

Идентификация радионуклидов «Индекс доверия»

В.Н. Даниленко, Е.А. Ковальский, И.В. Кувыкин, Р.А.
Пономаренко, Ю.В. Скубо, ООО «ЛСРМ», г. Зеленоград, Россия.



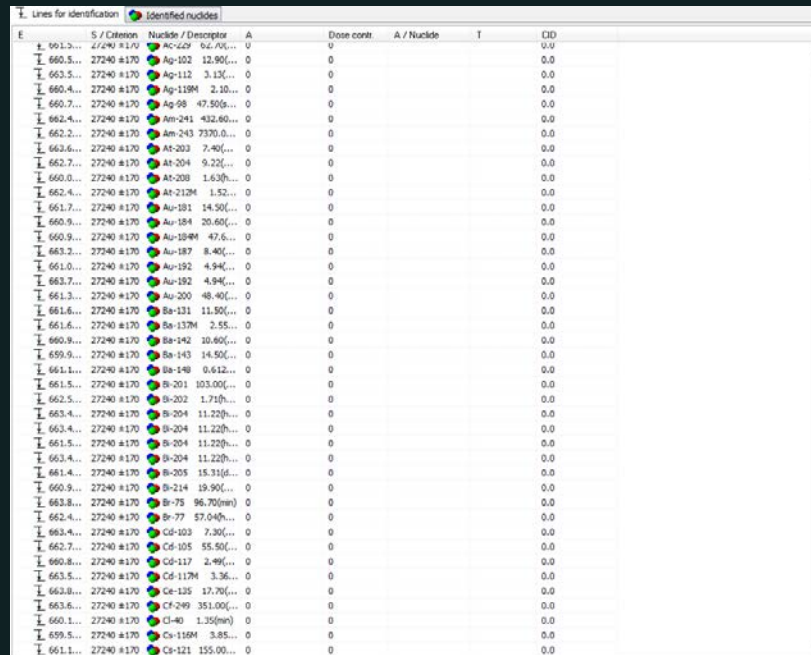
LABORATORY
of spectrometry
and radiometry

<http://www.lsrn.ru>
mail: lsrm@lsrm.ru
Phone: +7 495 660-16-14
Located in Moscow, Russia

Интерференция радионуклидов

^{137}Cs в контейнере

Список нуклидов, имеющих линии с энергией 662+-1кэВ



S / Criterion	Nuclide / Descriptor	A	Dose contr	A / Nuclide	T	CID
660.5...	Ag-102	12.90...	0			0.0
663.5...	Ag-112	3.15...	0			0.0
660.4...	Ag-119m	2.10...	0			0.0
660.7...	Ag-98	47.50...	0			0.0
662.4...	Am-241	432.60...	0			0.0
662.2...	Am-243	7370.0...	0			0.0
663.6...	At-203	7.40...	0			0.0
662.7...	At-204	9.22...	0			0.0
660.0...	At-209	1.63...	0			0.0
662.4...	At-212m	1.52...	0			0.0
661.7...	Au-191	14.50...	0			0.0
660.9...	Au-194	20.65...	0			0.0
660.9...	Au-199m	47.6...	0			0.0
663.2...	Au-187	8.40...	0			0.0
661.0...	Au-192	4.94...	0			0.0
663.7...	Au-192	4.94...	0			0.0
661.3...	Au-200	48.40...	0			0.0
661.6...	Ba-131	11.50...	0			0.0
661.6...	Ba-137m	2.55...	0			0.0
660.9...	Ba-142	10.60...	0			0.0
659.9...	Ba-143	14.50...	0			0.0
661.1...	Ba-149	0.612...	0			0.0
661.5...	Ba-201	105.00...	0			0.0
662.5...	Ba-202	1.71...	0			0.0
663.4...	Ba-204	11.22...	0			0.0
663.4...	Ba-204	11.22...	0			0.0
661.5...	Ba-204	11.22...	0			0.0
663.4...	Ba-204	11.22...	0			0.0
661.4...	Ba-205	15.31...	0			0.0
660.9...	Ba-214	19.90...	0			0.0
663.8...	Ba-75	96.70...	0			0.0
662.4...	Ba-77	57.04...	0			0.0
663.4...	Cd-103	7.30...	0			0.0
662.7...	Cd-105	55.50...	0			0.0
660.8...	Cd-117	2.49...	0			0.0
663.5...	Cd-117m	3.36...	0			0.0
662.8...	Ce-135	17.70...	0			0.0
663.8...	Cf-249	351.00...	0			0.0
660.1...	Cl-40	1.35...	0			0.0
659.5...	Cs-137m	3.85...	0			0.0
661.1...	Cs-121	155.00...	0			0.0

Интерференция радионуклидов

Список нуклидов, имеющих линии с минимальной МДА с энергией 662±1кэВ

Energy (keV)	Energy Error (keV)	Isotope	Half-life (min)	MDA
661.952	27240 ±170			
662.4...	27240 ±170	Am-241	432.60...	0
662.2...	27240 ±170	Am-243	7370.0...	0
661.6...	27240 ±170	Ba-137M	2.55...	0
663.4...	27240 ±170	Cd-103	7.30(...)	0
660.1...	27240 ±170	Cl-40	1.35(min)	0
661.1...	27240 ±170	Cs-121	155.00...	0
661.5...	27240 ±170	I-117	2.22(min)	0
659.9...	27240 ±170	Lu-166	2.65(...)	0
662.2...	27240 ±170	Pd-98	17.70(min)	0
662.2...	27240 ±170	U-239	23.45(...)	0

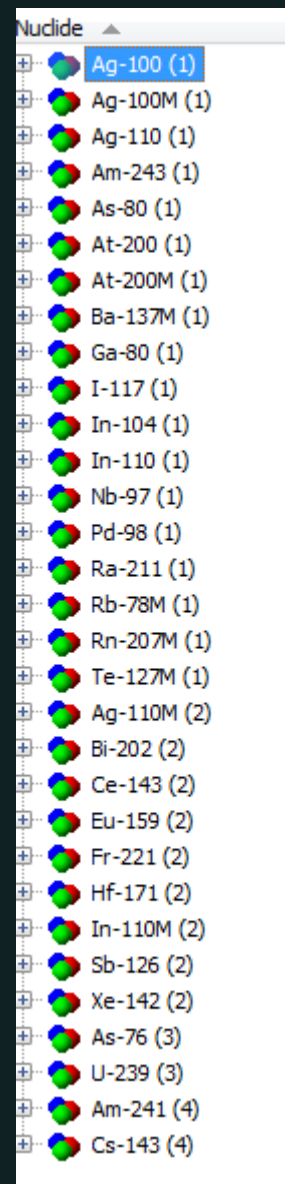
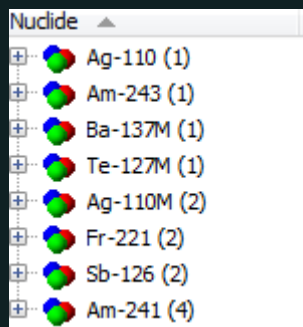
Убрали короткоживущие

Energy (keV)	Energy Error (keV)	Isotope	Half-life (min)	MDA
661.952	27240 ±170			
662.4...	27240 ±170	Am-241	432.60...	0
662.2...	27240 ±170	Am-243	7370.0...	0
661.6...	27240 ±170	Ba-137M	2.55...	0

Интерференция радионуклидов

Список нуклидов, имеющих линии с минимальной МДА с энергией 662+-5кэВ

Убрали короткоживущие



Интерференция радионуклидов

Расчет активности в предположении 3-х нуклидов

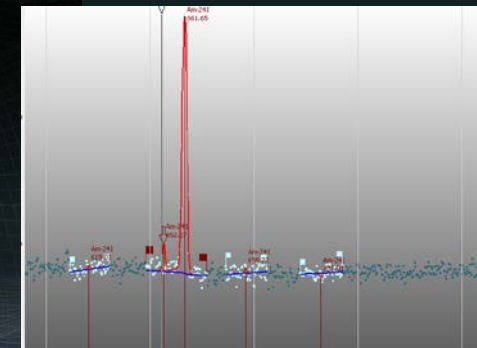
Nuclid/Energy	Area	Activity, kBq	Error, %	MDA, kBq	Dose contribution, %	Error, %
<input checked="" type="checkbox"/> Ba-137M	26500	1040	4	7	97.3	1.1
<input type="checkbox"/> Am-241	< 800	< 200000		300000	< 0.9	
<input type="checkbox"/> Am-243	< 1500	< 120000		200000	2.9	0.8

один ^{137m}Ba

Nuclid/Energy	Area	Activity, kBq	Error, %	MDA, kBq	Dose contribution, %	Error, %
<input checked="" type="checkbox"/> Ba-137M	27200	1070	4	5	100	0

один ^{241}Am

Nuclid/Energy	Area	Activity, kBq	Error, %	MDA, kBq	Dose contribution, %	Error, %
<input checked="" type="checkbox"/> Am-241	26100	< 1900000		5000	100	0



Nuclid/Energy	Area	Activity, kBq	Error, %	MDA, kBq	Dose contribution, %	Error, %
<input checked="" type="checkbox"/> Am-241	27200	4780000	6	5000	100	0

Интерференция радионуклидов

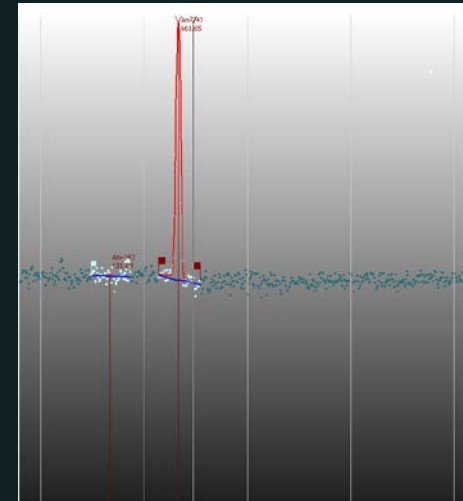
Интерференция радионуклидов

Nuclid/Energy	Area	Activity,kBq	Error,%	MDA,kBq	Dose contribution,%	Error,%
<input checked="" type="checkbox"/> Ba-137M	26500	1040	4	7	97.3	1.1
<input type="checkbox"/> Am-241	< 800	< 200000		300000	< 0.9	
<input type="checkbox"/> Am-243	< 1500	< 120000		200000	2.9	0.8

один ^{243}Am

Nuclid/Energy	Area	Activity,kBq	Error,%	MDA,kBq	Dose contribution,%	Error,%
<input checked="" type="checkbox"/> Am-243	27200	< 700000		1500	100	0

Nuclid/Energy	Area	Activity,kBq	Error,%	MDA,kBq	Dose contribution,%	Error,%
<input checked="" type="checkbox"/> Am-243	27200	1530000	13	1500	100	0



Интерференция радионуклидов

Интерференция радионуклидов

^{137}Cs ,без контейнера

Nuclid/Energy	Area	Activity,kBq	Error,%	MDA ,kBq	Dose contribution,%	Error,%
<input checked="" type="checkbox"/> Ba-137M	25300	289	2.8	2.8	88.9	0.5
<input type="checkbox"/> Am-243	< 4800	< 23000		50000	11.1	0.5
<input type="checkbox"/> Am-241	< 2500	< 0.20		0.29	< 4.61	

Идентификация и объяснение спектра??

Необходимые условия достоверной идентификации

- Полнота используемой библиотеки
- Использование информации обо всех линиях радионуклида.
- Разумная интерпретация результатов обработки.

Индекс доверия

[1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Technical and functional*

specifications for border monitoring equipment, Revision 1, IAEA Nuclear Security Series No1, IAEA, Vienna (2008)

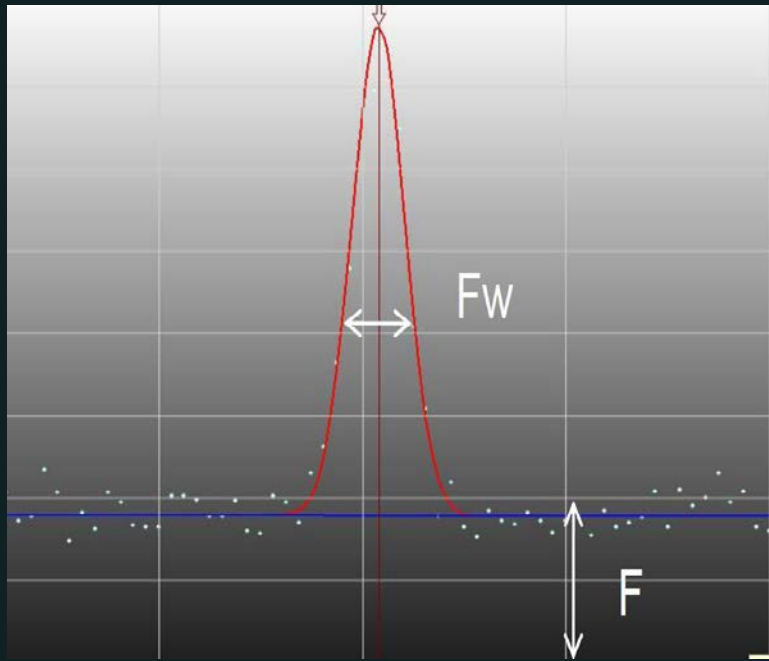
- Теория обнаружения сигнала при наличии известного фонового распределения рассмотрена в работе Lloyd A. Currie *Limits for Qualitative Detection and Quantitative Determination Application to Radiochemistry Analytical Chemistry*, 40, 586–593. (1968),
- Опирается на фундаментальные понятия: «ошибки 1-гои 2-го рода»
- Как их рассчитать в случае идентификации?

Сайт: <http://www.lsrn.ru>

Электронная почта: lsrn@lsrn.ru

FTP-сервер: <ftp://ftp.lsrn.ru>

Спасибо за внимание!



$$Y_i = F + S \cdot \exp \frac{-(x_i - p)^2}{2\Delta^2}$$

$$\Delta = \frac{Fw}{2\sqrt{2\ln 2}} \approx \frac{Fw}{2.3} \quad \lambda = \frac{S}{\sqrt{2\pi} \cdot \Delta} \cdot \frac{1}{F}$$

$$\sigma_S^2 \approx S \cdot \left(1 + \frac{2}{\lambda}\right) \quad \sigma_P^2 \approx \frac{\Delta^2}{S} \cdot \left(1 + \frac{3}{\lambda}\right)$$

$$\sigma_S^2 = \frac{F \cdot Fw}{\sqrt{\frac{2\ln 2}{\pi}}} \approx 1.5 \cdot F \cdot Fw$$

$$\sigma_S^2 = \frac{S}{1 - \exp\left(\frac{-2(x_1 - x_2)^2}{2 \cdot \Delta^2}\right)}$$