

ЭФФЕКТЫ, СВЯЗАННЫЕ С ВРАЩЕНИЕМ

DOI: 10.22363/2224-7580-2020-4-72-88

ВЛИЯНИЕ П-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ НЕКОТОРЫХ ПОИСКОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В.А. Панчелюга^{1,*}, М.Е. Диатроптов², Д.В. Колоколов³

¹ *Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН
Российская Федерация, 142290, Московская обл., Пущино,
ул. Институтская, д. 3*

² *ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН»
Российская Федерация, 119071, г. Москва, Ленинский проспект, 33*

³ *Белгородская исследовательская группа
Российская Федерация, Белгород*

Аннотация. В работе представлены поисковые исследования зависимости параметров скорости физических (альфа-распад изотопа Рn-239), химических (флуктуации в водной ячейке) и биологических (самцы крыс линии Вистар) систем от направления вращения вектора Пойнтинга. Получено, что в случае вращения вектора Пойнтинга по часовой стрелке наблюдается увеличение скорости радиоактивного распада примерно на 2 % в сравнении со случаем без воздействия. Также наблюдается воздействие на параметры флуктуаций в водной ячейке. При вращении против часовой стрелки такого изменения не наблюдается. В случае биологических систем также выявлены реакции, зависящие от направления вращения вектора Пойнтинга.

Ключевые слова: вектор Пойнтинга, флуктуации, радиоактивный распад, биологическая активность, лабораторные животные, эффект последействия

Введение

Общее представление о потоке энергии в пространстве впервые было введено Н.А. Умовым в 1874 году [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

* E-mail: victor.panchelyuga@gmail.com

упругих сред и вязких жидкостей. В 1884 году идеи Умова были разработаны Д.Г. Пойнтингом (John Henry Poynting) применительно к электромагнитной энергии [3–5]. 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 определяется 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. Так как 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 [6–9]. Речь идет о цилиндрическом конденсаторе, между 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, то есть линии потока энергии, представляют собой концентрические окружности, плоскости которых перпендикулярны оси конденсатора. ... Таким образом, мы приходим к представлению о непрерывной циркуляции энергии по замкнутым путям в *статическом* электромагнитном поле. Это представление не приводит к каким-либо следствиям, могущим быть непосредственно проверенным на опыте, а потому лишено физического смысла».

В то же время для рассматриваемой задачи (см. 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 отмечает следующее: «Примем, однако, во внимание, что плотность электромагнитного количества движения пропорциональна вектору Пойнтинга. Утверждение, что в рассматриваемом статическом поле локализовано определенное количество движения... является содержательным высказыванием и приводит к следствиям, доступным (по крайней мере принципиально) опытной проверке» [7].

Таким образом, 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 (см. рис. 1) на некоторый угол (данный эффект был обнаружен в [10]). Возможно и другое проявление – дистантное действие на некоторую тест-систему. Далее приводится описание экспериментов, в которых такое дистантное действие было предположительно обнаружено. Так как ожидаемые феномены связаны с вращением вектора \vec{P} , предполагаемое излучение в дальнейшем будем называть P -излучением.

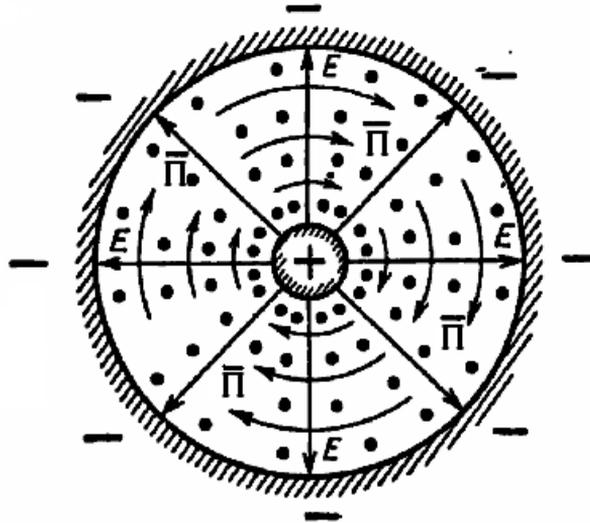


Рис. 1. Конфигурация электрического (показано стрелками) и магнитного (показано точками – направление вверх от плоскости рисунка) полей, приводящая к циркуляции вектора Пойнтинга по часовой стрелке

1. Экспериментальная установка для исследований флуктуаций скорости альфа-распада

В качестве тест-системы для выявления возможного действия P -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 светонепроницаемом электромагнитном экране, выполненном из латуни.

На рис. 2, б, показан блок детекторов альфа-распада со снятой верхней крышкой. Серый пластиковый цилиндр размещен на латунном экране. Этот цилиндр показывает область, над которой был расположен P -излучатель, показанный на рис. 2, а.

Для создания системы, формально реализующей конфигурацию полей, аналогичную показанной на рис. 1, использовалось устройство (P -излучатель), состоящее из кольцевого постоянного магнита, помещенного между обкладками цилиндрического конденсатора. Данное устройство показано на рис. 2, а, где оно помещено на изолирующей прокладке (белый картонный лист) на верхней крышке блока детекторов альфа-распада. В общих чертах P -излучатель аналогичен излучателю, который традиционно используется в так называемом малом генераторе Акимова или генераторе Тамма [11–13]

с тем отличием, что в нем отсутствуют обычно используемые конусы различной конструкции.

Формы напряжений, подаваемых на П-излучатель, показаны на рис. 3. Данный рисунок демонстрирует напряжение, соответствующее вращению против часовой стрелки (рис. 3, а) и вращению по часовой стрелке (рис. 3, б). Показанные на рис. 3 напряжения были измерены с помощью запоминающего цифрового осциллографа LeCroy WaveJet 322. Как следует из графика рис. 3, частота повторения импульсов равна 13 кГц. При этом форма используемых напряжений далека от гармоничной, 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 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.



Рис. 2. Блок детекторов альфа-распада и расположение П-излучателя (а); блок детекторов альфа-распада со снятой верхней крышкой (б)

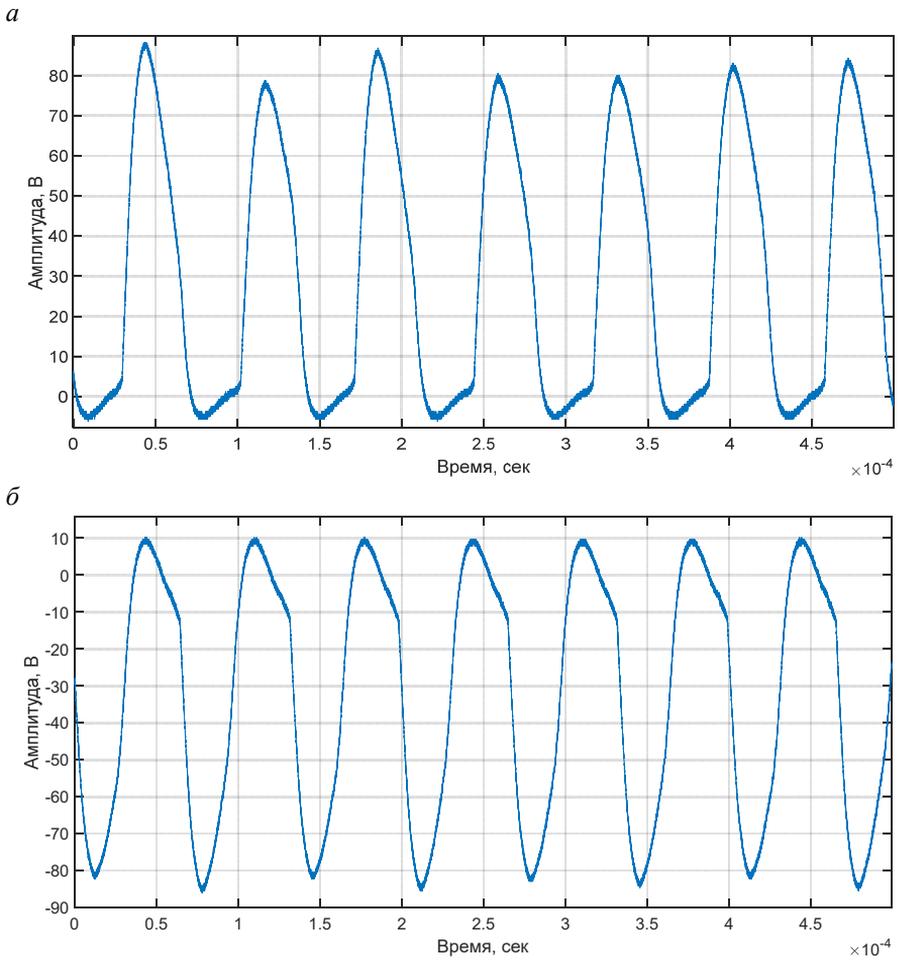


Рис. 3. Форма напряжения, подаваемого на П-излучатель при вращении вектора $\vec{\Pi}$ против часовой стрелки (а) и по часовой стрелке (б)

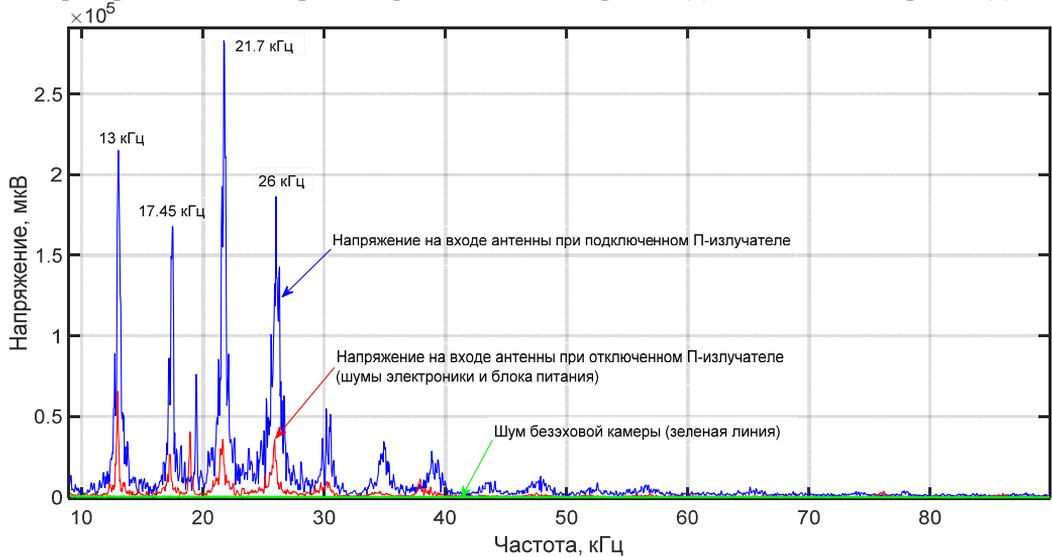


Рис. 4. Спектры электромагнитных полей П-генератора, регистрируемые в беззубой камере

Синей линией на рис. 4 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, 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. Так как 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 \vec{P} , мы будем полагать, что такая реакция обусловлена электромагнитной наводкой.

2. 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. 5.

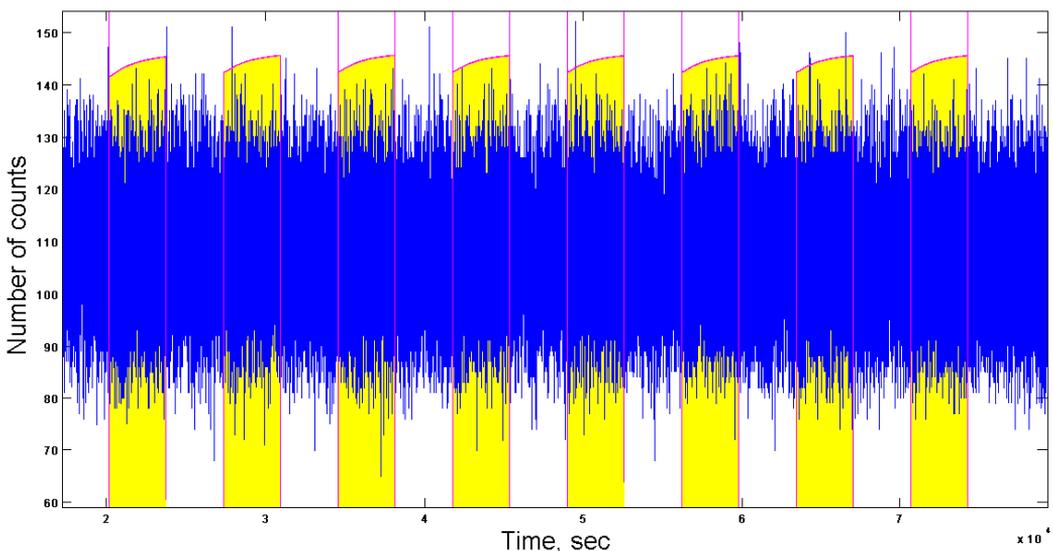


Рис. 5. Моменты включения П-генератора (желтые столбцы) и флуктуации скорости альфа-распада (показаны синим)

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 с.

Отрезки временного ряда, соответствующие моментам включения (восемь отрезков, соответствующих желтым столбцам на рис. 5, суммарно 28 000 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.

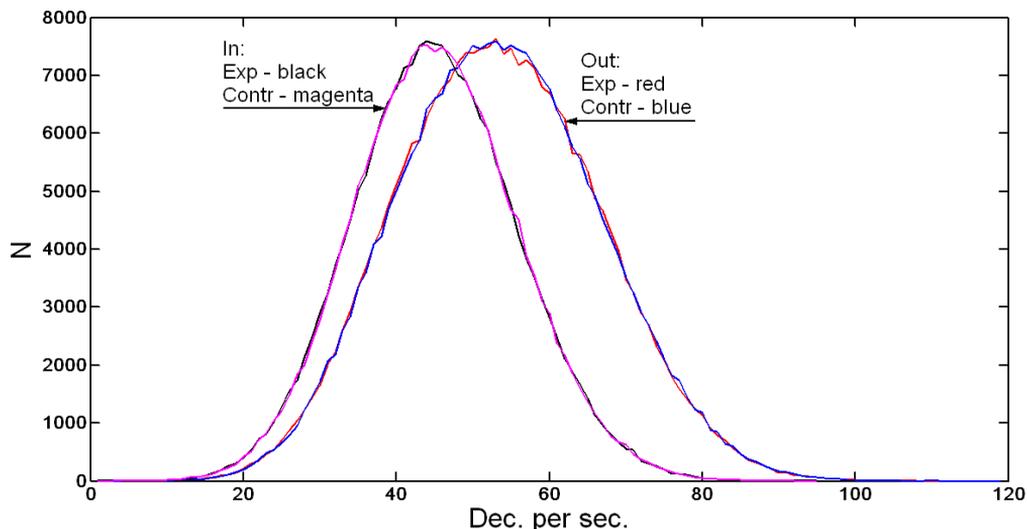


Рис. 6. Результирующие распределения, полученные для двух направлений (условно обозначены как In – против часовой стрелки и Out – по часовой стрелке) вращения вектора Пойнтинга. Контрольные и опытные распределения для одного направления вращения вектора Пойнтинга с высокой точностью совпадают

На рис. 6 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. 6, может быть связано с некоторым неустановленным внешним фактором, например, геофизического происхождения, который

имел место для серии Out-экспериментов (см. рис. 6), которая выполнялась после серии In-экспериментов (см. рис. 6). Вторая причина состоит в том, что такое влияние есть, но при этом действие П-излучателя сохраняется некоторое время (не менее часа) после его выключения.

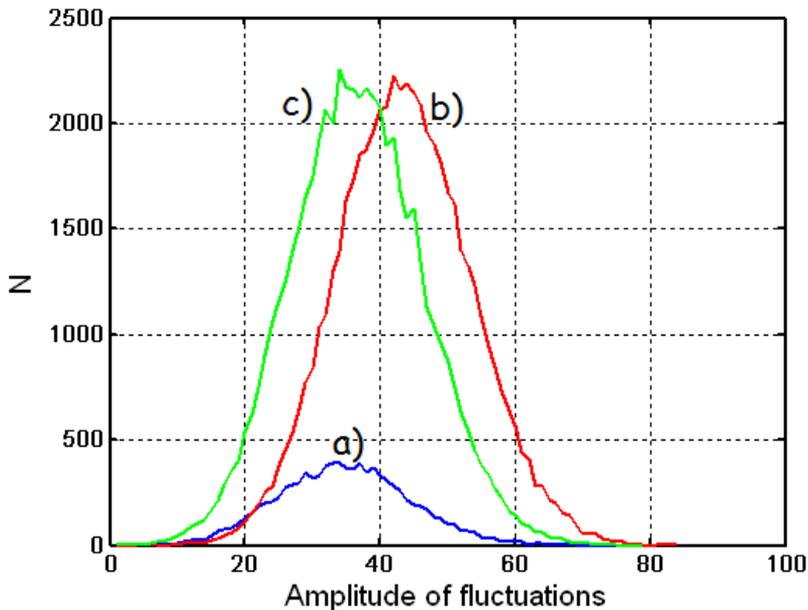


Рис. 7. Распределения амплитуд флуктуаций для различных участков временного ряда флуктуаций скорости альфа-распада в эксперименте № 16:

a – начальный участок до момента включения П-излучателя; *b* – отрезки «опыт-контроль» от момента первого включения до момента последнего выключения; *c* – участок временного ряда, равный по длительности участку, использованному для построения распределения *b*, но отстоящий от момента последнего воздействия на 38 часов

Для выяснения того, какая из двух причин привела к расхождению распределений (см. рис. 6), была проанализирована запись в эксперименте № 16, в которой имелся участок продолжительностью несколько суток, следующий за последним выключением П-генератора. Для этого эксперимента геофизические условия можно считать одинаковыми. На рис. 7 приведены распределения, построенные для трех участков временного ряда, полученного в эксперименте № 16. В первом столбце табл. 1 даны координаты участков, использованные для построения распределений, представленных на рис. 7.

Линией *a* на рис. 7 показан начальный участок временного ряда до момента включения П-излучателя. Так как для построения распределения *a* использовался отрезок, который был в 5,8 раза короче отрезков, использованных для построения *b* и *c* распределений, то его высота соответственно меньше. Среднее μ и среднеквадратичное отклонение σ для данного распределения приведены в первой строке табл. 1. Линией *b* на рис. 7 показано распределение, построенное для участка временного ряда от момента первого включения П-излучателя до его последнего отключения. То есть данное распределение соответствует П-воздействию. Линией *c* показан участок временного ряда, равный по длине участку, использованному для построения

распределения b , но отстоящий от момента последнего воздействия на 38 часов.

Таблица 1

Параметры временных рядов, которым соответствуют распределения, показанные на рис. 7

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

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

$$\sigma' = \sqrt{\mu} . \quad (2)$$

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

Используя данные табл. 1, можно оценить относительное изменение среднего $\Delta\mu$ для участков « a » и « c »: $\Delta\mu(|a-c|) = 0,12 \approx 0,1 \%$. То же изменение для участков « b » и « c » равно: $\Delta\mu(|b-c|) = 1,97 \approx 2 \%$. Такое же, по порядку величины, изменение равно для участков « a » и « b »: $\Delta\mu(|a-b|) = 1,81 \approx 2 \%$. То есть относительные изменения среднего для участков с воздействием П-излучения и без такового отличаются примерно в 20 раз. Таким образом, согласно данным эксперимента № 16 воздействие П-излучения в ОУТ-режиме на изотоп ^{239}Pu ведет к увеличению скорости радиоактивного распада на 2 %.

Исходя из результатов, представленных на рис. 7, можно предварительно заключить, что результат, приведенный на рис. 6, обусловлен действием П-излучения, а не геофизическими причинами. Также хотелось бы отметить, что влияние П-генератора, демонстрируемое на рис. 6 и 7, 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.

3. Влияние П-излучения на флуктуации напряжения на электродах водной ячейки

Эффект последействия, обнаруженный в ходе исследования влияния П-генератора на флуктуации скорости альфа-распада, был обнаружен также

при исследовании влияния данного генератора на флуктуации напряжения на выводах водной ячейки.

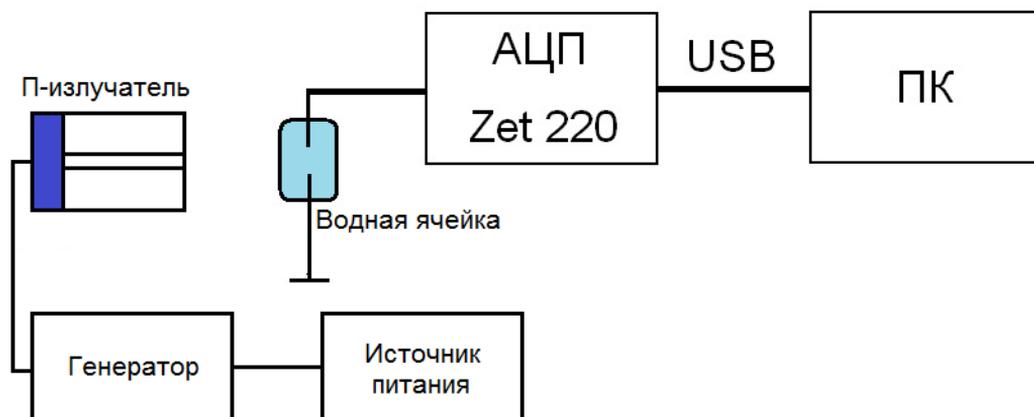


Рис. 8. Схема эксперимента по исследованию влияния П-излучения на флуктуации напряжения на электродах водной ячейки

На рис. 8 представлена схема эксперимента по изучению влияния П-излучения на флуктуации в водной ячейке. Ячейка подключалась ко входу 24-битного АЦП Zet 220 (производитель ZetLab). Данные о величине измеренного напряжения передавались в компьютер (ПК) для хранения и дальнейшей обработки. П-излучатель находился на расстоянии 15–20 см от водной ячейки. В части экспериментов водная ячейка помещалась в медный экран.

Тестовые измерения показали, что собственные шумы АЦП как минимум на порядок меньше шумов на электродах водной ячейки.

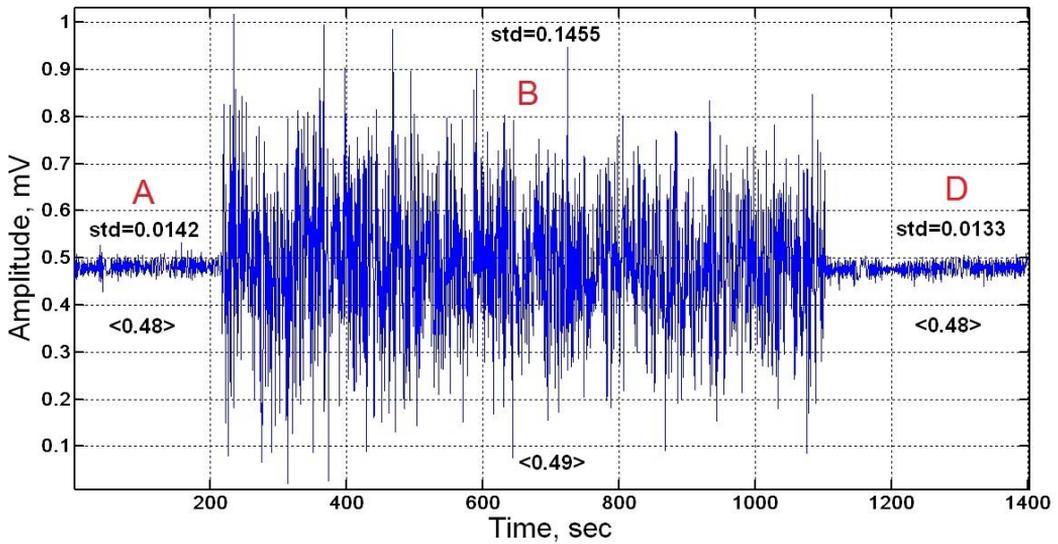
Типичные временные ряды шумов водной ячейки, содержащие участок, предшествующий моменту П-воздействия (*A*), соответствующий моменту П-воздействия (*B*), и участок (*D*), следующий за (*B*), когда генератор и источник питания (рис. 8) обесточены, приведены на рис. 9. Цифры на графике показывают величину среднего для соответствующего участка, а также соответствующую величину среднеквадратичного отклонения.

В случае (рис. 9, *a*), соответствующего вращению вектора Пойнтинга против часовой стрелки (IN), средние величины для всех участков приблизительно одинаковы, так же как и среднеквадратичное отклонение для участков *A* и *D*. Среднеквадратичное отклонение для участка *B* примерно на порядок превышает таковое для *A* и *D*, что связано, в первую очередь, с электромагнитной наводкой от работающего П-излучателя.

Временной ряд, показанный на рис. 9, *б*, соответствует вращению вектора Пойнтинга по часовой стрелке (OUT) и кроме уже рассмотренных участков *A*, *B* и *D* содержит участок *C*, который следует сразу за участком *B*, то есть непосредственно после П-воздействия, но в момент, когда аппаратура П-генератора полностью обесточена. Несмотря на отсутствие какого-либо воздействия, отсутствие электрической наводки от работающего П-излучателя, участок *C* характеризуется пониженным (почти в два раза) уровнем фоновых флуктуаций. То есть в данном случае, так же как и в рассмотренном

выше эксперименте по воздействию П-излучения на флуктуации скорости альфа-распада, наблюдается последствие.

a



b

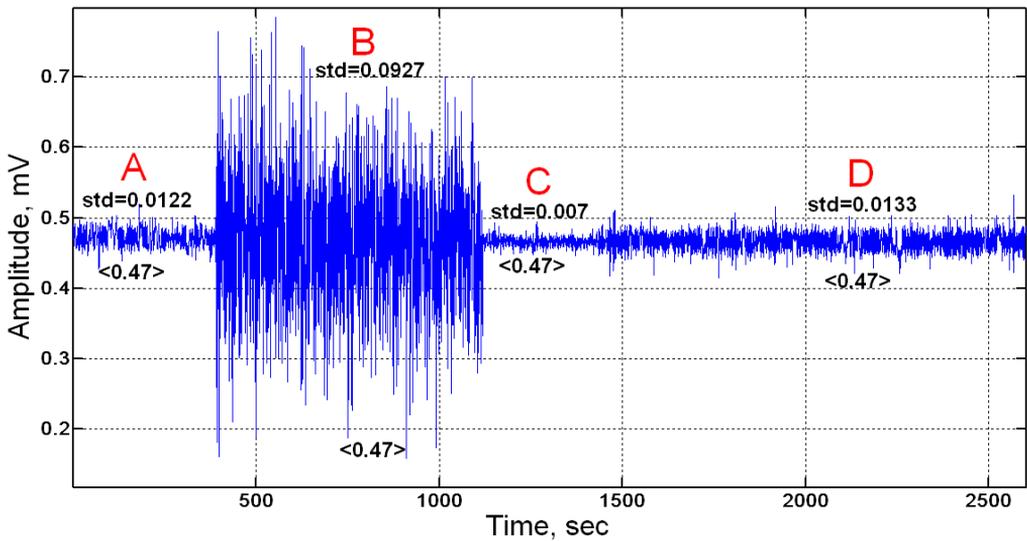


Рис. 9. Влияние П-генератора на флуктуации напряжения на выводах водной ячейки: *a* – соответствует IN-режиму на рис. 1; *b* – OUT-режиму

Хотелось бы особо подчеркнуть характер наблюдаемого последствия. В случае, представленном на рис. 9, *b*, наблюдается уменьшение амплитуды фоновых флуктуаций, что нельзя объяснить, например, некоторой неучтенной наводкой, которая всегда будет приводить к увеличению амплитуды флуктуаций. В то же время наблюдаемый эффект не может быть объяснен воздействием на регистрирующую аппаратуру электрической наводки (участок *B*), которое, например, могло бы приводить к уменьшению

на некоторое время, коэффициента усиления входных каскадов АЦП, так как в этом случае аналогичный эффект должен наблюдаться также и на рис. 9, а, чего не происходит.

Также обращает на себя внимание тот факт, что эффект последствия наблюдается для одного и того же направления вращения вектора Пойнтинга, как в случае с процессом радиоактивного распада, так и в случае с флуктуациями в водной ячейке.

4. Влияние П-излучения на параметры биологических систем

Исследование проводилось на половозрелых самцах крыс Вистар ($n = 24$), которые были разделены на три экспериментальные группы по 8 животных в каждой: контрольная, облучение П-излучением положительной полярности (OUT, по часовой стрелке), облучение П-излучением отрицательной полярности (IN, против часовой стрелки). Экспонирование экспериментальных животных было индивидуальным и проводилось в разные дни. Каждое животное было облучено однократно. Продолжительность воздействия была 50 мин, расстояние от источника до края клетки составляло 10 см, а до крысы колебалось от 10 до 35 см в зависимости от ее местоположения в клетке. Экспонирование проводили в неактивную фазу циркадианного биоритма за 6–8 ч до предполагаемого начала активности животного.

Двигательную активность крыс оценивали в условных единицах, по относительному количеству пикселей, изменивших свою интенсивность в окне наблюдений за 1 мин. Условия постоянного освещения характеризовались интенсивностью на уровне клеток около 8000 лк от источника цветовой температуры 4000 К. Для определения процентного содержания гранулоцитов периферической крови мазки крови окрашивали по Романовскому–Гимзе и подсчитывали число гранулоцитов на 200 лейкоцитарных клеток. Концентрацию глюкозы в капле крови из кончика хвоста крысы определяли на портативном глюкометре «Accu-ChekPerforma».

Во всех экспериментальных воздействиях П-излучения положительной полярности в большей или меньшей степени наблюдалось увеличение двигательной активности животных, которое составляло 19 % (рис. 10). Следует отметить, что в период самого воздействия активность крыс не увеличивается, а различие с контрольной группой выявляется через несколько часов, что указывает на вовлеченность гормональной регуляции в ответ на данное воздействие. Воздействие П-излучения отрицательной полярности статистически значимо не изменяло суточную локомоторную активность крыс (см. рис. 10).

В условиях постоянного освещения у всех животных и человека сохраняется околосуточный биоритм основных физиологических функций, что обеспечивает нормальное функционирование организма. В норме у самцов крыс Вистар в условиях постоянного освещения период свободнотекущего циркадианного биоритма двигательной активности составлял 1502 (1488; 1508) мин, то есть разница между свободнотекущим ритмом животного

и суточным периодом (1440 мин) составляла 62 (48; 68) мин. Воздействие П-излучения положительной полярности удлиняло этот период до 124 (82; 151) мин, что статистически значимо различается с контрольной группой ($p = 0,028$). Тогда как П-излучение отрицательной полярности, напротив, сокращало период свободнотекущего циркадианного биоритма до 10,5 (3; 35) мин, что также имело значимые различия по сравнению с контрольными значениями ($p = 0,0001$). Таким образом, исследуемое воздействие влияет на период циркадианного ритма или, другими словами, на ход биологических часов (рис. 11).

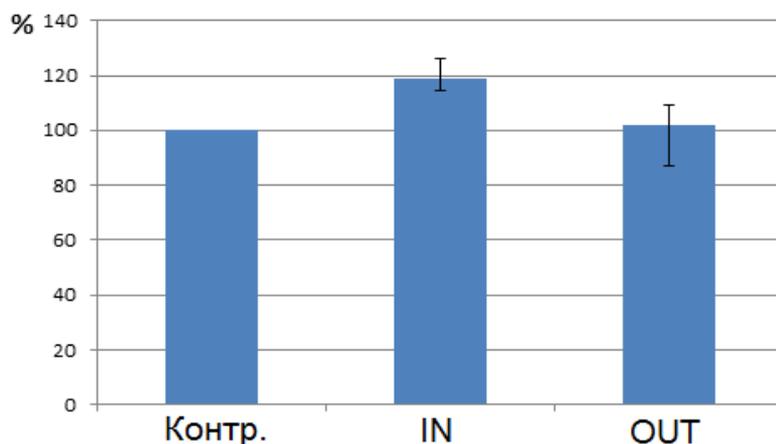


Рис. 10. Изменение суммарной суточной активности самцов крыс Вистар после воздействия П-излучения разной полярности. Всего было проведено по 16 облучений каждой полярности. Контрольными значениями являлся уровень двигательной активности в предыдущие сутки до воздействия

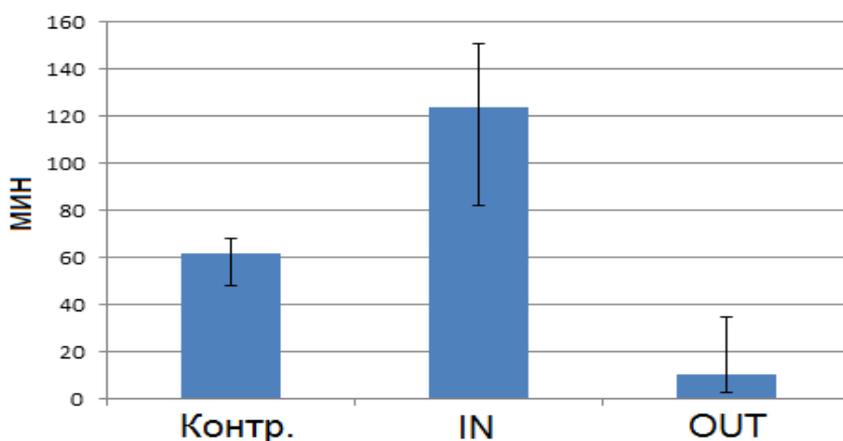


Рис. 11. Разница между периодом свободнотекущего циркадианного ритма и продолжительностью суток у самцов крыс Вистар в норме и после экспериментального воздействия П-излучения разной полярности

Исследование изменений показателей крови было проведено на других самцах крыс Вистар. В каждой группе насчитывалось 10 животных, облучение которых проводили вместе. Через сутки после воздействия П-излучения положительной полярности было установлено повышение процентного

содержания нейтрофилов, отражающее уровень стрессуемости экспериментального животного (рис. 12). Показатели опытной группы составили 47 (45; 60) %, а контрольной – 33 (28; 42) % и имели статистически значимое различие ($p = 0,005$).

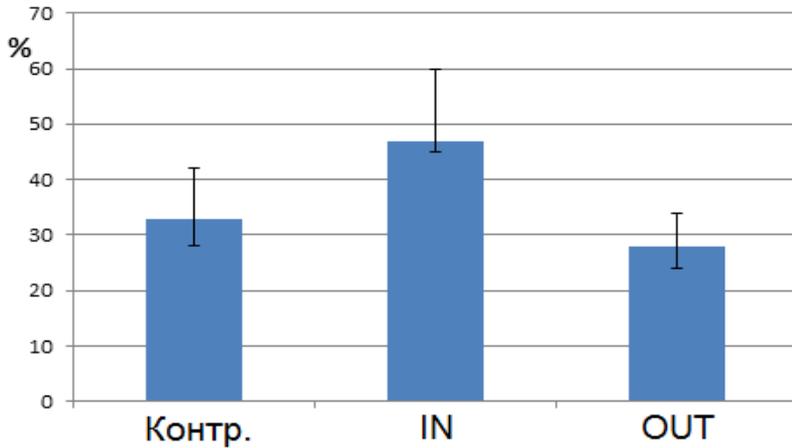


Рис. 12. Процентное содержание гранулоцитов в периферической крови через сутки после воздействия П-излучения разной полярности. В каждой группе по 10 животных. Данные представлены в виде медианы и интерквартильных размахов

Концентрация глюкозы в крови увеличивалась через сутки после воздействия П-излучения только отрицательной полярности и составила 7,2 (6,8; 7,4) ммоль/л, что статистически значимо различалось с показателями контрольной группы 6,3 (6,1; 6,5) ммоль/л, $p = 0,001$ (рис. 13).

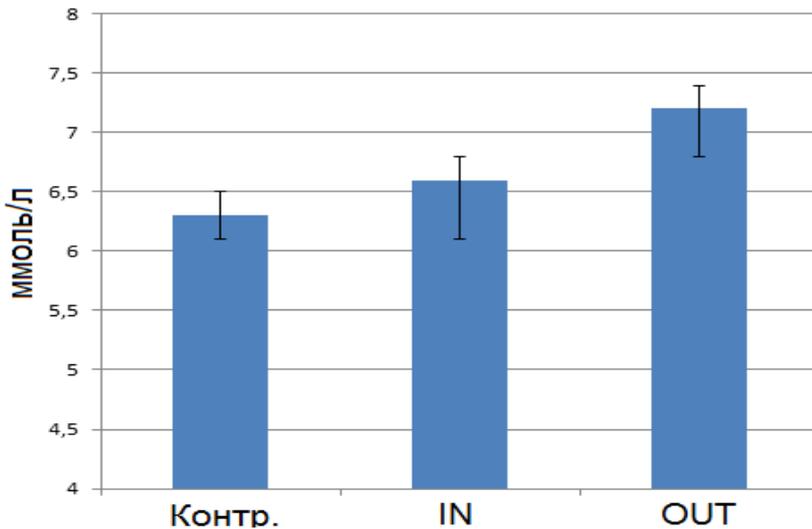


Рис. 13. Концентрация глюкозы (ммоль/л) в крови самцов крыс Вистар ($n = 10$ в каждой группе) через сутки после 50-минутного воздействия П-излучения разной полярности. Контрольную группу крыс ($n = 10$) на 50 мин помещали к отключенному от сети генератору

Таким образом, разная полярность воздействия влияет на разные биологические показатели. Воздействие отрицательной полярности увеличивает двигательную активность, удлиняет период свободнотекущего циркадианного ритма и вызывает увеличение численности гранулоцитов в периферической крови. Воздействие положительной полярности не влияет на уровень двигательной активности и процент гранулоцитов периферической крови, но, напротив, укорачивает период свободнотекущего циркадианного ритма и вызывает повышение концентрации глюкозы в крови. Следовательно, можно заключить, что П-излучение отрицательной полярности оказывает стрессирующее воздействие на крыс, тогда как излучение положительной полярности такого действия не имеет.

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. Вместе с тем в ряде работ показано, что специальные режимы вращения массивного тела оказывают влияние на регистрируемые параметры радиоактивного распада [17–20]. 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.

В отличие от работ [17–20] в настоящем исследовании действующим фактором является не вращение массы, а вращение вектора Пойнтинга. Это позволяет выдвинуть гипотезу, что вращение, возможно, 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 последействия или «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”» Евгения Владимировича Махнева за финансовую поддержку части представленных в настоящей публикации работ.

Литература

1. Умов Н.А. Уравнения движения энергии в телах (1874) // Избранные сочинения. М.: Гостехиздат, 1950.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: в 5 т. Т. II: Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 1975.
3. Фейнман Р. Лекции по физике. Т. 6: Электродинамика. М.: Мир, 1965. 340 с.
4. Пойнтинг Дж. Давление света. Одесса, 1912. 128 с.
5. Royniting J.H. On the transfer of energy in the electromagnetic field // Trans. of Roy. Soc. Part II. 1884. P. 343.
6. Брон О.Б. Поток электромагнитного поля. М.: ЦБТИ, 1958.
7. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Гостехиздат, 1946.
8. Абрагам М., Беккер Р. Теория электричества. Т. 1: Введение в теорию электричества Максвелла. Л.-М.: ОНТИ, 1936.
9. Планк М. Электричество и магнетизм. М.: Гостехиздат, 1934.
10. Graham G.M., Lahoz D.G. Observation of static electromagnetic angular momentum in vacuo // Nature. 1980. 285. P. 154–155.
11. Смирнов А.Ю. Генератор Тамма–Смирнова // Журнал формирующихся направлений науки. 2016. № 12–13 (4). С. 158–161.
12. Кернбах С., Кернбах А., Русанов А., Волков И. Анализ детектора Охатрина и малого генератора Акимова // Журнал формирующихся направлений науки. 2015. № 9 (3). С. 70–89.
13. Кернбах С. Тесты генератора «слабого излучения» на основе вектора Пойнтинга // Журнал формирующихся направлений науки. 2018. № 19–20 (6). С. 78–97.
14. Мельник И.А. Экспериментальное обнаружение сохранения непуассоновского статистического распределения излучения после отключения источника возмущения // Изв. ВУЗов. Физика. 2004. № 2. С. 15–18.
15. Панчелюга В.А., Панчелюга М.С. Локальный фрактальный анализ шумоподобных временных рядов методом всех сочетаний в диапазоне периодов 1–115 мин // Биофизика. 2015. Т. 60. Вып. 2. С. 395–410.
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. 2014. Т. 11. Вып. 1. № 21. С. 134–156.
17. Мельник И.А. Экспериментальные исследования влияния вращающейся жидкости на интенсивность излучения радиоактивного изотопа // Изв. ВУЗов. Физика. 2003. № 10. С. 56–59.
18. Мельник И.А. Экспериментальное обнаружение воздействия вращения на статистическое распределение аппаратурного спектра гамма-излучения изотопов // Изв. ВУЗов. Физика. 2004. № 5. С. 19–26.
19. Панчелюга В.А., Шноль С.Э. 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. 2006. 1 (5). Vol. 3. С. 102–115.

**INFLUENCE OF P-RADIATION ON PHYSICAL, CHEMICAL
AND BIOLOGICAL SYSTEMS.
RESULTS OF SOME SEARCH EXPERIMENTS**

V.A. Panchelyuga^{1,*}, M.E. Diatropov², D.V. Kolokolov³

¹ Institute of Theoretical and Experimental Biophysics

3 Institutskaya St., Pushchino, Moscow Region, 142290, Russian Federation

² Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences

33 Leninsky Prospekt, Moscow, 119071, Russian Federation

³ Belgorod Research Group

Belgorod, Russian Federation

Abstract. The paper presents search experiments of the dependence of the parameters of physical (alpha decay of the Pu-239 isotope), chemical (fluctuations in a water cell) and biological (male Wistar rats) systems on the direction of rotation of the Poynting vector. It was found that in the case of clockwise rotation of the Poynting vector, an increase in the rate of radioactive decay by about 2 % is observed in comparison with the case without exposure. There is also an effect on the parameters of fluctuations in the water cell. When rotated counterclockwise, no such change is observed. In the case of biological systems, reactions that depend on the direction of rotation of the Poynting vector are also observed.

Keywords: poynting vector, fluctuations, radioactive decay, biological activity, laboratory animals, after effect.

* E-mail: victor.panchelyuga@gmail.com