

TECHNIKA JĄDROWA W GOSPODARCE NARODOWEJ

**Detektory promieniowania
jonizującego**

Warszawa 1973

SPIS TREŚCI

Przedmowa	III
Licznik G-M typu BPI-33	1
Licznik G-M typu DOI-30	2
Licznik G-M typu DOI-80	3
Miniaturowe proporcjonalne liczniki z BF_3	4
Wysokowydajne proporcjonalne liczniki z BF_3 o dużych średnicach	5
Pudełkowy licznik proporcjonalny do pomiaru promieniowania rentgenowskiego	7
Wysokowydajne komory prądowe promieniowa- nia gamma	8
Scyntylatory plastikowe z polistyrenu do dozy- metrii promieniowania rentgenowskiego i gamma	9
Standardowe scyntylatory plastikowe z poli- styrenu	11
Cienkowarstwowe scyntylatory plastikowe z polistyrenu do detekcji promieniowania beta	12
Dawkomierz krzemowy DK-100	14
Tranzystorowy zasilacz wysokiego napięcia ZWN-1M	15

Prowadzone w naszym kraju badania naukowe w dziedzinie energii jądrowej, przynoszą bardzo często wyniki, które mogą znaleźć zastosowanie w gospodarce narodowej. Efekty te są albo pośrednim rezultatem badań podstawowych i stanowią jak gdyby ich "produkt uboczny", albo produktem badań stosowanych, z góry zaplanowanych, w celu uzyskania praktycznego efektu.

Niezależnie od genezy i kwalifikacji, wszystkie te rezultaty mogą być interesujące dla wielu odbiorców krajowych. Jakkolwiek najczęściej laboratorium, które opracowało nowy przyrząd lub opanowało nową, ciekawą technicznie metodę, jest w bezpośrednim lub pośrednim kontakcie ze specjalistami odpowiedniego zakładu produkcyjnego, to jednak istnieje potrzeba dostarczenia tych informacji szerszemu kręgowi potencjalnych użytkowników. Wydaje się, że dla osiągnięcia tego celu najdogodniejszym, a także najskuteczniejszym sposobem rozpowszechnienia informacji będzie wydawanie informatorów w postaci przeglądów prac, nadających się do wdrożenia - obecnie lub w najbliższej przyszłości.

Stąd powstał pomysł niniejszej serii wydawniczej, w której ujęto tylko takie tematy, które bądź zostały już zakończone i wdrożone do gospodarki narodowej, bądź też mają duże potencjalne szanse być wdrożone w odpowiednich gałęziach przemysłu, rolnictwa, medycyny itp.

Informacje zawarte w danej broszurze dotyczą tylko pokrewnych zagadnień. Każde hasło zostało opracowane oddzielnie, w taki sposób, by stworzyć czytelnikowi możliwość dokonania wyboru i oceny przydatności w jego zakładzie pracy. Przy każdej ofercie umieszczono adres i telefon instytucji oferującej swe usługi w zakresie dostarczania danego przyrządu lub urządzenia oraz pomocy autorskiej przy wdrażaniu metody.

Niniejsza seria wydawnicza składa się z następujących broszur:

1. Przyrządy kontrolno-pomiarowe
2. Detektory promieniowania jonizującego
3. Metody i przyrządy jądrowe w analizie laboratoryjnej
i przemysłowej
4. Aparatura elektroniczna
5. Elektroniczne wskaźniki cyfrowe
6. Sprzęt laboratoryjny
7. Aparatura dozymetryczna
8. Jądrowa aparatura przemysłowa
9. Radioizotopy w przemyśle chemicznym i przemysłach
pokrewnych
10. Technika atomów znaczonych
11. Radiometria procesów technologicznych
12. Technika jądrowa w geologii i hydrologii

Wśród propozycji zastosowań przemysłowych najobszerniej reprezentowane są przyrządy i metody wykorzystujące promieniowanie jonizujące. Jest to jeden z dwu podstawowych - obok energetyki jądrowej - kierunek społecznego wykorzystania energii jądrowej w Polsce. Rozwój tego kierunku przyniósł już praktyczne rezultaty w postaci kilku tys. przyrządów i defektoskopów izotopowych zainstalowanych w przemyśle oraz kilkuset ekspertyz procesów technologicznych za pomocą atomów znaczonych i innych usług na rzecz gospodarki narodowej. Trzeba jednak stwierdzić, że mimo osiągniętych już rezultatów we wdrażaniu techniki jądrowej w gospodarkę narodową istniejące tu możliwości praktycznych zastosowań są nadal bardzo duże.

LICZNIK G-M TYPU BPI-33

Licznik jest przeznaczony do detekcji promieniowania gamma oraz beta o energii powyżej 0,25 MeV. Może być powszechnie stosowany w wielu układach automatyki oraz w urządzeniach dozymetrycznych.

Licznik jest typowym detektorem gazowym promieniowania jonizującego z samogaszeniem wyładowania za pomocą chlorowca.

Obudowa licznika będąca jego katodą jest wykonana ze stali kwasoodpornej i posiada grubość 55 μm (44 mg/cm²), dzięki czemu licznik może pracować jako detektor promieniowania gamma i beta.

DANE TECHNICZNE

napięcie pracy	360-440 V
nachylenie plateau max	0,125%/V
długość plateau min	120 V
czas martwy max	150 μs
bieg własny max	27 imp/min
temperaturowy zakres pracy	od -40°C do +50°C.

Rok opracowania licznika - 1966.

Licznik jest odpowiednikiem radzieckiego licznika CTC-5.

Przewiduje się uruchomienie produkcji licznika w Zakładzie Doświadczalnym Elektroniki Próżniowej w Warszawie.

Cenę licznika szacuje się na około 700-800 zł.

Termin dostawy - do 1/2 roku.

LICZNIK G-M TYPU DOI-30

Licznik służy do pomiaru promieniowania gamma w zakresie mocy dawki ekspozycyjnej do 500 R/h oraz do detekcji promieniowania beta o energii powyżej 0,5 MeV.

Licznik jest gazowym detektorem promieniowania jądrowego, pracującym z chlorowcowym czynnikiem gaszącym. Metalowa katoda licznika jest jednocześnie jego obudową.

DANE TECHNICZNE

zakres pomiarowy mocy dawki ekspozycyjnej	0,5 R/h - 500 R/h
napięcie pracy	490 V
długość plateau min.	80 V
nachylenie plateau max.	0,35%/1 V
czas martwy	15 μ s
bieg własny	1 imp/min
trwałość	10 ¹¹ imp
temperaturowy zakres pracy	od -40°C do +50°C

Rok opracowania licznika - 1971.

Istota technologii licznika jest przedmiotem zgłoszenia patentowego P-147374 z 1971 r.

Licznik DOI-30 może zastąpić stosowane dotychczas liczniki typu DOB-50. Jest on porównywalny z licznikiem firmy Philips 18529.

Przewiduje się uruchomienie produkcji licznika w Zakładzie Doświadczalnym Elektroniki Próżniowej w Warszawie.

Cenę licznika szacuje się na około 900 zł w początkowym okresie produkcji.

Termin dostawy - do 1/2 roku.

LICZNIK G-M TYPU DOI-80

Licznik służy do pomiaru promieniowania gamma w zakresie mocy dawki ekspozycyjnej do 5 R/h oraz do detekcji promieniowania beta o energii powyżej 0,5 MeV. Może on być powszechnie stosowany w urządzeniach dozymetrycznych.

Licznik jest gazowym detektorem promieniowania jądrowego, pracującym z chlorowcowym czynnikiem gaszącym. Metalowa katoda licznika jest jednocześnie jego obudową.

DANE TECHNICZNE

zakres pomiarowy mocy dawki ekspozycyjnej	0,5 mR/h - 5 R/h
napięcie pracy	490 V
długość plateau min.	100 V
nachylenie plateau max.	0,15%/1 V
czas martwy	55 μ s
bieg własny	20 imp/min
trwałość	10 ¹¹ imp
temperaturowy zakres pracy	od -40°C do +50°C

Rok opracowania licznika - 1971.

Licznik DOI-80 może zastąpić stosowane dotychczas liczniki typu DOB-80. Jest on porównywalny z licznikiem firmy Philips 18550.

Przewiduje się uruchomienie produkcji licznika w Zakładzie Doświadczalnym Elektroniki Próżniowej w Warszawie.

Cenę licznika szacuje się na około 900 zł w początkowym okresie produkcji.

Termin dostawy - do 1/2 roku.

MINIATUROWE PROPORCJONALNE LICZNIKI Z BF_3

Liczniki są przeznaczone do punktowych pomiarów strumienia neutronów oraz do wykrywania wiązki neutronów.

Obecnie są produkowane następujące typy liczników: NUM1A3W, NUM2A3W, NUM5A3W, NUM8A3W, NUM8B5W.

DANE TECHNICZNE

napięcia zasilania poszczególnych liczników:

NUM 1A3W	900-1000 V
NUM 2A3W	1050-1150 V
NUM 5A3W	1300 V
NUM 8A3W	1400 V
NUM 8B5W	1400 V
amplituda impulsu	0,2 mV
trwałość	10^{10} zliczeń
temperaturowy zakres pracy	od -20°C do $+80^{\circ}\text{C}$

Rok opracowania liczników - 1966.

Omawiane liczniki są produkowane przez Zakład Doświadczalny Aparatury Unikalnej IBJ w Świerku

Cena każdego z typów liczników wynosi 5 100 zł.

Liczniki mogą być wykonane w terminie 3-6 miesięcy od daty zamówienia.

INSTYTUT BADAŃ JĄDROWYCH
Zakład Jądrowej Elektroniki Przemysłowej
Świerk k/Otwocka, tel. 798-527

WYSOKOWYDAJNE PROPORCJONALNE LICZNIKI Z BF_3 O DUŻYCH ŚREDNICACH

Liczniki są stosowane w badaniach naukowych - do spektrometrii neutronów oraz w radioizotopowych miernikach przemysłowych jak wilgotnościomierze, mierniki składu itp.

Obecnie są produkowane następujące typy liczników: NUM50A15W, NUM60A22W

DANE TECHNICZNE

	<u>NUM50A15W</u>	<u>NUM60A22W</u>
napięcie zasilania	2400 V	2500 V
amplituda impulsu		0,25 mV
trwałość		10^9 zliczeń
temperaturowy zakres pracy	od -20°C do $+50^\circ\text{C}$	

Rok opracowania liczników - 1967.

Omawiane liczniki są produkowane przez Zakład Doświadczalny Aparatury Unikalnej IBJ w Świerku

Cena licznika NUM 50A15W wynosi 6 800 zł, natomiast licznika NUM60A22W - 8 300 zł.

Liczniki mogą być wykonane w terminie 3-6 miesięcy od daty zamówienia.

PROPORCJONALNE LICZNIKI Z BF_3

Liczniki są przeznaczone do pomiaru strumienia neutronów termicznych.

Obecnie są produkowane dwa typy liczników: NUM11B20W i BUM20B5W.

DANE TECHNICZNE

	<u>NUM11B20W</u>	<u>NUM20B5W</u>
napięcie zasilania	1500-1600 V	1900 V
amplituda impulsu		0,25 mV
trwałość		10^{10} zliczeń
temperaturowy zakres pracy	od -20°C do $+80^\circ\text{C}$	

Rok opracowania liczników - 1968.

Licznik NUM11B20W znalazł zastosowanie w poszukiwaniach geologicznych.

Omawiane liczniki są produkowane przez Zakład Doświadczalny Aparatury Unikalnej IBJ w Świerku.

Cena każdego z typów liczników wynosi 5 100 zł.

Liczniki mogą być wykonane w terminie 3-6 miesięcy od daty zamówienia.

PUDEŁKOWY LICZNIK PROPORCJONALNY DO POMIARU PROMIENIOWANIA RENTGENOWSKIEGO

Licznik pudełkowy służy do pomiaru promieniowania X o energii od 2 do 50 keV i ma zastosowanie do szybkiego oznaczania składu badanego materiału w zależności od częstości zliczeń promieniowania charakterystycznego wzbudzonego radioizotopami. Może być także zastosowany w grubościomierzach lub w badaniu efektu Mössbauera.

Rok opracowania - 1969.

DANE TECHNICZNE:

powierzchnia standardowa	20 - 100 cm ³
napięcie pracy	2 keV
efekt temperaturowy	mały
czas życia	długi
czynnik geometryczny	dobry

W Instytucie Techniki Jądrowej działa prototyp licznika pudełkowego. ITJ może uruchomić produkcję krótkich serii lub przekazać dokumentację wraz z pomocą autorską przy wdrażaniu produkcji.

WYSOKOWYDAJNE KOMORY PRĄDOWE PROMIENIOWANIA GAMMA

Komory stanowią wysokowydajne, mające mały współczynnik temperaturowy, czujniki promieniowania gamma stosowane w przemysłowych urządzeniach izotopowych.

Obecnie wytwarzane są dwa typy komór: KPG-1/50 i KPG-2,5/50.

DANE TECHNICZNE

	<u>KPG-1/50</u>	<u>KPG-2,5/50</u>
napięcie pracy	250 V	
wydajności	$6 \cdot 10^{-9}$ Ah/R	$1,5 \cdot 10^{-8}$ Ah/R
temperaturowy zakres pracy	od -20°C do $+120^{\circ}\text{C}$	

Rok opracowania komór - 1968.

Omawiane komory prądowe są produkowane przez Zakład Doświadczalny Aparatury Unikalnej IBJ w Świerku.

Cena komory KPG-1/50 wynosi 33 600 zł, natomiast KPG-2,5/50 - 40 900 zł.

Komory mogą być wykonane w terminie 3-6 miesięcy od daty zamówienia.

SCYNTYLATORY PLASTYKOWE Z POLISTYRENU DO DOZYMETRII PROMIENIOWANIA RENTGENOWSKIEGO I GAMMA

Scyntylatory plastikowe do dozymetrii promieniowania rentgenowskiego i gamma przeznaczone są do budowy dawkomierzy równoważnych powietrzu (rentgenomierzy) oraz dawkomierzy równoważnych tkance (remomierzy).

Scyntylatory plastikowe są wykonane z polistyrenu aktywowanego PBD (3% ciężaru), POPOP (0,05% ciężaru) i zawierają domieszkę czterofenylku cyny (2,5% ciężarowych czterofenylku cyny dla scyntylatorów w rentgenomierzach oraz 2,7% ciężarowych czterofenylku cyny dla scyntylatorów w remomierzach).

DANE TECHNICZNE

względna wydajność świetlna	53-58% dla Cs^{137} w stosunku do monokryształu stylobenu
zakres równoważności	scyntylator jest równoważny powietrzu lub tkance dla energii promieniowania powyżej 60 keV z dokładnością $\pm 7\%$
czas zaniku fluorescencji	$4 \cdot 10^{-9}$ sek
maksimum emisji	4250 Å
ciężar właściwy	1,10 g/cm ³
wytrzymałość cieplna	75 - 80°C
współczynnik załamania	1,54.

Okres opracowania - 1966-1969.

W Instytucie Radioelektroniki Politechniki Warszawskiej jest obecnie opracowywany dawkomierz - rentgenomierz w oparciu o wyprodukowane w IBJ scyntylatory plastikowe z polistyrenu równoważne powietrzu, natomiast w IBJ jest opracowywany dawkomierz - remomierz w oparciu o scyntylatory plastikowe z polistyrenu równoważne tkance.

Scyntylatory plastikowe stwarzają możliwość uruchomienia w kraju produkcji nowoczesnych dawkomierzy (rentgenomierzy i remomierzów),

które w porównaniu z dawkomierzami jonizującymi posiadałyby wielokrotnie większą czułość w szerokim zakresie energetycznym. Wdrożenie produkcji tych dawkomierzy przewidziane jest w Zjednoczonych Zakładach Urządzeń Jądrowych "POLON".

Scyntylator równoważny powietrzu posiada swój odpowiednik w postaci scyntylatora NE 105 Firmy Nuclear Enterprises. Scyntylator równoważny tkance nie posiada analogicznych rozwiązań zagranicznych.

Produkcja scyntylatorów plastikowych zostanie wdrożona w Zakładzie Aparatury Unikalnej IBJ w Świerku w 1972 roku w oparciu o dokumentację i aparaturę IBJ.

STANDARDOWE SCYNTYLATORY PLASTYKOWE Z POLISTYRENU

Standardowe scyntylatory plastikowe z polistyrenu są przeznaczone do detekcji promieniowania jonizującego.

Standardowe scyntylatory plastikowe są wykonywane z polistyrenu aktywowanego PBD (3% ciężaru) i POPOP (0,05% ciężaru) w dowolnych wymiarach i kształtach nie przekraczających $\varnothing$ 200x250 mm.

DANE TECHNICZNE

względna wydajność świetlna	60-70% dla Cs^{137} w stosunku do monokryształu stylobenu
czas zaniku fluorescencji	$4 \cdot 10^{-9}$ sek
maksimum emisji	4250 Å
ciężar właściwy	1,06 G/cm ³
wytrzymałość cieplna	75-80°C
współczynnik załamania	1,54

Okres opracowania - 1964-1966.

Standardowe scyntylatory plastikowe produkowane przez IBJ są stosowane w aparaturze, wytwarzanej przez Zjednoczone Zakłady Urządzeń Jądrowych "POLON" oraz przez Instytut Radioelektroniki Politechniki Warszawskiej w aparaturze do pomiaru szczelności rurociągów naftowych i innych.

Odpowiednikiem standardowego scyntylatora plastikowego z polistyrenu jest scyntylator plastikowy typu NE 102 A firmy Nuclear Enterprises.

Uruchomienie produkcji krajowej standardowego scyntylatora plastikowego z polistyrenu daje oszczędności dewizowe i pozwala na uniezależnienie się od importu scyntylatorów plastikowych.

Produkcja standardowych scyntylatorów plastikowych została wdrożona w Zakładzie Doświadczalnym Aparatury Unikalnej IBJ w Świerku w I półroczu 1971 roku w oparciu o dokumentację i aparaturę Zakładu Jądrowej Elektroniki Przemysłowej.

INSTYTUT BADAŃ JĄDROWYCH

Zakład Jądrowej Elektroniki Przemysłowej - Warszawa, Pałac
Kultury i Nauki, tel. 200-211 w.2713

CIENKOWARSTWOWE SCYNTYLATORY PLASTYKOWE Z POLISTYRENU DO DETEKCJI PROMIENIOWANIA BETA

Cienkowarstwowe scyntylatory plastikowe z polistyrenu przeznaczone są do pomiaru promieniowania beta i alfa, szczególnie w intensywnych polach promieniowania gamma lub w obecności szybkich cząstek naładowanych.

Cienkowarstwowe scyntylatory otrzymuje się przez naklejenie folii scyntylacyjnej o grubości od 0,1 mm do 1,0 mm na jedną stronę podłoża o grubości od 3,9 mm do 3,0 mm wykonanego z metapleksu. Całość umieszczona jest w oprawce z anodowanego duraluminium. Średnica czynna okienek oprawek wynosi 40 mm.

Cienkowarstwowe scyntylatory plastikowe wykonywane są w postaci scyntylatorów bezokienkowych (oprawki nie są osłonięte folią światłoszczelną) i w postaci scyntylatorów okienkowych (oprawki są osłonięte folią światłoszczelną o masie powierzchniowej 1 mg/cm²). Grubość scyntylatora wynosi 4,0 mm, średnica 46 mm.

DANE TECHNICZNE

	Scyntylator bezokienkowy o grubości war- stwy scyntyla- cyjnej 0,3-0,7 mm	Scyntylator okienkowy o grubości war- stwy scyntyla- cyjnej 0,3-0,7 mm
wydajność zliczeń dla izo- topu $Sr^{90} + Y^{90}$ (średnio)	70	65
wydajność zliczeń dla izo- topu Tl^{204} (średnio)	65	60
tło zależne od grubości	35-50 imp/min	

Okres opracowania - 1969-1971.

Zakład Urządzeń Dozymetrycznych "POLON" w Bydgoszczy wykorzystuje cienkowarstwowe scyntylatory plastikowe do produkcji sond scyntylacyjnych uniwersalnych typu SSU-4, przystosowanymi do pracy z następującymi typami aparatury rejestrującej: radiometrem MSP-3, przelicznikiem PEL-3a oraz integratorem ZJL-3A i 3B.

Odpowiednikami cienkowarstwowych scyntylatorów plastikowych do detekcji promieniowania beta są scyntylatory typu NE 810 (beta) firmy Nuclear Enterprises.

Cienkowarstwowe scyntylatory plastikowe były dotychczas importowane. Uruchomienie produkcji folii scyntylacyjnej oraz cienkowarstwowych scyntylatorów w kraju stworzy korzystne warunki do prowadzenia prac nad konstrukcją i budową nowoczesnych urządzeń izotopowych.

DAWKOMIERZ KRZEMOWY DK-100

Dawkomierz DK-100 jest przeznaczony do pomiarów mocy dawek promieniowania gamma oraz twardego promieniowania X w obszarze energetycznym 70 keV-2 MeV. Przyrząd stosuje się głównie do pomiarów punktowych (rozdzielczość geometryczna wynosi ± 2 mm).

Dawkomierz składa się z krzemowej sondy detektorowej podłączonej do przedwzmacniacza ładunkowego, który posiada tranzystor polowy w stopniu wejściowym. Impulsy napięciowe, proporcjonalne do ładunku wyzwolonego w detektorze, są zamienione w układzie konwertera na impulsy prądowe. Po obciążeniu szumów detektora oraz przedwzmacniacza na poziomie 50 keV, impulsy prądowe, które przekraczają podany poziom, wstrzykują do układu odczytu ładunek, proporcjonalny do energii zaabsorbowanej w detektorze. Odczytywana na mierniku wartość jest więc ściśle proporcjonalna do mocy dawki wydzielonej w objętości czynnej detektora. Przyrząd przeskalowany jest w R/h przez porównanie wskazań z komorą powietrzną.

DANE TECHNICZNE

zakresy pomiarowe:	6 mR/h - 12 R/h (z sondą Nr 1) 100 mR/h - 200 R/h (z sondą Nr 2)
dopuszczalne zmiany temperatury otoczenia	od -20°C do $+40^{\circ}\text{C}$
dokładność pomiaru	od $\pm 5\%$ do $\pm 10\%$
napięcie zasilające	220 V/50 Hz
pobór mocy	6 W
masa urządzenia	około 3 kg

Urządzenie opracowano w latach 1969-1970.

Dawkomierz pracuje w Instytucie Badań Jądrowych, w Akademii Medycznej w Szczecinie oraz w Wojewódzkim Szpitalu Onkologicznym w Lublinie.

Omawiany dawkomierz może znaleźć szerokie zastosowanie w terapii onkologicznej.

Koszt urządzenia wynosi około 40 000 zł.

Produkcję dawkomierza przejął ZZUJ. "POLON".

INSTYTUT BADAŃ JĄDROWYCH
Zakład Fizyki Jądrowej - Świerk k/Otwocka, tel. 798-643

TRANZYSTOROWY ZASILACZ WYSOKIEGO NAPIĘCIA ZWN-1M

Urządzenie jest przeznaczone do zasilania fotopowielaczy.

Urządzenie jest zasilane niskim napięciem. Regulacji wysokiego napięcia dokonuje się poprzez zmianę niskiego napięcia w granicach od -24 V do +24 V.

DANE TECHNICZNE

zakres napięć regulowanych	1,5-3,5 kV
prąd maksymalny	3 mA
wymiary zasilacza	280x130x50 mm
masa zasilacza	2 kg

Zasilacz opracowano w 1971 r.

Po niewielkiej przebudowie urządzenie może stanowić standardowy zasilacz wysokiego napięcia w przenośnej aparaturze naukowej i przemysłowej.

Koszty wytworzenia zasilacza szacuje się na około 30 tys. zł.

Instytut Badań Jądrowych może udostępnić dokumentację prototypową zasilacza.