственно. Т.к. векторы $\vec{E}$ и $\vec{H}$ взаимно перпендикулярны и образуют с распространением волны правовинтовую систему, то направление вектора $\vec{\Pi}$ совпадает с направлением переноса энергии.

После того как были сформированы представления о векторе Умова-Пойнтинга, многие исследователи обратили внимание на задачу, которая впоследствии вошла в ряд классических учебников и монографий [6], [7], [8], [9]. Речь идет о цилиндрическом конденсаторе, между

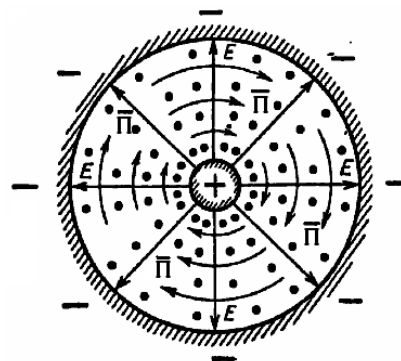


Рис. 1. Конфигурация электрического (показано стрелками) и магнитного полей (показано точками – направление вверх от плоскости рисунка), приводящая к циркуляции вектора Пойнтинга по часовой стрелке.

обкладками которого присутствует однородное магнитное поле, линии которого параллельны оси конденсатора. Такая конфигурация *статических* $\vec{E}$ и $\vec{H}$ полей, показанных на рис. 1, приводит к формальной ситуации, когда вектор Умова-Пойнтинга $\vec{\Pi}$ циркулирует по замкнутым траекториям. И.Е. Тамм в [7], рассматривая данную задачу, пишет: «Линии вектора Пойнтинга, т.е. линии потока энергии, представляют собой концентрические окружности, плоскости которых перпендикулярны оси конденсатора. ... Т.о., мы приходим к представлению о непрерывной циркуляции энергии по замкнутым путям в *статическом* электромагнитном поле. Представление это не приводит к каким-либо следствиям, могущим быть непосредственно проверенным на опыте, а потому лишено физического смысла».

В то же время, для рассматриваемой задачи (рис. 1) с вектором Умова-Пойнтинга связан момент импульса, возникающий в момент создания представленной на рис. 1 конфигурации электрического и магнитного полей. И.Е. Тамм в уже цитированной работе [7] отмечает следующее: «Примем, однако, во внимание, что плотность электромагнитного количества движения пропорциональна вектору Пойнтинга. Утверждение, что в рассматриваемом статическом поле локализовано определённое количество движения, ... является содержательным высказыванием и приводит к след-

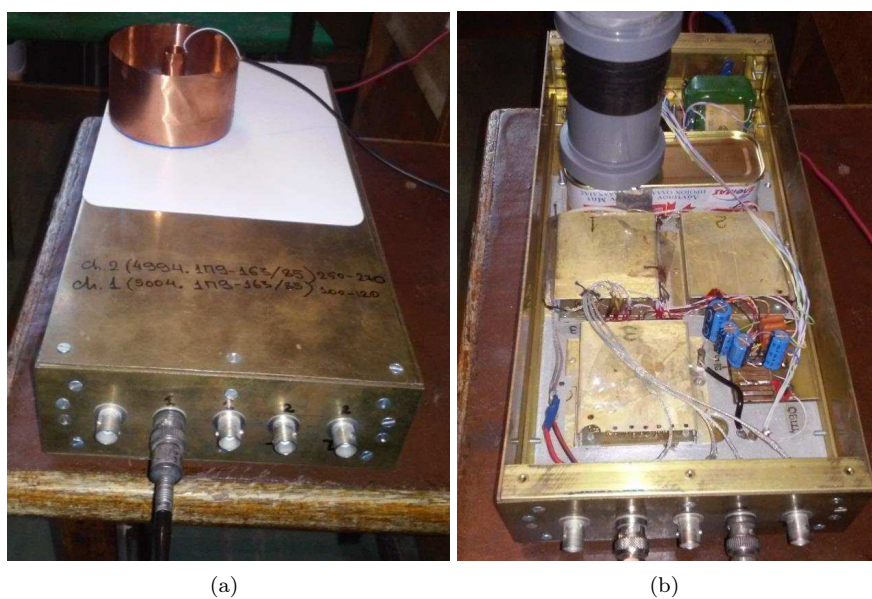


Рис. 2. Блок детекторов альфа-распада и расположение П-излучателя (а). Блок детекторов альфа-распада со снятой верхней крышкой, (b).

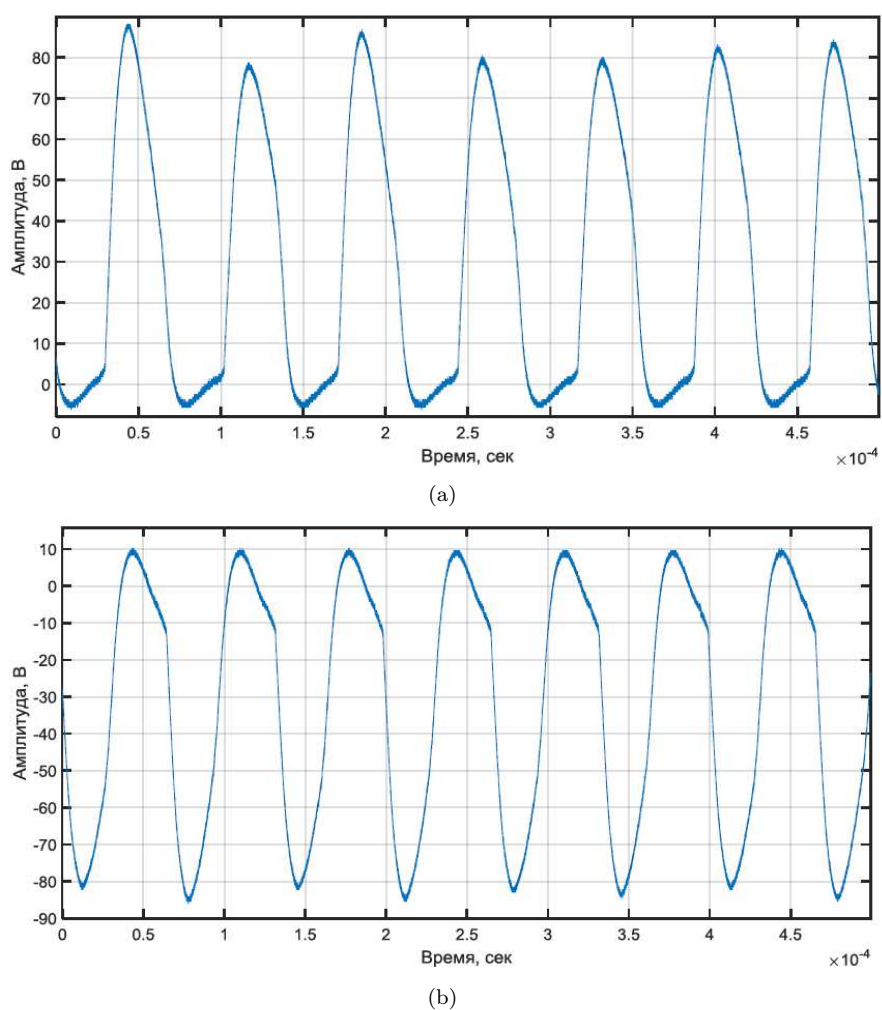
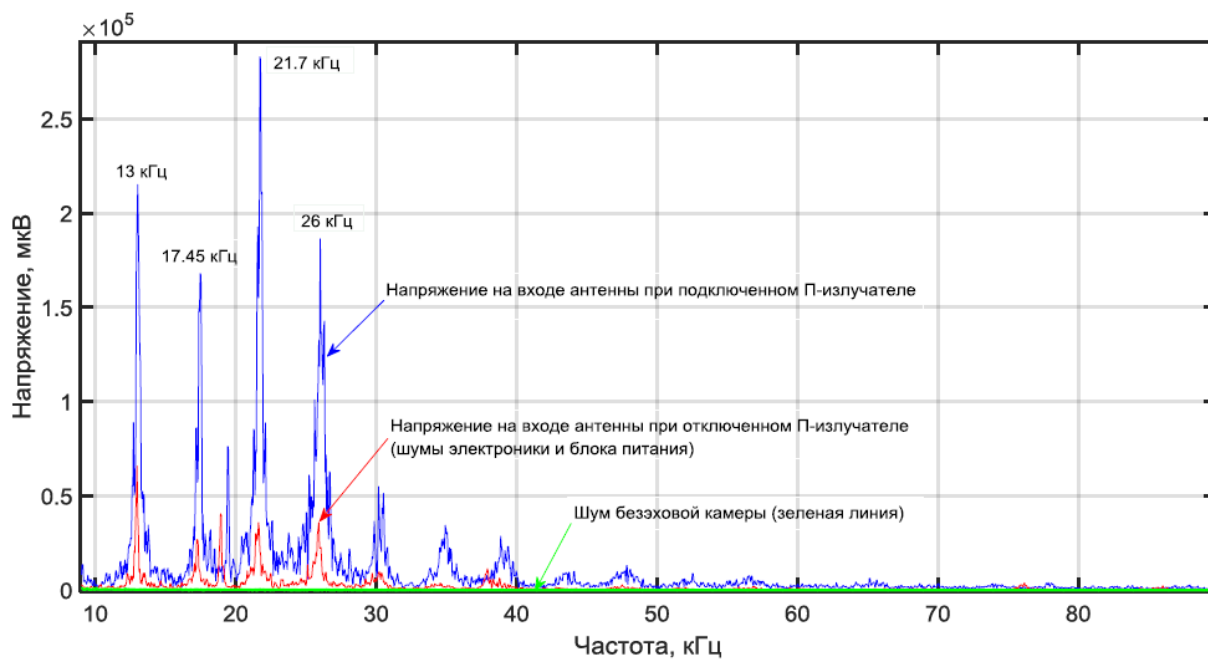
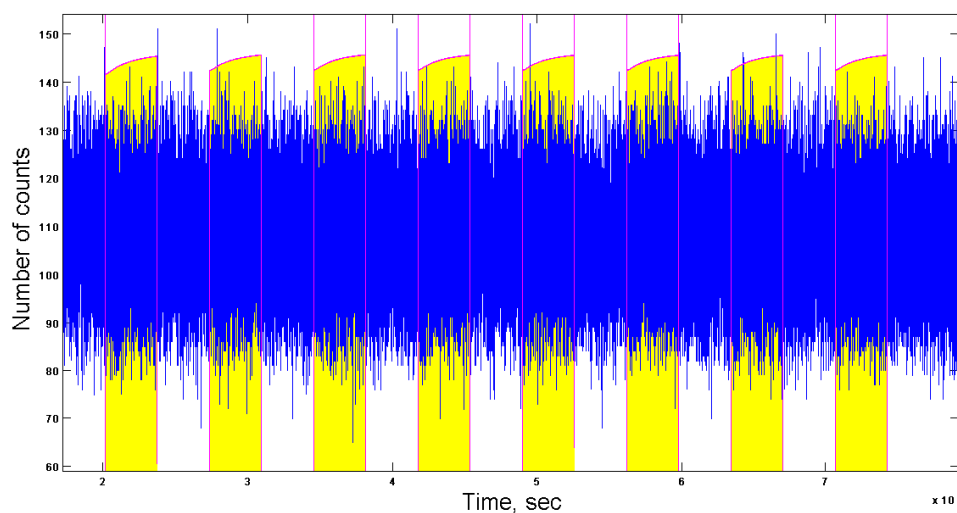


Рис. 3. Форма напряжения, подаваемого на П-излучатель при вращении вектора против часовой стрелки (а), и по часовой стрелке (b).



(a)



(b)

Рис. 4. (a) Спектры электромагнитных полей, регистрируемых в безэховой камере от П-генератора; (b) Моменты включения П-генератора (желтые столбцы) и флуктуации скорости альфа-распада (показаны синим).

ствиям доступным (по крайней мере принципиально) опытной проверке [7].».

Т.о., заключая вводную часть, мы можем отметить следующее: для системы, показанной на рис. 1, в силу закона сохранения момента импульса, принципиально возможна ситуация, в которой наблюдаются некоторые внешние физические проявления, связанные с совокупной динамикой электрического и магнитного полей. Одно из таких проявлений – предсказанный в [7] механический эффект, который может заключаться в повороте, например, конденсатора, рис. 1, на некоторый угол (данный эффект был показан в [10]). Возможно и другое проявление – дистантное действие на некоторую тест-систему. Ниже дано описание

экспериментов, в которых такое дистантное действие было предположительно обнаружено. Т.к. ожидаемые феномены связаны с вращением вектора $\vec{P}$, то предполагаемое излучение, в дальнейшем, будем называть П-излучением.

II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

В качестве тест-системы для выявления возможного действия П-излучения использовался процесс альфа-распада изотопа ^{239}Pu . В качестве детектора альфа-распада использовался полупроводниковый детектор на основе кремния. Изотоп ^{239}Pu располагался над детектором на расстоянии 1.5 мм. Детектор и радиоактивный изотоп размещались в отдельном светонепро-

нищаемом электромагнитном экране, выполненном из латуни.

На рис. 2(b) показан блок детекторов альфа-распада со снятой верхней крышкой. Серый пластиковый цилиндр размещен на латунном экране. Этот цилиндр показывает область над которой расположен П-излучатель, показанный на рис. 2(a).

Для создания системы, формально реализующей конфигурацию полей, аналогичную показанной на рис. 1, использовалось устройство (П-излучатель), состоящее из кольцевого постоянного магнита, помещенного между обкладками цилиндрического конденсатора. Данное устройство показано на рис. 2(a), где оно помещено на изолирующей прокладке (белый картонный лист) на верхней крышке блока детекторов альфа-распада. В общих чертах П-излучатель аналогичен излучателю, который традиционно используется в т.н. малом генераторе Акимова, или генераторе Тамма [11], [12], [13], с тем отличием, что в нем отсутствуют обычно используемые конуса различной конструкции.

Формы напряжений, подаваемых на П-излучатель, показаны на рис. 3. Данный рисунок демонстрирует напряжение, соответствующее вращению против часовой стрелки, рис. 3(a), и вращению по часовой стрелке, рис. 3(b). Показанные на рис. 3 напряжения были измерены с помощью запоминающего цифрового осциллографа LeCroy WaveJet 322. Как следует из рис. 3, частота повторения импульсов равна 13 кГц. При этом, форма используемых напряжений далека от гармонической, что обуславливает сложный спектр электромагнитных полей, излучаемых данным устройством.

Исследование спектра электромагнитных полей выполнялось в безэховой камере с использованием измерительного приемника KEYSIGHT MXE EMI Receiver N9038A. На рис. 4(a) приведены результаты одной из серий измерений. Серия измерений состояла из трех регистраций электромагнитных полей, излучаемых системой, состоящей из: 1) П-излучателя, блока электроники и источника питания; 2) работающих блока электроники и источника питания с отключенным П-излучателем; 3) шумов безэховой камеры – исследуемое устройство было обесточено. Очевидно, что в случаях 1) и 2) в результатах измерений также присутствуют шумы безэховой камеры.

Синей линией на рис. 4(a) показан случай 1), красной – 2), зеленой – 3). Видно, что амплитуда собственных шумов безэховой камеры, обусловленная неустранимыми источниками электромагнитных помех, а также несовершенством ее экранирования пренебрежимо малы в сравнении со случаями 1) и 2). Основной вклад в электромагнитное излучение исследуемой системы вносит П-излучатель (синяя линия), хотя присутствует также значительно меньший по амплитуде вклад от блока электроники (красная линия).

Как следует из рис. 4(a), работа П-генератора сопровождается значительным электромагнитным излучением. Необходимо особо отметить, что генерируемое им низкочастотное электромагнитное поле очень трудно

экранируется. Поэтому при оценке реакций используемых тест-систем необходим некоторый критерий, позволяющий разделить действие электромагнитного поля и предполагаемого П-излучения. Таким критерием, принятым в настоящей работе, является зависимость обнаруживаемых реакций от направления вращения вектора Пойнтинга. Т.к. амплитудно-частотные характеристики электромагнитного излучения П-генератора в основном не зависят от направления вращения вектора Пойнтинга, то в случае, если тест-система реагирует на работу П-генератора, но при этом наблюдаемая реакция не зависит от направления вращения вектора, то мы будем полагать, что такая реакция обусловлена электромагнитной наводкой.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ П-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ФЛУКТУАЦИИ СКОРОСТИ АЛЬФА-РАСПАДА

Для исследования влияния П-генератора на флуктуации скорости альфа-распада изотопа ^{239}Pu проводились эксперименты по схеме, которую демонстрирует рис. 4(b).

На данном рисунке желтые вертикальные столбцы соответствуют моментам включения П-генератора, каждый длительностью один час. Моменты включения чередуются с моментами такой же длительности, когда генератор был выключен. Длительность одного измерения скорости радиоактивного распада – 1 сек.

Отрезки временного ряда, соответствующие моментам включения (восемь отрезков, соответствующих желтым столбцам на рис. 4(b), суммарно 28000 измерений), выделялись из временного ряда и для них строилось экспериментальное распределение амплитуд флуктуаций скорости альфа-распада. Такое же распределение отдельно строилось для отрезков, когда П-генератор был выключен – восемь отрезков длительностью один час после каждого выключения П-генератора. Данное распределение рассматривалось как контрольное. После этого экспериментальные и контрольные распределения для всех экспериментов с одним направлением вращения вектора Пойнтинга суммировались. Идентичная процедура проводилась также для серии экспериментов с противоположным направлением вращения вектора Пойнтинга.

На рис. 5 показаны результирующие распределения, полученные согласно описанной выше процедуре. Как можно видеть, распределения, соответствующие разным направлениям вращения вектора Пойнтинга, различны. При этом «контрольные» и «опытные» измерения, соответствующие одному направлению вращения вектора Пойнтинга, с высокой точностью совпадают. Такое совпадение, в первом приближении, может иметь две причины. Первая, наиболее тривиальная, – отсутствие влияния П-излучателя на флуктуации скорости альфа-распада. В этом случае отличие распределений, представленных на рис. 5, может быть связано с некоторым неустановленным внешним фактором, например, геофизического происхождения, который имел

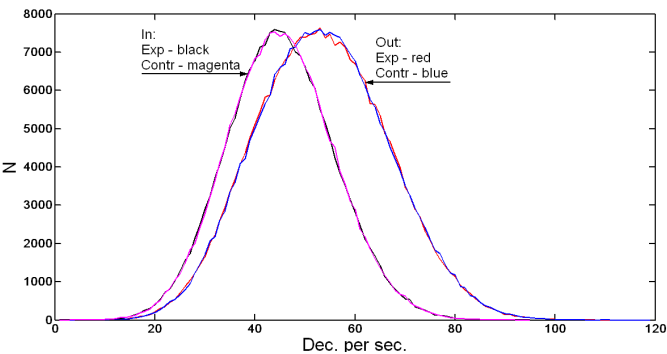


Рис. 5. Результирующие распределения, полученные для двух направлений (условно обозначены как In – против часовой стрелки и Out – по часовой стрелке) вращения вектора Пойнтинга. Контрольные и опытные распределения для одного направления вращения вектора Пойнтинга с высокой точностью совпадают.

место для серии Out-экспериментов, рис. 5, которая выполнялась после серии In-экспериментов, рис. 5. Вторая причина состоит в том, что такое влияние есть, но при этом действие П-излучателя сохраняется некоторое время (не менее часа) после его выключения.

Для выяснения того, какая из двух причин привела к расхождению распределений на рис. 5, была проанализирована запись в эксперименте №16, в которой имелся участок продолжительностью несколько суток, следующий за последним выключением П-генератора. На рис. 6 приведены распределения, построенные для трех участков временного ряда, полученного в эксперименте №16. В первом столбце Табл.1 даны номера измерений, использованные для построения распределений, приведенных на рис. 6.

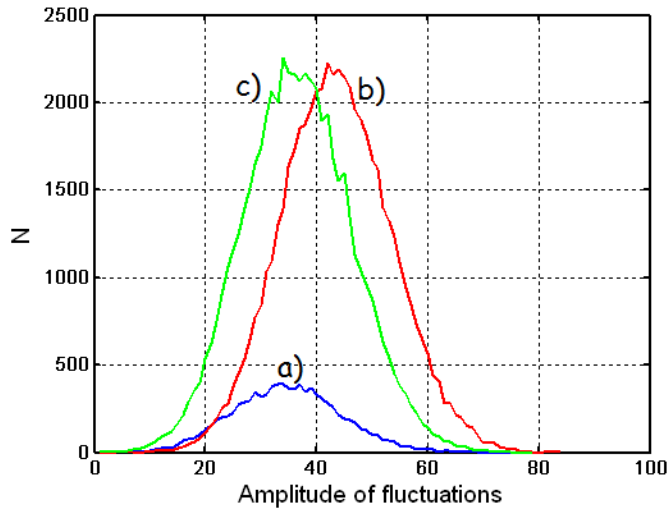


Рис. 6. Распределения амплитуд флуктуаций для различных участков временного ряда флуктуаций скорости альфа-распада в эксперименте №16: а) начальный участок до момента включения П-излучателя; б) отрезки «опыт-контроль» от момента первого включения до момента последнего выключения; в) участок временного ряда равный по длине участку, использованному для построения распределения б), но отстоящий от момента последнего воздействия на 38 часов.

Таблица I
ПАРАМЕТРЫ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ, КОТОРЫМ СООТВЕТСТВУЮТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, ПОКАЗАННЫЕ НА РИС. 6.

Эксп. №16.	Эксперимент	Расчет согласно (2)
a: 1:9311	$\mu = 96.7233$ $\sigma = 9.8348$	$\sigma = 9.7663$ $\Delta = 0.0685$
b: 9311:63309	$\mu = 98.5353$ $\sigma = 9.9265$	$\sigma = 9.9125$ $\Delta = 0.014$
c: 200000: 253998	$\mu = 96.6118$ $\sigma = 9.8291$	$\sigma = 9.8161$ $\Delta = 0.013$

Линией а) на рис. 6 показан начальный участок временного ряда до момента включения П-излучателя. Среднее μ и среднеквадратичное отклонение σ для данного распределения приведены в первой строке Табл.1. Линией б) на рис. 6 показано распределение, построенное для участка временного ряда от момента первого включения П-излучателя до его последнего отключения. Т.е. данное распределение соответствует П-воздействию. Линией в) показан участок временного ряда равный по длине участку, использованному для построения распределения б), но отстоящий от момента последнего воздействия на 38 часов.

В третьем столбце Табл.1 приведено отклонение Δ , которое равно модулю разности между экспериментальным значением σ и соответствующим ему значением σ , вычисленным согласно:

$$\sigma = \sqrt{\mu}.$$

(2)

Как следует из полученных результатов, все распределения близки к распределению Пуассона.

Используя данные Табл.1, можно оценить относительное изменение среднего $\Delta\mu$ для участков «а» и «в»: $\Delta\mu(|a - c|) = 0.12 \approx 0.1\%$. То же изменение для участков «б» и «в» равно: $\Delta\mu(|b - c|) = 1.97 \approx 2\%$. Такое же по порядку величины изменение равно для участков «а» и «б»: $\Delta\mu(|a - b|) = 1.81 \approx 2\%$. Т.е. относительные изменения среднего для участков с воздействием П-излучения и без такового отличаются в 20 раз. Т.о., согласно данным эксперимента №16, воздействие П-излучения в OUT-режиме на изотоп ^{239}Pu ведет к увеличению скорости радиоактивного распада на 2%.

Исходя из результатов, представленных на рис. 6, можно предварительно заключить, что результат, приведенный на рис. 5, обусловлен действием П-излучения, а не геофизическими причинами. Также хотелось бы отметить, что влияние П-генератора, демонстрируемое на рис. 5 и рис. 6, соответствует вращению вектора Пойнтинга по часовой стрелке.

Эффект последействия, аналогичный полученному нами, был ранее обнаружен также в работах И.А. Мельника [14] при воздействии вращающихся масс на процесс бета-распада.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работах [15], [16] показано, что существует внешнее воздействие на флуктуации скорости радиоактивного распада, имеющее универсальный характер: спектры

периодов, найденные для флуктуационных процессов в системах различной природы (физических, химических, биологических) всегда совпадали с соответствующей частью спектра, найденного для флуктуаций скорости радиоактивного распада. С другой стороны, в ряде работ показано, что специальные режимы вращения массивного тела оказывают влияние на регистрируемые параметры радиоактивного распада [17], [18], [19], [20]. В настоящей работе получены предварительные результаты, показывающие, что П-излучение также может быть фактором, влияющим на флуктуации скорости радиоактивного распада. То, что данное излучение влияет также на физико-химические и биологические системы, свидетельствует об универсальном характере его действия [21].

В отличие от работ [17], [18], [19], [20], в настоящем исследовании действующим фактором является не вращение массы, а вращение вектора Пойнтинга. Это позволяет выдвинуть гипотезу, что вращение каким-то образом изменяет свойства пространства, в котором происходит радиоактивный распад и именно это является причиной последующего изменения его параметров. В пользу этого предположения говорит также феномен «фантома» - явления, состоящего в том, что наблюдаемые изменения сохраняются достаточно продолжительное время после того, как вращение уже прекращено. Данный феномен обнаружен как в случае вращения массы [14], так и в настоящем исследовании при вращении вектора Пойнтинга.

Авторы благодарят генерального директора ООО «Технопарк «Аксиом» Махнева Евгения Владимировича за финансовую поддержку части представленных в настоящей публикации работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Н.А. Умов. *Уравнения движения энергии в телах (1874). Избранные сочинения.* Гостехиздат, М., 1950.
- [2] Сивухин Д.В. *Термодинамика и молекулярная физика.* 1975.
- [3] Фейнман Р. *Лекции по физике. Т.6, Электродинамика.* Мир, М., 1965.
- [4] Дж. Пойнтинг. *Давление света.* УРСС, М.
- [5] J.H. Poynting. On the transfer of energy in the electromagnetic field. Part II. *Trans. of Roy. Soc.*, page 343, 1884.
- [6] О.Б. Брон. *Поток электромагнитного поля.* ЦБТИ, М., 1958.
- [7] И.Е. Тамм. *Основы теории электричества.* Гостехиздат, М., 1946.
- [8] М.Абрагам, Р.Беккер. *Теория электричества. Т.1.* 1936.
- [9] М. Планк. *Электричество и магнетизм.* Гостехиздат, М., 1934.
- [10] G.M. Graham, D.G. Lahoz. Observation of static electromagnetic angular momentum in vacuo. *Nature*, 285:154–155, 1980.
- [11] Смирнов А.Ю. Генератор Тамма-Смирнова. *ЖФНН*, 4(12-13):158–161, 2016.
- [12] Кернбах С., Кернбах А., Русанов А., Волков И. Анализ детектора Охатрина и малого генератора Акимова. *ЖФНН*, 3(9):70–89, 2015.
- [13] Кернбах С. Тесты генератора "слабого излучения" на основе вектора Пойнтинга. *ЖФНН*, 6(19-20):78–97, 2018.
- [14] Мельник И.А. Экспериментальное обнаружение сохранения непюассоновского статистического распределения излучения после отключения источника возмущения. *Изв. ВУЗов. Физика*, (2):15–18, 2004.
- [15] Панчелюга В.А., Панчелюга М.С. Локальный фрактальный анализ шумоподобных временных рядов методом всех сочетаний в диапазоне периодов 1-115 мин. *Биофизика*, 60(2):395–410, 2015.
- [16] Панчелюга В.А., Панчелюга М.С. Некоторые предварительные результаты локального фрактального анализа шумоподобных временных рядов методом всех сочетаний. *Гиперкомплексные числа в геометрии и физике*, 11(1):134–156, 2014.
- [17] Мельник И.А. Экспериментальные исследования влияния вращающейся жидкости на интенсивность излучения радиоактивного изотопа. *Изв. ВУЗов. Физика*, (10):56–59, 2003.
- [18] Мельник И.А. Экспериментальное обнаружение воздействия вращающейся на статистическое распределение аппаратного спектра гамма-излучения изотопов. *Изв. ВУЗов. Физика*, (5):19–26, 2004.
- [19] В.А. Панчелюга, С.Э. Шноль. Экспериментальное исследование влияния гравитационно-волнового воздействия на форму функций распределения скорости α -распада // VI Международная крымская конференция «Космос и биосфера». Тезисы докладов. Партенит, Крым, Украина, 26 сентября – 1 октября, 2005 г., с. 50-51.
- [20] Панчелюга В.А., Шноль С.Э. Экспериментальное исследование влияния быстро вращающегося массивного тела на форму функций распределения амплитуд флуктуаций скорости α -распада. *Гиперкомплексные числа в геометрии и физике*, 3(1):102–115, 2006.
- [21] М.Е. Диатроптов, Д.В. Колоколов, В.А. Панчелюга. Влияние П-излучения на радиоактивный распад и биологические системы. Результаты некоторых поисковых экспериментов. // Материалы XV Международной конференции «Финслеровы обобщения теории относительности» (FERT-2019) / Ред.: Павлов Д.Г., Панчелюга В.А. — Москва, 11-й формат, 2019 - с.48-56.