



## **Załącznik nr 2 do SIWZ nr RU/DW/69/11**

Dotyczy: postępowania prowadzonego w trybie przetargu nieograniczonego na zadanie pod nazwą: „**Dostawa detektora dawek neutronowych z półprzewodnikowym detektorem Ge**”, nr rej. RU/DW/69/11.

### **SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA**

#### **Wymagania techniczne**

##### **Miernik mocy dawki**

- pomiar równoważnika dawki dla promieniowania neutronowego
- zakres pomiarowy: od 30 nSv/h do 100 mSv/h
- zakres energetyczny prom. neutronów: od 10 meV do 20 MeV
- odpowiedź detektora: nie mniej niż 2 zliczenia na nSv
- zależność energetyczna: +/-30% w zakresie 50 keV do 10 MeV
- możliwość odsunięcia modułu wyświetlacza od detektora w celu minimalizacji narażenia operatora na odległość: z krótkim kablem spiralnym – około 1m ( w zestawie) z długim kablem na odległość od 6 do 8 m (w zestawie)

##### **Spektrometr Przenośny z detektorem NEUTRONÓW, z inteligentnym detektorem scyntylacyjnym, **NaI 2"x2"** Stabilizowanym (nie źródłem)**

- detektor połączony z analizatorem zintegrowanym kablem
- Analizator z cyfrowym procesorem widma DSP**
- ilość kanałów: co najmniej 4096
- stabilizacja widma
- możliwość pomiaru aktywności (Bq/L, Bq/kg), wyszukiwania źródeł ukrytych oraz pomiaru jednocześnie mocy dawki
- zasilanie bateryjne
- duży, kolorowy wyświetlacz LCD
- komunikacja z zewnętrznym PC (celem np. archiwizacji widm) przez port USB
- Pełna kontrola on-line wszystkich funkcji i nastawów analizatora przez oprogramowanie
- Pracuje w otoczeniu Windows '2000/XP/Windows'7
- Analiza widm automatycznymi procedurami np. Genie - 2000
- Zewnętrzne źródło kalibracyjne Cs-137 (niewbudowane, pozwalające na b. czułe pomiary zawartości Cs-137 w analizowanych próbkach)
- Pliki (widma, biblioteki, certyfikaty) w formacie kompatybilnym z formatem automatycznych procedur, np. Genie-2000
- Pełna automatyczna dokumentacja statusu, nastawów analizatora i elektroniki oraz procesu analizy (procedury, nastawy algorytmów) zawarta w pliku widma formatu CAM
- Analiza interaktywna i za pomocą programów strukturalnych (batch)

- Wbudowane edytory bibliotek i certyfikatów źródeł z funkcjami automatycznego ich użycia w procesie analizy widm
- Przygotowane specjalistyczne biblioteki nuklidów pod kątem analizy różnych typów prób
- Automatyczne i manualne algorytmy analizy widm
- Lokalizacja pików metodą drugiej pochodnej
- Lokalizacja pików zdefiniowanych przez operatora
- Lokalizacja pików i wyznaczanie ich powierzchni na podstawie biblioteki
- Zaawansowane funkcje kalibracji: energetycznej, FWHM i wydajnościowej
- Lokalizacja metodą "Residual Peak Search"
- Algorytmy analityczne specyficzne do widm NaI
- Identyfikacja radionuklidów z wyświetlaniem w czasie rzeczywistym aktywności w Bq
- Wraz z pakietem ISOCS i charakterystyką kątową detektora NaI (3"x3" lub 2"x2"), LaBr 1,5"x1,5" możliwość definiowania metodą matematyczną krzywych wydajności dla różnych geometrii pomiarowych (in-situ oraz pojemników) bez konieczności stosowania kosztownych źródeł kalibracyjnych.

**Charakteryzacja sondy stabilizowanej NaI 2"x2"** umożliwiającą generację krzywych wydajności dla geometrii in-situ i laboratoryjnych za pomocą pakietów Isocs/Labsocs

**Cs-137, źródło do kontroli kalibracji**

**Opakowanie transportowe,** walizka transportowa z twardego materiału, mieszcząca detektor neutronów i spektrometr z detektorem neutronowym i gamma

#### **Zestaw kalibracyjny (CALIBRATED)**

Co-57, Co-60, Na-22, Mg-54, Cs-137, Ba-133, Cd-109, i źródło „nieznane- do identyfikacji”; każde ok. 1 uCi; na dysku o średnicy 2" (50 mm); Kalibrowane, dokładność +/- 5%, wymagany Certyfikat Kalibracji.

**Zestaw kalibracyjny ALFA/BETA/GAMMA –(UNCALIBRATED)**

## **PÓLPRZEWODNIKOWY DETEKTOR Ge**

### **Wymagania techniczne:**

#### **DETEKTOR GERMANOWY typu Reverse – Electrode lub równoważny**

- |   |  |
|---|--|
| Wydajność względna minimalna:   | 40 % dla linii 1.33 MeV  |
| - Zdolność rozdzielcza (FWHM):  | 2.0 keV (lub lepiej) dla 1.33 MeV<br>950 eV (lub lepiej) dla 122 keV |
| - Stosunek Fotopik/Compton:   | 57:1   |
| - Współczynniki kształtu pików:   | 1.9 FWTM/FWHM, 2.65 FWTM/FWHM  |
| - Okno z kompozytu węglowego  |  |
| - Kriostat przenośny na 7 l LN2 (wytrzymuje 5 dni bez uzupełniania LN2) |  |
| - Musi zapewnić pracę w dowolnej pozycji detektora                      |  |
| - rozwiązanie techniczne zapewniające odsunięcie kapsuły detektora od   |  |

- przedwzmacniacza na co najmniej 10 cm
- kriostat BigMac typu „FLANGED” – wraz z RDC – 4” do zamocowania w osłonie kolimacyjnej, musi zapewnić także osłonę detektora z tyłu
- pionowy kriostat typu „Slimline” z 30-litrowym dewarem
- przedwzmacniacz ładunkowy 2002CSL
- zestaw kabli do podłączenia do analizatora

## **CHARAKTERYZACJA DETEKTORA**

- Definiuje precyzyjnie wydajność przestrzenną konkretnego detektora
- Współpracuje z oprogramowaniem do generowania rzeczywistych wydajności

## **Przenośny analizator w technologii DSP**

- zawiera 16K MCA, cyfrowy stabilizator widma, wbudowany zasilacz HV (+/- 5kV)
- posiada cyfrowy oscyloskop do szybkiej optymalizacji kompensacji biegun/zero
- praca w trybie PHA+, MCS ponad 10 godzin pracy na 1 standardowym akumulatoru
- komunikacja z PC przez szybkie USB (i RS 232)
- masa gotowego do pracy (z akumulatorem) <1.4 kg
- w zestawie zintegrowany kabel do detektora, akumulatorek, ładowarka, zasilacz sieciowy, pokrowiec transportowy;
- Oprogramowanie do obsługi analizatora, akwizycji, kalibracji, archiwizacji widm; (zgodne z Windows'XP Proff, Win'7 Proff), współpracuje z formatem bibliotek i Certyfikatów spektrometru przenośnego z detektorem neutronów.

## **Oprogramowanie do analizy ilościowej i jakościowej widm spektrometrycznych**

oraz tworzenia krzywych wydajności bazując na charakterystyce detektora (dla scharakteryzowanych detektorów)

- Możliwość generowania raportów wynikowych w języku polskim.
- Praca w otoczeniu Windows XP/Vista/Win 7
- Pełna, on-line kontrola i dostęp użytkownika do wszystkich funkcji i nastaw elektroniki analizatora
- Pełna automatyczna dokumentacja statusu i parametrów analizatora i elektroniki oraz procesu analizy (procedury, algorytmów) zawarta w pliku widma formatu CAM
- Analiza interaktywna i za pomocą programów strukturalnych
- Wbudowane edytory bibliotek i certyfikatów źródeł z funkcjami automatycznego ich użycia w procesie analizy widm
- Przygotowane specjalistyczne biblioteki nuklidów
- Automatyczne i manualne algorytmy analizy widm
- Zaawansowane funkcje kalibracji: energetycznej, FWHM, “low-tail”, wydajnościowej, Peak/Total
- Automatyczna korekcja wzmocnienia toru spektrometrycznego
- Odejmowanie tła – kilka metod dostępnych
- Identyfikacja radionuklidów z wyświetlaniem w czasie rzeczywistym aktywności w Bq
- Korekcja wydajności (metoda 2 krzywych, liniowa, doświadczalna)
- Identyfikacja Radionuklidów (kilka metod)
- Korekcja Interferencji i wyznaczanie aktywności metodą średniej ważonej
- Wyznaczanie minimalnej mierzalnej aktywności (MDA) metodą Curie i KTA
- Korekcja na kaskadowe efekty sumacyjne

- Korekcja na stopień nierównowagi radionuklidów w szeregach
- Możliwość kontroli jakości wszystkich parametrów akwizycji i analizy widm
- kompatybilne z formatem bibliotek i certyfikatów spektrometru przenośnego z detektorem neutronów

### **Oprogramowanie do generowania krzywych wydajności detektora**

w funkcji energii dla wielu różnych geometrii pomiarowych bez użycia źródeł kalibracyjnych. Wynikiem matematycznych obliczeń musi być klasyczna krzywa wydajności – zbiór „tripleatów” energia-wydajność-błąd dla dowolnych energii interesujących operatora (max 40 punktów).

Oprogramowanie używa wyników charakteryzacji konkretnego detektora do generacji krzywych wydajności.

Oprogramowanie musi także potrafić generować krzywe dla detektorów scyntylacyjnych: NaI(Tl) Stabilizowanych 2"x2", 3"x3", LaBr 1,5"x1,5".

Kalibracja pozwala na użycie w pełnej automatycznej sekwencji analitycznej z chwilą uruchomienia pomiaru i utworzenie raportu stężeń radionuklidów bez interwencji operatora.

Oprogramowanie nie wymaga zastosowania żadnych źródeł kalibracyjnych.

Pozwala na generację krzywych wydajności w zakresie co najmniej 10 keV – 7 MeV z błędem nie większym niż:

dla geometrii „laboratoryjnych” (małe próbki mierzone w odległości < 1m od detektora)

10 – 50 keV < 15%

50-100 keV < 8%

100 - 400 keV 6%

400 – 7000 keV 5%

dla geometrii „dużych” obiektów (duże próby lub dystans ponad 1 m od detektora)

50-100 keV < 10%

100 - 400 keV 8%

400 – 7000 keV 5%

Oprogramowanie umożliwia szybką edycję geometrii pomiarowej i zawiera gotowe wzory typowych geometrii:

- pojemnik cylindryczny mierzony z boku, 2 warstwy o różnej gęstości
- pojemnik cylindryczny lub stożek z góry/dołu z wypełnieniem 2 warstwami o różnej gęstości
- dowolny pojemnik Marinelli lub inny obrotowy kształt, także z zaokrąglonymi brzegami i wypełnieniem 2 warstwami o różnej gęstości
- prostopadłościan, 2 warstwy o różnej gęstości
- kula
- Marinelli + cylindryczny, 2 warstwy o różnej gęstości
- punkt
- 1 dysk, 2 warstwy o różnej gęstości
- powierzchnia płaska o różnym profilu rozkładu aktywności
- Oprogramowanie musi zawierać bibliotekę standardowych pojemników.

Oprogramowanie musi pozwalać na definiowanie własnej geometrii pomiarowej z

dowolnej kompozycji materiałów; współczynniki osłabiania w/w materiałów znajdują się w bibliotece. Ponad to musi dawać możliwość kreowania nowych materiałów bazując na ich składzie chemicznym z automatycznym obliczaniem współczynników osłabiania.

Oprogramowanie musi uwzględniać korekcję na osłabianie w powietrzu między detektorem a mierzonym obiektem.

Oprogramowanie musi umożliwiać obliczanie korekcji uwzględniając nie mniej, niż dwie dodatkowe warstwy materiału o różnym składzie i gęstości osłaniającego obiekt mierzony plus korekcja tłumienia w powietrzu.

Oprogramowanie musi pozwalać na wiarygodny pomiar przy dowolnie usytuowanym detektorze (wygodnym dla operatora w danej sytuacji) względem mierzonego obiektu z możliwością „wycelowania” w dowolny fragment obiektu (nie centrycznie).

Oprogramowanie musi generować krzywą dla dowolnych energii podanych przez operatora (do 40 punktów) w zakresie co najmniej 10 keV – 7 MeV.

Oprogramowanie wizualizuje geometrię pomiarową wraz z detektorem w 3D.

Oprogramowanie posiada mechanizm przeliczający maksymalny błąd pomiarowy dla wybranej geometrii, detektora, warunków.

Dostawca dostarczy dokumentację validacyjną matematycznych technik kalibracyjnych stosowanych przez w/w oprogramowanie. Musi ono zawierać nie mniej niż 100 wielo-energetycznych porównań do certyfikowanych źródeł lub uznanych metod referencyjnych.

Dostawca dostarczy listę pracujących takich aparatów (w Polsce).

## **Manualne urządzenie do napełniania kriostatu BigMac.**

**Zestaw osłon kolimacyjnych** o grubości ścianek 2.5 oraz 5 cm montowanych na specjalnym uchwycie

- Pozwalający na pomiar pod kątem obiektów odległych oraz pomiar w geometrii bliskiej (0 cm) np. pojemników cylindrycznych wewnątrz osłony, pojemników Marinelli, innych „na detektorze”
- Modułowa konstrukcja osłon umożliwiająca ich łatwe konfigurowanie.
- W zestawie kolimator zewnętrzny umożliwiający pomiar z kolimacją  $0^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$  w obecności innych aktywnych obiektów, umożliwiający również redukcję wydajności w przypadku pomiaru bardzo aktywnych prób
- Solidna konstrukcja na kołach pozwalająca na transport w terenie, mocne pneumatyczne koła (40 cm tył, 20 cm przód), z możliwością indywidualnej blokady każdego z kół
- Elementy osłon pokryte łatwym do utrzymania w czystości materiałem
- Wbudowany wskaźnik laserowy
- Parametry osłon kolimacyjnych muszą być zdefiniowane i gotowe do użycia w „Oprogramowaniu do generowania krzywych wydajności detektora”.

## **System do sterowania i archiwizacji danych**

(Notebook dedykowany do urządzenia z Windows XP Proff lub Win'7 Proff, drukarka)

## **INSTRUKCJE OBSŁUGI – PAKIETY OPROGRAMOWANIA, ANALIZATORA, W JĘZYKU POLSKIM**