

1. Измерение ионизационного выхода ядер отдачи в аргоне

Обработка данных от 11 февраля 2016

ГЭУ на земле, напряжение на ФЭУ 700 В

Данные:

1) 16 кВ

1.1 Ам (порог 20 мВ)

1.2 нейтроны 10 мин.

1.3 фон 10 мин.

1.4 фон 2 мин.

1.5 Ам

2) 18 кВ

2.1 Ам (порог 20 мВ)

2.2 пьедестал

2.3 нейтроны 10 мин.

2.4 фон 10 мин.

2.5 Ам (порог 25 мВ)

3) 20 кВ

3.1 пьедестал

3.2 Ам (порог 30 мВ)

3.3 нейтроны (порог 50 мВ)

3.4 фон 5 мин. (порог 50 мВ)

3.5 фон 10 мин. (порог 50 мВ)

3.6 Ам (порог 50 мВ)

3.7 Ам (порог 30 мВ)

1.1. Обработка данных

1) перевожу напряжение кВ в напряженность дрейфового поля

16 кВ -> 0.5 кВ / см

18 кВ -> 0.56 кВ / см

20 кВ -> 0.62 кВ / см

2) Пики от Ам фитируются гауссом.

ν - усредняются, σ - берется наибольшая.

3) Калибровка. Заряд с осциллографа измерен в В*с Q_{ADC} . Нужно перевести его в количество электронов n_e . A - константа калибровки.

$$Q_{ADC}(E, \varepsilon) = n_e(E, \varepsilon) \cdot A(\varepsilon)$$

При постоянном поле ε $A = const$. Необходимо вычислить $n_e(E, \varepsilon)$. Чтобы рассчитать $n_e(59.5 \text{ кэВ}, \varepsilon)$ возьмем данные из статьи X-ray ionization yields and energy spectra in liquid argon. Поскольку нет данных для энергии 59.5 кэВ, то сначала посчитаем значения при разных энергиях и наших полях $n_e(35 \text{ кэВ}, \varepsilon)$, $n_e(364 \text{ кэВ}, \varepsilon)$, $n_e(976 \text{ кэВ}, \varepsilon)$. Потом сделаем фит и узнаем значения n_e при энергии 59.5 кэВ и наших полях (рис. 1).

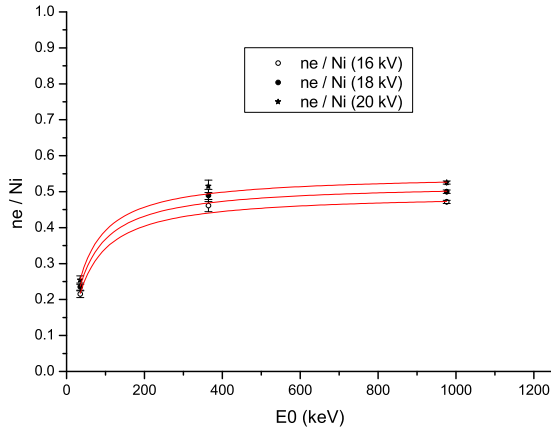


Рис. 1.

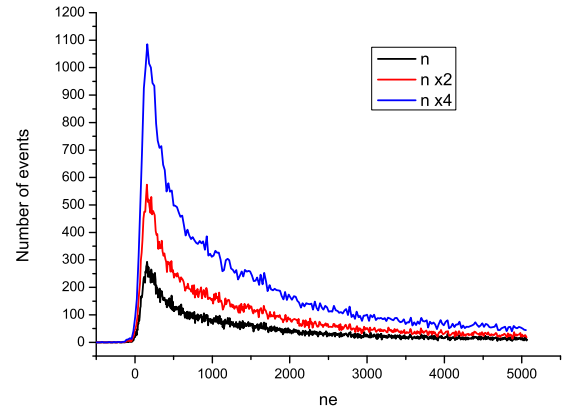


Рис. 2.

Зная Q_{ADC} и n_e вычисляем коэффициенты A при различных полях.

4) Спектр ядер отдачи

Из спектра, полученного при заходе с нейтронами вычитаем спектр, полученный при выключенной трубке. Далее переводим шкалу из Q_{ADC} в n_e . Исходные данные из-за небольшой статистики зашумлены. Сдваиваем каналы гистограммы, чтобы улучшить ситуацию с шумами (рис. 2 - пример для поля 0.62 кВ / см).

5) Свертка

Тест программы на ступеньке (рис. 3).

Рассмотрим теперь как выглядит свертка теоретического спектра с функцией гаусса при $\sigma = 30\%$ (рис. 4). Зеленая кривая (Евгений) и черная кривая (Владислав) практически совпадают, значит расчет верный.

Далее сделаем свертку с энергетическим разрешением 22.89%. Фитируем правый край спектра линейной функцией. Получаем $325 \pm 5 \text{ keVnr}$.

Теперь учтем тот факт, что энергетическое разрешение сигнала с ФЭУ зависит от энергии ядра отдачи (рис. 7). Данные о энергетическом разрешении при разных

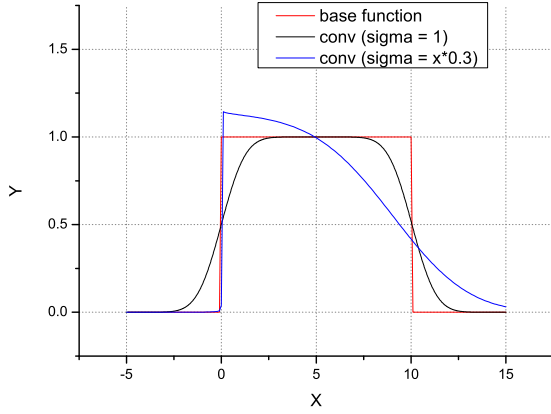


Рис. 3.

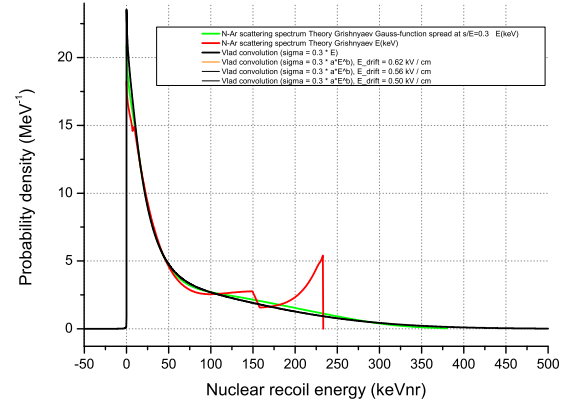


Рис. 4.

энергиях фотонов взяты из статьи Two phase cryogenic avalanche detector with electroluminescence gap operated in argon doped with nitrogen.

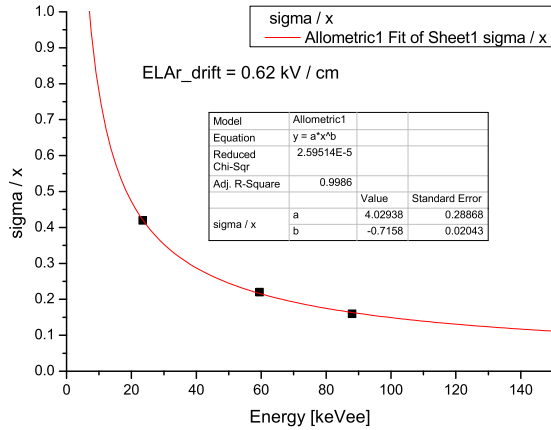


Рис. 5.

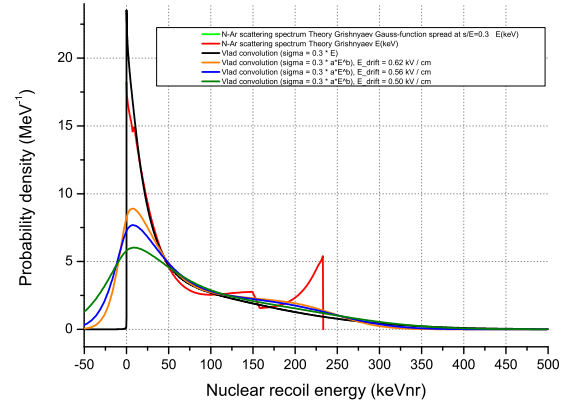


Рис. 6.

Сигма распределения считается следующим образом:

$$\sigma(E_{keVnr}) = \frac{\sigma}{E}(E_{keVnr} \cdot 0.3) \cdot E_{keVnr} \quad (1)$$

Пока проведем расчеты при $\sigma = 22.89\%$.

6) Находим кривую просчетов С генератора подаем прямоугольный импульс на осциллограф. Настраиваем zoom и интегрируем сигнал, т.е. повторяем условия обработки данных из эксперимента.

7) Нахождение точек 80 кэВ и 233 кэВ Вычитаем гамма подложку. Для $\varepsilon = 0.62$ кВ/см выберем 3 различные левые границы: 2005, 3005, 4000 n_e . Посчитаем точку пересечения с осью n_e . Оказывается, что выбор левой границы почти не влияет на нахождение точки пересечения.

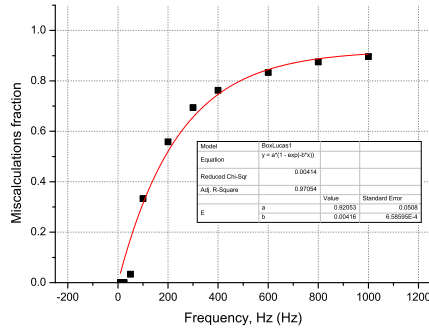


Рис. 7.

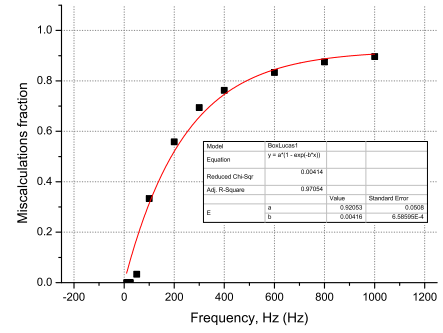


Рис. 8.

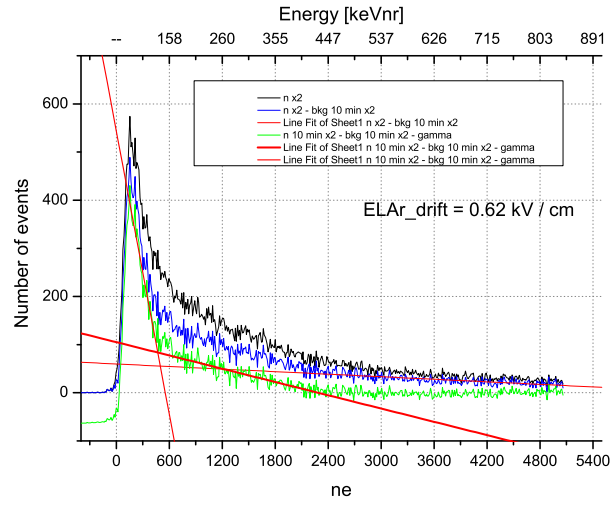


Рис. 9.

	0.5 кВ / см	0.56 кВ / см	0.62 кВ / см
$n_e(80 \text{ кэВ})$	-	750 ± 50	800 ± 50
$n_e(233 \text{ кэВ})$	-	$1950 \pm (50_{fit} \pm 278_{calib})_{sys} \pm 60_{stat} = 1950 \pm$	$2400 \pm (50_{fit} \pm 375_{calib})_{sys} \pm 50_{stat} = 2400 \pm$
$E(233 \text{ кэВ})$	360 ± 15	332 ± 7	325 ± 5
$E(\text{kink})$	360 ± 15	332 ± 7	325 ± 5
$Q_y(80 \text{ кэВ})$	-	-	5.9
$Q_y(233 \text{ кэВ})$	-	5.87 ± 0.85	7.38 ± 1.04