

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 и σ - усредняются.

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).

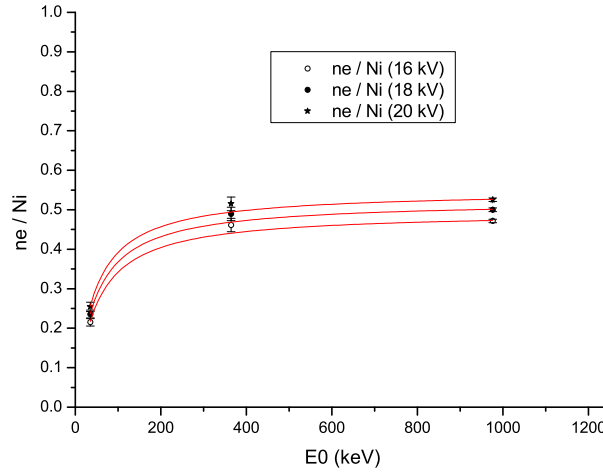


Рис. 1.

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 калибруем 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).

Далее необходимо вычесть подложку от гамма фона (линейная функция). Выбор левого края - неоднозначен. Однако можно понять где находится правый край спектра нейтронов, если перевести число электронов n_e в энергию ядра отдачи (keVnr) и сравнить этот спектр с теоретическим. Для начала переведем n_e в keVee, воспользовавшись соотношениями

$$\frac{n_e}{N_i} = \frac{a}{1 + b/E_0} \quad (1)$$

$$N_i = E_0/W \quad (2)$$

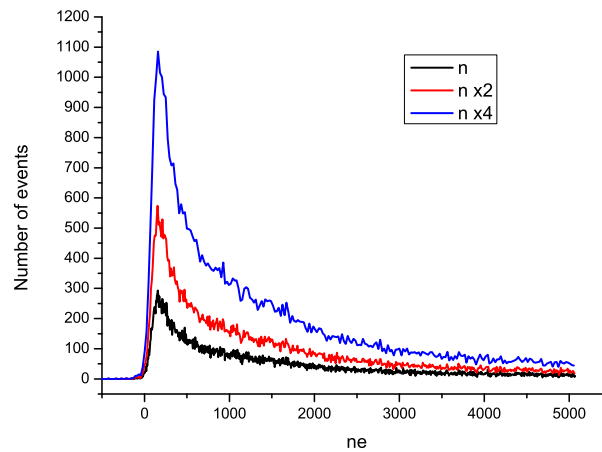


Рис. 2.

откуда можно получить E_0 , решив квадратное уравнение.

Далее предположим, что фактор гашения не зависит от энергии и равен 0.3 и переведем keVee в keVnr:

$$keVnr = keVee/0.3 \quad (3)$$

Пример фитирования гамма подложки приведен на рис. 3.

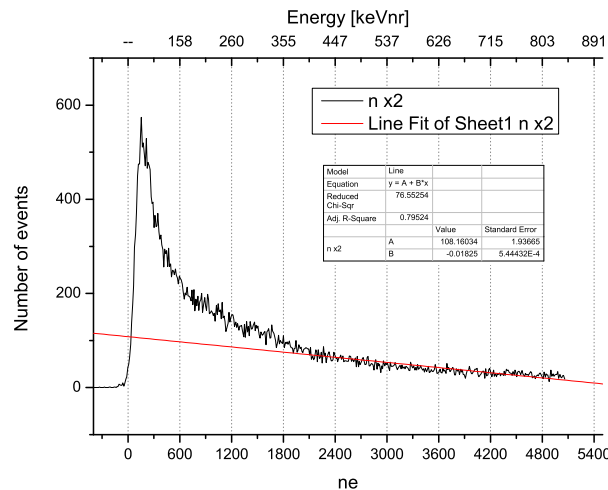


Рис. 3.

5) Свертка

Тест программы на ступеньке (рис. 4).

Рассмотрим теперь как выглядит свертка теоретического спектра с функцией гаусса (рис. 5).

Зеленая (Евгений) и черная кривая (Владислав) практически совпадают, значит расчет верный.

Теперь учтем тот факт, что энергетическое разрешение сигнала с ФЭУ зависит

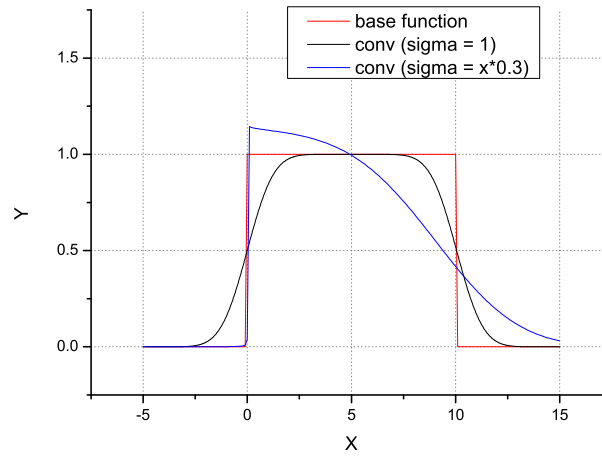


Рис. 4.

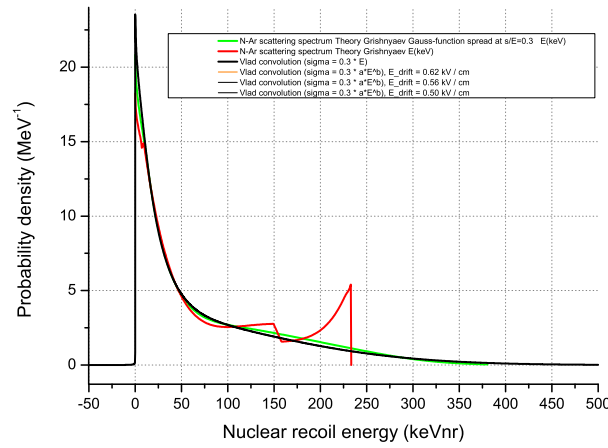


Рис. 5.

от энергии ядра отдачи. Данные взяты из статьи Two phase cryogenic avalanche detector with electroluminescence gap operated in argon doped with nitrogen.

Сигма распределения считается следующим образом:

$$\sigma(E_{keVnr}) = \frac{\sigma}{E}(E_{keVnr} \cdot 0.3) \cdot E_{keVnr} \quad (4)$$

На рис.6 показаны спектры при свертке с гауссом, дисперсия которого зависит не только от энергии, но и от поля.

Как видно из графиков, спектр нейтронов заканчивается в районе 350 keVnr.

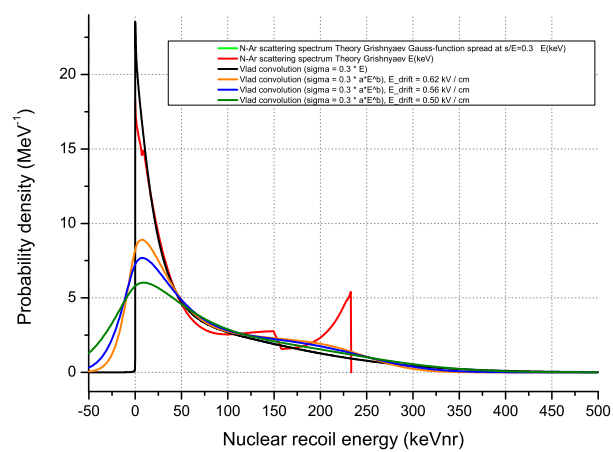


Рис. 6.