

Klasteru attīstības programmas projekta „Latvijas
Elektronikas un elektrotehnikas nozares klastera
attīstības projekts” ietvaros
(LR Ekonomikas ministrijas līdzfinansējuma līgums Nr.
Līg.– 2011/08)

Radioaktīvā piesārņojuma mērinstrumenti

Sarmīte Kalēja

“Radioaktīvo izotopu ietekme uz rūpniecību Latvijā”

2011. gada 1. decembris,
„Radisson Blu Hotel Latvija”

Saturs

1. Radiācijas mēraparāti	3
2. Radiācijas mēraparātu veidi	4
3. RadEye PRD	5
4. RadEye B 20	7
5. Alfa-beta paraugu skaitītājs	9
6. Augstas jutības gamma monitors pārtikai	10
7. γ -spektrometrs Interceptor	11
8. Personālais dozimetrs EPD	15
9. Zema radiācijas līmeņa mērītājs INSPECTOR	16

Radiācijas mēraparāti

- Cilvēku sajūtas neuztver jonizējošo starojumu – radiāciju.
- Ir divu tipu mērierīces, ko lieto radiācijas atklāšanai un mērīšanai:
- **Dozas un dozas jaudas mērīšanas instrumenti**
- **Instrumenti daļiņu skaitīšanai** (attiecīgi kalibrējot, izmantojami dozas mērīšanai)
- Iekšējo dozu var novērtēt, mērot bioloģiskos paraugus ar daļiņu skaitītājiem.
- Katra radioaktīvā atoma starojuma veids un tā enerģija ir unikāla un atšķirīga, tādēļ to izmanto katra konkrētā radionuklīda identificēšanai ar **spektrometru**

Radiācijas mēraparātu veidi

- **Instrumentus daļiņu skaitīšanai** lieto vides un cilvēka audu vai izdalījumu paraugu radioaktivitātes noteikšanai, tos var lietot arī kā portatīvas vides radioaktīvā piesārņojuma izpētes iekārtas
- Daļiņu skaitīšanas detektoros, neatkarīgi no to agregātstāvokļa, var jonizējošā starojuma enerģija transformējas elektriskos impulsos, ko instruments parāda kā impulsu skaitu laika vienībā (skaitīšanas ātrumu) vai novada uz saskaitīšanas shēmu.
- **Dozas un dozas jaudas mērīšanas instrumenti** parasti kalibrēti ekvivalentās dozas noteikšanai. Tās mērvienība ir zīverts (Sv) – aprēķināta vidējā absorbētā radiācijas enerģija džoulos (J) bioloģisko audu masas vienībā (kg), ņemot vērā bojājumus audos no dažādiem starojuma veidiem: $Sv = J/kg$



- RadEye PRD jutīgs elektronisks dozimetrs
- Detektors - NaI(Tl) scincilātors ar fotoelektronu pavairotāju - tas reģistrē pat ļoti zemas radiācijas līmeņus.
- 1600 vidējās un maksimālās dozas jaudas un skaitīšanas ātruma vērtības, 250 trauksmes signālus, kļūdas un iestatījumu izmaiņa var nolasīt, izmantojot seriālo interfeisu.

Mērījumu intervāls	(0,01 – 250) $\mu\text{Sv/h}$
Mērījumu diapazona pārsniegšana	10 Sv/h
Mērāmās starojuma enerģijas (+/- 30%)	60 keV – 1,3 MeV iespējams no 30 keV
Skaitīšanas ātrums Cs-137 (662 keV)	150 cps uz $\mu\text{Sv/h}$
Skaitīšanas ātrums Am-241 (60 keV)	2000 cps uz $\mu\text{Sv/h}$
Trauksmes sliekšņa uzlabojums dēļ NBR (dabīgā fona nomākšana)	Mazām enerģijām līdz 0,01 $\mu\text{Sv/h}$



- **RadEye B20** radioaktīvā piesārņojuma atklāšanas instruments
- Kontrolē piesārņojumu ar α , β , γ -radiāciju starojošiem nuklīdiem
- Ar īpašiem filtriem var atdalīt piesārņojumu ar alfa daļiņas emitējošiem nuklīdiem no beta daļiņas starojošiem
- Liela apjoma iekšējā atmiņa visu veidu mērījumu rezultātiem un ilgstošiem nepārtrauktiem mērījumiem
- Izmantojams kā dozas jaudas mērītājs, nepārtraukts skaitīšanas ātruma mērītājs piesārņojuma meklēšanai, parauga aktivitātes noteikšanai

Detektors	Geigera-Millera ar gala logu, \varnothing 44 mm, (1,8 – 2,0) mg/cm
Mērījumu intervāls gamma dozas jaudai	(0 – 2) mSv/h
Mērījumu intervāls piesārņojumam	0 – 10 kcps
2π efektivitāte (attiecīgi pret 50 mm diam. bez gumijas aizsarguzmavas)	Am-241-28%; Co-60-25%; Sr/Y-90-36%; C-14-19%
Energijas diapazons (ar gamma enerģijas filtru)	17 keV – 1,3 MeV atbilstoši H*(10) vai H*(0,7)
Svars un izmēri	300 g; (13x7x6) cm
Trauksmes parādīšana	Gaisma, skaņa, vibrācija



- **Alfa-beta paraugu skaitītājs**
- Svienlaicīga alfa un beta starojuma mērīšana.
- Apm. 800 stundu darbības laiks (baterija)
- Iekšējā datu uzglabāšana (4500 vērtības)
- USB interfeiss uz PC
- Divi 2" scintilātori
- Viens iebīdāms paraugu turētājs paraugam ar 2" diametru.
- Beta mērījumu verifikācija ar 9 g Lu etalonavotu

Augstas jutības gamma monitors pārtikai

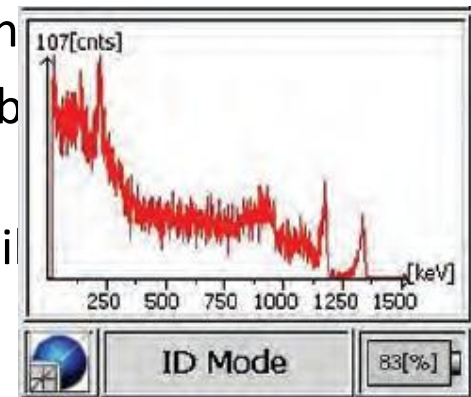


- Gamma starotāju mērītājs ar 2 regulējamiem enerģijas logiem
- SPA3 2"x2"- NaI(Tl) detektori, kabelis, statīvs, Marinelli trauks
- RadEye SX darbojas kā skaitīšanas iekārta ar iestatāmu mērīšanas laiku, Cs-137 etalonavots darbības kontrolei
- Detektors atrodas svina aizsardzībā
- Cēzija un joda enerģijas logi kalibrēti attiecīgā Marinelli trauka ģeometrijā



- **γ-spektrometrs Interceptor**
- iespējams meklēt tikai gamma starotājus (G); meklēt gamma starotājus un identificēt tos (Gid)
- Detektors - pusvadītāju
- Enerģijas diapazons 25 keV–3 MeV
- Jūtība 1,5 imp/s uz µR/h; 1,2 imp/s uz nSv
- Atmiņa 1 GB
- Strāvas avots 4 AA baterijas vai Li jonu akumulatori
- Trieciendrošība 1,5 m uz betona grīdas. Putekļu un ūdens drošs

- Interceptor™ ir kompakta spektroskopiska radiācijas mērierīce, kur savienots individuālais radiācijas detektors ar radionuklīdu identifikatoru
- Tam ir augsta mērīšanas jutība un precīza identifikācija
- Kadmija-zinka-telurīda (CZT) detektors, kas labi atpazīst zemas enerģijas starojumu
- Parādīts 1 uCi of Co-60 spektrs, kas uzņemts tieši



Spektrometriskās sistēmas raksturlielumi

Parametrs	Raksturojums vai lielums
Detektors	Pusvadītāju: kadmija-cinka telurīds (Cd-Zn-Te)
Energijas intervāls	30 keV – 3 MeV
Energētiskā izšķiršanas spēja (Cs-137)	2,4-3,5 % (nosaka detektora kristāla kvalitāte)
Spektra garums	1024 kanāli
Atmiņa	10000 spektri visos kanālos
Atmiņā esošie izotopu spektri	26
Kalibrēšana	Rūpnīcā kalibrēts



- **Personālais dozimetrs EPD**
- EPD ir individuālais radiācijas monitors, kas mēra beta un gamma starojumu
- Detektori ir 3 silīcija diodes, katrai no tām ir pastiprinātājs un elektroniskā shēma mazas un lielas enerģijas gamma, kā arī beta starojumam
- Katra detektora shēmas izejas dati tiek apstrādāti, lai aprēķinātu un parādītu dziļo $H^*(10)$ un virspusējo dozu $H^*(0,7)$, kā arī dozas jaudu

- Reģistrēšanas efektivitāte:

Fotoni, Hp(10)

- ±50% 15 keV to 17 keV (pret 137Cs)
- ±20% 17 keV to 1.5 MeV (pret 137Cs)
- ±30% 1.5 MeV to 6 MeV (ref. 137Cs)
- ±50% 6 MeV to 10 MeV (ref. 137Cs)

Fotoni, Hp(0.07)

- ±30% 20 keV to 6 MeV (ref. 137Cs)
- ±50% 6 MeV to 10 MeV (ref. 137Cs)

Beta, Hp(0.07)

- ±30% 250 keV to 1.5 MeV E
(ref. 90Sr/90Y)

- Precizitāte

Hp(10) 137Cs ±10%

Hp(0.07) 90Sr/90Y ±20%

- Dozas jaudas linearitāte:

Hp(10) 137Cs

- ±10% <0.5 Sv/h
- ±20% 0.5 Sv/h to 1Sv/h
- ±30% 1 Sv/h to 2 Sv/h
- ±50% 2 Sv/h to 4 Sv/h

- **Atmiņa**

- 10 gadus dati saglabājas bez baterijām
- Īsācīgie dozas reģistri Hp(10) and Hp(0.07)
- Dozimetrijas dati aizsargāti ar paroli

- **Barošana:**

viena AA 1,5 V sārnu baterija
nepārtrauktai 30 dienu darbībai vai 3,6 V
Li akumulatori 5 – 10 mēnešiem (atkarībā
no to tipa)

SE INTERNATIONAL, INC.



- Zema radiācijas līmeņa mērītājs
INSPECTOR
- **Detektors:**
Geigera-Millera ar halogēna dzēsēju, vizlas lodziņa diam. 7 cm, tā virsmas blīvums 1.4-2.0 mg/cm², darba spriegums 500 V
- **Display:**
digitālais šķidro kristālu displejs ar indikatoriem

SE INTERNATIONAL, INC.

- Strādā kā dozas jaudas mērītājs dozimetrs – $\mu\text{Sv/h}$
 - Mēra parauga skaitīšanas ātrumu – imp/s
 - Automātiskā diapazona nomaiņa
 - Izmantojot taimeru mērāms parauga impulsu skaits laikā no 1 minūtes līdz 24 stundām
 - Programma Observer strādā uz Windows platformas un lietojama ar Inspector
 - Observer darbojas, ja ierīce strādā impulsu skaitīšanas ātruma režīmā un var veikt rezultātu statistisko analīzi
- **Precizitāte:**
+/- 10% - no 1-1000 $\mu\text{Sv/hr}$ pret Cs-137 gamma starojumu
 - **Jutība pret gamma starojumu:**
3500 CPM/mR/h attiecīgi Cs-137
 - **Mazākais I-125 nosakāmais līmenis:** .02 μCi (kontaktā ar parauga virsmu)
 - **Reģistrēšanas efektivitāte 4π ģeometrijā** (kontaktā ar parauga virsmu):
Beta starojums: C-14 – 5,3% ;
Bi-210 – 32%; Sr(Y)-90 – 38%;
P-32 – 33%
Alfa starojums: Am-241 – 18%