

# Попытка измерения нейтронного фона и исследования эффекта самозаряда конденсаторов

И. Мисюченко

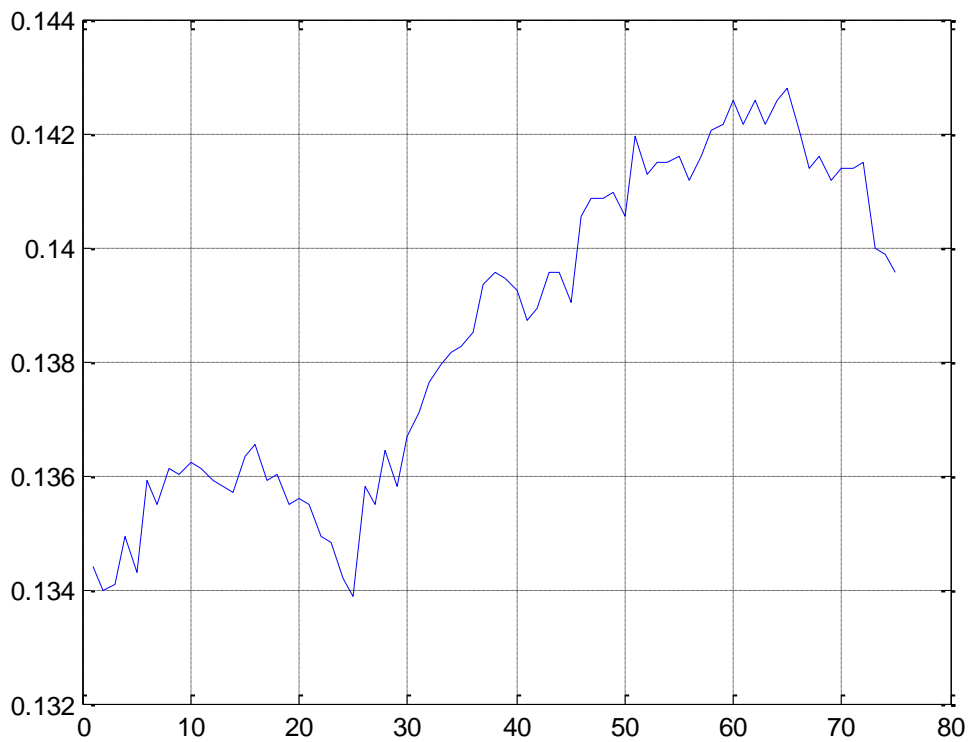
СПб 04.07.2015

## Постановка задачи и эксперимент

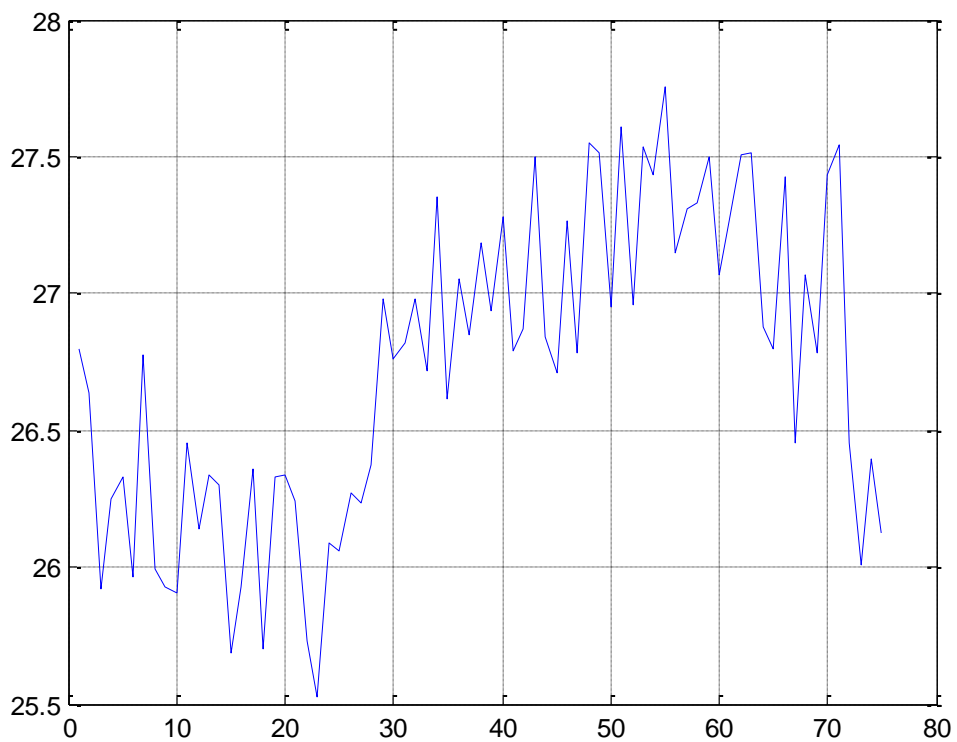
Известен эффект самозаряда конденсаторов [1,2,3], особенно выраженный для электролитических конденсаторов большой емкости. Эффект чаще всего связывается с электрохимическими явлениями, поскольку в конденсаторе присутствует электролит и различные металлы (алюминий электродов, корпуса и материал подводящих контактов). Это превращает конденсатор в некоторое подобие гальванического элемента. Известно, что эффект самозаряда сильно зависит от температуры, поэтому большинство исследователей термостатируют тем или иным способом исследуемые конденсаторы. Мы не стали термостатировать их, но установили непосредственно на корпусе конденсатора достаточно точный (предварительно откалиброванный) датчик температуры TMP37G. Действительно, полностью разряженный конденсатор (10 000 мкФ x 16В) после длительной многочасовой разрядки коротким замыканием и установленный затем в схему продемонстрировал суточный самозаряд до напряжения порядка 140 мВ. Следует отметить, что конденсатор был нагружен непосредственно входом АЦП контроллера на базе ATMEGA328P. По всей видимости эта нагрузка достаточно велика, поскольку в «свободном» состоянии этот же образец конденсатора заряжался до 2.08 вольта за несколько недель. Для проверки гипотезы о влиянии на самозаряд (помимо температуры) ещё и нейтронного фона, и радиоактивного гамма-фона были изготовлены и установлены соответствующие датчики фона. В качестве счётчика мелечных нейтронов был использован коронный счётчик нейтронов СНМ-14, а в качестве датчика радиоактивного гамма-фона использовался счётчик Гейгера-Мюллера СБМ-20-1. Контролировался также уровень радона по его ДПР (дочерним продуктам распада), хотя альфа- и бета-излучения наиболее характерные для ДПР не могут проникнуть через корпус прибора и конденсатора внутрь. Производился трёхсуточный мониторинг радиоактивного фона, радона, нейтронов, температуры конденсатора и напряжения самозаряда. Эксперимент проводился в железобетонном здании (15-ти этажный жилой дом) на 2-м этаже. Это практически исключает влияние мягкой компоненты космических лучей на результат, а жесткая компонента крайне мало меняется со временем [7,8]. Полученные графики приведены на рис 1-4.



Фотография экспериментальной установки



**Рис. 1.** Напряжение самозаряда конденсатора в вольтах на протяжении 75 часов



**Рис. 2.** Температура конденсатора за 75 часов в градусах Цельсия.

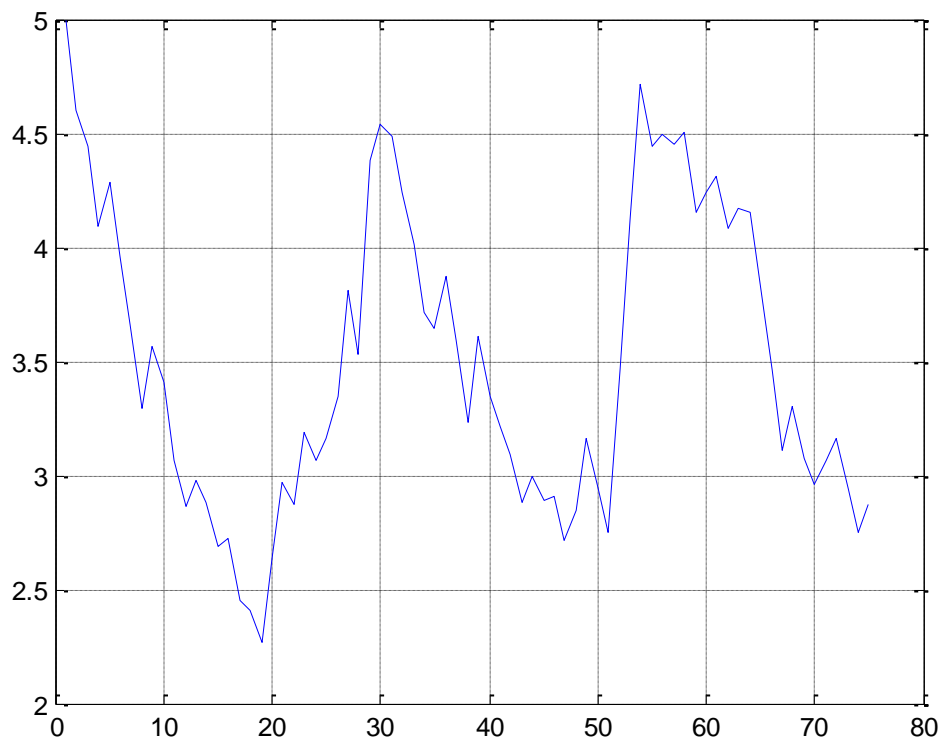


Рис. 3. Нейтронный фон (нейтронов в секунду / кв. метр) за 75 часов наблюдения.

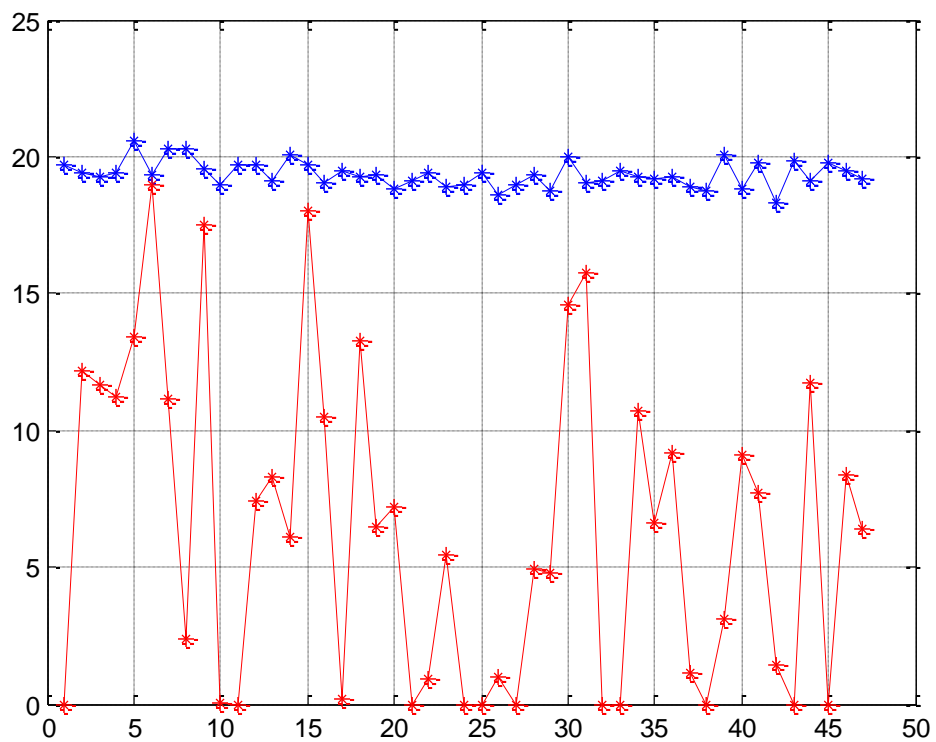
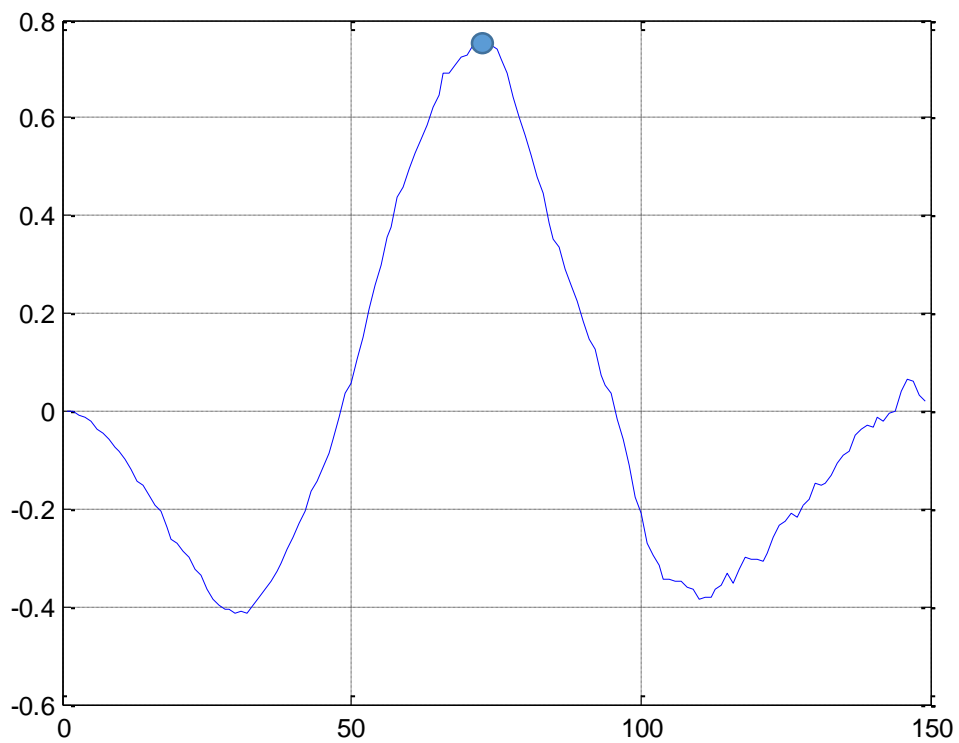


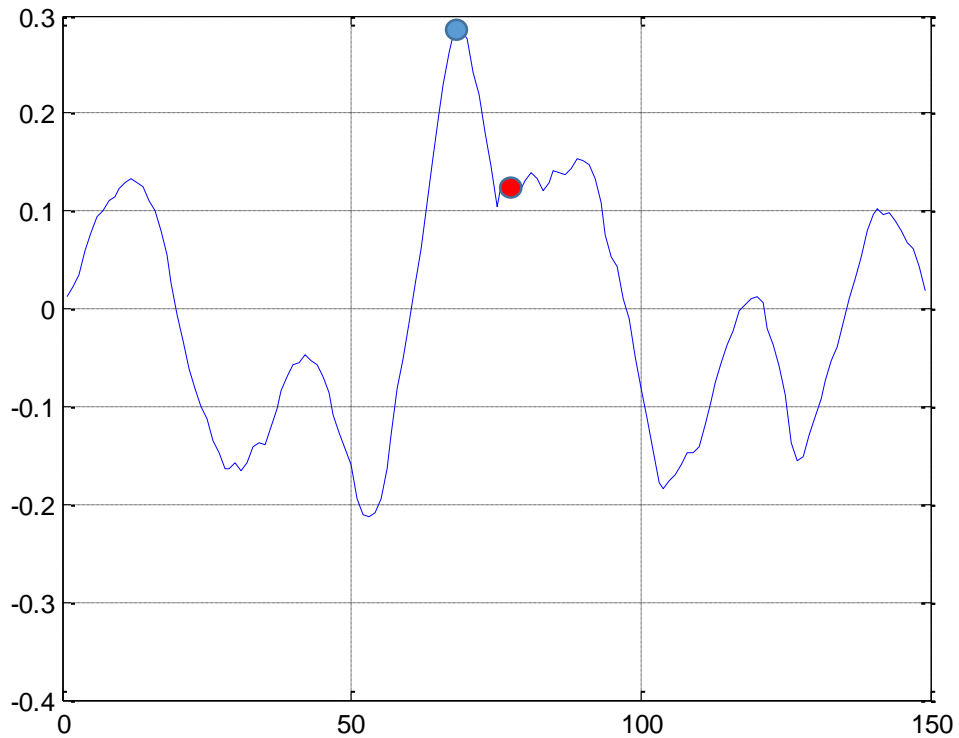
Рис. 4. Гамма-фон (мкР/час) и уровень радона (Бк/м³) в течение эксперимента

## Обработка результатов эксперимента.

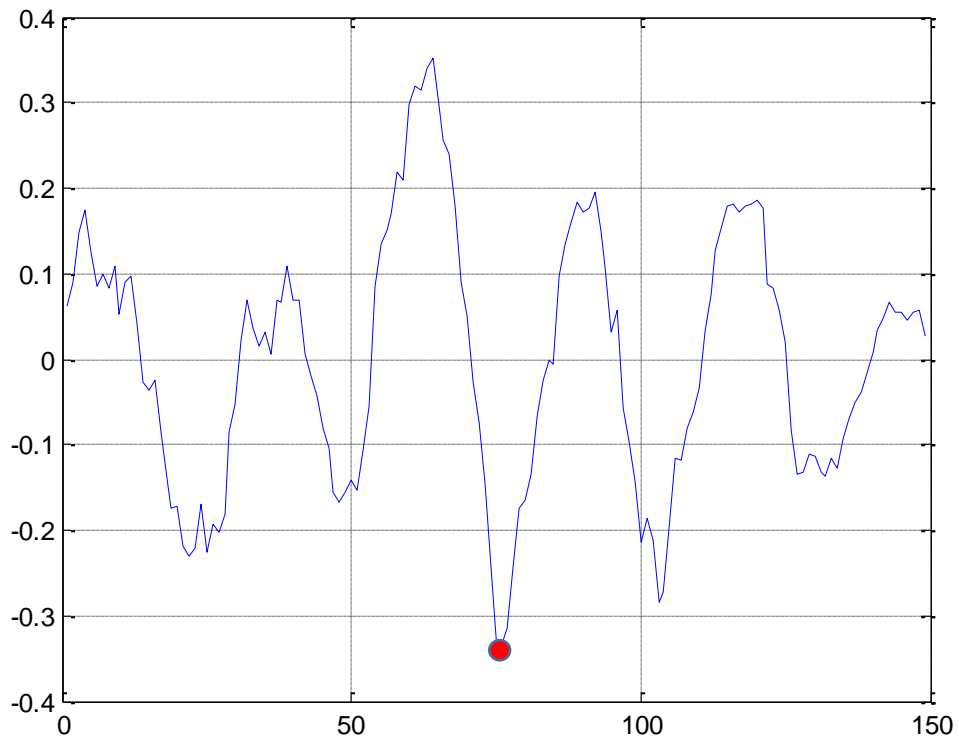
Для оценки степени зависимости эффекта самозаряда от температуры и нейтронного фона были построены соответствующие взаимно-корреляционные функции (рис. 6 и 7). Видно, что максимумы ВКФ не смещены относительно средней точки полной ВКФ, что свидетельствует о малом временном лаге корреляции между исследуемыми последовательностями. Коэффициент корреляции между температурой и напряжением самозаряда достигает величины почти 0.76, что является признаком сильной корреляционной связи. Следовательно, основным фактором, влияющим на флуктуации напряжения самозаряда конденсаторов, является температура. В то же время корреляция с нейтронным фоном достигает величины 0.29. Причём этот максимум появляется при отрицательном лаге. При нулевом же лаге величина корреляции всего 0.12. Это очень небольшая величина, однако после компенсации температурного хода коэффициент корреляции между нейтронным фоном и напряжением самозаряда увеличился до -0.35, т.е. примерно втрое при нулевом лаге. При этом корреляция отрицательная. Это позволяет предположить, что определённая, хотя и не слишком сильная связь между нейтронным фоном и напряжением самозаряда конденсатора всё-таки может иметь место. В таком случае увеличение фона тепловых нейтронов может снижать напряжение самозаряда. Качественно можно предположить, что в результате захвата медленных нейтронов в конденсаторе появляются осколки деления ядер и альфа-частицы, которые нарушают структуру оксидного слоя на алюминиевых электродах конденсатора, вызывая увеличение тока самозаряда (утечки). Это должно приводить к снижению уровня напряжения. Возможно, в местах повышенного нейтронного фона (например, Камчатка) этот фактор может быть сопоставим с температурным или же даже превышать его. То же самое может наблюдаться и в моменты нейтронных всплесков (коррелирующих, как показывают исследования с фазами Луны, солнечной активностью, сейсмоактивностью и погодными факторами). Поскольку в момент всплеска поток нейтронов может увеличиться в десятки, а то и сотни раз, то даже слабая связь напряжения самозаряда с обычным (низким) нейтронным фоном может оказаться весьма существенной. Для контроля обычного радиационного фона [9] были произведены его синхронные измерения с часовыми интервалами усреднения. Гамма-фон изменяется крайне мало, на несколько процентов, в отличие от нейтронного, который изменяется за сутки вдвое, что вполне соответствует литературным данным [4,5,6]. К тому же известно, что эффективность взаимодействия гамма-излучения с материалами конденсатора не превышает 1-2% [10]. Таким образом, влияние нормального гамма-фона на вариации напряжения самозаряда можно с высокой вероятностью исключить.



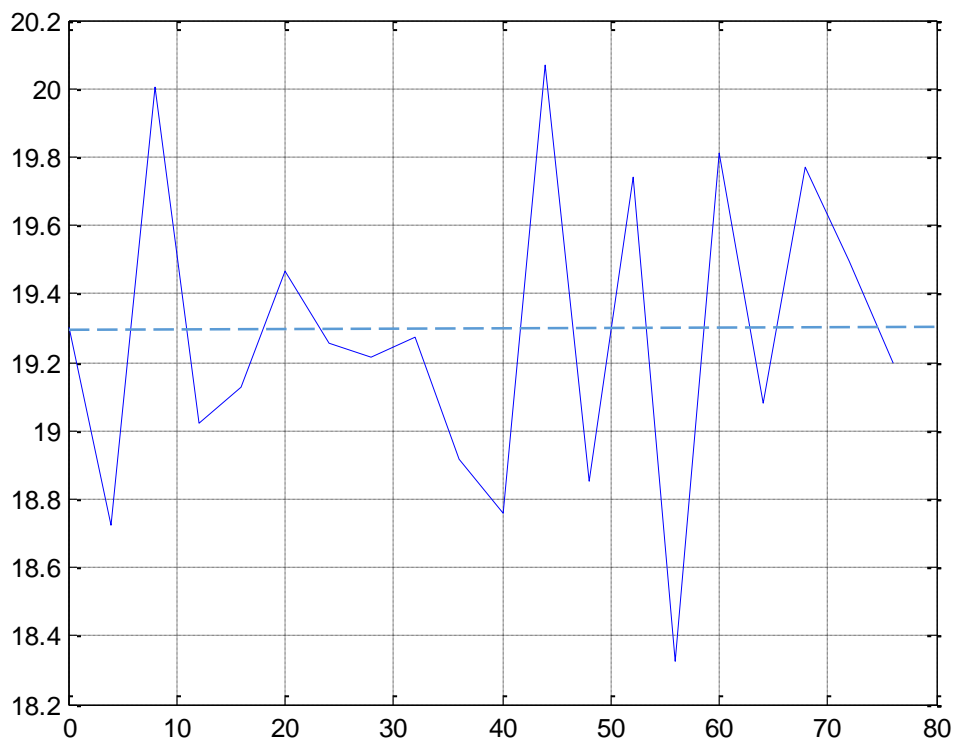
**Рис. 5.** ВКФ температуры и напряжения самозаряда конденсатора. Связь сильная.



**Рис. 6.** ВКФ нейтронного фона и напряжения самозаряда. Связь слабая.



**Рис. 7.** ВКФ нейтронного фона и напряжения самозаряда после удаления из него температурного тренда. Связь усилилась и стала «обратной», т.е. увеличение нейтронного фона вызывает уменьшение напряжения самозаряда.



**Рис. 8.** Уровень гамма-фона за время эксперимента в мкР/час

## Выводы

Проведенный эксперимент по синхронной регистрации вариаций напряжения самозаряда алюминиевого оксидного конденсатора, нейтронного фона, температуры и радиационного фона позволяет с известной долей осторожности выдвинуть гипотезу: *вариации напряжения самозаряда конденсатора связаны в первую очередь с температурой, а во вторую, возможно, с вариациями нейтронного фона тепловых и медленных нейтронов*. При термостатировании (или термокомпенсации) конденсатора влияние нейтронного фона может быть заметным. При нейтронных всплесках оно может оказаться определяющим. Поскольку всплески нейтронного фона имеют зависимость от фаз Луны, солнечной активности, сейсмоактивности и ряда других природных факторов [4,6], то возможно, именно этим объясняются замеченные многими исследователями этого явления скачки напряжения самозаряда в периоды новолуний, полнолуний, затмений, солнечных бурь и т.п. Влияние нормального гамма-фона и уровня радона в помещении не обнаружено, хотя, возможно, сильные превышения этих компонент фона могут оказывать определенное влияние. Таким образом, явление вариаций напряжения самозаряда конденсаторов вполне может быть объяснено без привлечения «торсионных полей», гравитационных волн и других гипотетических сущностей. Для подтверждения или опровержения высказанной гипотезы требуются более масштабные, длительные и, соответственно, дорогостоящие эксперименты.

## Литература

1. Детектор гравитационных волн. Л. Масленников. <http://permob.narod.ru/our06.htm>
2. Самозаряд конденсаторов Автор неизвестен. [https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CCMQFjACahUKEwiA3qz4-PbIAhXL\\_XIKHYJ-AjE&url=http%3A%2F%2Fwww.microsmart.eu%2Findex.php%3Faction%3Dattach%3Btopic%3D54.0%3Battach%3D534&usg=AFQjCNGuAzAN3vSMB43RjO5qnd8IuXP0Q&bvm=bv.106674449,d.bGQ](https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CCMQFjACahUKEwiA3qz4-PbIAhXL_XIKHYJ-AjE&url=http%3A%2F%2Fwww.microsmart.eu%2Findex.php%3Faction%3Dattach%3Btopic%3D54.0%3Battach%3D534&usg=AFQjCNGuAzAN3vSMB43RjO5qnd8IuXP0Q&bvm=bv.106674449,d.bGQ)
3. Найквистор. Ю. Е. Виноградов. [http://www.rusphysics.ru/files/Vinogradov%20\(2012\).pdf](http://www.rusphysics.ru/files/Vinogradov%20(2012).pdf)
4. РЕГИСТРАЦИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ НЕЙТРОННОГО ПОТОКА НА КАМЧАТКЕ В СВЯЗИ С ПРОГНОЗОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ Кузьмин Ю.Д. Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский, [http://malchish.org/lib/technics/kuzmin\\_neutron\\_flow.pdf](http://malchish.org/lib/technics/kuzmin_neutron_flow.pdf)
5. Потоки нейтронов вблизи земной поверхности Кужевский Б.М., Сигаева Е.А. [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:KblsAGmx0qYJ:www.kosmofizika.ru/model/kuzhevsky\\_3.11a.doc+&cd=15&hl=ru&ct=clnk&gl=ru](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:KblsAGmx0qYJ:www.kosmofizika.ru/model/kuzhevsky_3.11a.doc+&cd=15&hl=ru&ct=clnk&gl=ru)
6. А.В. СЫРОЕШКИН Н.В. ПЛОТНИКОВА В.Б. ЛАПШИН НЕЙТРОННОЕ ПОЛЕ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ И БИОСФЕРА [http://vestnik.geospace.ru/books/Earth\\_neutron\\_fileld.pdf](http://vestnik.geospace.ru/books/Earth_neutron_fileld.pdf)
7. Космическое излучение на уровне моря. Учебное пособие. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/p/pp268-285.pdf>
8. Т.А. Тулина. Космические лучи. СПбГУ методические материалы. <http://www.decoder.ru/media/file/0/1071.pdf>
9. Сулейманов Е.В. Коршунов А.О. РАДИОАКТИВНОСТЬ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ. РАДИАЦИОННЫЙ ФОН ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ. [http://www.unn.ru/chem/ism/files/Radioactivity\\_in\\_the\\_environment.pdf](http://www.unn.ru/chem/ism/files/Radioactivity_in_the_environment.pdf)

10. Проф. И.Н.Бекман ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА. Лекция 14. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ <http://profbeckman.narod.ru/YadFiz.files/L14.pdf>