



Коронный счетчик излучений.

Зателепин Валерий Николаевич,
Шишкин Александр Львович.

Введение.

В практике радиационного контроля нейтронов наиболее широкое применение нашли коронные счетчики, например, СНМ-14. В нем в качестве катода используют тонкостенную (0,25 мм) трубку из нержавеющей стали с наружным диаметром 18,5 мм, длиной 153 ± 2 мм. На внутреннюю поверхность катода нанесен тонкий ($0,8 - 1$ мг/см²) слой бора, обогащенного изотопом $^{10}\text{B}_5$, который имеет большое сечение захвата тепловых нейтронов (3837 – 4000 барн). При захвате $^{10}\text{B}_5$ теплового нейтрона происходит реакция: $^{10}\text{B}_5 (n, \alpha) ^7\text{Li}_3 + \gamma$.

Альфа-частица в газовом объеме детектора (аргон при давлении около 2 атмосфер) создает большое количество электрон-ионных пар. Электроны вблизи анодной вольфрамовой нити толщиной 30 мкм порождают лавину электронов. На рисунке 8.2 (б и в), взятом из работы /1/, показаны амплитудные распределения сигналов коронных счетчиков. По рабочему напряжению (1600 В) и диаметру СММ-14 совпадает с СММ-11.

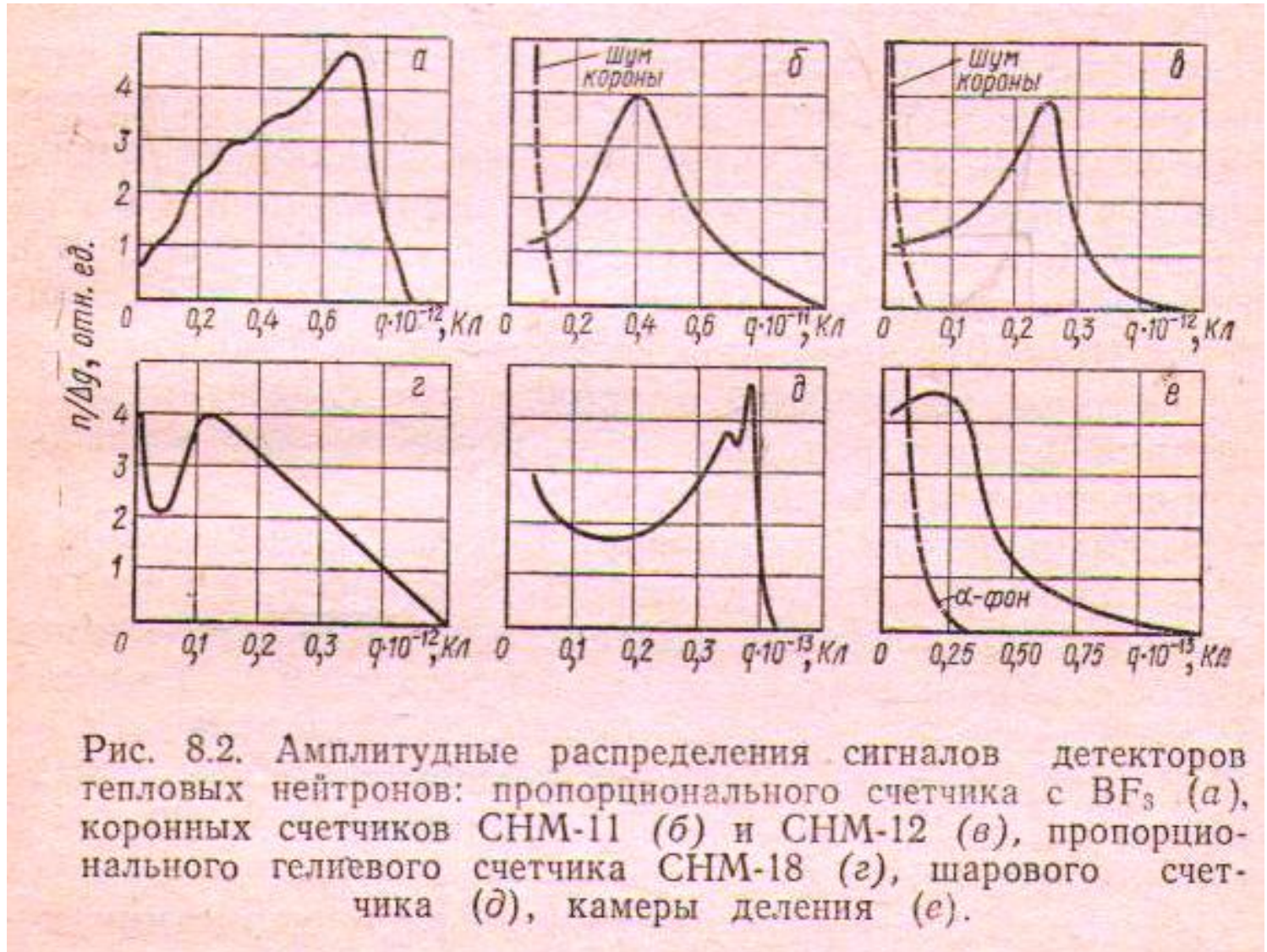


Рис. 8.2. Амплитудные распределения сигналов детекторов тепловых нейтронов: пропорционального счетчика с BF_3 (а), коронных счетчиков СМ-11 (б) и СМ-12 (в), пропорционального гелиевого счетчика СМ-18 (г), шарового счетчика (д), камеры деления (е).

В настоящей работе предлагается способ и устройство для регистрации излучений **по изменению характеристик шумов коронного разряда**. Это основано на том факте, что любое проникающее излучение, том числе и «неизвестное», создает в объеме газоразрядного счетчика электрон-ионные пары. Следовательно, на нагрузочном сопротивлении схемы измерения возникают отрицательные импульсы тока. С увеличением интенсивности и/или ионизирующей способности излучения изменяется количество и амплитуда сигналов. В коронном счетчике это приводит к изменению характеристик спектра шумов коронного разряда. Например, при мощности дозы гамма-излучения ^{60}Co превышающей 30 Гр/час /1/ амплитуды сигналов от шумов короны становятся соизмеримыми с амплитудами от альфа-частиц.

1. Устройство канала регистрации на основе коронного счетчика СНМ-14.

Для реализации предложенного способа детектор СНМ-14 подключен через 10-ти метровый коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом к низкочастотному (до 10 кГц) АЦП TereminoMCA (Теремино), который в свою очередь соединен через аудиокабель и USB2 с персональным компьютером (ПК). По этому же кабелю подается высоковольтное питание на анод СНМ-14. Опытным путем установлен оптимальный уровень анодного питания, равный 700 В. При включении программного обеспечения Теремино на экране компьютера в реальном времени строится спектрограмма.

2. Результаты измерений в Дубне

При первых измерениях были зарегистрированы две составляющие спектра: низкоэнергетическая составляющая спектра (НЭС) и среднеэнергетическая составляющая спектра (СЭС).

- НЭС имеет максимум интенсивности в диапазоне энергий от 0,8 кэВ до 105 кэВ и спадает практически до нуля к 250 кэВ.
- СЭС начинается от 75 кэВ, достигает максимума интенсивности в области 250 кэВ, и спадает почти до нуля к 650 кэВ.
- Особенности НЭС и СЭС:

Характеристики двух составляющих спектра.

1. Экспериментально обнаружено, что НЭС очень сильно реагирует на появление даже слабых электромагнитных полей (ЭМП). Например, при включении потолочных светодиодных светильников, в которых используются импульсные высокочастотные (десятки кГц) трансформаторы, составляющая НЭС исчезает. При включении около детектора вентилятора или источника питания от компьютера (ЭМП 50 Гц) составляющая НЭС также быстро пропадает.

Характеристики двух составляющих спектра

2. НЭС накапливается в углах конструкций помещения.
3. Интенсивность НЭС очень сильно меняется в течение суток.
4. СЭС слабо реагирует на ЭМП.
5. СЭС слабо меняется в течение длительного времени.

Первая (основная) **точка КС** расположена на компьютерном столике. В этой точке 06 сентября 2022 была проведена серия из четырех измерений. Результаты первого измерения показаны на графике 1

Первая точка



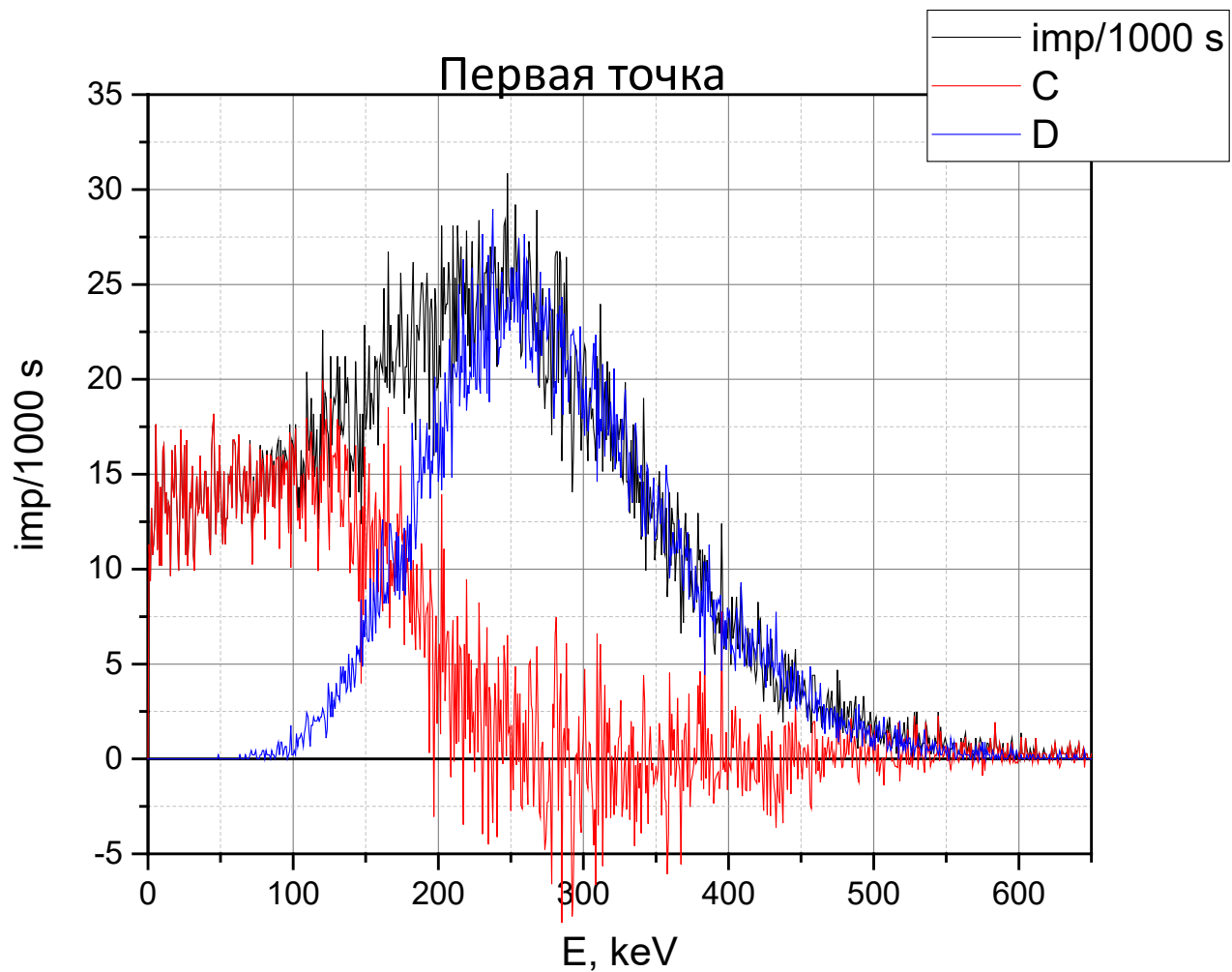


График 1. Скорость счета: $n_1(\Phi_1 - \text{черный}) = 9,55 \pm 0,05$ имп/с, $n_2(0,807 * \Phi_2 - \text{синий}) = 6,01 \pm 0,05$ имп/с, $n_3(\Phi_3 = \Phi_1 - 0,807 * \Phi_2 - \text{красный}) = 3,48 \pm 0,03$ имп/с.

График 2. Изменение скорости счета двух составляющих спектра (имп/с) во время (минуты) измерений фона 06 сентября 2022г. Черная кривая – суммарная скорость счета (без ЭМП), красная – НЭС, синяя – СЭС. Начало измерений – 9:37:16, завершение измерений – 18:57:57.

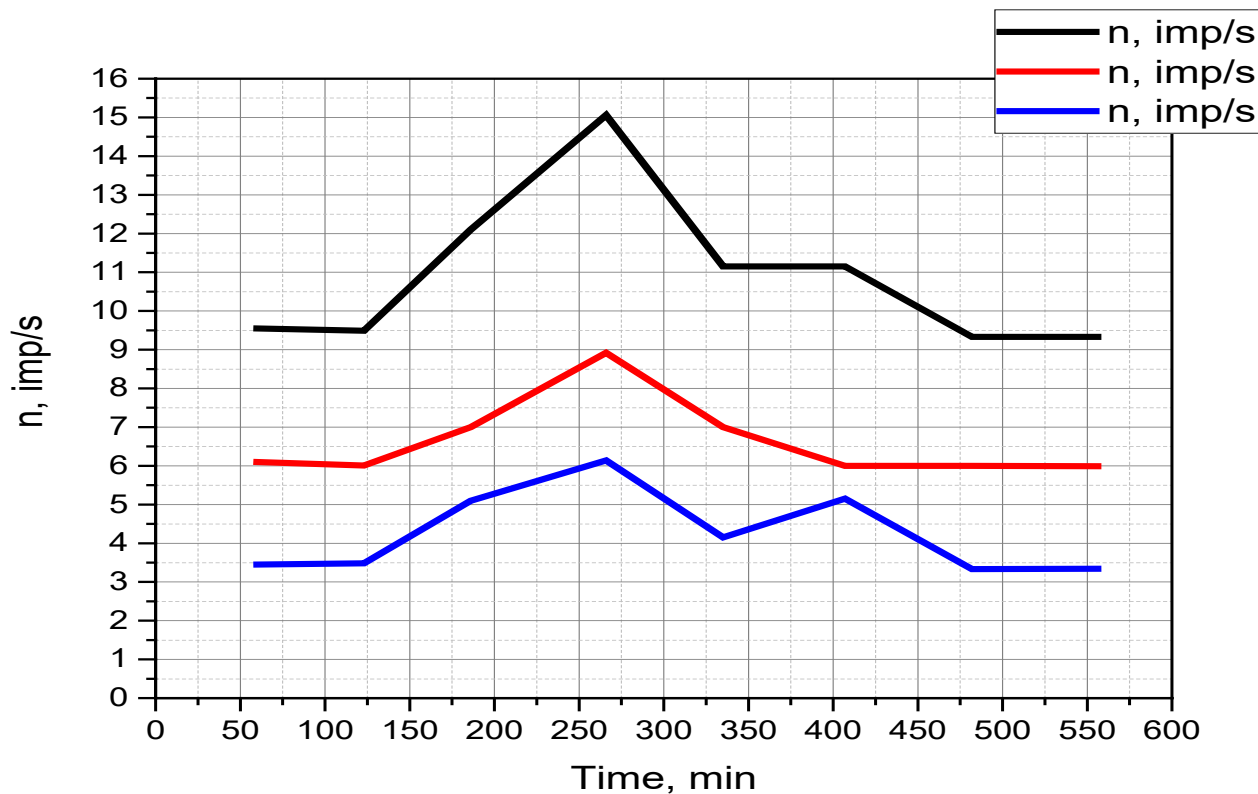


График 3. Изменение скорости счета НЭС и СЭС в сентябре 2022 г

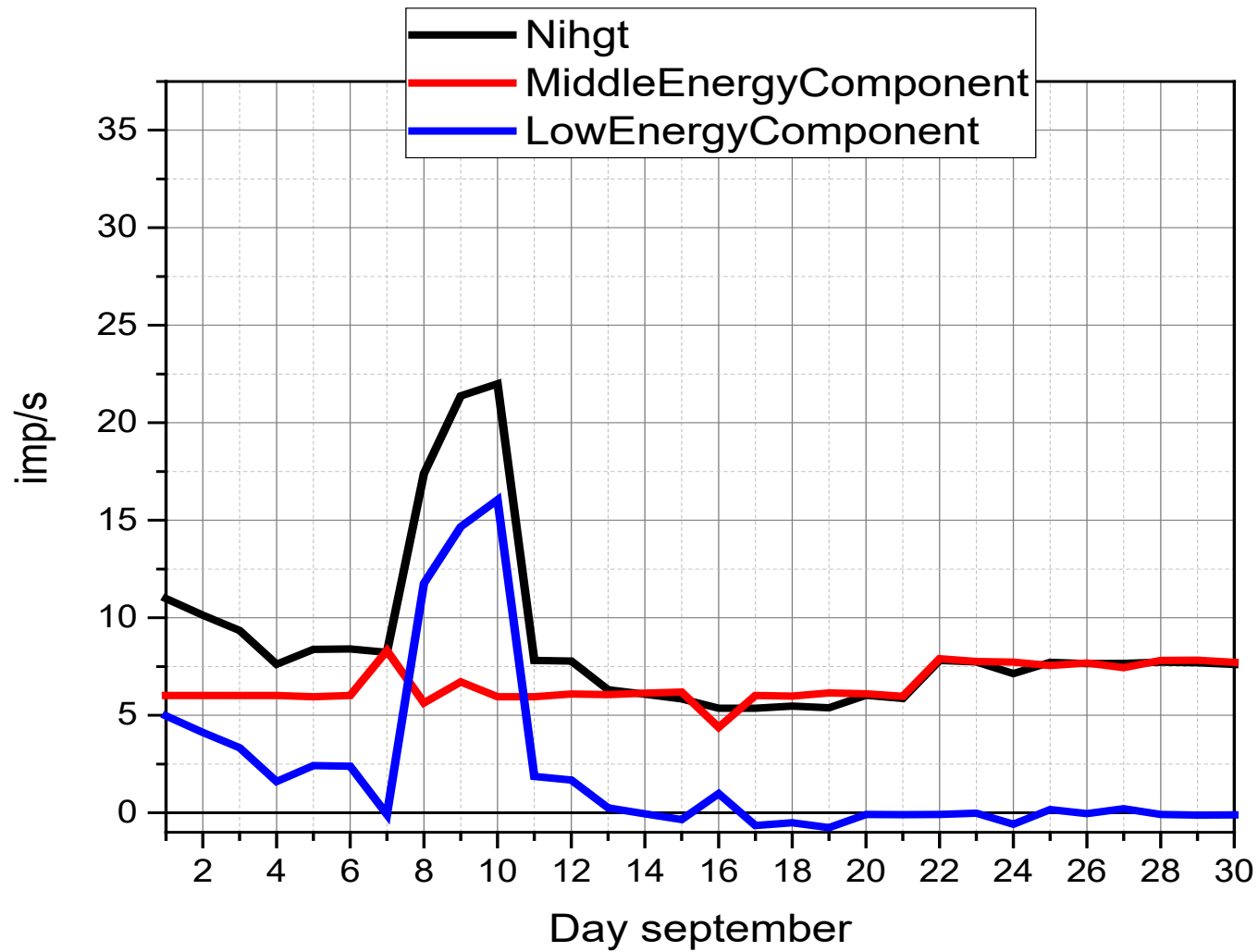


Фото 4. Структура подоконника.
Вторая точка расположена на подоконнике (фото 2).

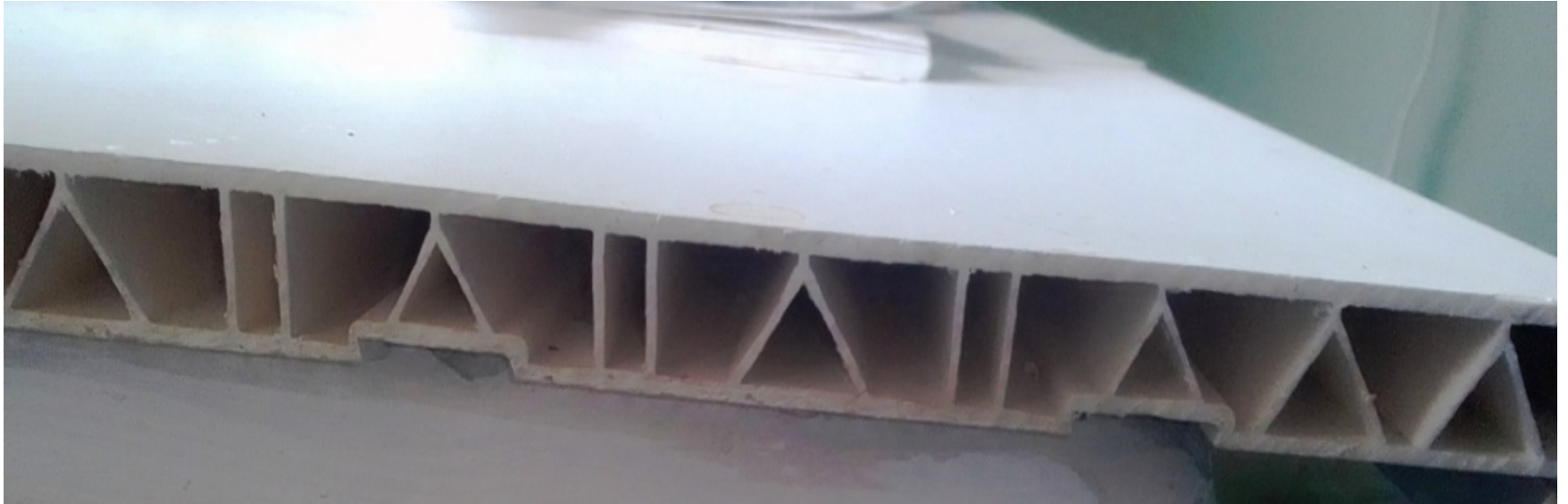
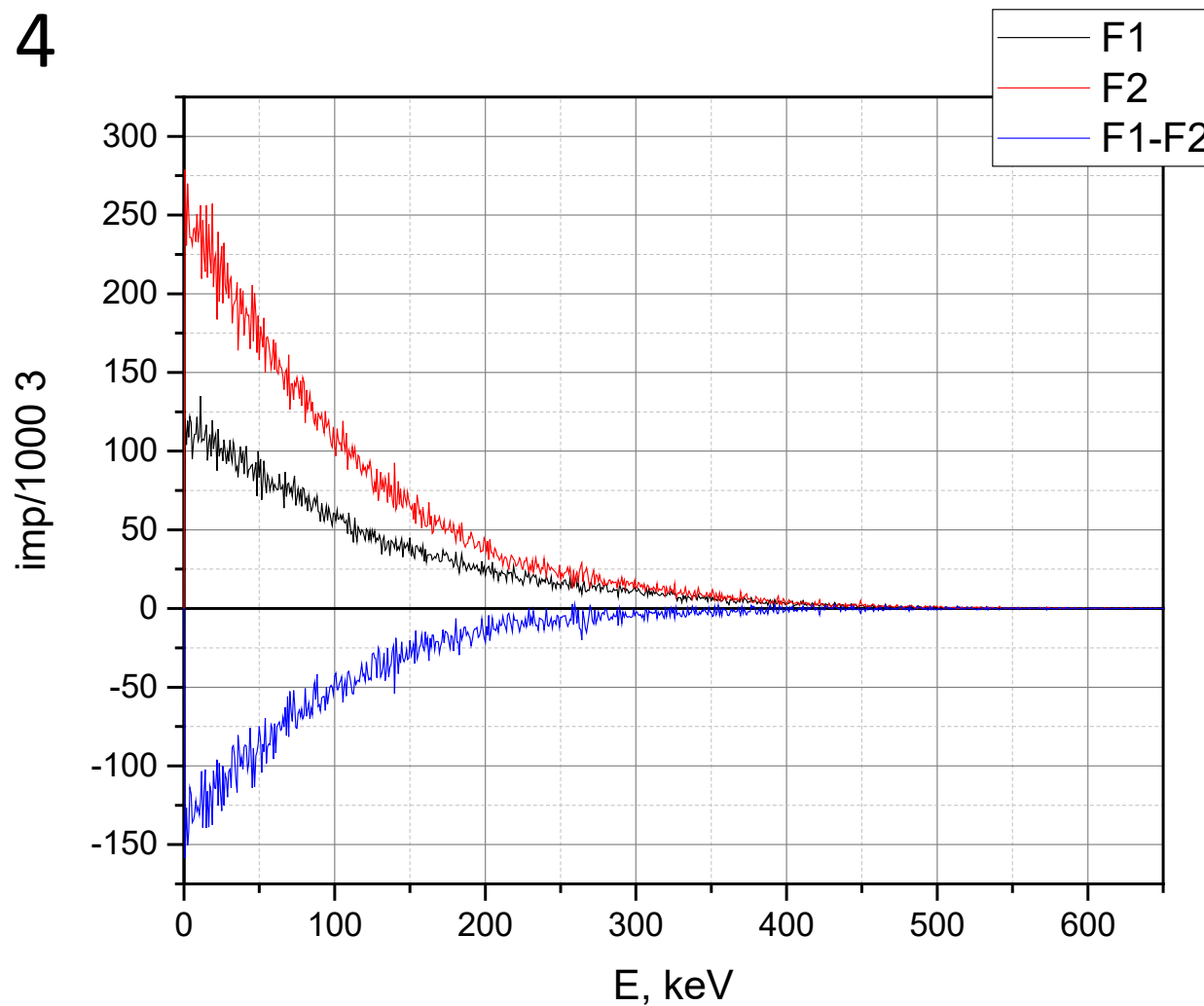


График 4. Скорость счета: n_1 (F1-черный без осв)= $19,18 \pm 0,08$ имп/с, n_2 (F2-красный с осв)= $35,61 \pm 0,11$ имп/с, n_3 (F3= F1- F2-синий)= $-16,43 \pm 0,14$ имп/с.

График 4

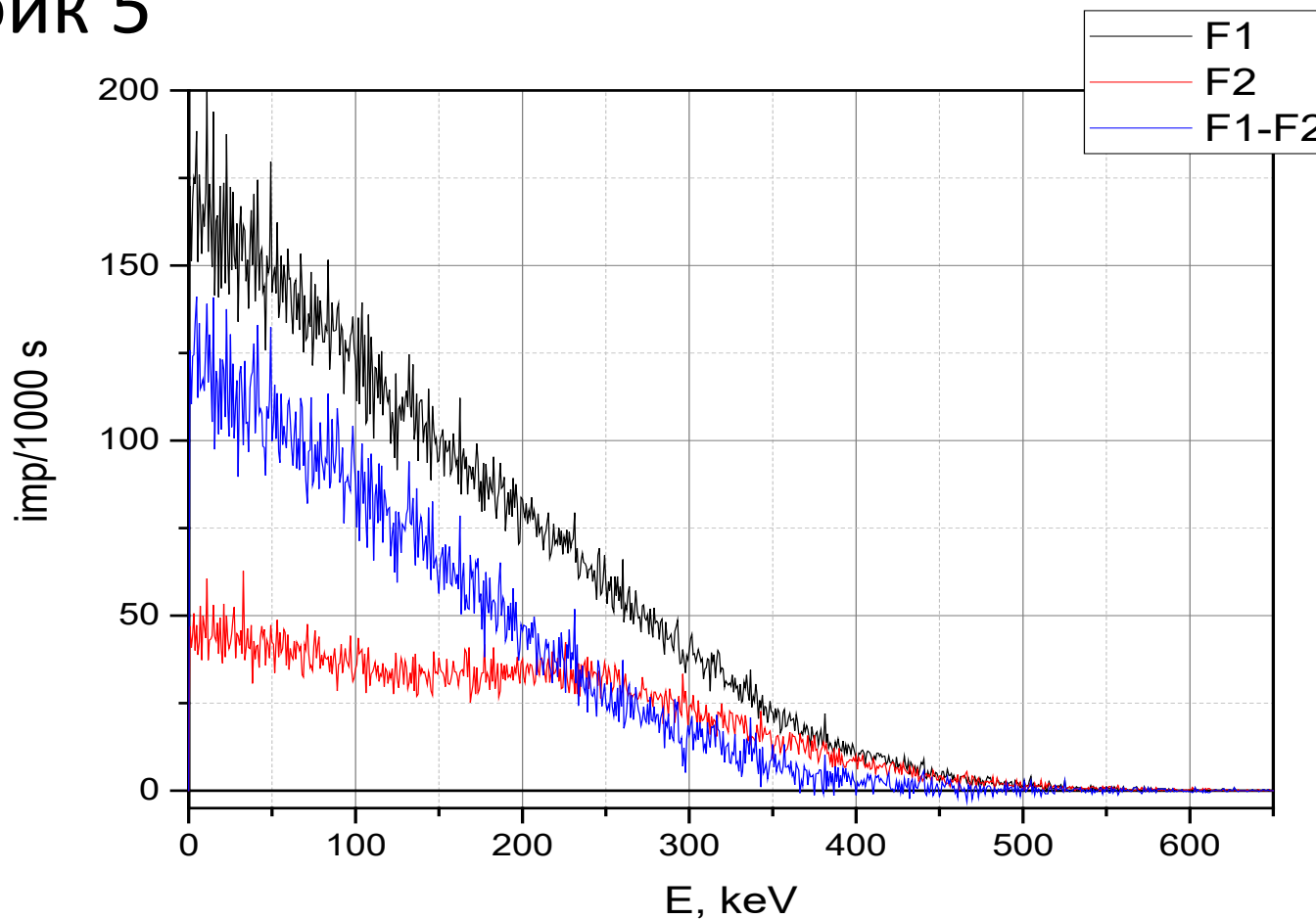


Третья точка расположена в тумбе (фото 5) около подоконника. Датчик располагался слева на нижней полке тумбы за закрытыми створками. Измерения проводились 07.09.2022. Результаты показаны на графике 5.



График 5. Первая экспозиция - 3450 с проводилась без освещения (т.е. без ЭМП),
черный график F1. Вторая экспозиция - 3300 с – с освещением, красный график
F2, синий график $F3 = F1 - F2$.

График 5



Четвертая точка расположена около гидродинамического генератора (ГДГ, фото 6) Детектор был установлен на расстоянии 190 мм от корпуса ГДГ на высоте 270 мм от пола (на 30 мм ниже оси вращения ГДГ, расположенной на фото справа).



График 6. Спектры около ГДГ. Черный – фон до пуска ГДГ. Красный – во время работы ГДГ. Синяя составляющая – вклад от работы ГДГ.

График 6

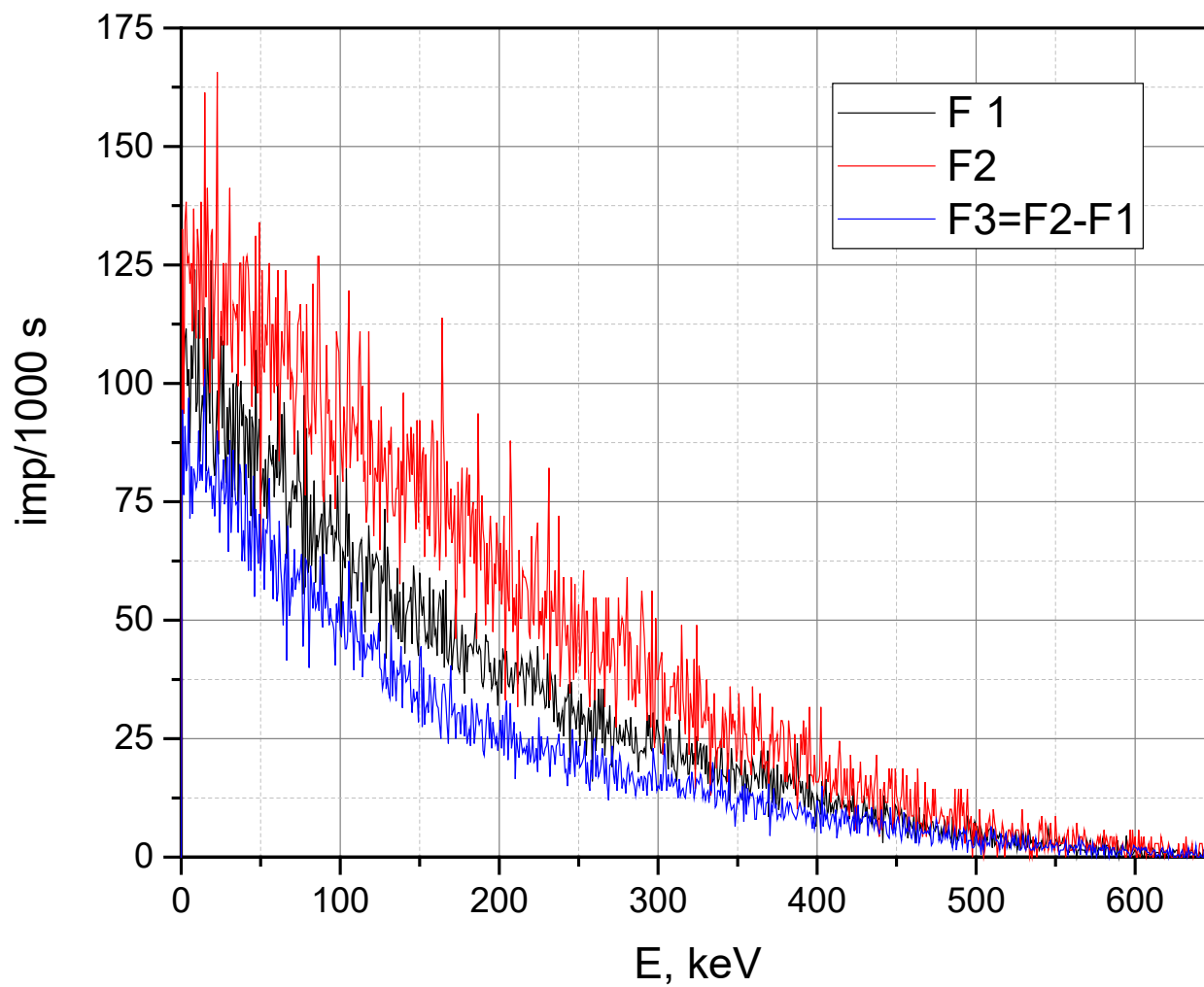


График 7. После завершения работы ГДГ измерен фон Ф4. Время экспозиции 2001 с, $n=18,59\pm 0,10$ имп/с. На графике 7 показаны Ф1 (черный), Ф4 (красный) и Ф5(синий)=Ф4-Ф1 ($n=-6,55\pm 0,15$ имп/с).

График 7

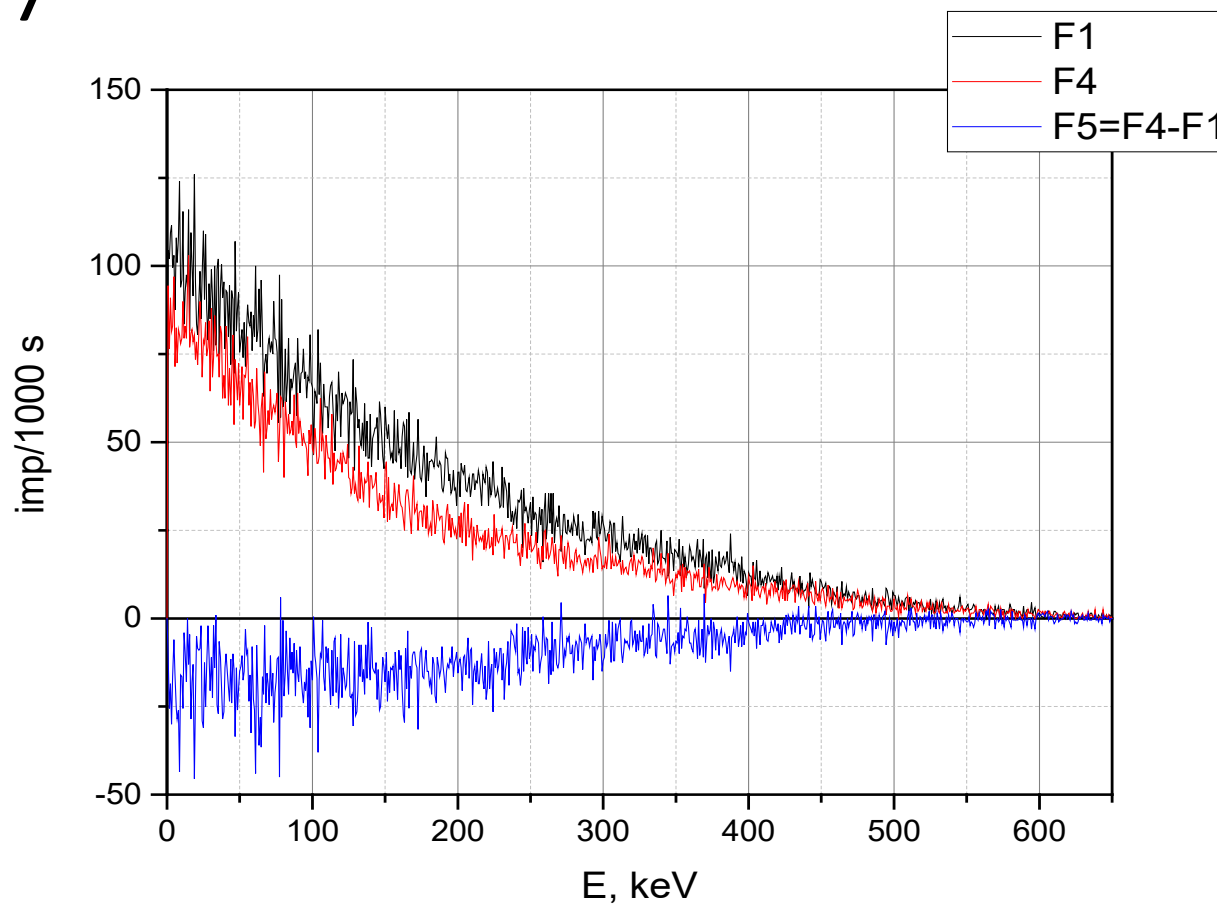
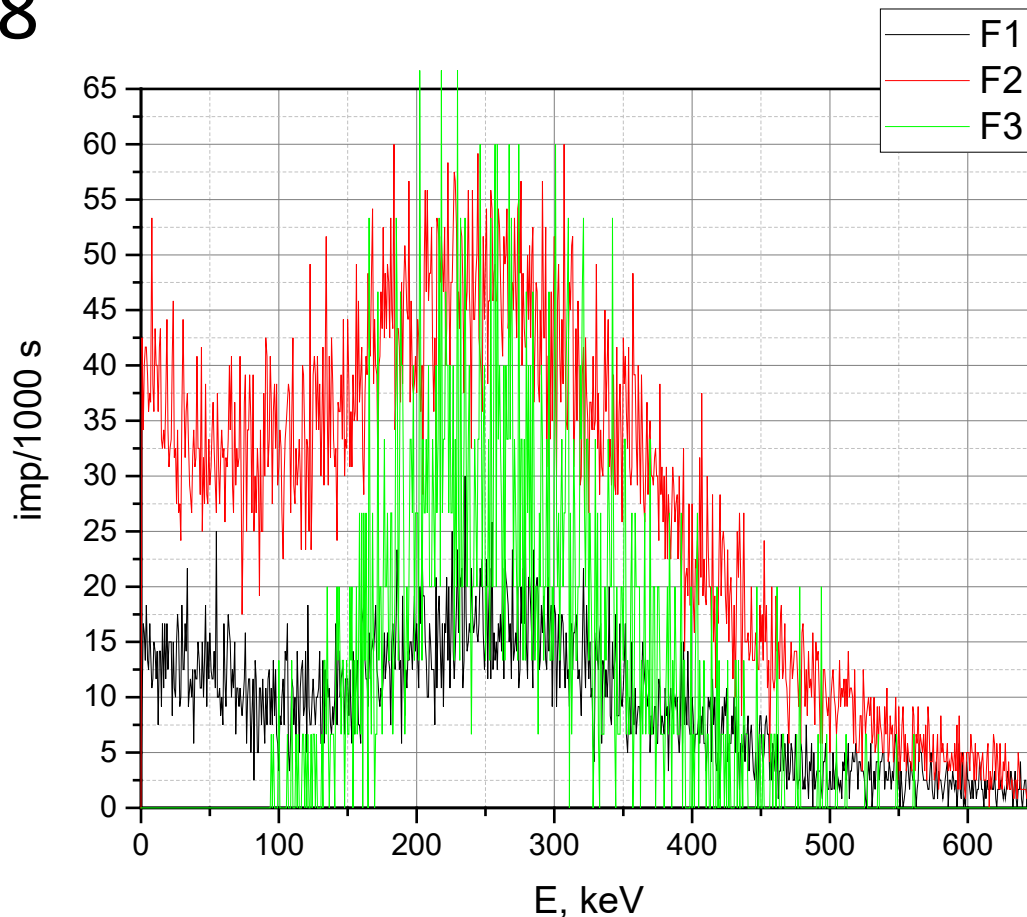


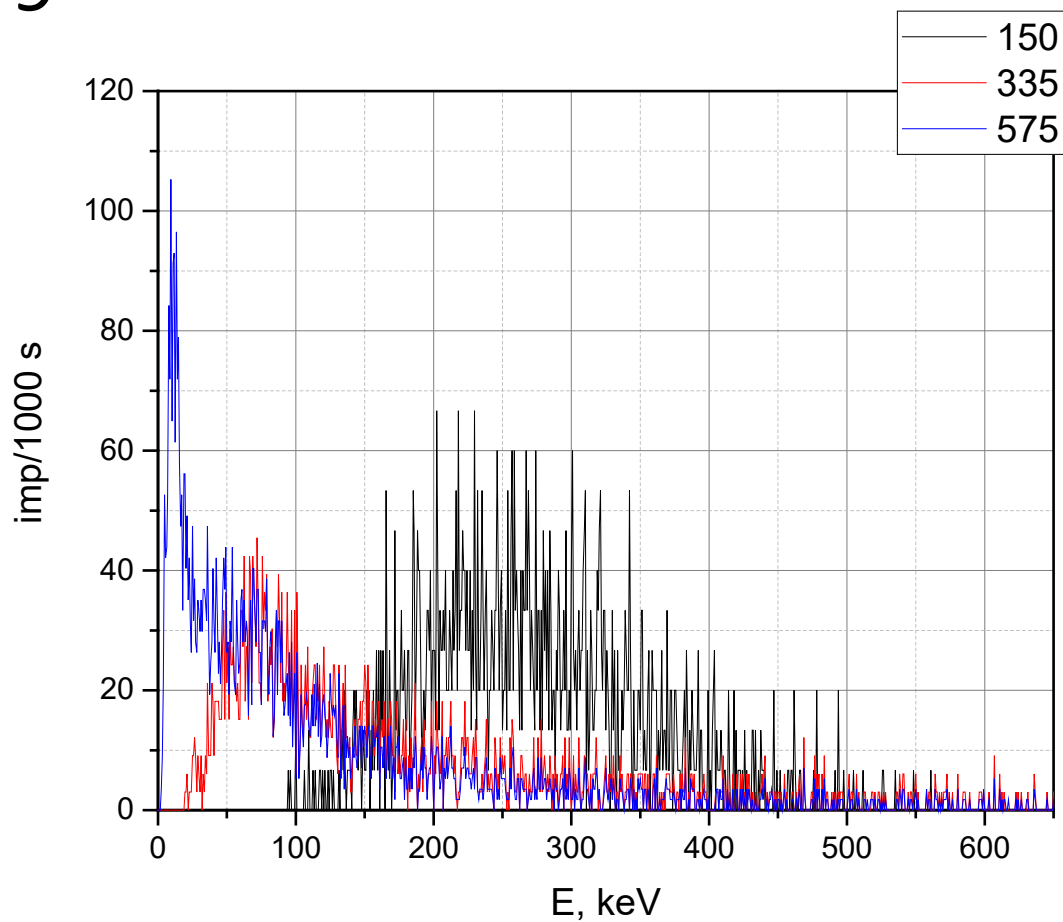
График 8. Спектры 17.08.2022 на установке Степанова И.Н. с выпуском перегретого пара через дроссель 10 мм. На графике 1 показаны спектры: фон Ф1 (черный – начало измерений 12:10) за 1200 с, $n=7,63\pm 0,09$ имп/с; фон Ф2 (красный – начало измерения 12:39) за 1200 с, $n=22,48\pm 0,14$ имп/с; фон Ф3 (зеленый – начало измерений 13:05) за первые 150 с выпуска пара, $n=8,25\pm 0,23$ имп/с.

График 8



На графике 9 показаны изменения спектров во время выпуска пара. Ф1 (черный) – за первые 150 с ($n=8,25\pm 0,23$ имп/с), Ф2 (красный – со 155 по 335 с) - $n=5,68\pm 0,13$ имп/с, Ф3 (синий со 155 с по 575 с) - $n=6,95\pm 0,11$ имп/с..

График 9



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Литература.

1. Л.С.Горн, Б.И.Хазанов, Избирательные радиометры., Москва, Атомиздат, 1975, стр. 309-314.
2. В.О.Громов, В.А.Панюшкин, А.Л.Шишкин, Счетные характеристики кагала регистрации нейтронов на основе коронного счетчика СНМ-14, Препринт ОИЯИ 16-87-228, 1987 г.
3. А.Л.Шишкин, Исследование свойств разряда коронного счетчика СНМ-14. Препринт ОИЯИ 13-80-616, 1980 г.
4. А.Л.Шишкин, Ю.Г.Будяшов, Способ контроля стабильности работы каналов детектирования с коронными счетчиками ионизирующей излучений, Описание к авторскому свидетельству на изобретение №925188, Бюллетень изобретений №39 от 23.10.1982.