



Модернизация процедуры обработки данных в программном пакете **REDOffline**

Студент: Коськин Ю. И.

Научный руководитель: Кумпан А. В.

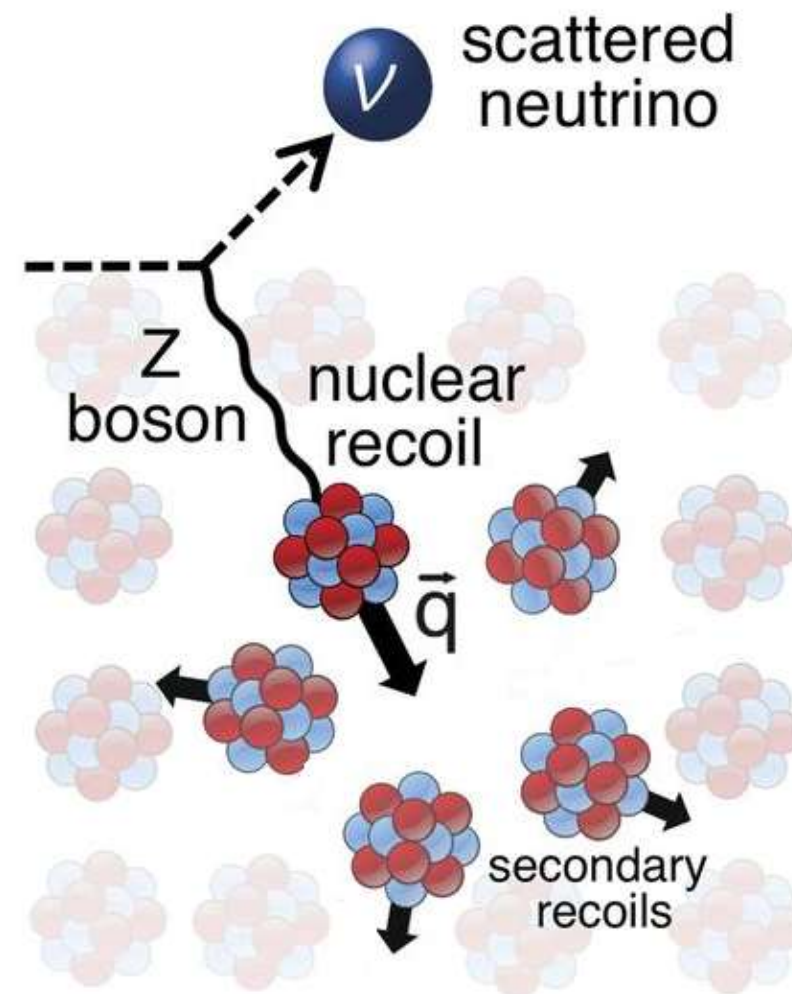
29.12.2025



Упругое когерентное рассеяние нейтрино

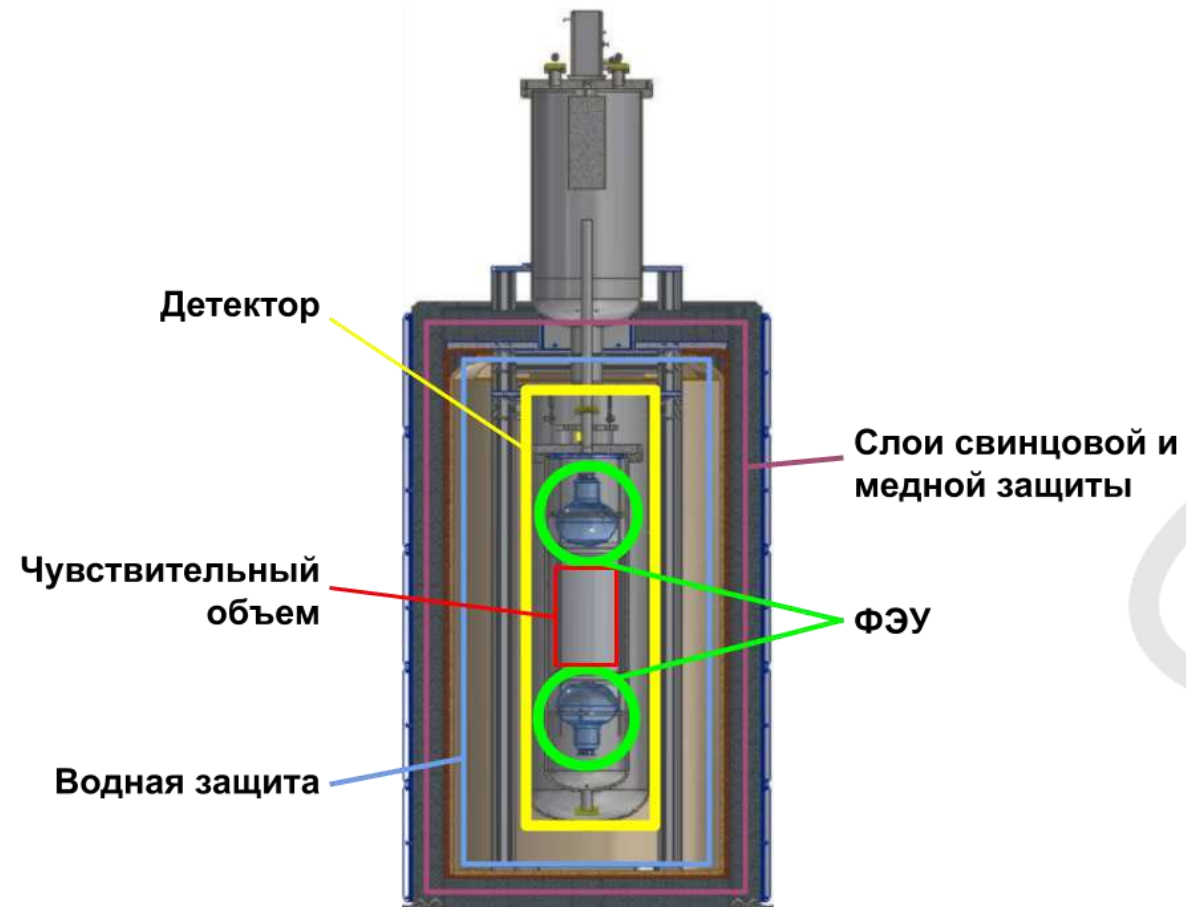
- Процесс предсказан Стандартной Моделью
- Обнаружен в 2017 году, COHERENT (CsI)
- Низкая энергия ядра отдачи (порядка 10 кэВ)
- Сечение рассеяния пропорционально N^2 (N – число нейтронов в ядре)

$$\frac{d\sigma}{dT} = \frac{G_F^2 M}{2\pi} \cdot \frac{Q_W^2}{4} F^2(Q) \left(2 - \frac{MT}{E_\nu^2} \right)$$
$$Q_W = N - (1 - 4 \sin^2 \theta_W) Z$$



Детектор CENNS-10

- Однофазный сцинтилляционный детектор на жидком аргоне
- Расположен на ускорителе SNS
- ~24 кг Lar в чувствительном объеме
- Система пассивной защиты Cu + H₂O
- Два ФЭУ Hamamatsu R5912 + напыление, тетрафенил-бутадиен (TPB)



Формат экспериментальных данных. Конфигурационный файл. Программный пакет REDOffline

Экспериментальные данные:

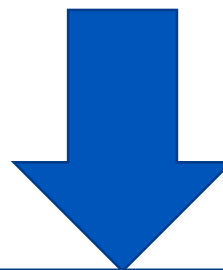
Бинарные файлы (**измерения**) + конфигурация (**настройки параметров**) направляются в программный пакет REDOffline (C++, ЛЭЯФ)

Класс Config:

- Чтение, сохранение и вывод содержимого конфигурационного файла
- Интеграция в экосистему REDOffline

Конфигурационный файл

```
V172X_Params (  
  ...  
  board0 (  
    ...  
    channel0 (  
      ...  
      enabled true  
    ...  
  )  
)
```

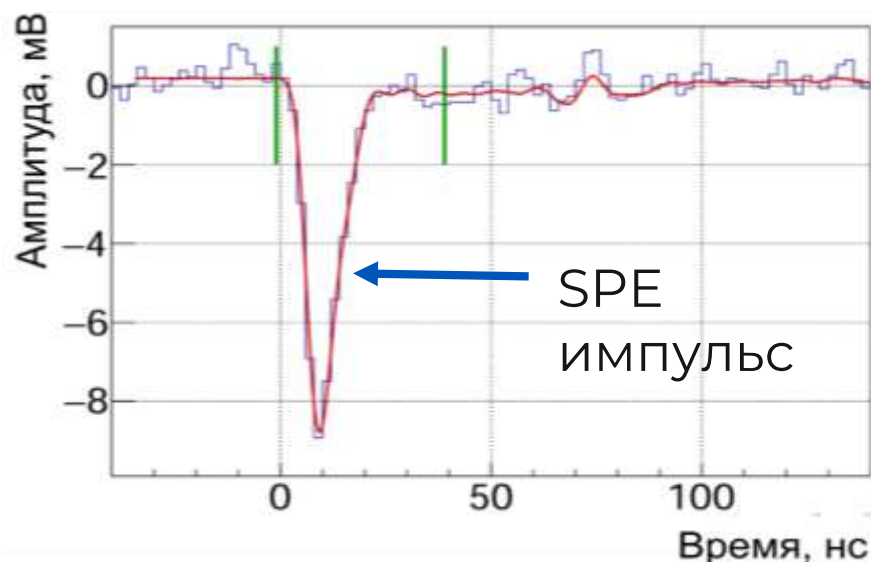


Пара для словаря std::map
V172X_Params.board0.channel0.enabled : true

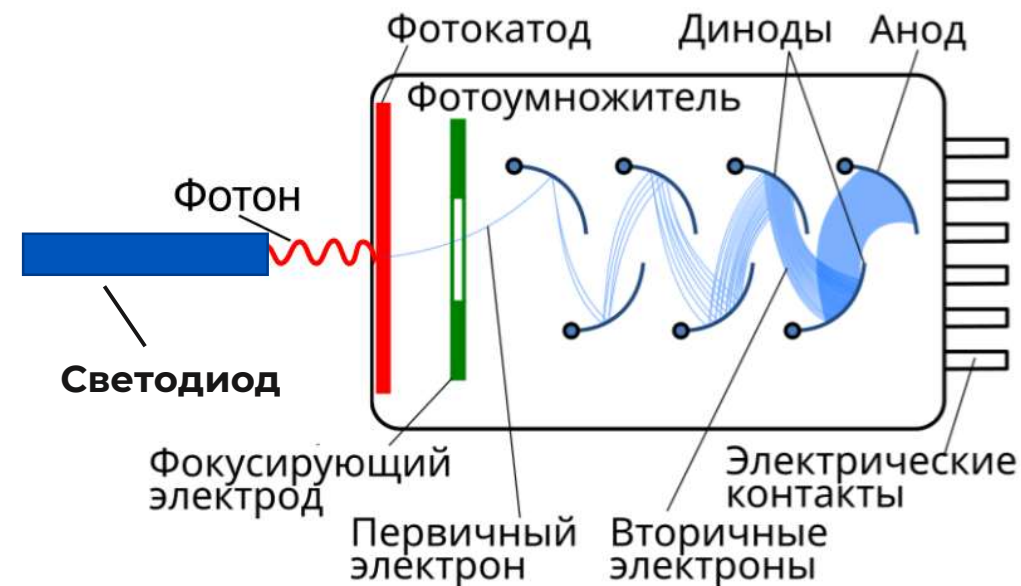
SPE-калибровка фотоумножителей

Для корректной интерпретации электрического сигнала с **ФЭУ** необходимо проведение их калибровки

- Вероятностный характер движения и размножение электронов внутри ФЭУ → **неоднородность** числа и времени их пребывания на анод
- **LED-калибровка:** светодиоды (LED) + тонкая настройка параметров
- Данные направляются в REDOffline для обработки



Пример формы SPE-сигнала



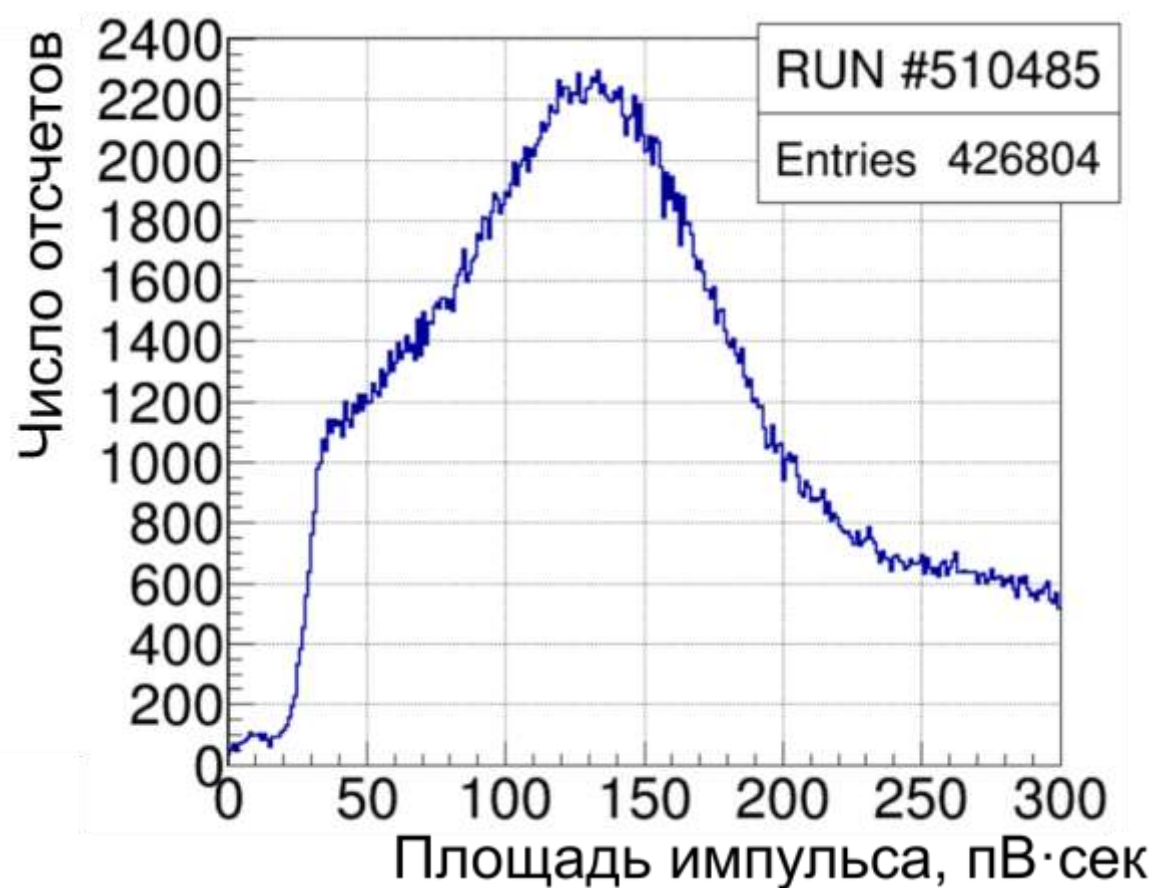
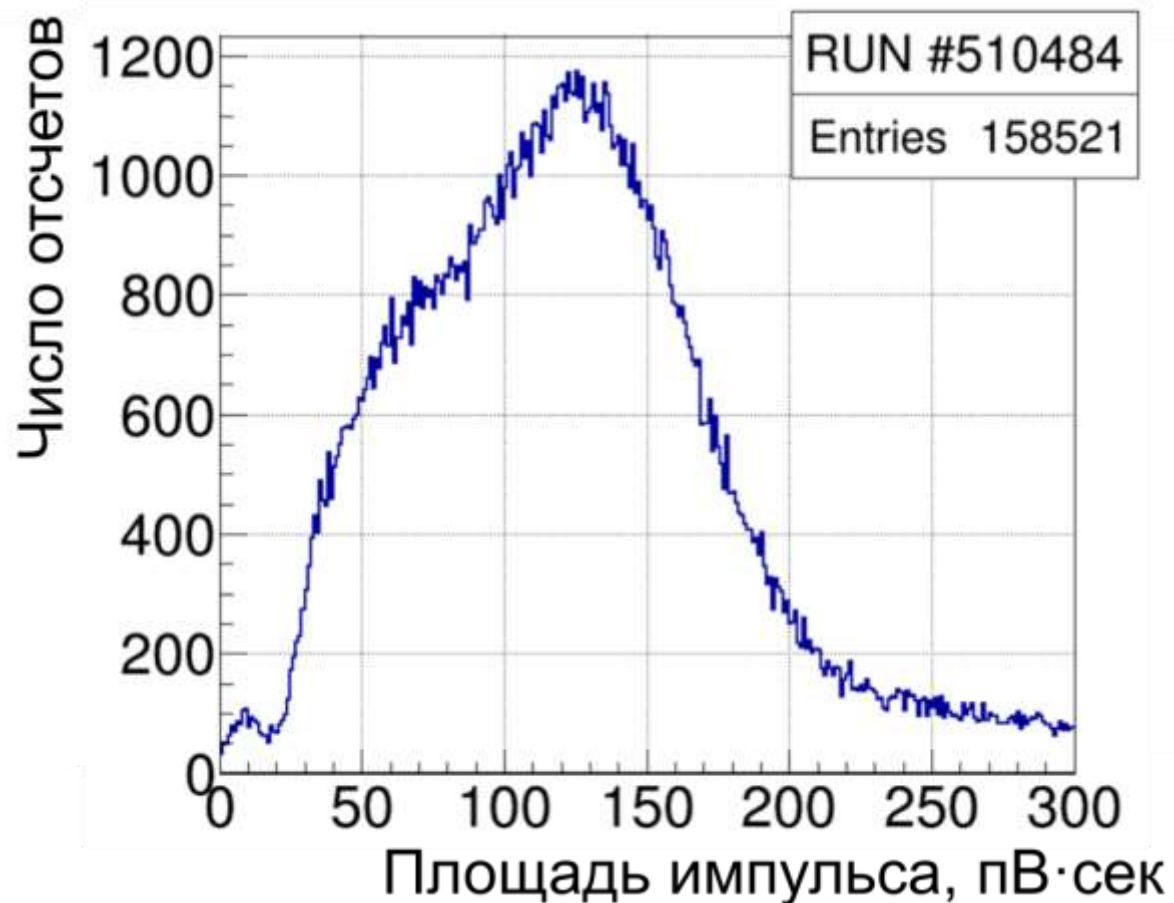
$$\frac{dQ}{dt} = \frac{U}{R_{\text{нагр}}} + C \frac{dU}{dt}$$

- Заряд электрона – $1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл
- Сопротивление нагрузки $R_{\text{нагр}} \sim 50$ Ом
- Коэффициент усиления $\sim 10^7$

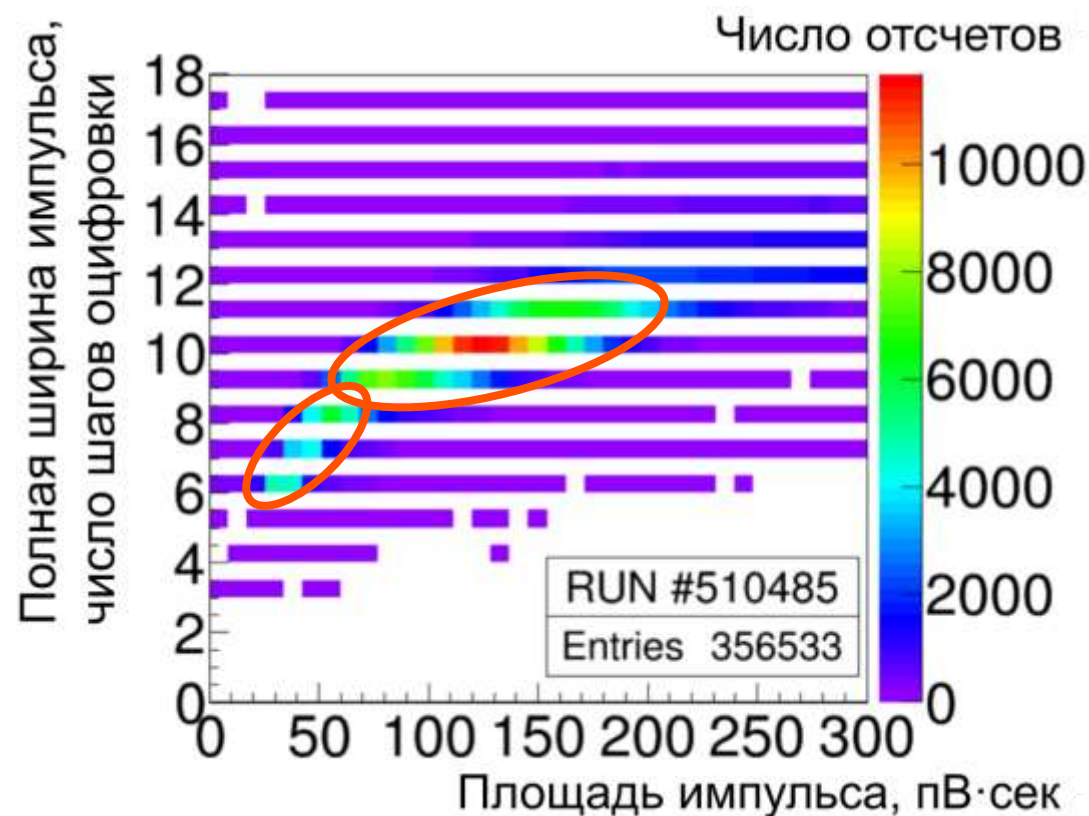
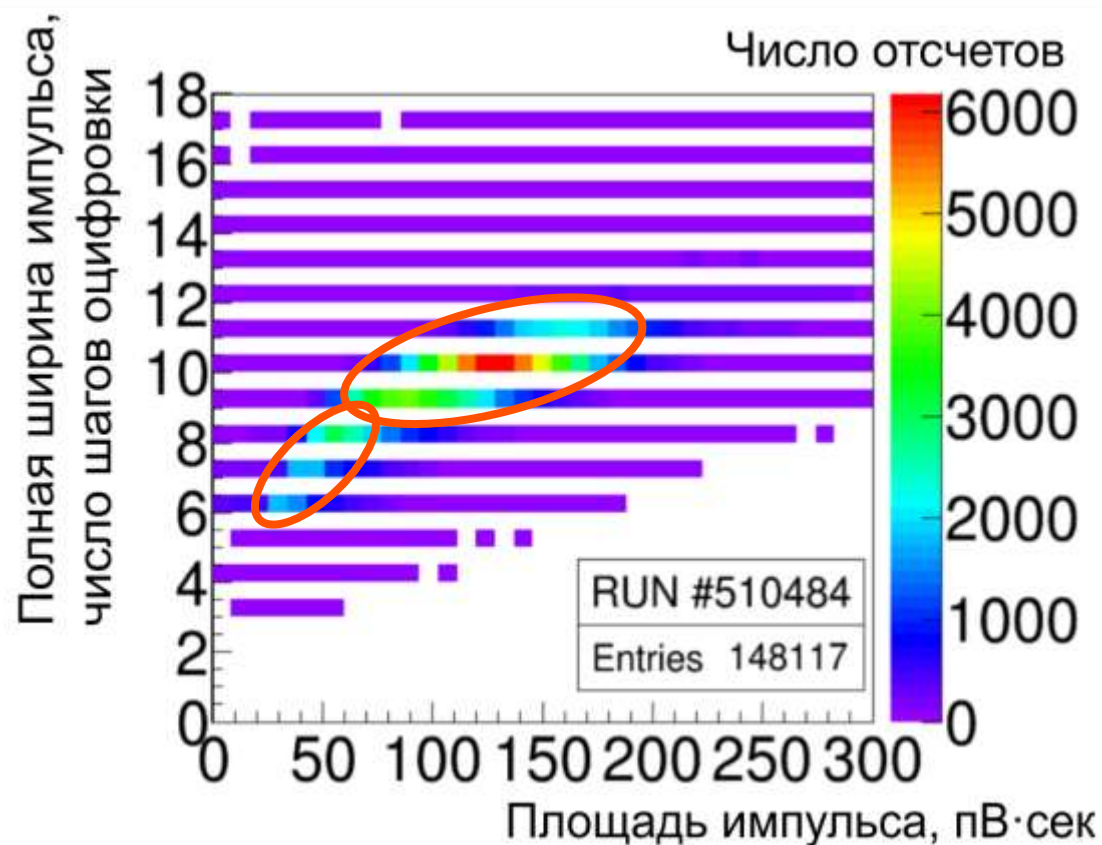
$$S_{SPE} \sim 8 \cdot 10^{-11} \text{ В} \cdot \text{сек} = 80 \text{ пВ} \cdot \text{сек}$$

Чтение экспериментальных данных

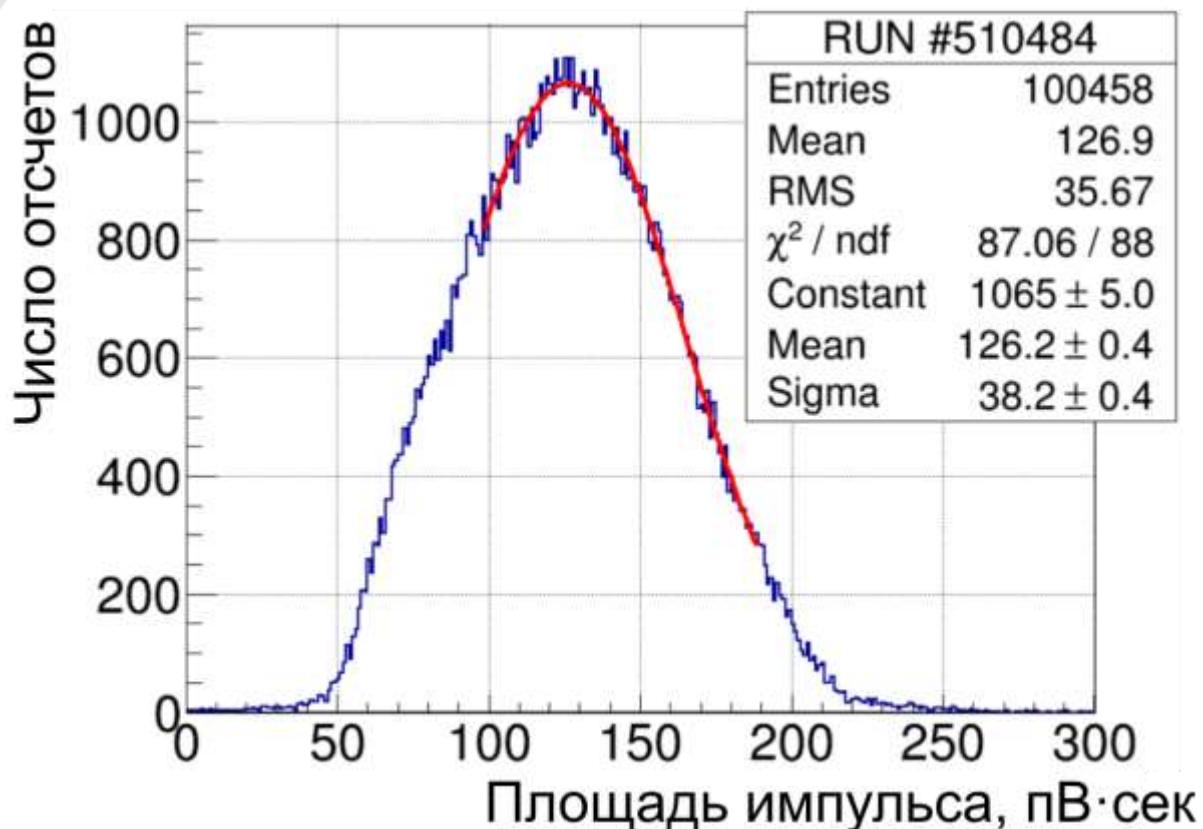
Гистограммы распределения импульсов по площади до отборов



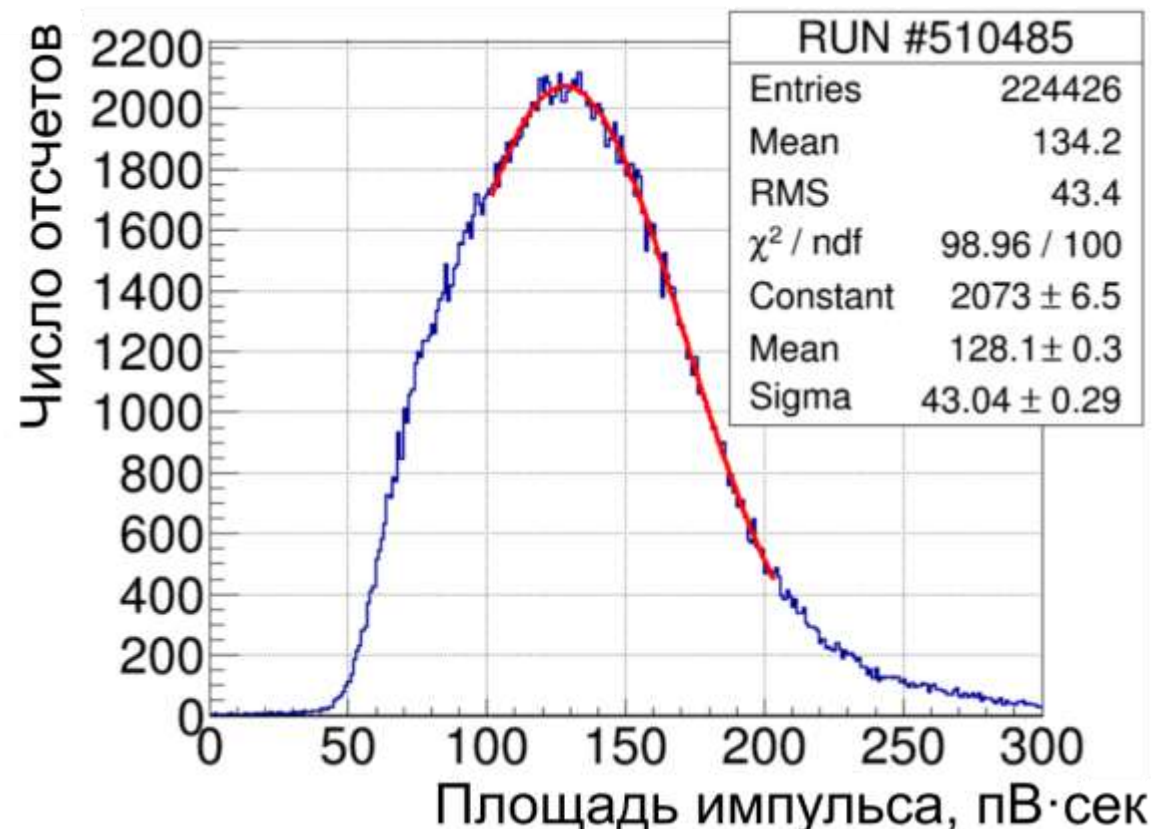
Двумерные гистограммы распределения числа импульсов от полной ширины и площади



Распределения площади импульса после отбора по полной ширине.
Красная линия – фит



Ран 510484 : 126.2 ± 0.4 пВ · сек



Ран 510485 : 128.1 ± 0.3 пВ · сек

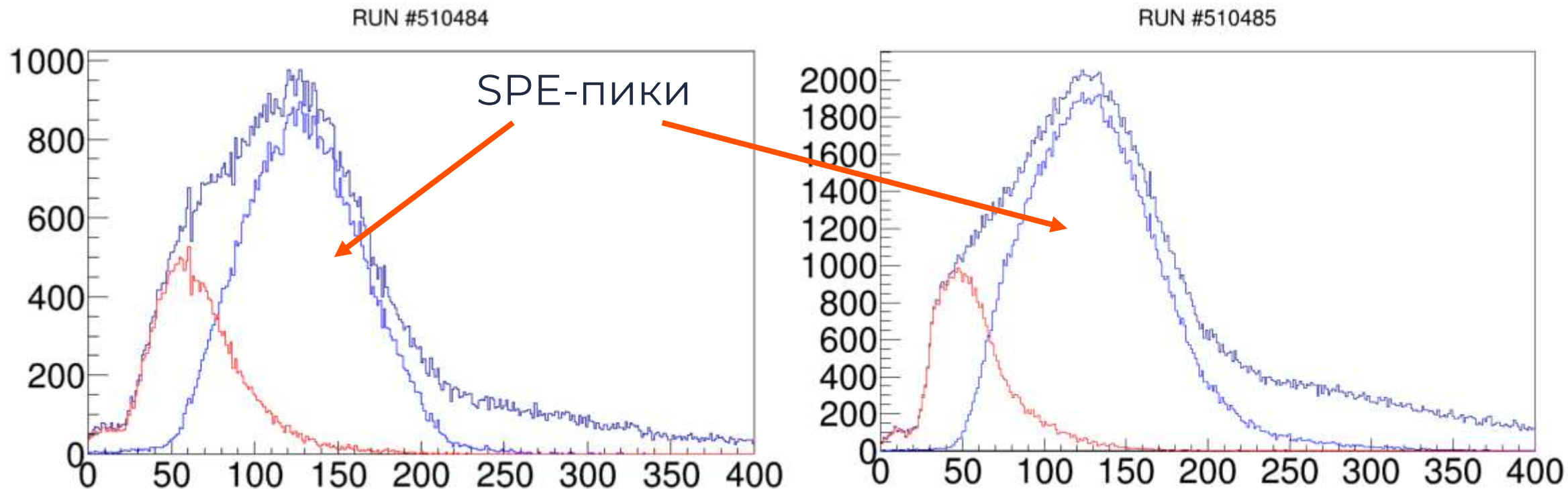
В рамках работы над НИРС в первом семестре магистратуры были **выполнены следующие задачи:**

- **Проведено ознакомление** с принципами работы и структурой программного пакета REDOffline
- **Модернизирована процедура анализа данных** интеграцией класса автоматизации чтения конфигурационного файла
- В контексте модернизации проведено **определение площади SPE-импульсов** для двух калибровочных сеансов эксперимента CENNS-10

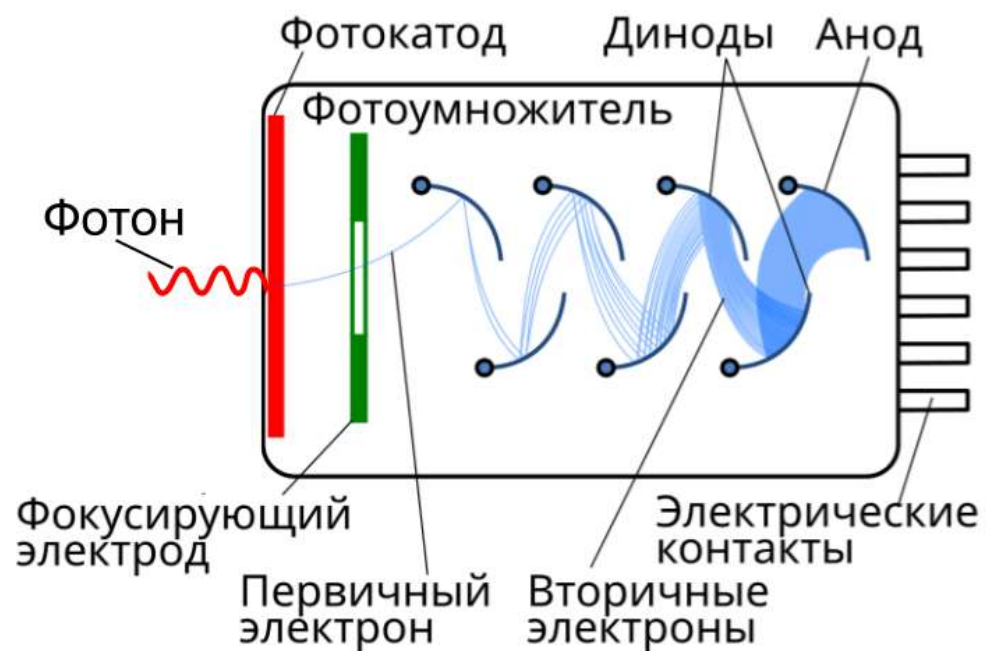
В дальнейшем планируется продолжить работу над модернизацией процедуры анализа данных и оптимизации REDOffline

Дополнительные слайды

Результаты отбора по полной ширине. Красная гистограмма – отбор «меньше 8.5 шагов оцифровки», светло-синяя – больше 8.5 меньше 12 шагов оцифровки». Черная гистограмма – «без отборов»



Фотоэлектронный умножитель (ФЭУ)



- Фотон → фотоэлектрон (катод)
- Вторичная эмиссия электронов (динодная система)
- Анод → электрический сигнал (контакты)