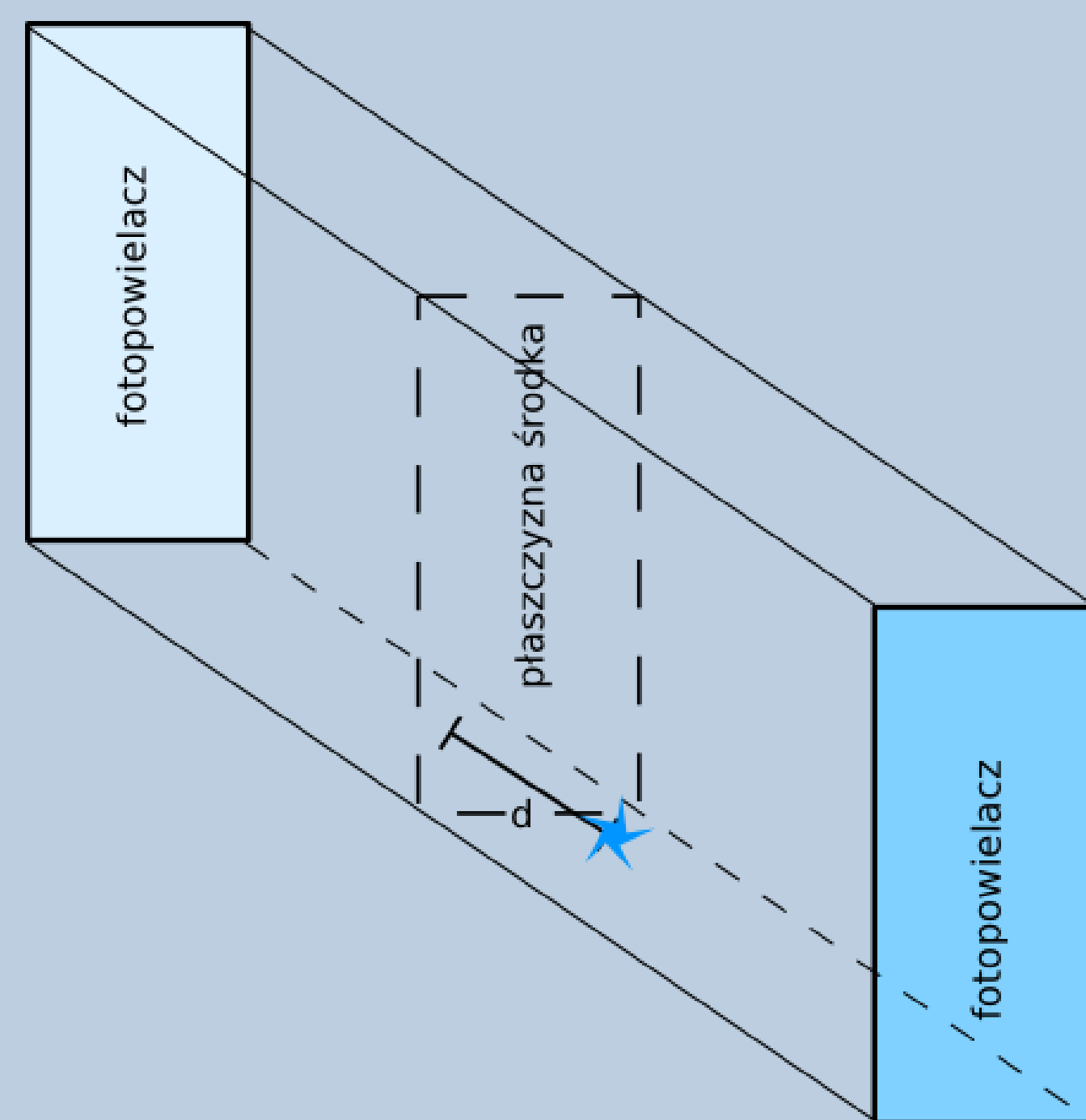


Analiza danych z prototypu TOF-PET

Konrad Szymański
konrad.szymanski@uj.edu.pl

Streszczenie

Dokonano analizy danych (kanałów wyjściowych oscyloskopu: napięć wyjściowych fotopowielaczy na końcu paska w funkcji czasu) w celu zbadania, czy za pomocą prostych algorytmów możliwe jest wyznaczenie energii i miejsca scyntylacji d w pojedynczym pasku scyntylacyjnym prototypu pozytonowego tomografu emisyjnego TOF-PET. Odtworzono rozkład energii przypominający ten wynikający z kąowego przekroju czynnego Kleina-Nishiny. Nie udało się znaleźć korelacji między miejscem interakcji a różnicą czasów między charakterystycznymi punktami funkcji napięć z obu kanałów.



Metody

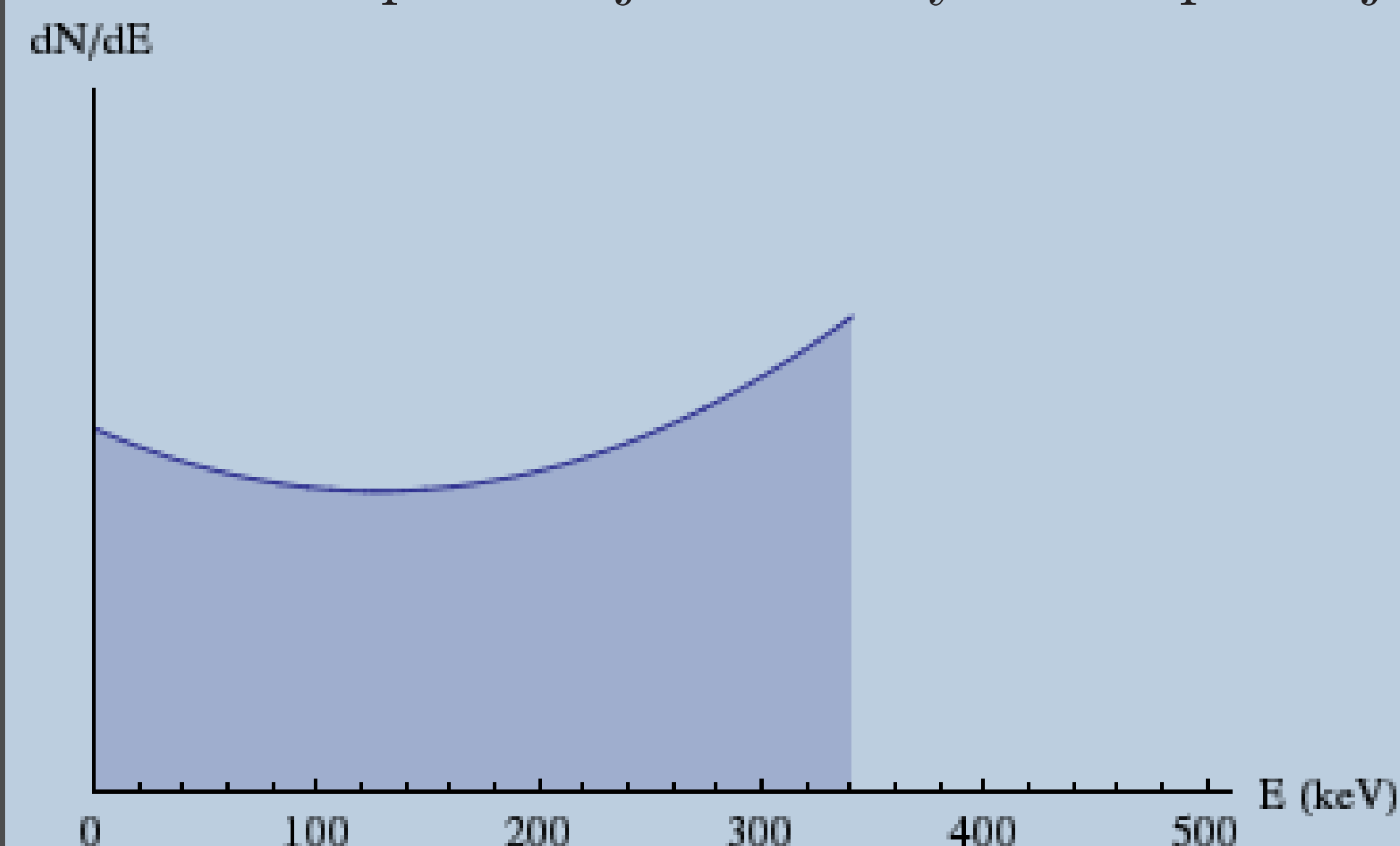
Z obydwu sygnałów usuwano stałe przesunięcie napięcia. Następnie wyznaczano charakterystyczne punkty sygnału: miejsca, w których przyjmuje on za wartość odpowiedni ułamek amplitudy. Obliczano zdeponowaną energię jako wyrażenie

$$E = \sqrt{\left| \int V_1 dt \int V_2 dt \right|}$$

Które wynika z prostych obserwacji geometrycznych i założenia liniowości odpowiedzi fotopowielaczy, V_1, V_2 to odpowiedzi fotopowielaczy po usunięciu przesunięcia. Wyrażenie jest zdefiniowane z dokładnością do pomnożenia przez stałą. Charakterystyczne punkty i tak zdefiniowane energie poddano analizie statystycznej: próbowano dopasować model funkcji wielomianowej drugiego rzędu zwracającej miejsce interakcji, do analizy energii wyrysowano histogramy.

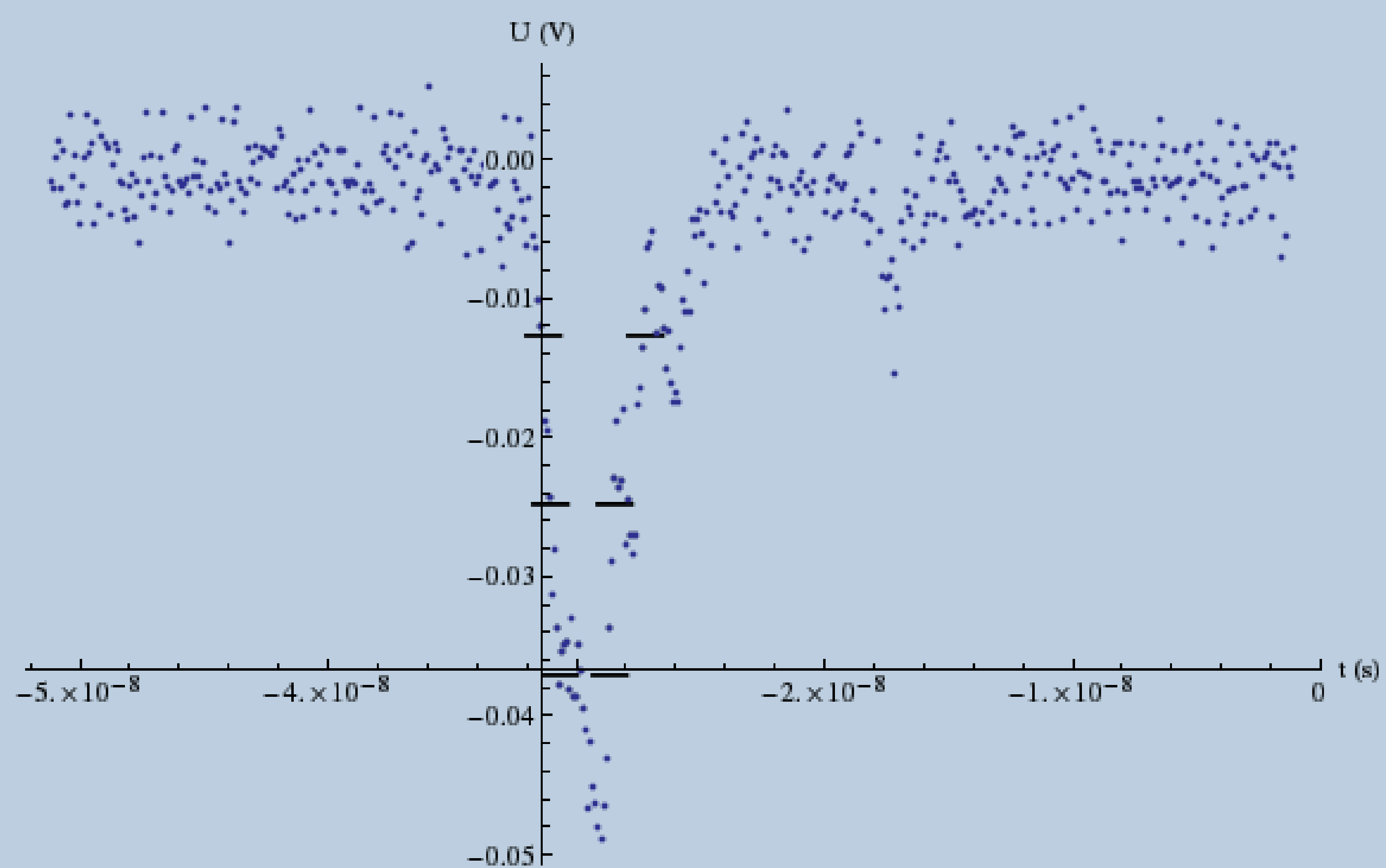
Teoretyczny rozkład E

Rozkład energii zdeponowanej w scyntylatorze ma skomplikowaną formę analityczną. Dla energii reagującego kwantu gamma równej energii spoczynkowej elektronu ma postać jak na wykresie poniżej.



Analiza pojedynczego sygnału

Przykładowy przebieg sygnału z jednego kanału wraz z zaznaczonymi charakterystycznymi punktami — przecięciami przebiegu z $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ i $\frac{3}{4}$ amplitudy — przedstawiono poniżej. Z sygnału pozbywa się składowej stałej, tworząc histogram napięcia i dopasowując do niego nieznormalizowany rozkład Gaussa — wartość oczekiwana rozkładu jest odejmowana od wszystkich wartości napięcia. Punkty charakterystyczne są wyznaczane przez badanie sąsiadujących wartości napięcia — jeżeli $U(t_n) > U_{frac} > U(t_{n+1})$ (lub z zamienionymi stronami nierówności w przypadku prawej gałęzi sygnału), wyznaczane jest przecięcie interpolacji liniowej punktów $(t_n, U(t_n)), (t_{n+1}, U(t_{n+1}))$ z U_{frac} . Wyniki są zapisywane do pliku, a następnie analizowane.

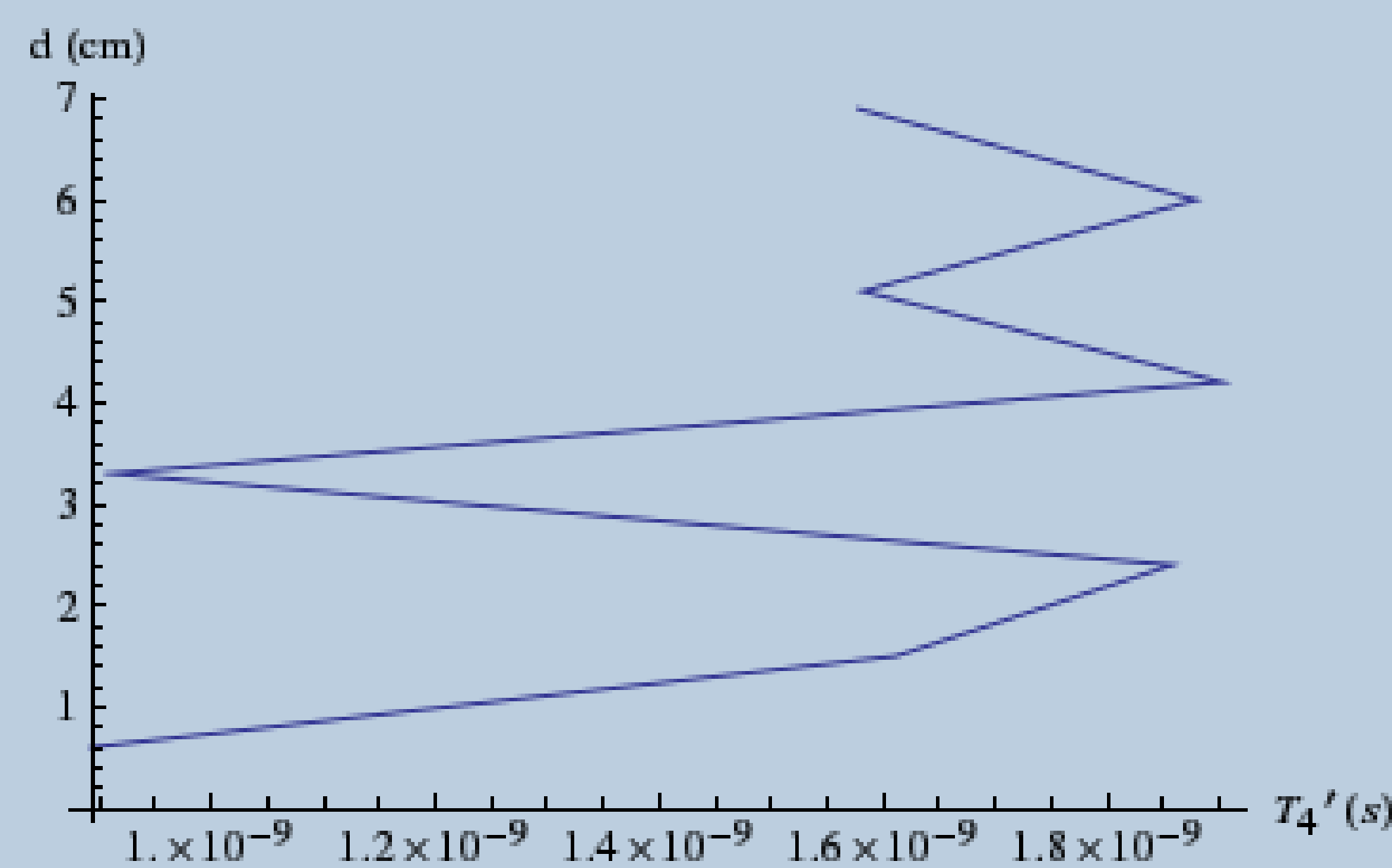


Analiza zbioru sygnałów

Do zbioru sygnałów, którego każdy element składa się z położenia scyntylacji d , które było gwarantowane użyciem kolimatora wiązki kwantów gamma, czasami charakterystycznymi (t_i) oraz zdeponowanej energii ϵ , próbowano dopasować funkcję postaci

$$d = \sum_i a_i t_i + \sum_{i, j \geq i} b_{ij} t_i t_j$$

Dopasowania nie znaleziono, ponieważ wyniki d są nieskorelowane liniowo z czasami charakterystycznymi. Obrazuje to wykres czwartego czasu charakterystycznego (czasu przekroczenia $\frac{3}{4}$ amplitudy po przekroczeniu minimum) w funkcji d :



Wykresy wszystkich czasów charakterystycznych mają podobną formę (skrajne wierzchołki w tych samych punktach). Najprawdopodobniej jest to wynik błędnego działania oscyloskopu w chwili eksperymentu. Późniejsze analizy grupy badawczej J-PET wykazały, że dla zbiorów danych z innych dni rekonstrukcja jest możliwa. Dla dużej statystyki i punktów, w których $d = 0.6\text{cm}$ wyrysowano histogram E . Z wyjątkiem małych i dużych energii pokrywa się z przewidywaniem teoretycznym. Fotony ze scyntylacji o małych energiach są atenuowane w większym stopniu, natomiast rozmycie w dużych energiach jest wynikiem zdarzeń z wieloma interakcjami kwantów gamma z materiałem scyntylatora oraz niepewności samego pomiaru energii.

