

Детектирование сцинтиллятором холодных нейтронов, генерируемых в установке TNLT-L

Фёдор Сергеевич Зайцев¹, Сергей Михайлович Годин²

¹Специалист по физике термоядерной плазмы, теории эфира,
д.ф.-м.н., профессор, академик РАН, fszaitsev@gmail.com

²Специалист по экспериментальной физике и LENR,
инженер-физик, конструктор, sergeigodin@gmail.com

Научный семинар Климова - Зателепина
15 марта 2023

Главные цели доклада: обоснование генерации холодных и тепловых нейтронов в установках типа TNLT; обсуждение сложностей, не позволяющих применение обычной аппаратуры, в т.ч. из-за интенсивных помех большой амплитуды; описание предложенной методики; представление результатов измерений.

Содержание

1. Введение.
2. Сложности регистрации нейтронов в TNLT.
3. Измерительный комплекс РСУ-HANTEK-Pcount.
Характеристики. Отсеивание помех.
4. Требование к точности детектора для условий TNLT-L. Порог, превышение которого означает генерацию нейтронов.
5. Примеры детектирования холодных и тепловых нейтронов.
6. Сопоставление с данными других методик.
7. Заключение.

1. Введение

Доклад составлен по **новому** обзору «Ф.С. Зайцев, С.М. Годин. Детектирование сцинтиллятором холодных нейтронов, генерируемых в установке TNLT-L. 2023; 47 с., 19 рис., 23 ист.», который можно скачать **бесплатно** на странице <http://eth21.ru/LENR.html>. Новый материал более 90%.

Развитие тем, представленных в работах:

- [1] Ф.С. Зайцев. Низкоэнергетические ядерные реакции LENR и сопутствующие процессы в установке TNLT. 2022; 104 с., 26 рис., 69 ист.
- [2] Ф.С. Зайцев, С.М. Годин. Резонансы в эфире и их применение. Доклад на вебинаре № 18 сессии зима-весна 2022 научного семинара Климова-Зателепина 15.06.2022.
- [3] Ф.С. Зайцев, С.М. Годин. Эмиссия холодных нейтронов в установке TNLT. Доклад на вебинаре № 5 сессии осень-зима 2022 научного семинара Климова-Зателепина 28.12.2022.
- [4] В.Л. Бычков, Ф.С. Зайцев. Математическое моделирование электромагнитных и гравитационных явлений по методологии механики сплошной среды. – 2-е изд. – М.: МАКС Пресс, 2019, 640 с.
- [5] Ф.С. Зайцев, В.А. Чижов, В.Л. Бычков. Изучение физических механизмов низкотемпературной трансформации нуклидов. Доклад на научном семинаре в РУДН 27.12.2018.

Можно скачать **бесплатно** на том же сайте <http://eth21.ru>.

TNLT - от Transformation of Nuclides at Low Temperature, L - Lamp; Трансформация нуклидов при низкой температуре, ламповый. Далее используется терминология LENR – Low Energy Nuclear Reactions. Правильнее было бы Low Temperature Nuclear Reactions, т.к. возникают при малой температуре, но энергии активации реакции и выделения в каждой реакции могут быть большие, МэВ-ные. 3

Принцип работы установок типа TNLT основан на идее Н. Теслы о **резонансной накачке энергии в продольную волну эфира** (продольная электромагнитная волна). Эта идея применена им и его последователями, например, в экспериментах по созданию искусственных шаровых молний, см. п. 24.4 в [4].

В трубке организуется тлеющий газовый разряд со **стоячими стратами** (чётками). Параметры таких разрядов известны: ~ 1 [торр], ~ 10 [мА], ~ 1 [кВ]. Нет **рентгена**.

Обычно страты существуют в узком диапазоне значений параметров. Предложена методика, позволяющая **расширить** этот диапазон. Пока она не может быть опубликована без **ущерба** для разработчиков.

Страты изучаются более 150 лет. Бегущие страты физика **пытается** объяснить волнами ионизации. Но утверждает, что **никак не может объяснить стоячие страты**, см., например, с. 629–632 в «Л.С. Ланда, И.А. Мискинова, Ю.В. Пономарев. Ионизационные волны в низкотемпературной плазме. Успехи физических наук. 1980, т. 132, вып. 4, с. 601–637.». **В эфирной интерпретации стоячие страты – стоячие продольные волны эфира – продольные электромагнитные волны.**

Для накачки энергии в разряд используется циклотронный эфирный резонанс (ЦЭР), см. дополнение 5 в pdf [4] от > 04.07.2021. **Расчёт условий для ЦЭР требует знания величины плотности эфира.** На электромагнитных волнах **звуковых частот**.



Тлеющий разряд со стоячими стратами в TNLT-L.

Изложенных идей достаточно для создания установки. Однако **проще обратиться к разработчикам**, т.к. имеется много нюансов.

В.Н. Зателепин заметил **чёточный разряд у Росси** на одном из видео.

TNLT функционирует при температуре порядка комнатной 20 [C°]. Вводимая в реакторную зону мощность составляет лишь ~10 [Вт].

В трубке располагается реакционная смесь. Обычно на аноде в форме таблетки. Возможно добавление газов.

Составы некоторых смесей: $\text{NaBH}_4 + \text{Ni}$; $\text{LiAlH}_4 + \text{Ni}$; $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (бура) + Al; NaHCO_3 (пищевая сода) + NaCl (поваренная соль) + Ni.

Опыты с этими веществами и другие эксперименты позволяют сделать предварительный вывод о подтверждении теории LENR в двойниковых границах (ДГ) на эффекте электроотрицательности (ЭЭ) химических элементов.

Количественная
теория LENR
ДГЭЭ предложена в [5]. Предсказаны резонансные частоты.

ДГЭЭ – ключ к подбору эффективного состава реакционной смеси.

Одни смеси сильнее генерируют нейтроны, другие – рентген.



Высокая температура ~ 1000 [C°] и работа при атмосферном давлении во многих традиционных подходах затыкают часть ДГ и **затрудняют LENR**.

Поэтому для облегчения LENR нужна не высокая температура, а резонансная накачка энергии в реактор, т.к. инициация ядерных реакций для **устойчивых** изотопов требует МэВ-ных энергий, которые не достигаются в обычных условиях.

Например, для **создания нейтрона** по схеме β^+ распада надо затратить 2.48 [МэВ], по схеме электронного захвата – подвести 1.46 [МэВ], см., например, обзор <https://petrovvf.livejournal.com/8184.html>

Инициирование ядерных процессов в «нормальных» условиях **не противоречит общепринятым физическим концепциям**, поскольку физика допускает возможность, например, резонансной накачки в вещество энергии, необходимой для активации ядерных процессов.

Изначальный интерес был в экспериментальном обосновании ЦЭР. Создана установка «Стратостат». **LENR – лишь одно из применений ЦЭР** [2].

Все эффекты, сопровождающие LENR, воспроизведены в TNLT [1, 2]. Все (в т.ч. к.п.д. ~ 2 по теплу), за исключением странного излучения, **можно объяснить генерацией холодных и тепловых (~ 0.0253 [эВ]) нейтронов**, используя лишь **данные экспериментальной ядерной физики**, см. [1]. Странное излучение – эфирный эффект, его количественный анализ дан в дополнении 5 к [4]. **Плотность энергии** в нём такая же как в **шаровой молнии**.

Поэтому докладчик использует термин нейтрон, а не нейтроноподобный. Да и физика не даёт ясного объяснения что такое нейтрон, электрон, протон.

Сейчас основная задача в TNLT – **максимизация** выхода нейтронов. Нейтроны, особенно тепловых энергий, имеют много **практических применений** [2]. Нет промышленных источников тепловых нейтронов без торможения быстрых.

Есть и **общенаучное значение**. Рождение нейтронов в обычных условиях – **крах теоретической физики**, согласно которой рождение нейтрона возможно только в экстремальных условиях, таких как, например, в центре Солнца.

Для максимизации нужен надёжный детектор нейтронов, работающий в **реальном** времени. Генерацию n можно детектировать и по рентгену, но к нему могут примешиваться вторичные и третичные эффекты, вызванные n , в т.ч. распадом изотопов. Отсюда интерес к регистрации **холодных n** .

Идёт техническое совершенствование: TNLT-B (B – Box), TNLT-L (L – Lamp), TNLT-C (C – Carable). Подбор реакционной смеси.

Источник нейтронов – шанс для значительного финансирования тематики LENR. За ~30 лет изучения не показали себя как источник энергии. Коэфф. усиления вложенной мощности в типичных Ni-H реакторах ~1.5.

Более того, «Н.М. Евстигнеев и др. J. Phys. Commun. 2021, 5» не обнаружили с точностью менее 1.5% выделения тепла в Ni-H и Ni-D системах:
<http://lenr.seplm.ru/articles/possible-heat-production-in-some-ni-h-and-ni-d-systems>

Регистрация изменений изотопного состава требует использования ОСЧ-веществ в ОСЧ-условиях проведения экспериментов [5]. Есть ли такие эксперименты с LENR? Какое имеется распределение примесей и их концентраций в не ОСЧ образцах? Какая погрешность определения состава изотопов и химических элементов? Как влияет на результаты анализа присутствие в образце неорганических и органических соединений?

Если число новых образовавшихся при LENR изотопов или хим. элементов измеряется долями процента, то почему нет технологий их производства?

Конечно, какие-то LENR-устройства могут не эмитировать нейтроны.

2. Сложности регистрации нейтронов в TNLТ

1. Высокочастотные электромагнитные импульсы большой амплитуды от **разряда** наводят сильные помехи на **кабеле**, идущем от детектора к усилителю, которые не удаётся погасить даже размещением кабеля в металлической оплётке с заземлением. Проверено поочерёдным отключением концов кабеля. Частота и амплитуда данных помех для TNLТ-L может быть **в 10 – 30 раз выше** частоты и амплитуды **полезного сигнала**. Требуется фильтрация помех.
2. Необходимость регистрации нейтронов энергий ниже тепловой 0.0253 [эВ] (холодных нейтронов). Интенсивно поглощаются элементами конструкции реактора из-за значительно меньшей ср. длины свободного пробега. Лишь часть покидает реактор. Типичные регистраторы **не предназначены для холодных нейтронов**. Требуется окно толщиной ≤ 0.07 [mm] (Бекман).
3. Относительно **малая интенсивность** генерации холодных нейтронов в TNLТ-L. В типичных случаях $10^3 - 10^4$ [нейтрон/с] в 4π [ср]. **Большой коэффициент ослабления** потока, попадающего на детектор.
4. Нейтронам свойственны цепные реакции (вспышки интенсивности), которые отображаются детектором в виде **каскада близких по времени импульсов**. Необходимо распознавание такого сигнала и сопоставление ему нескольких нейтронов. Делают ли это обычные счётчики?

Скорее всего, аналогичные сложности **возникают во многих LENR-устройствах**. Т.к., например, для получения МэВ-ных энергий необходимы **резонансы или концентрация** энергии. Имеется предел удержания энергии, возникают её сбросы. 9

3. Комплекс РСУ-НАНТЕК-Rcount.

Характеристики. Отсеивание помех

Детектирование свободных нейтронов является сложной задачей. В настоящее время **не существует универсальных методов**, позволяющих измерять потоки нейтронов в любых энергетических интервалах при любых условиях. Более того, измеряются вторичные эффекты, вызванные нейтронами.

Работаем с тем оборудованием и в тех условиях, которые есть.

Имеющееся в нашем распоряжении оборудование потребовало серьёзной **доработки** для адаптации к измерениям в условиях TNLT-L:

1. Серийный радиометр РСУ-01 «Сигнал-М» с нейтронным блоком СДБН-01. Алгоритм счёта не опубликован. С учётом перечисленных сложностей использование автоматического счёта **может дать неадекватные результаты**. Взял только детектор СДБН-01. Блок питания к нему и систему передачи сигнала непосредственно на осциллограф создал С.М. Годин.
2. USB-осциллограф HANTEK-6074BD позволяет с помощью тонкой настройки триггера выделять полезные импульсы на фоне сильных помех. В присутствии помех триггер работает правильно, но автоматический счёт **сбивается**. Ф.С. Зайцев разработал и реализовал код Rcount (Pulse count) и скрипт Gnuplot для автоматического счёта и визуализации, ~1200 строк. **Хак формата файла**.

В результате за **~4 месяца** был создан **комплекс РСУ-НАНТЕК-Rcount** для детектирование нейтронов, излучаемых из TNLT-L.

Характеристики комплекса РСУ-НАНТЕК-Rcount:

1. По паспорту РСУ-01+СДБН-01, предназначен для регистрации тепловых нейтронов энергии **менее 0.4 [эВ]**, промежуточных и быстрых нейтронов энергий от **1 до $1.4 \cdot 10^4$ [кэВ]**. Диапазон измерений плотности потока нейтронов – от **1 до $3 \cdot 10^3$ [1/(см²с)]**. Предел допускаемой основной погрешности измерений нейтронного излучения **$\pm 20\%$** .
2. СДБН-01 имеет нейтронный сцинтилляционный датчик на основе смеси ZnS(Ag) и LiF с окружающими водородсодержащими материалами. Подробности его устройства и работы **найти не удалось**.
3. Возможность более детального измерения энергетического спектра нейтронов прибором РСУ-01+СДБН-01 изучена в «А.В. Санников и др. Многошаровой спектрометр нейтронов на основе серийного прибора РСУ-01. – Протвино: ИФВЭ, 2007, препринт № 2007-21, 12 с.». **Диапазон энергий 0.01 – 10^7 [эВ]** (с шарами-замедлителями). Предложены поправочные коэффициенты, но для наших целей **важны показания относительно предыдущих**. Мы не использовали блок распознавания и счёта РСУ-01, поэтому можно ожидать **уменьшения нижней границы**.
4. **Невосприимчивость** датчика нейтронов СДБН-01 к рентгеновскому излучению проверена нами на доступных источниках рентгена.
5. Rcount в связке с осциллографом НАНТЕК-6074В может обрабатывать на применявшемся компьютере в реальном времени в секунду не менее 25 фреймов (4096 байт каждый) осциллографа, содержащих полезный сигнал. **Достаточно с большим запасом** для анализа сигналов от фоновых n и \bar{n} от TNLT-L. Интенсивность их источника в 10 – 100 раз меньше.

Важно подчеркнуть, что в паспорте устройства, особенно, серийного, распространяемого большим тиражом, **может указываться завышенное значение нижнего предела энергии регистрируемых объектов**, учитывающее, напр., возможность эксплуатации устройства при наличии сильных помех.

Такое положение естественно в связи с установкой производителя на уменьшение числа рекламаций и возвратов оборудования.

Помимо этого, есть ограничения прилагаемых к детектору аппаратуры и программного обеспечения.

Иными словами, **чувствительный элемент детектора может регистрировать полезный сигнал от объектов значительно меньших энергий**, чем заявлено в паспорте устройства. Препринт ИФВЭ подтверждает это для СДБН-01.

Поэтому, в **отсутствие специальной аппаратуры** для счёта относительно слабых сигналов небольшой интенсивности, целесообразно использовать, особенно при наличии помех, непосредственно данные детектора, **минуя** прилагающееся к нему штатное оборудование.

Итак, порядок работы комплекса РСУ-НАНТЕК-Rcount:

1. Сигналы от детектора нейтронов СДБН-01 усиливаются ФЭУ и передаются непосредственно на USB-осциллограф НАНТЕК-6074BD без использования остальной штатной аппаратуры РСУ-01.
2. НАНТЕК с помощью тонкой настройки триггера отделяет полезный сигнал от интенсивных помех большой и малой амплитуд и записывает его в файл в реальном времени.
3. Rcount считывает в реальном времени поступающие в этот файл данные, производит их дополнительный анализ, счёт и запись результатов в свои файлы, пригодные для визуализации стандартными программными средствами.
4. Скрипты для пакета Gnuplot визуализируют файлы Rcount в реальном времени.

Измерений никогда не бывает достаточно!

«В одну реку дважды не войдёшь»!

Есть погрешности измерений и вероятность отказа аппаратуры.

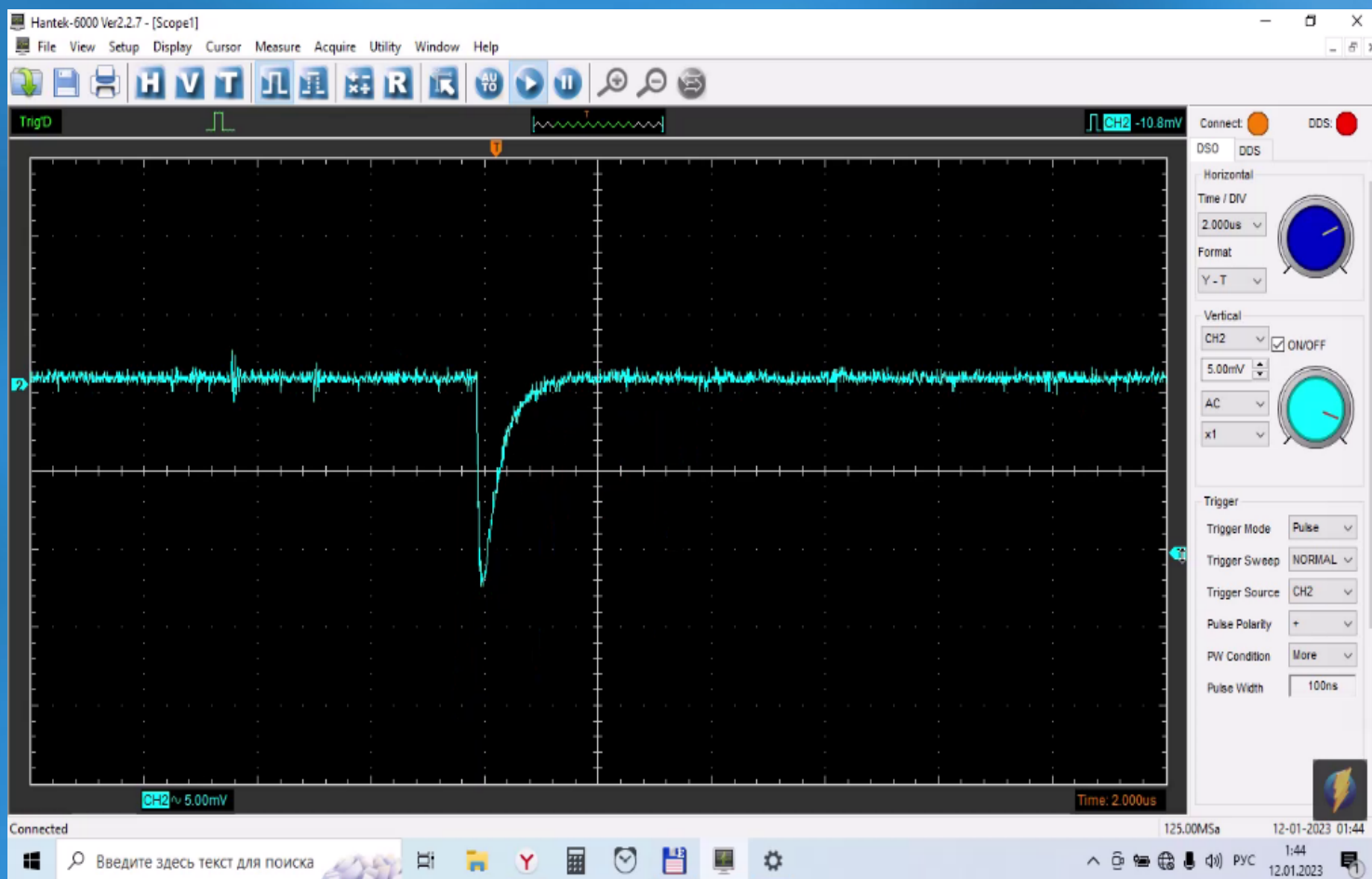
Не доступны возможности Протвино для изучения регистраторов нейтронов: различные опорные поля от источников нейтронов; бетонное помещение $5.4 \times 17.8 \approx 100$ [м²] и высотой 4 [м]; точные приборы для измерения нейтронов.

Проверка работоспособности РСУ-HANTEK-Rcount:

1. Отделение мелких помех. Уменьшение значения (<0) триггера осциллографа до получения явной формы типичного сигнала от сцинтиллятора.

Резкий спад – вспышка на сцинтилляторе. Относительно медленный подъём – высвечивание. Чем больше энергия нейтрона, тем ниже амплитуда.

Сигнал от помех обычно имеет форму колебаний около некоторого значения напряжения с близкими по наклону спадами и подъёмами.



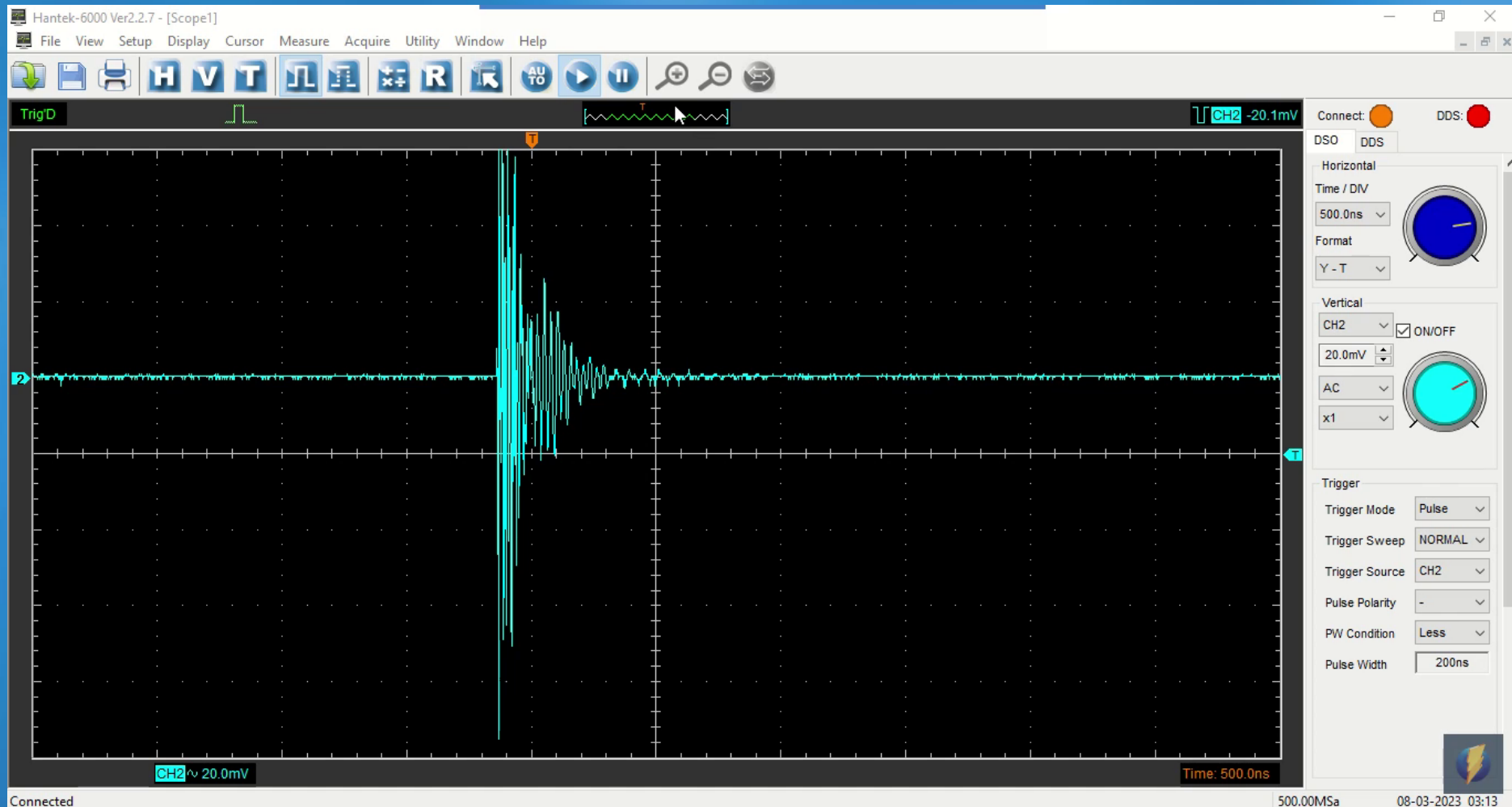
2. Фильтрация электромагнитных помех интенсивности и амплитуды, в 10-30 раз превосходящих полезный сигнал. Наводятся на кабеле, соединяющем детектор и усилитель. Не удаётся погасить даже металлической оплёткой с заземлением. Отделение полезного сигнала триггером: амплитуда и длительность не менее заданных, -20.1 [мВ] и 200 [нс]. Видны каскады. Видео:



Частота колебаний в помехе ~ 20 [МГц]. Амплитуда до ~ 0.8 [В] при ампл. Полезного сигнала до ~ 0.05 [В]. Такие частоты есть и в **других LENR-системах** [5, с. 33].

Это типичная задача для прикладной математики – распознавание сигнала на фоне сильных помех. Разработано много методов. **Универсальных нет.**

Пример выброса энергии с увеличенным разрешением.



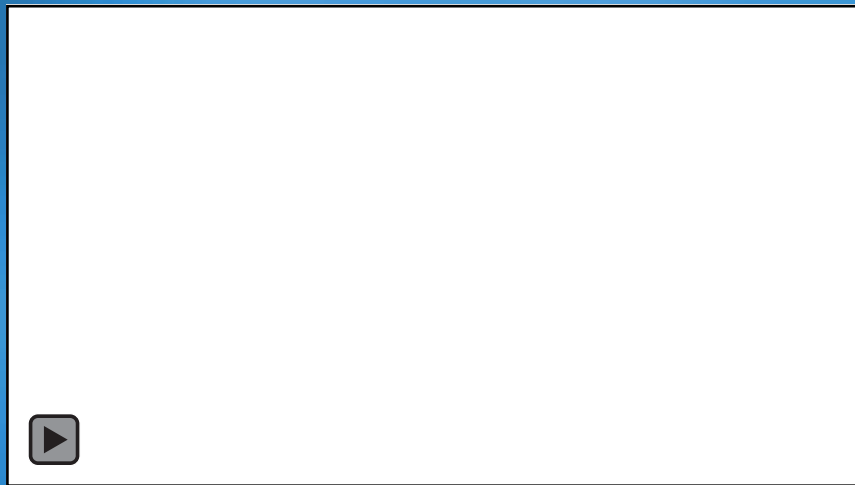
О природе электромагнитных импульсов большой интенсивности и амплитуды.

Известны в электровакуумных приборах с начала XX века. Интенсивность и амплитуда растут с уменьшением давления и/или увеличением напряжения.

Физика с конца XX века пытается объяснить их так называемыми **эктонами**: Г.А. Месяц. УФН. 1995, № 6. Однако вопросов к эктонам больше, чем ответов, т.к. потенциал недостаточен для вырывания электронов с поверхности катода и нет выступов с бесконечно малыми острями, см. п. 23.9.1 и с. 497–498 в [4].

Скорее всего это эфирный эффект. Возникает выброс накопленной в разряде энергии **по достижении предела её удержания**, который сопровождается электромагнитным импульсом и, возможно, **сбросом напряжения**. В разряде есть разные колебания, которые могут резонансно усиливаться. Например, развитие неустойчивости, приводящее к срыву разряда – типичное поведение и **главная проблема** для разряда в **токамаке**, где нет электродов, п. 18.15 в [4].

Видео сбросов напряжения. Осциллограф работает в режиме persistence. На экране сохраняются множественные осциллограммы, записанные по срабатыванию триггера. Одиночные кривые отображаются синим. Несколько раз по одной и той же траектории – зелёным, жёлтым и красным.



Чем больше накачено энергии в систему, тем интенсивнее LENR. Сложно и инициировать LENR, и избежать интенсивных э.м. помех большой амплитуды.

Поэтому, видимо, помехи большой интенсивности и амплитуды – **свойство многих LENR-устройств**. Это **затрудняет использование стандартных счётчиков** рентгена и нейтронов. Приборы отбрасывают помехи вместе с полезным сигналом. **Возникает как бы зона «тишины» рядом с реактором**. Для проверки можно подключить детектор к осциллографу, минуя штатный счётчик, или антенну к осциллографу. **Кабель между детектором и усилителем и есть антенна без усиления**. Заодно попытаться поймать **продольные** электромагнитные волны по Тесле, т.к., похоже, они играют **ключевую** роль в инициации LENR.

Например, РСУ-01 с γ -детектором СДБГ-01 не показывал счёт на 10 [см], а на 15 [см] – показывал. Понятно из данных осциллографа: если триггер $\rightarrow 0$, то интенсивность сигнала сильно возрастает. Счётчик в РСУ-01 либо **не справляется** с потоком сигналов и останавливается, либо **отбрасывает** полезный сигнал вместе с помехами.

В [1, 2] отмечено, что РСУ-01+СДБН-01 показывал поток в режиме «быстрые нейтроны». Разница в алгоритме работы режимов «быстрые» и «тепловые» не опубликована, но можно предположить, что в режиме «быстрые» отключается отсеивание помех (сигнал большой амплитуды) и появляются полезные сигналы не только от быстрых n , но и от тепловых. РСУ-01 строит спектр величин амплитуд.

Эфирная интерпретация В.Л. Бычкова и Ф.С. Зайцева механизма разряда в вакууме [4].

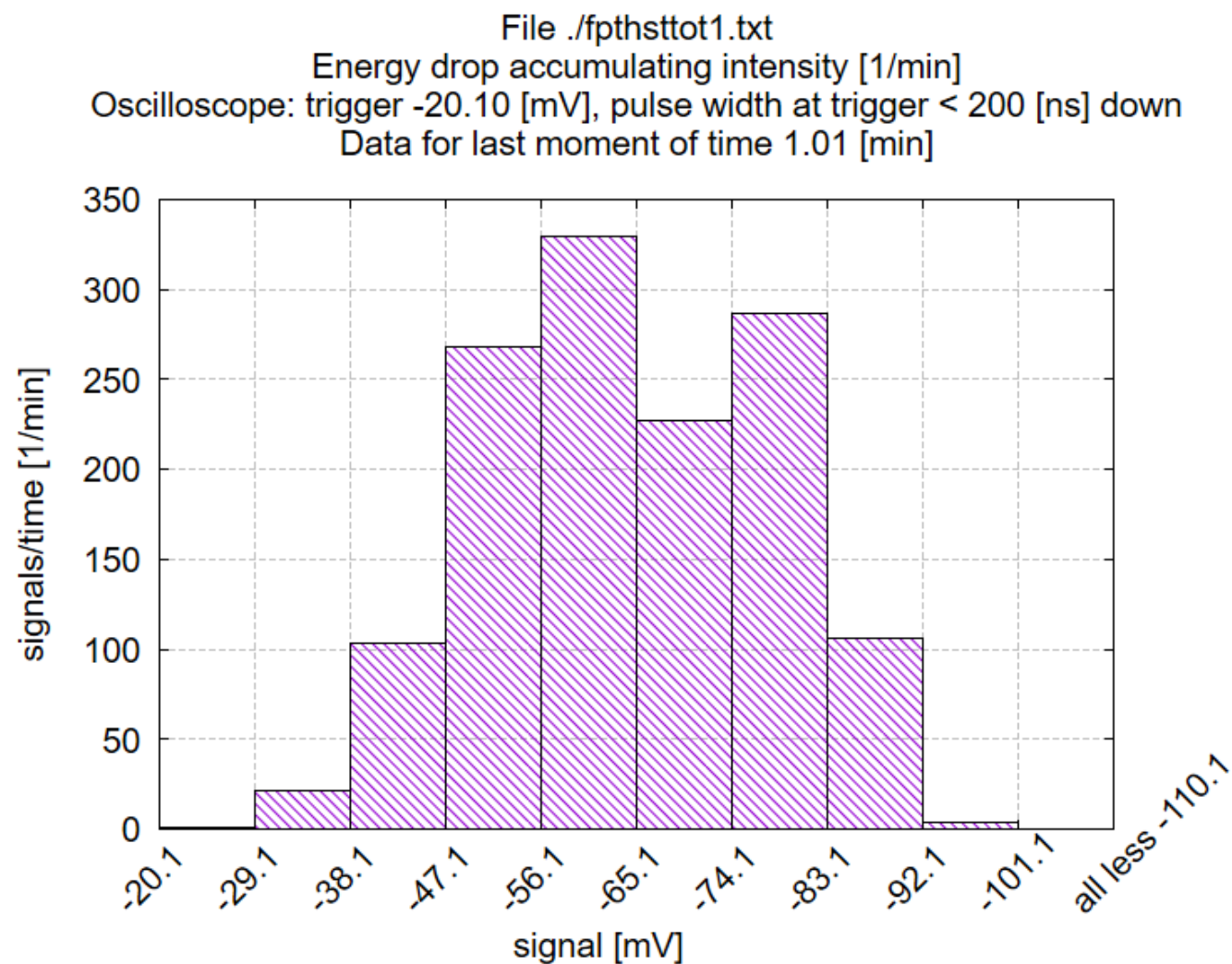
Эфир вытекает из микросопел катода под приложенным повышенным давлением (напряжением) и втекает в стоки на аноде, всасывающем эфир за счёт приложенного пониженного давления. При достаточно сильном давлении течение из сопел при наложении течений эфира, связанных с атомами и молекулами, может **формировать вихри с повышенным давлением – электроны**, которые участвуют в переносе давления (заряда) на анод. Кроме того, совсем сильное течение может отрывать электроны от атомов катода, а при дальнейшем усилении и кластеры вещества (дуговой разряд).

Проводимость вакуумного промежутка, скорее всего, определяется проводимостью поверхностей катода и анода, т.к. течению эфира и заряженных частиц в вакууме особо нечему препятствовать.

Принятие во внимание наличия эфира снимает противоречия. Не требуется внутренне противоречивое понятия туннелирования электронов (и частица, и волна) с поверхности катода и противоречащей здравому смыслу гипотезы о самопроизвольном рождении в вакууме из ниоткуда виртуальных электрон-позитронных пар и разрыва их электрическим полем. Кроме того, решает проблему **несоответствия опытам теории электронной проводимости металлов**: проводимость в тысячи раз больше теоретической (учебник Матвеева), поперечное магнитное поле не уменьшает ток в обычных условиях (малое магнитосопротивление) и есть эффект Холла, но сила Лоренца даже в небольшом магнитном поле при упорядоченном движении электронов со скоростью не более нескольких см/с (учебник Сивухина) должна запирает электрон с ларморовским радиусом порядка радиуса атома.

Выброс энергии – сложное явление. Состав катода неоднороден. Анода тоже. Сопла распределены неравномерно – на катоде наблюдаются светлые и тёмные катодные пятна. Стоки на аноде тоже. Есть колебания подводимого давления (напряжения), есть продольные и поперечные колебания течения эфира в разряде и его завихрения. Есть ионизация-нейтрализация молекул остаточного газа, рождение электронов на катоде, отрыв заряженных частиц от электродов. Молекулы остаточного газа сталкиваются с электродами. Возможны: бомбардировка электродов заряженными частицами, перезарядка молекул, развитие неустойчивостей, нагрев электродов, открытие-закрытие сопел и стоков и т.д.

Пример распределения амплитуды электромагнитных помех, найденное комплектом РСУ-НАНТЕК-Rcount. Можно изучать выбросы энергии. Более или менее равномерное распределение во времени, т.е. нет резких усилений интенсивности. Тогда **всплески показаний** на штатном РСУ-01 + СДБН-01 в [1, 2] соответствуют вспышкам генерации нейтронов, а не помехам.

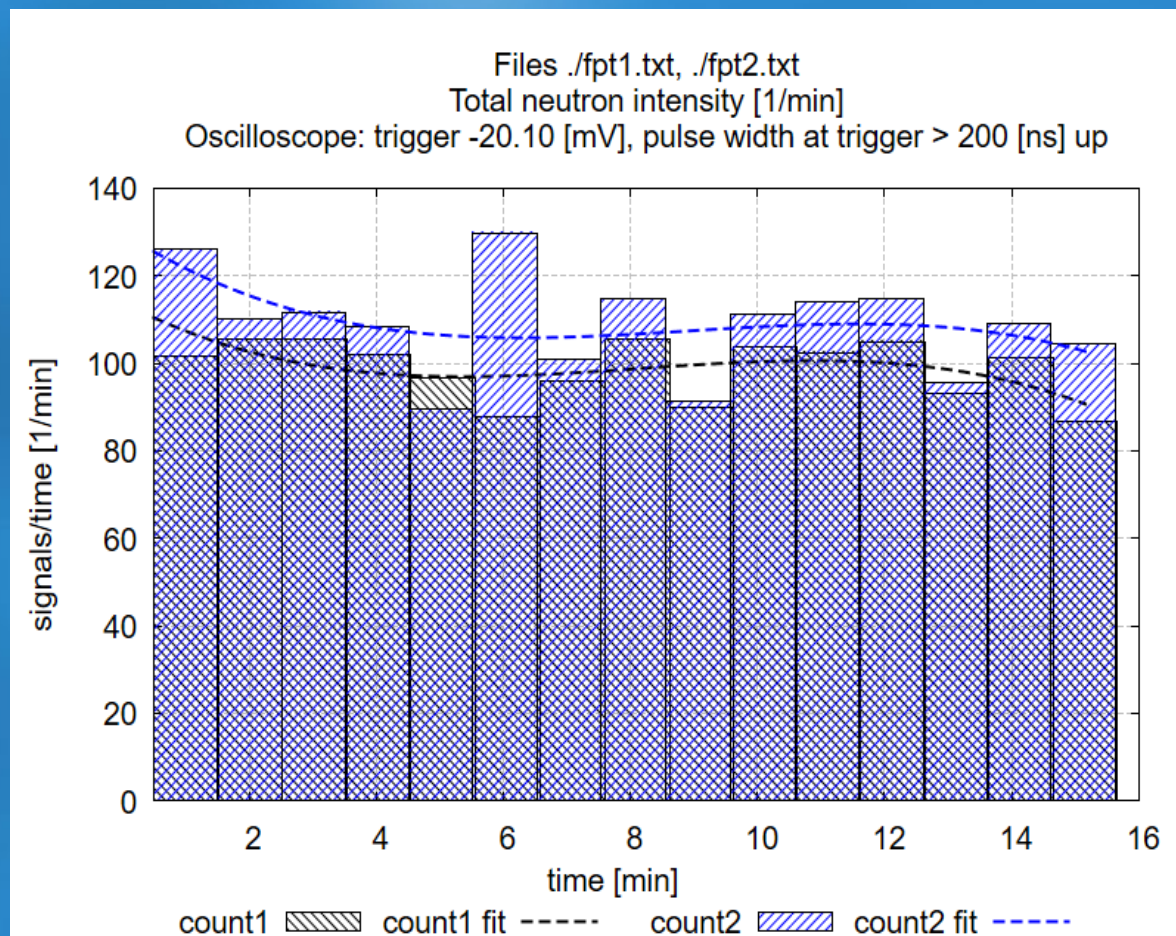


3. Проверка регистрации именно нейтронов, в том числе энергий ниже тепловой, а не только электромагнитных и тепловых помех. Измерение нейтронного фона ночью для минимизации влияния летящих от Солнца частиц, при выключенной установке TNLT-L и в отсутствие сторонних интенсивных источников электромагнитного излучения большой амплитуды.

В счёте count1 датчик был вставлен в шар, состоящий двух полиэтиленовых полусфер с кадмиевой сферой внутри. Пластик замедляет нейтроны энергий выше тепловой. Кадмий лучше поглощает нейтроны тепловых энергий. В счёте count2 датчик был удалён из шара и шар с кадмиевой сферой отнесён на большое расстояние.

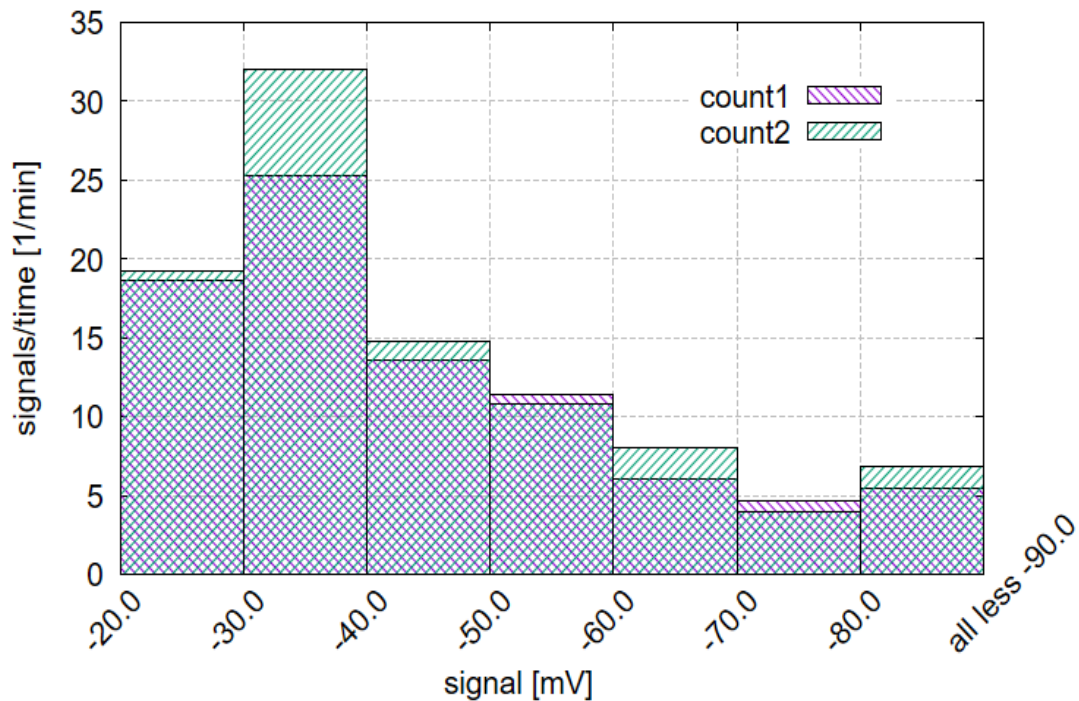


Каждый счёт длился ~15 минут. Ядерные процессы обычно имеют случайных характер. Поэтому для получения достоверного результата счёт повторялся несколько раз с паузами в сутки. Типичные данные представлены на рисунках. Count2 выше count1 на 10–20% и более. Внешние электромагнитные помехи должны проникать в шар, а внутренние шумы не зависеть от присутствия шара.



Средняя интенсивность за минуту полезных сигналов от детектора нейтронов в зависимости от времени. Count1 – СДБН-01 в шаре, Count2 – вне шара.

Files ./fpthsttot1.txt, ./fpthsttot2.txt
 Neutron accumulating intensity [1/min]
 Oscilloscope: trigger -20.10 [mV], pulse width at trigger > 200 [ns] up
 Data for count1 at last moment of time 15.16 [min]
 Data for count2 at last moment of time 15.12 [min]



Распределение по амплитуде средней за ≈ 15 [мин] интенсивности сигнала от детектора нейтронов. Count1 – СДБН-01 в шаре, рис. 2. Count2 – вне шара,

Count2 выше count1 на 10–20% и более. Не слишком сильное уменьшение суммарной интенсивности – нейтроны энергий выше тепловой тормозятся при прохождении через полиэтилен шара и дают вклад в измерения по всем энергиям. Толщина пластика не велика ~ 3 [см]. Значительное уменьшение сигналов в области малых амплитуд объясняется более интенсивным поглощением кадмием нейтронов тепловых энергий.

Охлаждение нейтрона до тепловой энергии обычно происходит за несколько столкновений со структурными элементами среды. Нейтроны энергии ниже тепловой, как правило, эффективнее поглощаются веществами. Поэтому, если до распада фоновые нейтроны успевают столкнуться с элементами окружающей среды и частично поглотиться, то их распределение по энергии **должно иметь подъём в районе тепловой энергии** как на рис. 4 препринта ИФВЭ.

Это имеет место на предыдущем рисунке. Большее по сравнению с фоном падение счёта count1 в диапазоне $[-30, -40]$ [мВ] соответствует более интенсивному поглощению тепловых нейтронов кадмием. Такое поведение **подтверждает регистрацию нейтронов с энергий ниже тепловой**.

В целом, интенсивность регистрации нейтронов по технологии РСУ-НАНТЕК-Рcount сопоставима по порядку величины с данными работ на с. 12 «нового обзора». В области относительно больших энергий имеется хорошее **количественное** соответствие. В области малых энергий наши измерения **выше**, но поведение **соответствуют** данным ИФВЭ.

Такое отличие может объясняться использованием СДБН-01 без автоматического счётчика РСУ-01, а также тем, что поток нейтронов у земной поверхности в широком диапазоне энергий: «... претерпевает значительные флуктуации с изменением свойств почвы (например, при наличии или отсутствии влаги) и других трудно учитываемых локальных факторов» [Физ. величины, с. 1178].

Однако в достаточно свежих публикациях, почему-то приводятся **данные** о фоновых нейтронов малых энергий, **полученные 50–60 лет назад**. Поэтому возникают вопросы. Неужели за 50 лет не разработано новой более точной аппаратуры для регистрации нейтронов? Почему труднодоступны измерения современного состояние нейтронного фона? Не является ли повышение этого фона следствием многочисленных ядерных испытаний и аварий на ядерных объектах?

А главное, **не опровергают ли более аккуратные измерения фона догматы теоретической физики** и поэтому замалчиваются, как это обычно имеет место? См. в [4], например, п. 23.11 о черенковском излучении в космических ливнях, показывающем превышении скорости света.

Может образование холодных и ультрахолодных ($< 10^{-7}$ [эВ]) нейтронов типично для природы, в т.ч. идёт в биосистемах, и поэтому так много холодных?

Соответствие детектирования нейтронов известным данным, качественное по поведению и количественное в области относительно высоких энергий, **подтверждает адекватность технологии PCU-HANTEK-Pcount** и возможность её применения для регистрации нейтронов, **в том числе энергии ниже тепловой**.

Самокритика – на пределе возможностей имеющейся измерительной аппаратуры. Но более точные детекторы **холодных** нейтронов нам **недоступны**. Сделали всё, что могли на том, что есть.

4. Приблизённая калибровка амплитуды сигнала на осциллографе.

Оборот и хранение радиоактивных материалов требует соблюдения особых мер безопасности. Доступ к опорным полям нейтронов ограничен. Получение холодных нейтронов требует специального оборудования. Поэтому использование эталонных источников нейтронов для сопоставления энергии нейтрона амплитуды сигнала от детектора на осциллографе **затруднено**.

Однако приближённую калибровку можно провести по измерениям нейтронного фона в отсутствие помех большой амплитуды.

Если до распада фоновые нейтроны успевают столкнуться с элементами окружающей среды и частично поглотиться, то их распределение по энергии должно иметь подъём в районе тепловой энергии. Тогда **энергиями, близким к тепловой** ~ 0.0253 [эВ], соответствуют значения сигнала в диапазоне **[-30,-40] [мВ]**.

Имеется хорошее соответствие измерений РСУ-HANTEK-Rcount известным данным о нейтронах больших энергий. В **пересчёте на показания детектора СДБН-01** интенсивность фона нейтронов таких энергий составляет ~ 25 [нейтрон/мин]. Если отбросить краевой сегмент **[-80, all less - 90] [мВ]**, который трудно анализировать при установке цены клетки осциллографа 20 [мВ], то по данным предыдущего рисунка сумма ~ 25 [нейтрон/мин] набирается на отрезке **[-40, -70] [мВ]**. Тогда **диапазон [-20, -40] [мВ] соответствует энергиям нейтронов порядка тепловой и меньшим**. Согласуется с положением максимума спектра измерений.

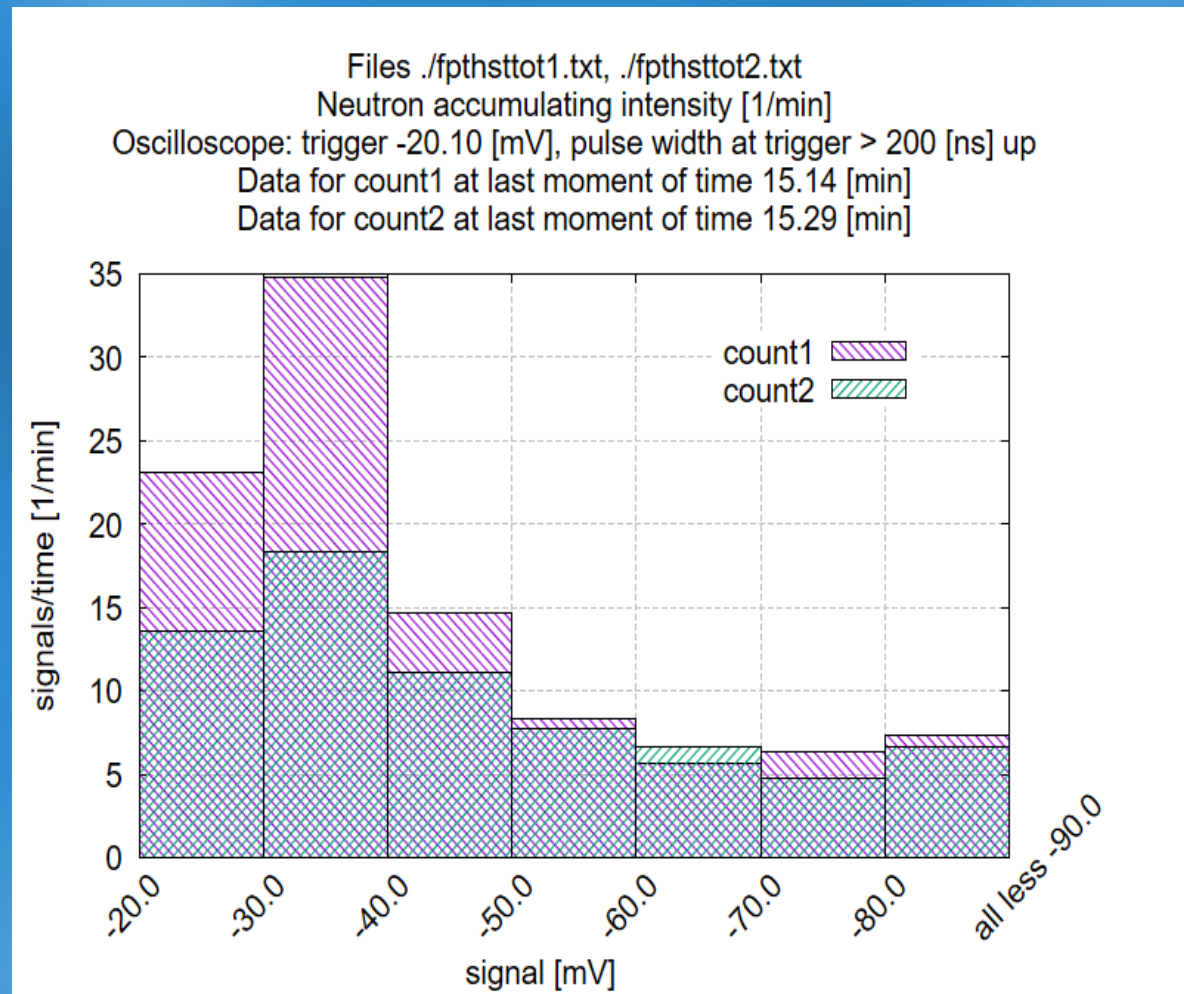
Нет необходимости уточнения счёта нейтронов в данных исследованиях. Здесь важен факт измерения нейтронов тепловых энергий и ниже, а также изменение показаний относительно предыдущего промежутка времени.

5. Влияние помех на счёт нейтронов.

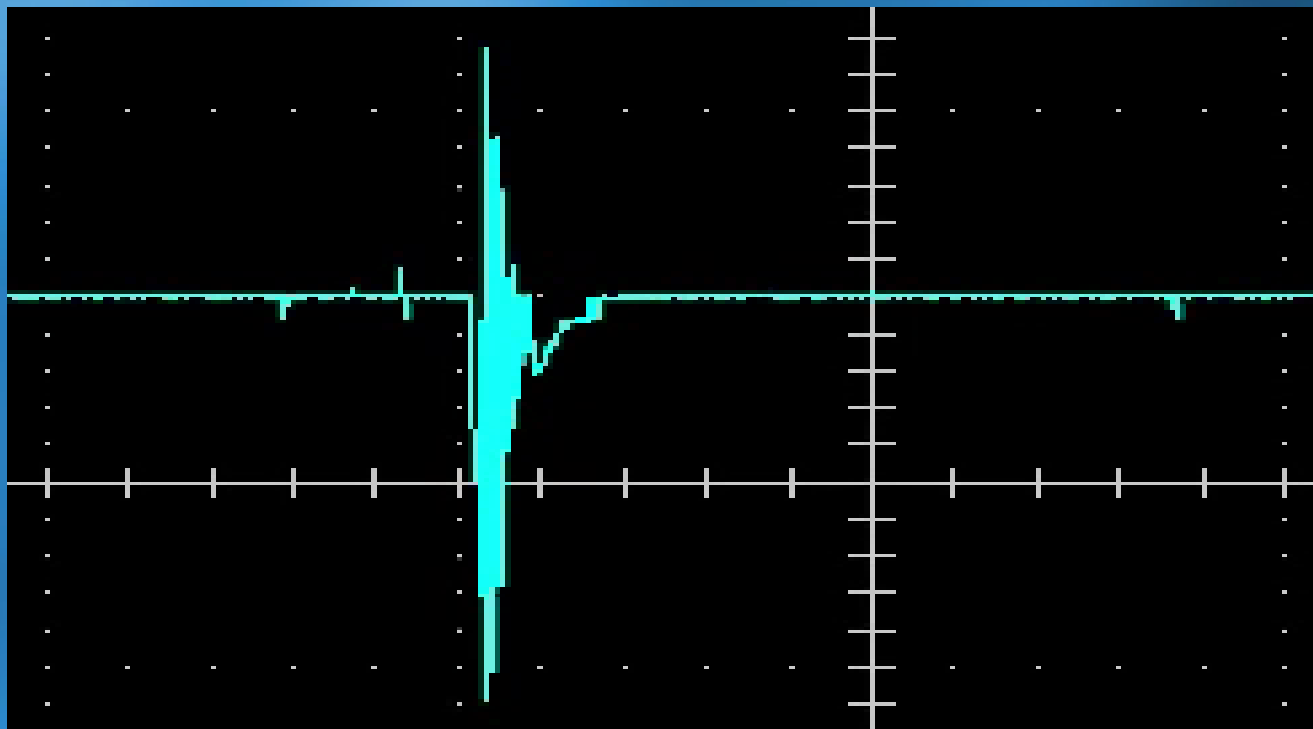
Средняя за ≈ 15 [мин] интенсивность регистрации нейтронов: count1 – без разряда, count2 – с разрядом. Хорошее соответствие интенсивностей ниже -50 [мВ] подтверждает корректное отсеивание помех в этом диапазоне.

Скорее всего, полезный сигнал выше -50 [мВ] от более холодных нейтронов при наложении на него помехи большей амплитуды расценивается осциллографом как помеха и отбрасывается, а так как интенсивность помех в ~ 30 раз выше и их амплитуда в 10–20 раз больше интенсивности и амплитуды импульсов от нейтронов, то таких ложных отбрасываний может быть достаточно много.

Возможно, интенсивные короткие импульсы электромагнитной волны (точнее, продольной волны эфира) большой амплитуды, генерируемые разрядом, **способствуют разрушению нейтронов малых энергий** или препятствуют их попаданию в детектор.



Пример
наложения
помехи на
полезный
сигнал.



Каковы бы ни были причины уменьшения счёта нейтронов малых энергий во время разряда, можно сделать важный вывод:

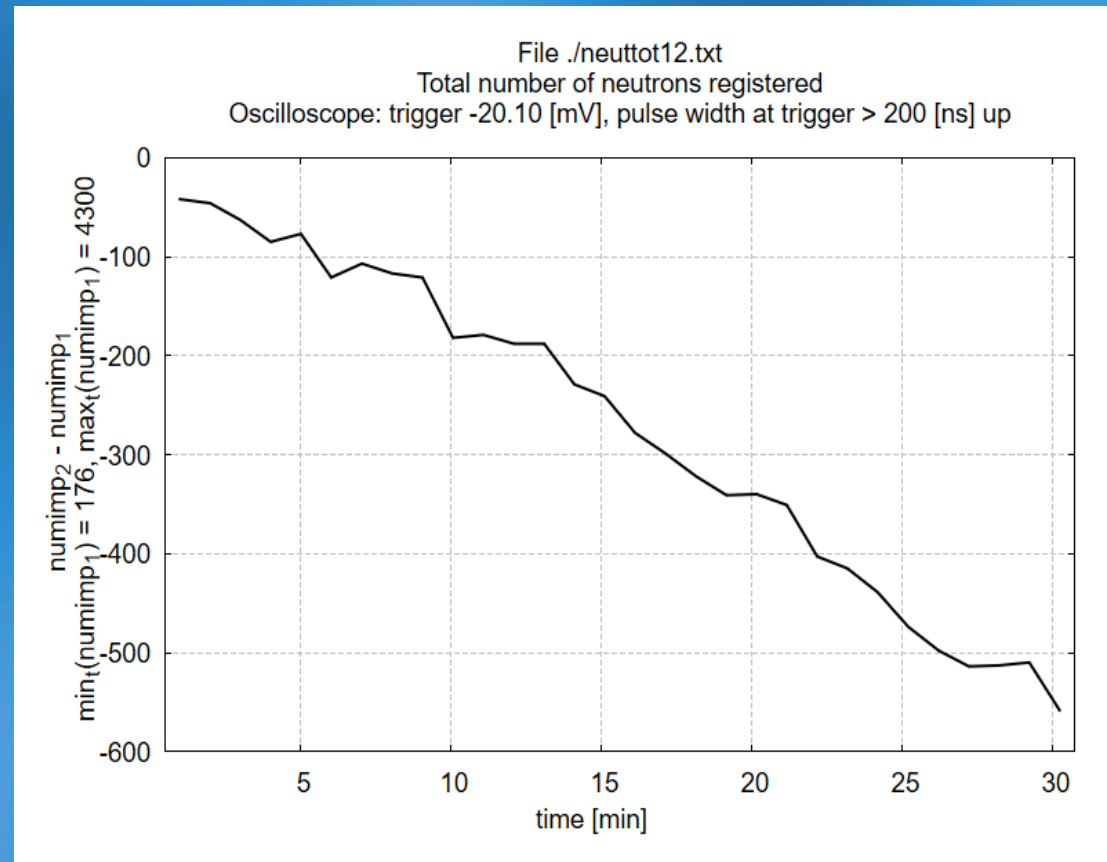
Измерения для разряда с реакционной смесью (таблеткой) надо сравнивать с измерениями для такого же разряда без смеси, а не с измерениями фона. Иначе можно не заметить эффект генерации нейтронов тепловой и меньших энергий.

Причём **сначала** желательно провести измерения для разряда **без таблетки** во избежание влияния остаточных после LENR явлений. То же потом.

4. Требование TNLТ к точности детектора. Порог. Превышение – генерация n

Оценка из условия надёжной регистрации для фона разности между потоками нейтронов внутри и вне шара с кадмиевой сферой. Подъём регистрируемого спектра в области холодных и тепловых энергий упрощает исследование – достаточно анализа лишь общего числа регистрируемых нейтронов без учёта их распределения по энергиям.

Типичная разность между показаниями комплекса внутри шара с кадмиевой сферой и без него за 30 [мин]. TNLТ выкл. С учётом площади сцинтиллятора, поток нейтронов уменьшается в среднем на $\approx 3 [n/(см^2 \text{ мин})] = 0.05 [n/(см^2 \text{ с})]$. Это необходимая точность (шар входит в комплект РСУ-01). Погрешность измерений должна позволять накапливать полезный сигнал в течение десятков минут.



Серия измерений в лаборатории нейтронного фона комплексом РСУ-НАНТЕК-Rcount показала, что регистрируемая им за 20 [мин] средняя разность между замерами лежит в диапазоне $[-5,5]$ [нейтрон/мин].

Поэтому в условиях данной лаборатории разность между измерениями при генерации нейтронов и без неё, превышение которой означает генерацию холодных нейтронов, составляет ~ 5 [нейтрон/мин] ≈ 0.08 [нейтрон/с] в среднем за 20 минут, то есть порядка 100 нейтронов за 20 минут. Для получения пороговой плотности потока нейтронов надо разделить данные числа на площадь поверхности сцинтиллятора ~ 7 [см²].

Измерения должны продолжаться десятки минут для минимизации влияния колебаний фона и других случайных факторов.

Интенсивность регистрации детектором СДБН-01 генерируемых нейтронов n_{LiF} пропорциональна интенсивности их излучения рабочей смесью $n_{\text{WS},n}$ с коэффициентом ослабления ξ_{LiF} : $n_{\text{LiF}} \approx \xi_{\text{LiF}} n_{\text{WS},n}$. В п. 6 «нового обзора» показано $\xi_{\text{LiF}} \sim 2.26 \cdot 10^{-4}$.

Превышение лишь на $n_{\text{LiF}} = 6$ [нейтрон/мин] интенсивности регистрации фоновых нейтронов комплексом РСУ-НАНТЕК-Rcount даёт интенсивность генерации холодных и тепловых нейтронов в TNLT-L $n_{\text{WS},n} = n_{\text{LiF}} / \xi_{\text{LiF}} \sim 440$ [нейтрон/с] в 4π [ср], порядка нижнего предела 10^3 [нейтрон/с] интенсивности промышленных источников нейтронов высоких энергий.

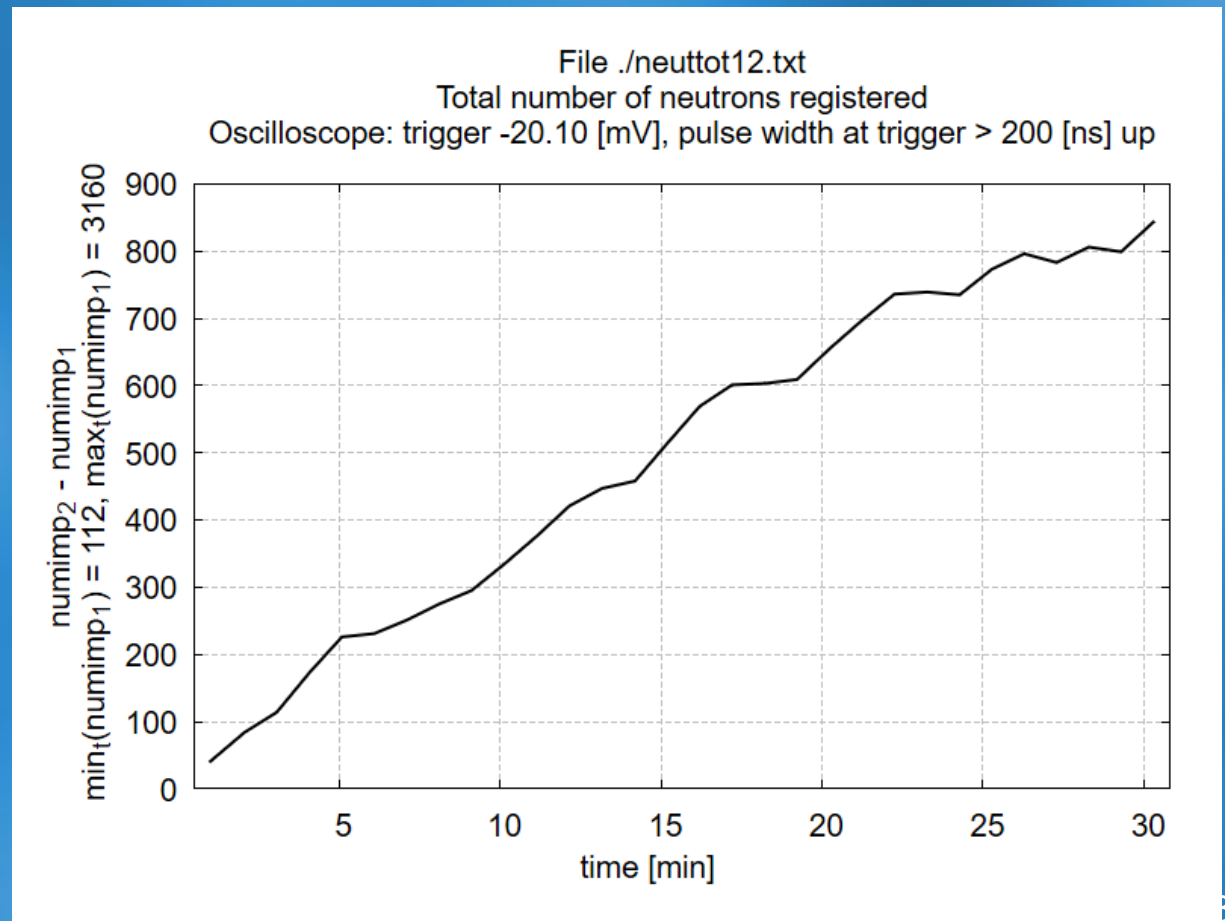
5. Примеры детектирования холодных и тепловых нейтронов

Таблетка со смесью 0.5 [г] Ni, 20 [мкм] и 0.2 [г] NaBH₄. Измерения для разряда с таблеткой сопоставлялись с измерениями для такого же разряда без таблетки, а не с измерениями фона.

Разность между числом регистрируемых нейтронов при наличии таблетки и без неё.

Счёт $n_{LiF} \approx 30$ [нейтрон/мин] ≈ 0.5 [нейтрон/с], в ~ 5 раз порога.

Интенсивность генерации нейтронов в 4π [ср]: $n_{ws,n} \gtrsim 2200$ [нейтрон/с].



Электронная аппаратура и программное обеспечение для регистрации холодных и тепловых нейтронов являются достаточно сложными, а их применение требует высокой квалификации и опыта в области тонких измерений. Поэтому необходимо иметь **дополнительные подтверждения генерации нейтронов** в TNLT-L, пусть и менее точные.

Счёт $n_{\text{LiF}} \approx 30$ [нейтрон/мин] ≈ 0.5 [нейтрон/с] (превышение порога в ~ 5 раз) за **30 [мин]** является **минимальным для получения минимальной засветки плёнок гайкой и медью**.

Рентгеновская плёнка ERGONOM-X [1, 2], принимавшая излучение от таблетки через **гайку** на расстоянии ~ 2 [см] от центра таблетки. Область потемнения соответствует месту расположения гайки.

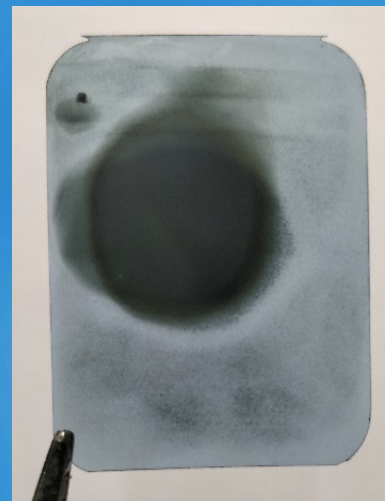
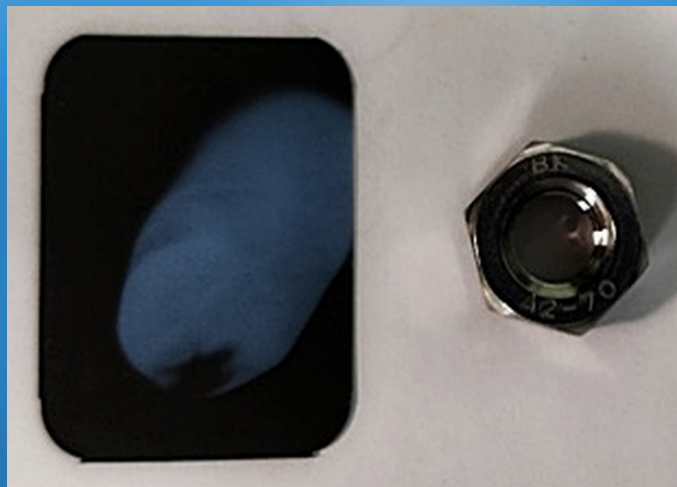
Плёнка, экспонированная **24 [ч]** на **медной пластинке** толщины ~ 0.5 [мм] после извлечения пластинки из реактора. Область потемнения сверху соответствует месту расположения медной пластинки.

Дополнительное подтверждение регистрации генерируемых в TNLT-L нейтронов даёт **сдвиг детектора**. Положение бóльшей части кабеля слабо меняется при относительно небольшом сдвиге, поэтому наводки на кабеле также слабо меняются. Плотность потока нейтронов убывает как $\sim 1/r^2$. **Если после увеличения r счёт уменьшился, то регистрируются нейтроны.**



Сильные засветки рентгеновских плёнок в др. экспериментах [1, 2]. Для сильного потемнения надо $\sim 10^5$ квантов 10 – 100 [кэВ] на 12 [см²] за время экспозиции [1, с. 32]. **За 30 [мин] это 0.05 [фотон/мм²].** Мало, долго. Не всякий рентгенометр может!

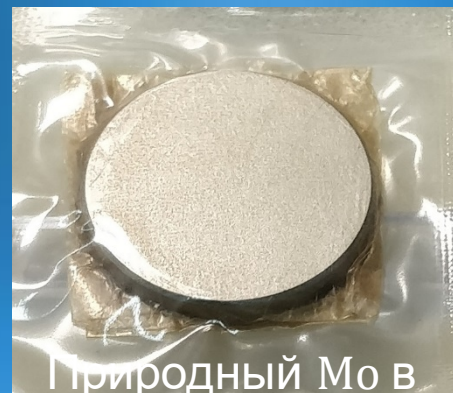
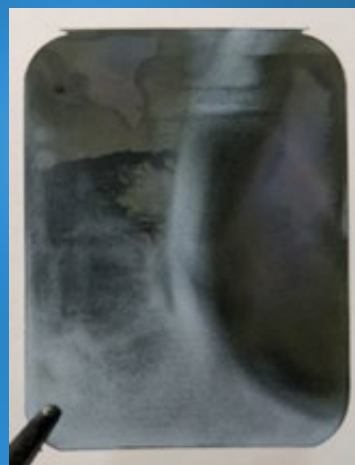
Светлое пятно от гайки при облучении рентгеном.



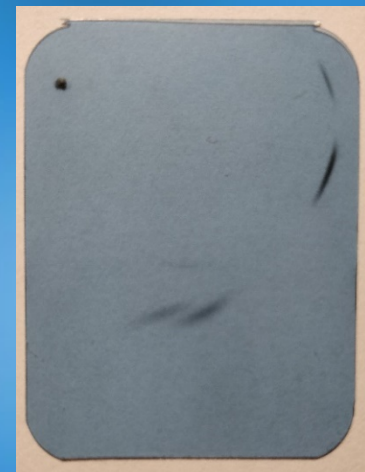
Тёмное пятно. Гайка ~ 30 [мин] на TNLT. Тормозной рентген от β -частиц, рождающихся при β -распаде. Ниже – то же объяснение.



Экспозиция 40 [мин] после извлечения из TNLT.



Природный Mo в упаковке, 24% ⁹⁸Mo.



Активация молибдена 35 [мин] в TNLT. После извлечения из TNLT 72 [ч] на плёнке. Полураспад ⁹⁹Mo 2.74 [сут]. Даёт ^{99m}Tc (6 [ч]), используемый в ядерной медицине. 33

6. Сопоставление с данными других методик

Диагностики, применявшиеся в TNLT для детектирования нейтронов:

1. Измерительный комплекс PCY-HANTEK-Pcount.
2. Сцинтилляторный регистратор нейтронов PCY-01 «Сигнал-М» + СДБН-01 [1, п. 1.6.1, 2.4; 2; 3]. Рентген: PCY-01+СДБГ-01.
3. Регистратор нейтронов с трубкой СММ-18, наполненной ^3He [1, п. 1.6.1, 2.4; 2; 3].
4. Сцинтилляторный рентгенометр БДЭГ2-38-СП1 + осц. [1, п. 1.5; 2; 3]. Рентген от реактора [1, п. 1.4], от активированной меди [1, п. 1.4].
5. Рентгеновские плёнки ERGONOM-X [1, п. 1.1, 1.2, 1.5; 2; 3].
6. Радиометр RadiaScan 701A в режиме детектирования β -излучения [1, п. 3; 2; 3] для медных пластинок.

Соответствие в принципиальном плане оценок потока нейтронов в установке типа TNLT, полученных по данным PCY-HANTEK-Pcount, и 4-х других диагностик позволяет сделать вывод о генерации холодных и тепловых нейтронов в TNLT и дать **обоснованную** оценку интенсивности генерации $10^3 - 10^7$ [нейтрон/с] в 4π [ср].

Попадает в нижний и средний диапазоны интенсивностей **промышленных** источников нейтронов **высоких** энергий. Но TNLT-L функционирует при температуре ~ 20 [С°]. Вводимая в реактор мощность лишь ~ 10 [Вт].

7. Заключение

Предложен и апробирован комплекс РСУ-HANTEK-Pcount для детектирования **холодных** и тепловых нейтронов с помощью **не слишком дорогой серийной аппаратуры в условиях сильных электромагнитных помех** амплитуды и частоты, **многократно превосходящих** амплитуду и частоту полезного сигнала.

Измерения для разряда с реакционной смесью надо сравнивать с измерениями для **такого же разряда без смеси**. Совокупность проведённых исследований и данные четырёх диагностик позволяют сделать **вывод о генерации** холодных и тепловых нейтронов в установка типа TNLТ $10^3 - 10^7$ [нейтрон/с] в 4π [ср].

Возможное объяснение **отсутствия или малых показаний** счёта рентгена и/или нейтронов, а также **зоны «тишины» в LENR-установках** – интенсивные электромагнитные помехи большой амплитуды, вызванные сбросами энергии или импульсами. Помехи накладываются на полезный сигнал. Приборы **всё отбрасывают как шум**. Вспомним, что Фарадей открыл закон э.м.и., а Колладон нет.

Слабое излучение рентгена при детектировании n методом активации: ~ 0.05 [фотон/мм²] за 30 [мин]. **Ещё меньше за сутки или более** в зависимости от периода полураспада детектора. В препринте ИФВЭ в качестве детектора упоминается **индий**. Сложно регистрировать и без помех! **За десятки секунд не увидеть.**

Не снимается задача более точного измерения эмиссии холодных нейтронов в TNLТ, т.к. как требуются специальные регистраторы с толщиной окна детектора ≤ 0.07 [мм]. **Работали с тем, что было доступно**. Важнее было изменение показаний **относительно предыдущих**. С интересом выслушаем **конструктивные предложения** об улучшении диагностики нейтронов и рентгена в TNLТ.

Нейтроны ли это или что-то другое? Все эффекты LENR в TNLT, кроме странного излучения, объяснены в [1] генерацией холодных нейтронов на основе экспериментальной ядерной физики. Рентген и засветка плёнок соответствуют $T_{1/2}$. К.п.д. ~ 2 по теплу объясняется, в т.ч. выделением 5 – 8 [МэВ] на один нуклон (до Fe) и интенсивностью генерации n [1, с. 77]. Странное излучение – эфирный эффект [4, доп. 5]. Плотность энергии в нём как в шаровой молнии.

Сделан предварительный вывод о подтверждении теории LENR в двойниковых границах на эффекте электроотрицательности химических элементов [5].

Теорий можно построить бесконечно много. Доказывается методом математической индукции. Для LENR уже было 150 (Ратис). Предложил теорию – предложи вместе с ней эксперимент для её проверки!

Условия в традиционных подходах препятствуют возникновению LENR: высокие температуры и атмосферное давление затыкают часть ДГ.

Много важных приложений нейтронов [2]. Шанс для развития тематики LENR. Поэтому желательно увидеть генерацию нейтронов в различных LENR-устройствах. Видимо, основная сложность – сильные электромагнитные помехи из-за резонансов или импульсов, обеспечивающих высокую плотность энергии. Такие помехи не позволяют использовать обычную аппаратуру.

Методика РСУ-НАНТЕК-Rcount может быть применена для экспериментального обоснования эмиссии холодных нейтронов и их приблизённого счёта без применения специальных средств измерения. Методика более чувствительная, чем метод дендальных рентгеновских плёнок.