

Jan CHRAPAN, Vladimír JAKABCIN, Stanislav JUREČKA

Katedra fizyki VVTS, Liptovský Mikuláš, CSSR

## ZESTAW DWÓCH DETEKTORÓW SCYNTYLACYJNYCH JRB 401 DO POMIARÓW NISKICH AKTYWNOŚCI IZOTOPÓW $^{14}\text{C}$ I $^{36}\text{Cl}$

**Streszczenie:** W artykule opisany został oryginalny zestaw dwóch detektorów scyntylacyjnych, wyposażony w elektronikę komercyjną typu JANA, który autorzy dostosowali do pomiarów niskich aktywności izotopów  $^{14}\text{C}$  i  $^{36}\text{Cl}$ .

### WSTĘP

Celem referatu jest zapoznanie czytelnika z układem pomiarowym, zbudowanym i uruchomionym w Katedrze Fizyki Wyższej Technicznej Szkoły Wojskowej imienia Przyjaźni Czechosłowacko-Radzieckiej w Liptowskim Mikuláshu i wykorzystywanym do pomiaru niskich aktywności. Zestaw pracuje na bazie dwóch monitorów scyntylacyjnych JRB 401 dostarczonych przez Instytut Radioekologii i Wykorzystywania Techniki Jądrowej Kosice, baza produkcyjno-rozwojowa Spisska Nova Ves. Zestaw został wykonany według naszych wymagań przez Centrum Realizacyjne Uniwersytetu Komenskeho w Bratysławie. Umożliwia on pomiary niskich aktywności w następujących wersjach:

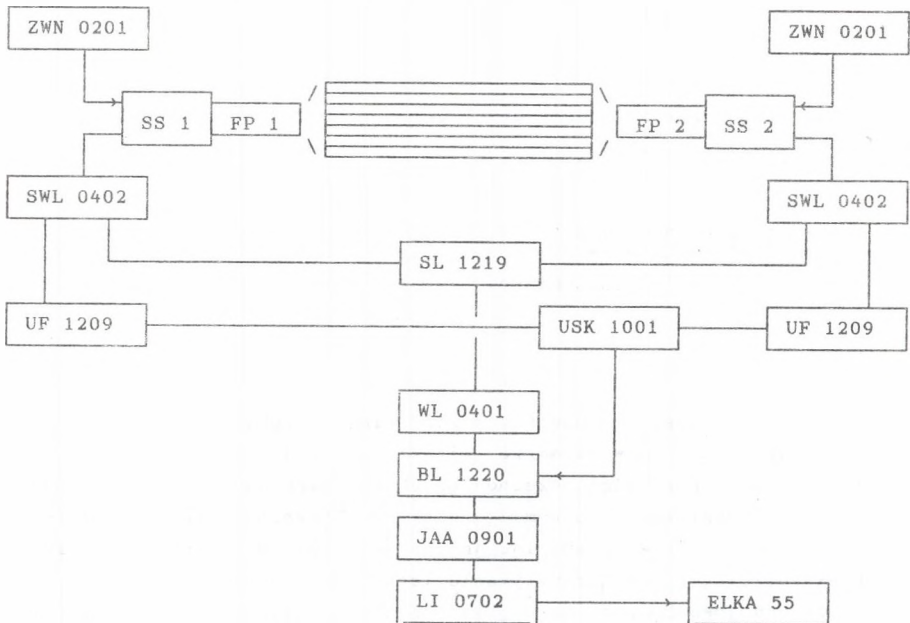
- gazowych próbek wewnętrznych w trybie przepływowym;
  - gazowych próbek wewnętrznych;- stałych próbek wewnętrznych;
  - zewnętrznych źródeł promieniowania  $\gamma$ ,
- i pozwala na wykorzystanie obu detektorów jako osłon.

### OPIS URZĄDZENIA

Układ pomiarowy składa się z dwóch detektorów scyntylacyjnych, połączonych z elektroniczną aparaturą wartościującą. Funkcję detektorów pełnią plastikowe scyntylatory (TESLA Premysleni) z sondami scyntylacyjnymi NS 9502 (TESLA Liberec). Scyntylatory mają kształt równoległościanu o podstawie 32 mm x 90 mm i wysokości 300 mm. Sygnały optyczne z podstaw równoległościanu odbierane są przez dwa fotopowielacze. Cały scyntylator łącznie z fotopowielaczami jest umieszczony w światłoszczelnej obudowie. Sygnały są odbierane w części wartościującej, która tworzy zestaw jednostek układu elektronicznego JANA.

Sygnały z obu fotopowielaczy po wzmocnieniu i ukształtowaniu zostają doprowadzone na wejście obwodu koincydencyjnego i sumatora liniowego.

Obwód koincydencyjny steruje przepustami liniowymi, które przenoszą zsumowany sygnał na jednocanalowy analizator amplitudowy. Impulsy po przejściu przez analizator amplitud są rejestrowane przez licznik impulsów i przedstawione na wyświetlaczu cyfrowym LED. W określonych odstępach czasu rezultaty mogą być przenoszone na drukarkę ELKA-55.



Rys. 1. Schemat blokowy układu pomiarowego. Objasnienia: ZD - zespolony detektor; ZWN 0201 - zasilacz wysokiego napięcia; FP1, FP2 - fotopowielacze; SS1, SS2 - sondy scyntylacyjne; SWL 0402 - szybki wzmacniacz liniowy; SL 1219 - sumator liniowy; UF 1209 - układ formujący; USK 1001 - układ szybkich koincydencji; WL 0401 - wzmacniacz liniowy; BL 1220 - bramka liniowa; JAA 0901 - jednocanalowy analizator amplitud; LI 0702 - licznik impulsów; ELKA 55 - drukarka.

Fig. 1. Schematic diagram of measuring system. Explanations: ZD - detecting unit; ZWN 0201 - HV supply; FP1, FP2 - photomultiplier tubes; SS1, SS2 - adapting circuits; SWL 0402 - fast linear amplifier; SL 1219 - linear summing unit; UF 1209 - pulse forming circuit; USK 1001 - fast coincidence unit; WL 0401 - linear amplifier; BL 1220 - linear gate; JAA 0901 - single channel analyzer; LI 0702 - counting unit; ELKA 55 - printer.

Całość tworzą dwa wyżej opisane układy. Jeden z dwójki detektorów składa się z płyt scyntylatora o grubości 3 mm; pomiędzy płytami znajdują się szczeliny pomiarowe o szerokości 2.5 mm. Liczba szczelin wynosi pięć, więc wewnętrzna przestrzeń pomiarowa ma objętość  $337 \text{ cm}^3$ , a powierzchnię skuteczną  $0.27 \text{ m}^2$ . Drugi detektor to lity równoległoscian bez szczelin. Ma on większą wydajność rejestracji zewnętrznego promieniowania przenikliwego, dlatego w zestawie służy w charakterze detektora osłaniającego. Wartościujące części obu detektorów są uzupełnione blokiem sumującym i antykoincydencyjnym.

## PARAMETRY UKŁADU POMIAROWEGO

Podstawowe parametry fizyczne zestawu pomiarowego w różnych konfiguracjach są zestawione w tabeli 1. Pierwsza kolumna oznacza jednostkę detekcyjną: A - lamelowy detektor scyntylacyjny, B - pełny detektor scyntylacyjny, A x B - obie jednostki detekcyjne w antykoincydencji - lamelowa jest osłaniana scyntylatorem bez szczelin. Druga i trzecia kolumna zawierają dane o integralnym tle jednostek detekcyjnych i ich kombinacjach, mianowicie bez pasywnej osłony i z osłoną materiałową. Następne cztery kolumny zawierają dane o tle w oknach: od 20 keV do 350 keV i od 350 keV do 680 keV odpowiednio dla  $^{14}\text{C}$  i  $^{36}\text{Cl}$ , bez osłony i z osłoną. Ostatnie trzy kolumny podsumowują dane o minimalnej mierzalnej aktywności obliczonej według wzoru podanego w przypisie do tabeli.

Tabela 1

Wartości tła B oraz minimalnej mierzalnej aktywności  $A_m$

| jednostka<br>detekcyjna | tło B [cps] |     |            |            | $A_m^{*})$ |      |            |     |      |
|-------------------------|-------------|-----|------------|------------|------------|------|------------|-----|------|
|                         | integralne  |     | w oknie    |            | integralne |      | w oknie    |     |      |
|                         | osłona      |     |            |            |            |      |            |     |      |
|                         | nie         | tak | nie        | tak        | tak        | tak  |            |     |      |
|                         |             |     | 20-350-680 | 20-360-680 |            |      | 20-360-680 |     |      |
| A                       | 120         | 55  | 65         | 22         | 8.0        | 0.33 | 4.7        | 1.8 | 0.37 |
| B                       | 400         | 102 | 338        | 43         | 8.6        | 3.50 | 6.4        | 1.9 | 1.20 |
| A x B                   | 80          | 22  | 50         | 15         | 5.0        | 0.30 | 3.0        | 1.4 | 0.30 |

\*) granica detekcji  $A_m$  zdefiniowana jest wzorem:

$$A_m = \frac{1 + 2\delta\sqrt{BT}}{\delta \times FT^2} \quad [\text{Bq}]$$

Parametry podane w Tabeli zostały obliczone przy przyjęciu wartości:  $T = 10^5 \text{ s}$ ;  $\delta = 0.1$ ;  $F = 0.1$  Szczegółowy opis w tekście.

Przydatność opisanego zestawu do pomiarów niskich aktywności oceniamy za pomocą współczynnika jakości Lagranda  $k_1$ , który jest zdefiniowany wzorem

$$k_1 = \frac{F \times m}{\sqrt{B}}$$

gdzie: F - wydajność układu pomiarowego, m - masa badanej próbki, B - tło detektora. Opisany zestaw, zastosowany do pomiarów  $^{14}\text{C}$  i  $^{36}\text{Cl}$  porównujemy w tabeli 2 z detektorem proporcjonalnym używanym w naszym laboratorium ( $V = 1 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2$ ,  $p = 10 \text{ Pa}$ ,  $n = 0.06 \text{ imps}$ ) i z jednym z detektorów z laboratorium C-14 w Gliwicach (Goslar et al, 1989). Porównanie jest korzystne w przypadku wykorzystania zestawu detektorów IRB 401 do pomiarów izotopu  $^{36}\text{Cl}$ .

Tabela 2

Współczynnik jakości zestawu pomiarowego według Lagranda

|   | kanał C-14 | kanał C1-36 |
|---|------------|-------------|
| zestaw detektorów scyntylacyjnych JRB 401 | 0.006      | 8           |
| licznik proporcjonalny                    | 6          | 8.1         |
| detektor L2 w Lab. C-14 w Gliwicach       | 8          | -           |

## LITERATURA

Goslar T., Pazdur A., Pazdur M. F., Walanus A., Zastawny A., 1989, stanowisko licznika L2 używane w pomiarach  $^{14}\text{C}$  o podwyższonej dokładności; Zesz. Nauk. Pol. Śl., Seria Mat.-Fiz., Z. 61, Geochronometria Nr 6, s. 83-89.

SYSTEM OF TWO SCINTILLATION DETECTORS JRB 401 FOR LOW ACTIVITY  
COUNTING OF  $^{36}\text{Cl}$  AND  $^{14}\text{C}$

## Summary

The authors have developed an original system of two scintillation detectors, supplied with the commercially available electronics of JANA type. The system was tested for its application to measurements of low level activities of  $^{36}\text{Cl}$  and  $^{14}\text{C}$ . Parameters of the developed system are compared with corresponding physical parameters of proportional counters developed in Liptowski Mikulas and Gliwice Radiocarbon Laboratory.

СИСТЕМА СЦИНТИЛЯЦИОННЫХ СЧЁТЧИКОВ JRB401 ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ НИЗКИХ  
АКТИВНОСТЕЙ  $^{36}\text{Cl}$  И  $^{14}\text{C}$

## Резюме

В статье описано разработанную авторами оригинальную детекционную систему состоящую из двух сцинтиляционных детекторов, снабженных стандартной электронной системой типа JANA. Система применяется для измерений низких активностей изотопов  $^{36}\text{Cl}$  и  $^{14}\text{C}$ . Параметры сцинтиляционной системы сравнены с параметрами пропорциональных счётчиков разработанных в Липтовском Микулаше и в Радиоуглеродной Лаборатории в Гливице.