

TECHNIKA JĄDROWA	NORMA BRANŻOWA	BN-74
	Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej	3411-08
	<b>Gazowe jonizacyjne detektory promieniowania jonizującego</b>	Zamiast BN-70/3411-08
	Metody badań	Grupa katalogowa 1829

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są metody pomiarów parametrów elektrycznych i radiometrycznych następujących rodzajów gazowych detektorów promieniowania jonizującego: komór jonizacyjnych, liczników proporcjonalnych i liczników Geigera-Müllera, oznaczonych symbolami klasyfikacyjnymi 111, 112, 113 wg BN-65/3400-04.

Norma nie dotyczy detektorów do zastosowań unikalnych lub przeznaczonych do pracy w specjalnych warunkach środowiskowych.

### 1.2. Symbole stosowane w normie

- $C_o$  — pojemność detektora,  
 $D$  — nachylenie charakterystyki współczynnika wzmocnienia gazowego,  
 $E$  — energia mierzonego promieniowania,  
 $E_{min} + E_{max}$  — energetyczny zakres pracy detektora,  
 $F$  — bieg własny  $n_f$  lub prąd zerowy  $I_f$  odpowiednio dla detektorów impulsowych i detektorów prądowych,  
 $I=f(U)$  — napięciowa charakterystyka komory prądowej,  
 $I_f$  — prąd zerowy komory prądowej,  
 $I_s$  — prąd nasycenia komory prądowej,  
 $\Delta I_s$  — zmiana prądu komory wywołana  $\pm 5\%$  zmianą napięcia zasilania  $U_R$ ,  
 $i$  — wartość sygnału wyjściowego (prąd, częstość impulsów) detektora,  
 $i_o$  — wartość sygnału wyjściowego detektora przyjętego za wzorzec,

- $i_{t1}$  — wartość sygnału wyjściowego w czasie  $t_1$ ,  
 $i_{t2}$  — wartość sygnału wyjściowego w czasie  $t_2$  (po upływie odstępu czasu  $t_2 - t_1$ ),  
 $i_{T1}$  — wartość sygnału wyjściowego w temperaturze  $T_1$ ,  
 $i_{T2}$  — wartość sygnału wyjściowego w temperaturze  $T_2$ ,  
 $i_{T0}$  — wartość sygnału wyjściowego w średniej temperaturze pracy detektora,  
 $i_m$  — wartość sygnału wyjściowego różniąca się o określoną wartość od wartości sygnału, który powstałby przy zachowaniu proporcjonalności sygnału do napromienienia,  
 $K_I$  — nachylenie napięciowej charakterystyki komory prądowej,  
 $K_p$  — średnie nachylenie plato,  
 $K_{T\epsilon}$  — temperaturowy współczynnik wydajności detektora,  
 $K_{T\eta}$  — temperaturowy współczynnik czułości detektora,  
 $M$  — współczynnik wzmocnienia gazowego,  
 $M = f(U)$  — charakterystyka wzmocnienia gazowego,  
 $N = f(U)$  — charakterystyka napięciowa detektora impulsowego,  
 $N = f(U_d)$  — całkowity rozkład amplitud impulsów napięcia,  
 $N_p$  — trwałość impulsowa detektora,  
 $\frac{N}{dU'_d} = f(U'_d)$  — różniczkowy rozkład amplitud impulsów napięcia,  
 $n'$  — częstość impulsów w kanale analizatora o szerokości  $U'_d$ ,

Zgłoszona przez Instytut Badań Jądrowych — Zakład Jądrowej Elektroniki Przemysłowej  
 Ustanowiona przez Urząd Energii Atomowej dnia 13 grudnia 1974 r. jako norma obowiązująca w  
 zakresie czynności określonych normą od dnia 1 lipca 1975 r.  
 (Dz. Norm. i Miar nr 4/1975 poz. 11)

$n_f$  — bieg własny detektora,  
 $P_{min}$  — dolna granica zakresu pomiarowego detektora,  
 $P_{max}$  — górna granica zakresu pomiarowego detektora,  
 $P_{min} + P_{max}$  — zakres pomiarowy detektora,  
 $P_{d max}$  — największe dopuszczalne napromienienie detektora,  
 $P_z$  — odporność detektora na promieniowanie zakłócające,  
 $R$  — rezystancja pracy,  
 $R_1$  — rezystancja szeregową,  
 $R_e$  — rezystancja międzyelektrodowa detektora,  
 $T_1$  i  $T_2$  — temperatury zakresu pracy detektora,  
 $T_{min} + T_{max}$  — temperaturowy zakres pracy detektora,  
 $t_2 - t_1$  — odstęp czasu,  
 $t_p$  — trwałość czasowa detektora,  
 $U$  — napięcie zasilania detektora,  
 $\Delta U$  — długość plato,  
 $U_a$  — amplituda impulsów napięcia detektora,  
 $U'_a$  — średnia wartość amplitudy impulsów dla początkowej płaskiej części charakterystyki  $U_a = f(U)$ ,  
 $U'_{dm}$  — napięcie (numer) kanału analizatora lub napięcie progu dyskryminacji odpowiadającego najbardziej prawdopodobnej amplitudzie impulsów,  
 $\Delta U'_d$  — całkowita szerokość krzywej różniczkowego rozkładu amplitud impulsów wyjściowych licznika, zmierzona na połowie wysokości krzywej rozkładu,  
 $U_m$  — największe dopuszczalne napięcie detektora,  
 $U_0$  — napięcie progu dyskryminatora lub napięcie kanału analizatora,  
 $U_{p0}$  — napięcie progu licznika G - M,  
 $U_R$  — napięcie pracy detektora,  
 $U_s$  — napięcie nasycenia,  
 $W$  — względna szerokość połówkowa różniczkowego rozkładu amplitud impulsów napięcia,  
 $\epsilon$  — wydajność detektora promieniowania,  
 $\epsilon_0$  — wydajność względna detektora promieniowania,  
 $\Delta \epsilon_0$  — rozrzut względnej wydajności egzemplarzowej detektora,  
 $\Delta \epsilon_t$  — niestabilność czasowa wydajności,  
 $\eta$  — czułość detektora promieniowania,

$\Delta \eta_t(\Delta \epsilon_t)$  — niestabilność czasowa czułości (wydajności),

$\tau_f$  — czas narastania impulsu,

$\tau_m$  — czas martwy licznika,

$\tau_p$  — czas powrotu licznika.

1.3. Określenia — wg PN-73/J-01003 Ark. 08.

## 2. METODY BADAŃ

2.1. **Ogólne warunki badań.** Jeśli w opisie metody badania nie są określone warunki atmosferyczne, to badania należy wykonywać w następujących warunkach:

temperatura —  $t = 288 \div 308$  K,

wilgotność względna powietrza —  $W_w = 45 \div 75\%$ ,

ciśnienie atmosferyczne —  $p = 86 \div 106$  kN/m<sup>2</sup>.

Aktualne warunki atmosferyczne powinny być podawane w protokole badań.

2.2. **Pomieszczenia do pomiarów.** Pomiarów wielkości elektrycznych i radiometrycznych należy wykonywać w pomieszczeniach, w których wpływ zakłóceń radiacyjnych i elektromagnetycznych mogących powodować sygnały fałszywe i niepożądane, jest do pominięcia.

2.3. **Źródła promieniowania** odpowiednie dla danego rodzaju detektora i mierzonego parametru powinny być szczegółowo określone pod względem:

— rodzaju promieniowania i jego energii (dopuszcza się podanie rodzaju izotopu),

— aktywności,

— konstrukcji.

Protokół badań powinien zawierać informacje o zastosowanych źródłach.

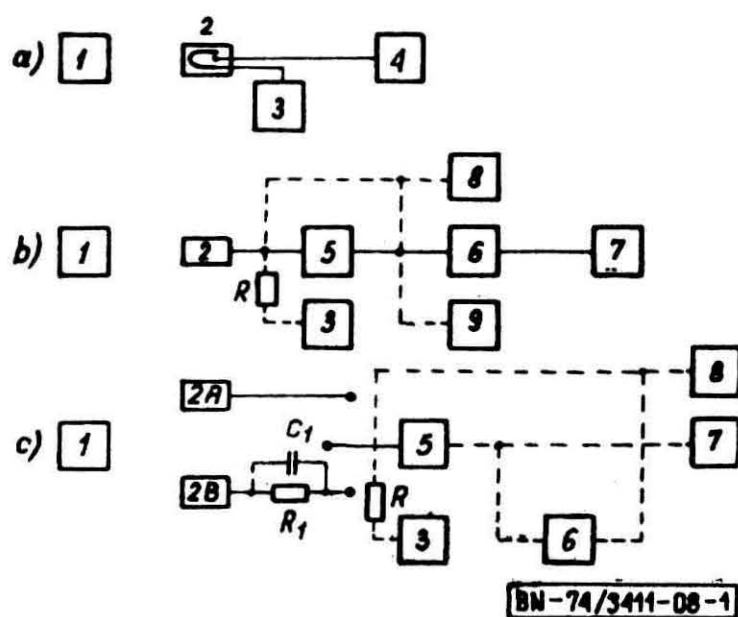
### 2.4. Układy pomiarowe

2.4.1. **Postanowienia ogólne.** Do pomiaru parametrów elektrycznych i radiometrycznych należy stosować urządzenia elektroniczne i elementy o ogólnych wymaganiach technicznych określonych w niniejszej normie. Schematy blokowe układów pomiarowych do badania podstawowych parametrów powinny być zgodne z rys. 1.

Szczegółowe dane techniczne dotyczące układów pomiarowych dla pomiaru określonego parametru (charakterystyki) powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora. Wyniki badań charakterystyk i parametrów detektorów należy każdorazowo uzupełnić niezbędnymi informacjami o danych zastosowanych układów pomiarowych i geometrii parametru.

2.4.2. **Zasilacze.** Jeżeli normy przedmiotowe nie podają inaczej, do zasilania badanych detektorów należy stosować zasilacze o parametrach nie gorszych niż to określa tabl. 1 dla odpowiednich grup detektorów.





Rys. 1. Układy pomiarowe do pomiaru parametrów elektrycznych i radiometrycznych: a) prądowych komór jonizacyjnych, b) impulsowych komór jonizacyjnych i liczników proporcjonalnych, c) liczników G-M  
1 — źródło promieniowania jonizującego, 2 — detektor, 2A — licznik G-M z organicznym czynnikiem gaszącym, 2B — licznik G-M z chlorowcowym czynnikiem gaszącym, 3 — zasilacz, 4 — elektrometr, 5 — wzmacniacz impulsowy, 6 — dyskryminator, 7 — przelicznik, 8 — synchroskop, 9 — analizator amplitudy

Tablica 1

Nazwa parametru zasilacza	Komory jonizacyjne		Liczniki	
	prądowe	impulsowe	proporcjonalne	G—M
Stałe napięcie wyjściowe regulowane w zakresie, V	0÷1500	0÷1500	0÷4000	0÷2000
Niedokładność ustawienia napięcia wyjściowego, % <sup>1)</sup>	±1,5	±1,5	±0,5	±1,5
Stabilność napięcia wyjściowego, %	±0,3	±0,3	±0,3	±0,3
Międzyszczytowe napięcie tętnień: — o częstotliwościach do 500 Hz	10 mV	—	—	10 mV
— o częstotliwościach powyżej 500 Hz	—	50 μV	50 μV	10 mV

<sup>1)</sup> Pomiar może być wykonany miernikiem zewnętrznym.

**2.4.3. Elektrometr.** Do pomiarów prądu mogą być stosowane elektrometry o następujących parametrach:

minimalny zakres pomiarowy  $10^{-4} \div 10^{-14}$  A, dopuszczalna niedokładność pomiaru  $\pm 1\%$ .

W zakresie pomiarowym  $10^{-12} \div 10^{-14}$  A dopuszcza się zastosowanie elektrometru o niedokładności pomiaru  $\pm 5\%$ .

**2.4.4. Wzmacniacz impulsów.** Do badań detektorów impulsowych należy stosować wzmacniacze impulsowe o parametrach nie gorszych od wartości podanych w tabl. 2.

Tablica 2

Nazwa parametru	Komory impulsowe	Liczniki proporcjonalne	Liczniki G—M z organicznym czynnikiem chemicznym	Liczniki G—M z chlorowcowym czynnikiem gaszącym
Rezystancja wejściowa <sup>1)</sup>	1 M	1 M	33 k	nie mniej niż 10 M
Pojemność wejściowa, pF	10÷20	10÷20	100	40
Maksymalna składowa stała napięcia wejściowego, V	1500	4000	1500	1500
Czułość wejściowa: a) wzmacniacza napięciowego,	50 μV	50 μV	0,2 V	0,2 V
b) wzmacniacza ładunkowego	$5 \cdot 10^{-15} C$	$5 \cdot 10^{-15} C$	—	—
Zakres przenoszonych częstotliwości	5 kHz ÷ 5 MHz	5 kHz ÷ 5 MHz	5 ÷ 200 kHz	5 ÷ 200 kHz
Nelinearność wzmacniacza, %	±1	±1	—	—

<sup>1)</sup> Jeśli normy przedmiotowe nie podają inaczej.

## 2.4.5. Inne urządzenia elektroniczne

### 2.4.5.1. Dyskryminator amplitudy impulsów

a) Czas rozdzielczy — krótszy niż 1 μs.

b) Regulacja progu dyskryminacji — co najmniej 30 dB.

c) Dopuszczalny błąd nastawienia progu dyskryminacji — najwyżej  $\pm 1\%$ .

### 2.4.5.2. Przelicznik

a) Czas rozdzielczy — krótszy niż 1 μs.

b) Pojemność licznika — co najmniej  $10^5$  imp.

### 2.4.5.3. Synchroskop

a) Pasmo przenoszenia — 0 ÷ 15 MHz.

b) Czułość — co najmniej 5 mV/cm.

c) Zakres podstaw czasu — 0,1 μs/cm ÷ 1 ms/cm.

**2.4.5.4. Analizator amplitudy impulsów.** W pomiarach może być stosowany analizator jednokanałowy lub wielokanałowy. Dane techniczne analizatora:

a) dynamika napięć wejściowych analizatora — co najmniej 40 dB.

b) nielinearność różniczkowa analizatora — najwyżej  $\pm 1\%$ .

**2.4.6. Rezystancja pracy R.** Jeżeli normy przedmiotowe na dany typ detektora nie określają inaczej, należy stosować następujące rezystancje pracy:

- dla liczników proporcjonalnych — 100 k $\Omega$
- dla liczników G-M z organicznym czynnikiem gaszącym — 1,6 M $\Omega$ ,
- dla liczników G-M z chlorowcowym czynnikiem gaszącym wg rys. 1c) — R 47 k $\Omega \div 1,6$  M $\Omega$

**2.4.7. Pojemność podłączenia detektorów.** Pojemność podłączenia detektorów do układów pomiarowych powinna być możliwie jak najmniej. Dla impulsowych detektorów promieniowania, jeżeli normy przedmiotowe na dany typ detektora nie przewidują inaczej, pojemność będąca sumą pojemności wyjściowej detektora, pojemności montażu i dla liczników G-M z chlorowcowym czynnikiem gaszącym — pojemności  $C_1$  (rys. 1c), nie powinna przekraczać 20 pF.

## 2.5. Opis badań

**2.5.1. Pomiar charakterystyki napięciowej detektorów impulsowych  $N = f(U)$**  należy wykonać przy stałym progu dyskryminacji, stałym wzmacnieniu układu pomiarowego i przy stałym napromienieniu detektora. Układ pomiarowy dla komór impulsowych i liczników proporcjonalnych powinien odpowiadać schematowi podanemu na rys. 1b), a dla liczników G-M schematowi podanemu na rys. 1c). Parametry aparatury pomiarowej powinny odpowiadać wymaganiom określonym w 2.4.

Charakterystykę napięciową należy mierzyć w zakresie napięć zasilających detektor określonych granicami:

a) dolną granicą odpowiadającą napięciu zasilającemu detektor, przy którym zaczyna się zliczanie impulsów (początek liczenia);

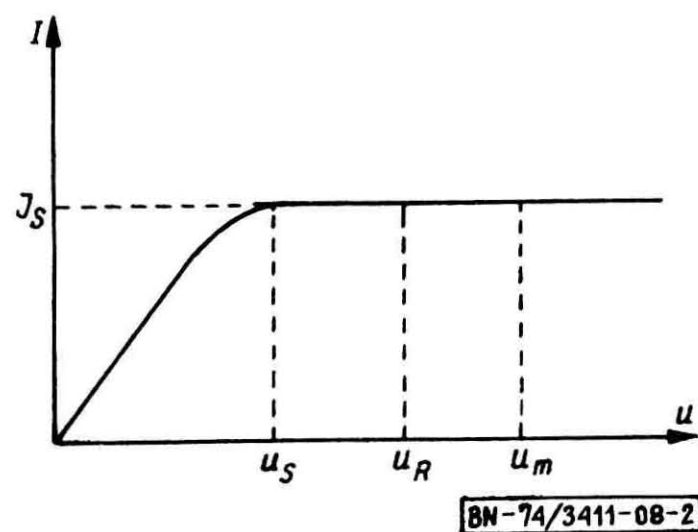
b) górną granicą odpowiadającą napięciu kończąco plato lub innej wartości podanej w normach przedmiotowych na dany typ detektora; częstość zliczeń przy pomiarach  $N = f(U)$  powinna wynosić w zakresie plato 100  $\div$  1000 imp/s, jeżeli normy przedmiotowe na dany typ detektora nie przewidują inaczej; częstość zliczeń w zakresie plato powinna być mierzona z dokładnością nie mniejszą niż 1%.

Szczegółowe warunki pomiarów i parametry układu pomiarowego powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.2. Pomiar charakterystyki napięciowej jonizacyjnej komory prądowej  $I = f(U)$ .** Pomiar charakterystyki napięciowej należy wykonać w

układzie wg schematu podanego na rys. 1a).

Charakterystykę należy mierzyć w zakresie napięć zasilania od 0 do  $U_m$  (rys. 2).



Rys. 2. Charakterystyka napięciowa jonizacyjnej komory prądowej

Prąd detektora powinien być mierzony z dokładnością nie mniejszą niż 1%. Rodzaje źródeł promieniowania, moce dawek, gęstość strumieni promieniowania, inne warunki pomiarów i parametry układu pomiarowego powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.3. Sprawdzenie długości plato  $\Delta U$ .** Długość plato  $\Delta U$  należy wyznaczyć z charakterystyki napięciowej  $N = f(U)$ , zgodnie z określeniami wg PN-73/J-01003 ark. 08. Wartość nachylenia plato niezbędna do praktycznego wyznaczenia długości plato powinna być określona w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.4. Sprawdzenie średniego nachylenia plato  $K_p$ .** Średnie nachylenie plato  $K_p$  należy wyznaczyć z charakterystyki napięciowej  $N = f(U)$  zgodnie z określeniem wg PN-73/J-01003 ark. 08.

**2.5.5. Pomiar nachylenia charakterystyki napięciowej komory prądowej  $K_I$**  przeprowadza się w układzie pomiarowym wg schematu podanego na rys. 1a), w zakresie napięć pracy komory. Względne nachylenie  $K_I$  charakterystyki napięciowej jonizacyjnej komory prądowej mierzonej w procentach na wolty wyznacza się z wzoru

$$K_I = \frac{\Delta I_S}{I_S} \cdot \frac{100}{\Delta U_R}$$

Prąd  $I_S$  należy mierzyć z dokładnością nie mniejszą niż 5%, a  $\Delta I_S$  powinna być określona z dokładnością nie mniejszą niż 10%, jeśli norma przedmiotowa na dany typ komory nie podaje inaczej. Zakres napięcia  $\Delta U_R$  powinien być wyznaczony z dokładnością nie mniejszą niż 5%.

Szczegółowe warunki pomiarów i parametry układu pomiarowego powinny być określone w



normie przedmiotowej na dany typ jonizacyjnej komory prądowej.

**2.5.6. Sprawdzenie napięcia nasycenia jonizacyjnej komory prądowej  $U_S$ .** Napięcie nasycenia jonizacyjnej komory prądowej należy wyznaczyć na podstawie wykreślonej zależności  $K_I = f(U)$  zmierzonej jak w 2.5.5, przy stałym, określonym i odpowiednim dla danego typu komory napromienieniu.

Szczegółowe warunki wyznaczenia napięcia nasycenia powinny być określone w normie przedmiotowej na dany typ jonizacyjnej komory prądowej.

**2.5.7. Sprawdzenie prądu nasycenia jonizacyjnej komory prądowej  $I_S$ .** Prąd nasycenia  $I_S$  odpowiadający napięciu nasycenia komory należy wyznaczyć z charakterystyki napięciowej  $I = f(U)$  dla określonego napromienienia komory przy napięciu  $U_S$ .

**2.5.8. Sprawdzenie napięcia pracy detektora  $U_R$**

**2.5.8.1. Sprawdzenie napięcia pracy  $U_R$  jonizacyjnej komory prądowej.** Napięcie pracy jonizacyjnej komory prądowej należy wyznaczyć jako  $U_S < U_R < U_m$  przy stałym, odpowiednim dla danego typu komory napromienieniu równym górnej granicy zakresu pomiarowego  $P_{max}$ .

Sposób wyznaczania napięcia pracy powinien być określony w normach przedmiotowych na dany typ jonizacyjnej komory prądowej.

**2.5.8.2. Sprawdzenie napięcia pracy  $U_R$  komory jonizacyjnej impulsowej, licznika proporcjonalnego i licznika G-M.** Napięcie komory impulsowej, licznika proporcjonalnego i licznika G-M należy wyznaczyć z charakterystyki napięciowej  $N = f(U)$ .

Szczegółowe warunki określające napięcie pracy powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.9. Sprawdzenie największego dopuszczalnego napięcia detektora  $U_m$ .** Wartość największego dopuszczalnego napięcia detektora wyznacza się jako napięcie, przy którym określone parametry detektora przyjęte jako kryteria oceny nie zmieniają się poza określone granice. Napięcie zasilające należy zwiększyć poczynając od napięcia pracy  $U_R$ . Zakresy zmian parametrów stanowiących kryteria oceny oraz szczegółowe warunki pomiarów, parametry i rodzaje układów pomiarowych powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.10. Sprawdzenie napięcia początku liczenia  $U_{p0}$  licznika G-M.** Wyznaczenie napięcia  $U_{p0}$  należy wykonać w układzie pomiarowym wg schematu podanego na rys. 1c).

Badany licznik należy napromieniać tak, aby częstość zliczeń przy napięciu pracy była większa niż 100 im/s.

Wartość napięcia zasilającego licznik należy zwiększać powoli do wartości, przy której zaczyna się zliczanie. Wartość napięcia zasilającego licznik, przy którym częstość zliczeń przekracza 1 imp/s, jest napięciem początku liczenia licznika G-M.

**2.5.11. Pomiar całkowitego rozkładu amplitud impulsów napięcia  $N = f(U_d)$ .** Całkowy rozkład amplitud impulsów napięcia  $N = f(U_d)$  przy  $U_R = \text{const.}$  i przy stałym wzmacnieniu układu pomiarowego należy mierzyć w układzie pomiarowym według schematu podanego na rys. 1b).

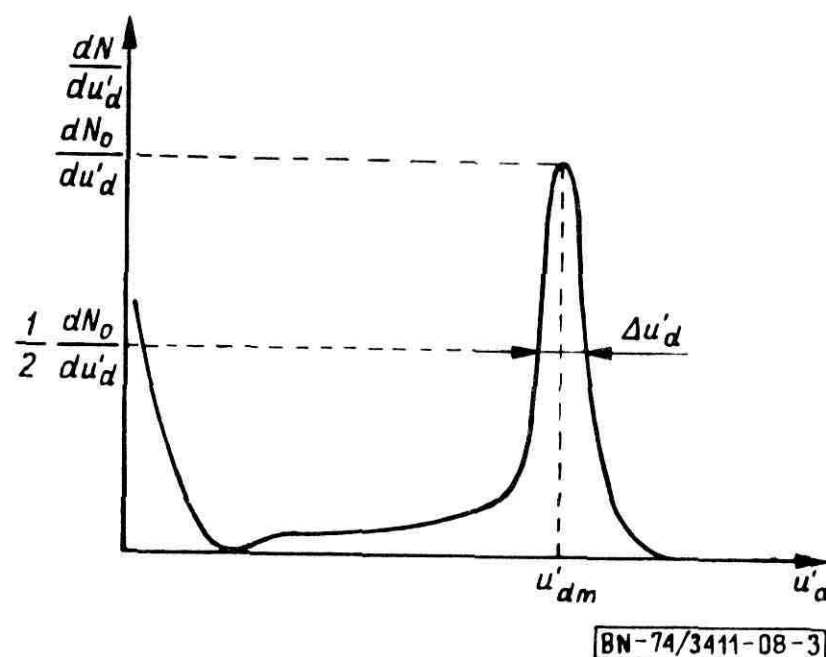
Szczegółowe warunki pomiaru i parametry układu pomiarowego powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.12. Pomiar różniczkowego rozkładu amplitud impulsów napięcia  $\frac{dN}{dU'_d} = f(U'_d)$ .** Różniczkowy rozkład amplitud impulsów napięcia  $n' = f(U'_d)$  przy  $U_R = \text{const.}$  i przy stałym wzmacnieniu układu pomiarowego należy zmierzyć w układzie pomiarowym wg schematu podanego na rys. 1b).

Szczegółowe warunki pomiaru i parametry układu pomiarowego powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.13. Sprawdzenie względnej szerokości półławkowej  $W$  — różniczkowego rozkładu amplitud impulsów napięcia.** Parametr ten należy wyznaczyć z różniczkowego rozkładu amplitud impulsów napięcia mierzonych w procentach (rys. 3) wg wzoru

$$W = \frac{\Delta U'_d}{U'_{dm}} \cdot 100$$



Rys. 3. Różniczkowy rozkład amplitud impulsów napięcia

**2.5.14. Pomiar czasu narastania impulsów  $\tau_f$ .** Czas narastania impulsów wyznacza się jako średni czas, w ciągu którego amplitudy najczęściej występujących impulsów narastają od 0,1 do 0,9 swej maksymalnej wartości. Pomiar należy wykonać

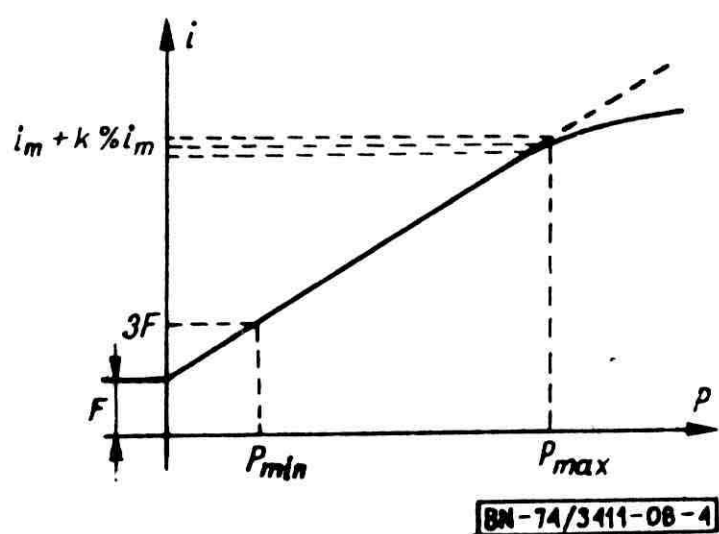
w układzie pomiarowym według schematu podanego na rys. 1b) lub 1c). Czas narastania impulsów należy wyznaczyć z obrazu impulsu uzyskanego na ekranie synchronoskopu.

Szczegółowe warunki pomiaru i parametry układu pomiarowego powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.15. Pomiar czasu martwego  $\tau_m$  i czas powrotu  $\tau_p$  — licznika G-M.** Czas martwy  $\tau_m$  (zgodnie z określeniem wg PN-73/J-01003 ark. 08) i czas powrotu  $\tau_p$  należy wyznaczyć z obrazu impulsów uzyskanego na ekranie synchronoskopu w układzie pomiarowym według schematu podanego na rys. 1c). Czas martwy  $\tau_m$  i czas powrotu  $\tau_p$  należy wyznaczyć z dokładnością nie mniejszą niż 20%.

Przykładowy przebieg zależności wartości sygnału wyjściowego od wartości napromienienia podano na rys. 4.

Szczegółowe warunki pomiaru i parametry układu pomiarowego powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.



Rys. 4. Przykładowy przebieg zależności wartości sygnału wyjściowego  $i$ , od wartości napromienienia  $P$  z oznaczonym zakresem  $P_{min} \div P_{max}$

**2.5.16. Sprawdzenie amplitudy impulsów napięcia detektora  $U_a$ .** Amplitudę impulsów napięcia na wyjściu detektora wyznacza się w układzie pomiarowym według schematu podanego na rys. 1b) dla jonizacyjnych komór impulsowych i liczników proporcjonalnych, a na rys. 1c) — z wyłączonym dyskryminatorem — dla liczników G-M. Wartość amplitudy impulsu napięcia detektora należy wyznaczyć z różniczkowego (całkowego) rozkładu amplitud impulsów napięcia lub za pomocą synchronoskopu.

**2.5.17. Pomiar charakterystyki wzmocnienia gazowego  $M = f(U)$ .** Charakterystykę wzmocnienia gazowego  $M = f(U)$  należy wyznaczyć pośrednio, mierząc charakterystykę  $U_a = f(U)$  jak w 3.16 i obliczając wartości wzmocnienia gazowego  $M$ ,

odpowiadające różnym wartościom napięcia zasilającego  $U$  ze wzoru

$$M = \frac{U_a}{U'_a}$$

Wartość  $U'_a$  określa się z charakterystyki  $U_a = f(U)$  jako średnią wartość amplitudy impulsów napięcia dla początkowej płaskiej części charakterystyki, odpowiadającej współczynnikowi wzmocnienia gazowego równemu około 1.

Zakres napięcia zasilania  $U$ , dla którego należy mierzyć charakterystykę wzmocnienia gazowego, oraz szczegółowe warunki pomiaru i parametry układu pomiarowego powinny być określone w normie przedmiotowej na dany typ licznika.

**2.5.18. Sprawdzenie czułości detektora.** Czułość detektora promieniowania, zgodnie z określeniem wg PN-73/J-01003 ark. 08, wyznacza się jako stosunek sygnału wyjściowego detektora odpowiadającego określonemu punktowi pracy do znanej wartości napromienienia, uwzględniając kierunkowość i stopień jednorodności napromienienia, jego wartość, rodzaj źródła i inne parametry.

Dokładność wyznaczenia wartości sygnału wyjściowego oraz inne niezbędne dane o warunkach pomiaru powinny być określone w normie przedmiotowej na dany typ detektora.

**2.5.19. Sprawdzenie wydajności detektora  $\epsilon$ .** Wydajność detektora promieniowania, zgodną z określeniem wg PN-73/J-01003 ark. 08, wyznacza się jako stosunek wartości sygnału wyjściowego detektora do wcześniej ustalonej liczby fotonów lub cząstek promieniowania padających na powierzchnię czynną detektora.

Stopień jednorodności, wartość i dokładność wartości napromienienia, parametry źródła promieniowania, dokładność określenia wartości sygnału wyjściowego i inne warunki pomiarowe powinny być określone w normie przedmiotowej na dany typ detektora.

**2.5.20. Sprawdzenie względnej wydajności detektora  $\epsilon_o$ .** Względną wydajność detektora należy wyznaczyć w procentach wg wzoru

$$\epsilon_o = \frac{i}{i_o} \cdot 100$$

w którym  $i$ ,  $i_o$  — odpowiednie wartości sygnałów wyjściowych (prąd, częstość impulsów) dla detektora badanego i detektora przyjętego za wzorcowy.

Sygnały wyjściowe detektorów należy mierzyć w warunkach identycznych dla detektora badanego i detektora wzorcowego. Ustalenie identycz-



ności warunków pomiarów i kryteria wyboru detektora wzorcowego powinny być określone w normie przedmiotowej na dany typ detektora.

**2.5.21. Sprawdzenie czasowej niestabilności czułości  $\Delta\eta_t$  — i wydajności  $\Delta\varepsilon_t$  detektora.** Czasową niestabilność czułości (wydajności) detektora należy wyznaczyć ze wzoru

$$\Delta\varepsilon_t (\Delta\eta_t) = \frac{i_{t1} - i_{t2}}{i_{t1} (t_2 - t_1)}$$

Wartość sygnałów wyjściowych  $i_{t1}$  i  $i_{t2}$  należy mierzyć w identycznych warunkach czasu ( $t_2 - t_1$ ) w następujących układach pomiarowych:

- dla komór prądowych — wg schematu podanego na rys. 1a),
- dla komór impulsowych i liczników proporcjonalnych — wg schematu podanego na rys. 1b),
- dla liczników G-M — wg schematu podanego na rys. 1c).

Szczegółowe określenie identyczności warunków pomiarowych i zakresu czasu ( $t_2 - t_1$ ) powinny być określone w normie przedmiotowej na dany typ detektora.

**2.5.22. Pomiar energetycznych charakterystyk czułości  $\eta = f(E)$  i wydajności  $\varepsilon = f(E)$  detektora.** Energetyczną charakterystykę czułości (wydajności) detektora, zgodnie z określeniem wg PN-73/J-01003 ark. 08, należy wyznaczyć przez pomiar czułości (wydajności) detektora zgodnie z 2.5.18 i 2.5.19 dla różnych energii możliwie jednorodnego energetycznie promieniowania napromieniającego detektor przy stałej wielkości tego napromienienia (mocy dawki lub gęstości strumienia cząstek).

Rodzaj źródeł promieniowania stosowanych do pomiaru, ich charakterystyki energetyczne, dokładność wyznaczania czułości (wydajności), zakres energii dla jakiego należy przeprowadzić pomiary oraz inne szczegółowe warunki pomiaru powinny być określone w normach przedmiotowych na poszczególne typy detektorów.

**2.5.23. Sprawdzenie współczynnika temperaturowego czułości  $K_{T\eta}$  i wydajności  $K_{T\varepsilon}$  detektora.** Współczynniki temperaturowe czułości (wydajności) detektora mierzone w procentach na stopnie C należy wyznaczyć ze wzoru

$$K_{T\eta} (K_{T\varepsilon}) = \frac{i_{T1} - i_{T2}}{i_{T0}} \cdot \frac{100}{T_1 - T_2}$$

w którym:

- $i_{T1}$  i  $i_{T2}$  — wartość sygnałów wyjściowych odpowiednio w temperaturach  $T_1$  i  $T_2$ , zawartych w temperaturowym zakresie pracy,
- $i_{T0}$  — wartość sygnału wyjściowego w średniej temperaturze pracy.

Wartość sygnałów wyjściowych  $i_{T1}$ ,  $i_{T2}$ ,  $i_{T0}$  należy wyznaczyć w warunkach określonych i identycznych, odpowiednio do temperatur  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_0$ , w układach pomiarowych:

- dla komór prądowych — wg schematu podanego na rys. 1a),
- dla komór impulsowych i liczników proporcjonalnych — wg schematu podanego na rys. 1b),
- dla liczników G-M — wg schematu podanego na rys. 1c).

Szczegółowe określenie identyczności warunków pomiaru, dane dotyczące czasu aklimatyzacji, dokładności pomiaru temperatur i sygnałów wyjściowych oraz wybór temperatur  $T_1$  i  $T_2$  powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

#### 2.5.24. Sprawdzenie zakresu pomiarowego

**2.5.24.1. Sprawdzenie dolnej granicy zakresu pomiarowego  $P_{min}$ .** Dolną granicę zakresu mierzonego promieniowania  $P_{min}$  należy wyznaczyć wg wzoru

$$P_{min} = \frac{3F}{\eta}$$

w którym  $F$  — bieg własny  $n_f$  lub prąd zerowy  $I_f$  odpowiednio dla detektorów impulsowych i detektorów prądowych.

**2.5.24.2. Sprawdzenie górnej granicy zakresu pomiarowego  $P_{max}$ .** Górną granicę zakresu mierzonego promieniowania  $P_{max}$  detektora należy wyznaczyć wg wzoru

$$P_{max} = \frac{i_m}{\eta}$$

w którym  $i_m$  — sygnał wyjściowy różniący się o  $k\%$  od sygnału wyjściowego, który powstałby przy zachowaniu proporcjonalności sygnału od napromienienia; wartość  $k$  powinna być określona w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

Wartość sygnału wyjściowego  $i_m$  należy wyznaczyć z zależności sygnału wyjściowego  $i$  od wartości mierzonego promieniowania  $P$ .

**2.5.25. Sprawdzenie energetycznego zakresu pracy  $E_{min} \div E_{max}$  detektora.** Energetyczny zakres pracy detektora wyznacza się z energetycznej charakterystyki detektora zmierzonej jak w 2.5.22, przyjmując dopuszczalne zmiany wydajności, które powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.



**2.5.26. Sprawdzenie największego dopuszczalnego napromienienia detektora  $P_{d\ max}$ .** Największe dopuszczalne napromienienie detektora wyznacza się dla rodzaju promieniowania, do którego detekcji detektor jest przeznaczony lub dla innego rodzaju promieniowania jako największą wartość napromienienia, po ustaniu działania której detektor nie traci swoich właściwości.

Kryteria i sposób wyznaczania największego dopuszczalnego napromienienia detektora powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.27. Sprawdzenie odporności detektora na promieniowanie zakłócające  $P_z$ .** Odporność detektora na promieniowanie zakłócające należy wyznaczyć badając określone parametry detektora ustalone jako kryteria oceny dla tych badań w normach przedmiotowych na dany typ detektora. Dopuszczalne zmiany wybranych parametrów będących kryteriami oceny oraz inne warunki badań powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora. Jako odporność detektora na promieniowanie zakłócające przyjmuje się wartość napromienienia w jednostkach odpowiednich dla danego rodzaju promieniowania zakłócającego.

**2.5.28. Pomiar biegu własnego detektora  $n_f$ .** Bieg własny, zgodnie z określeniem wg PN-73/J-01003 ark. 08, należy mierzyć w układach pomiarowych nie zawierających źródeł promieniowania:

— dla jonizacyjnych komór impulsowych i liczników proporcjonalnych — wg schematu podanego na rys. 1 b),

— dla liczników G - M — wg schematu podanego na rys. 1 c).

Parametry układów pomiarowych, napięcia zasilające detektor, grubości i rodzaje osłon oraz dokładności pomiarów powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.29. Pomiar prądu zerowego jonizacyjnej komory prądowej  $I_f$ .** Prąd zerowy jonizacyjnej komory prądowej, będący sumą prądu upływności izolacji i prądu pochodzącego od tła promieniowań, należy mierzyć w układzie pomiarowym wg schematu podanego na rys. 1 a), bez źródeł promieniowania.

Parametry układu pomiarowego, napięcia zasilającego komorę, grubości i rodzaje osłon oraz dokładności pomiarów powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ komory.

**2.5.30. Pomiar rezystancji detektora  $R_e$ .** Rezystancję detektora należy zmierzyć przy nienapromienionym detektorze oraz przy napięciu zasilającym i innych szczegółowych warunkach pomiaru, które powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

jącem i innych szczegółowych warunkach pomiaru, które powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.31. Pomiar pojemności wyjściowej detektora  $C_o$ .** Pojemność wyjściową detektora należy zmierzyć przyrządem do pomiaru pojemności, zapewniającym pomiar z dokładnością nie mniejszą niż  $\pm 5\%$ .

**2.5.32. Sprawdzenie trwałości czasowej detektora  $t_p$ .** Trwałość czasową detektora należy określić jako czas pracy detektora wyznaczony przez sprawdzenie parametrów detektora, będących kryteriami oceny dla badań trwałości czasowej.

Dopuszczalne zmiany określonych parametrów przyjętych jako kryteria oceny, rodzaj źródła promieniowania, jego aktywność oraz inne warunki pomiarów powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.33. Sprawdzenie trwałości impulsowej detektora  $N_p$ .** Trwałość impulsową detektora należy wyznaczyć jako liczbę impulsów, które powinien zliczyć detektor. Po zliczeniu, określone parametry detektora będące kryteriami oceny dla badań trwałości impulsowej powinny zawierać się w określonych granicach.

Okresowość pomiarów kontrolnych parametrów przyjętych jako kryteria oceny, ich dopuszczalne zmiany, rodzaj źródła promieniowania, jego aktywność i inne warunki pomiarów powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.34. Sprawdzenie temperaturowego zakresu pracy detektora  $T_{min} \div T_{max}$ .** Temperaturowy zakres pracy detektora należy wyznaczyć badając określone parametry detektora, ustalone jako kryteria oceny dla wyznaczania temperaturowego zakresu pracy.

Dopuszczalne zmiany określonych parametrów przyjętych jako kryteria oceny, dane odnośnie czasu aklimatyzacji, dokładności pomiarów temperatury oraz inne szczegółowe warunki pomiarów powinny być określone w normach przedmiotowych na dany typ detektora.

**2.5.35. Pomiar nachylenia charakterystyki współczynnika wzmocnienia gazowego.** Nachylenie charakterystyki współczynnika wzmocnienia gazowego należy wyznaczyć w procentach na wolt ze wzoru

$$D = \frac{\Delta M}{M_1 + M_2} \cdot 100$$

$$\Delta U \cdot \frac{\quad}{2}$$



w którym:

$\Delta M$  — przyrost współczynnika wzmocnienia gazowego w roboczym zakresie napięcia,

$M_1, M_2$  — współczynnik wzmocnienia

gazowego na początku i końcu roboczego zakresu napięcia,

$\Delta U$  — roboczy zakres napięcia.

Zakres napięcia i inne warunki pomiaru powinny być podane w normach przedmiotowych na poszczególne typy liczników proporcjonalnych.

KONIEC

#### INFORMACJE DODATKOWE

**1. Instytucja opracowująca normę** — Instytut Badań Jądrowych, Branżowy Ośrodek Normalizacyjny Aparatury Jądrowej, Warszawa.

**2. Istotne zmiany w stosunku do BN-70/3411-08**

a) dodano wymagania dotyczące pomiaru nachylenia charakterystyki współczynnika wzmocnienia gazowego,

b) uaktualniono niektóre parametry zgodnie z zaleceniem RWPG.

**3. Normy związane**

PN-73/J-01003 ark. 08 Technika jądrowa. Nazwy i określenia. Detektory promieniowania jonizującego  
BN-65/3400-04 Urządzenia elektroniczne dla techniki ją-

drowej. Detektory promieniowania jonizującego.

Klasyfikacja wg spełnianego zadania

**4. Zalecenia międzynarodowe**

RWPG PC 1650-69 Детекторы ионизирующих излучений. Детекторы газоразрядные. Основные понятия, определения и обозначения электрических и радиометрических параметров — норма zgodna.

PC 1653-69 Детекторы ионизирующих излучений. Камеры ионизационные токовые. Основные термины и их определения — норма zgodna.

PC 1654-72 Детекторы ионизирующих излучений. Детекторы газоразрядные. Методы испытаний — норма zgodna.

**5. Autor projektu normy** — Edward Błoński, Zakład 15, Instytut Badań Jądrowych.