

д.т.н. ВАСИЛЬЕВ И.О., СТЯЖКИН В.А.
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ
РАСШИРЕНИЯ ДИАПАЗОНА РАБОЧИХ
РАССТОЯНИЙ ПРИ ПОВЕРКЕ
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ЭТАЛОНОВ
АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ**

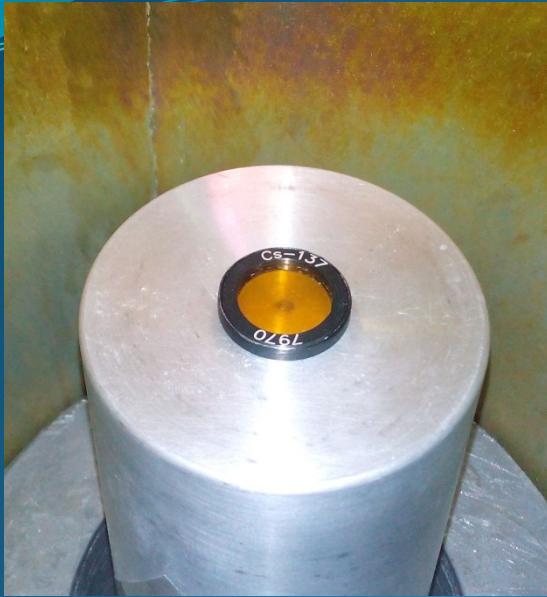
г. Москва
17-19 апреля 2017 г.

Ограничения существующего подхода

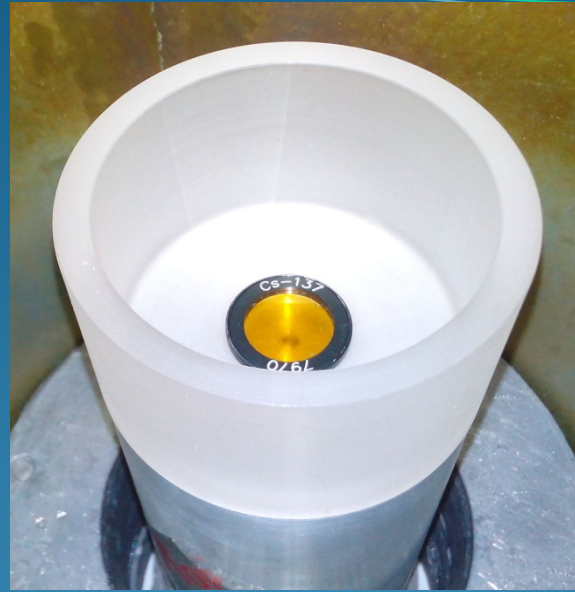
1. Единая геометрия измерений на фиксированных расстояниях ($25 \text{ мм} \leq R_i \leq 200 \text{ мм}$).
2. Необходим довольно большой набор эталонных мер (20 видов радионуклидов) с широким диапазоном значений АРН каждого вида (5 номиналов АРН).

Предложенный подход

Определить минимально возможное рабочее расстояние «источник-детектор» и тем самым расширить нижнюю границу диапазона АРН поверяемых ИИИ типа ОСГИ.



$R_1=0$ мм



$R_2=3$ мм



$R_3=50$ мм

Рисунок. Варианты позиционирования ОСГИ

Критерии пригодности рабочего расстояния:

- 1) сохранность формы ППП;
- 2) неизменность эффективности регистрации фотонов в ППП

1) Сохранность формы пика полного поглощения

$$1,8 \leq \frac{ПШ_{1/10}}{ПШ_{1/2}} \leq 2$$

где $ПШ_{1/10}$ – полная ширина ППП на 1/10 его высоты, кэВ,
 $ПШ_{1/2}$ – полная ширина ППП на половине его высоты, кэВ.

2) Неизменность эффективности регистрации

$$\delta = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1} 100$$

где ε_1 – расчётное значение эффективности для первого источника (принят в качестве эталонного);
 ε_2 – расчётное значение эффективности для второго источника (принят в качестве поверяемого).

Эффективность регистрации фотонов ε определяется согласно ГОСТ 26874-86 по формуле:

$$\varepsilon = \frac{I}{\tau \cdot A_0 \cdot \exp\left(-\frac{0,693t}{T_{1/2}}\right)}$$

где I – число импульсов, зарегистрированных в ППП соответствующей энергии, имп;

$T_{1/2}$ – период полураспада радионуклида;

t – время, прошедшее со времени аттестации источника;

τ – время набора спектра («живое» время анализатора);

A_0 – эталонное значение АРН с учётом квантового выхода фотонов характерной энергии радионуклида (справочные данные).

Результаты измерений и расчётов характеристик источников

Нуклид	Энергия, кэВ	Активность, Бк	Скорость счёта в ППП Ф, с ⁻¹	$\frac{ППШ_{1,10}}{ППШ_{1,2}}$	ϵ_p , имп/фотон	δ , %
$R_s=0$ мм						
Am-241	59,540	10479	348,12	1,87	9,253E-02	1,9
		10479	341,45	1,87	9,076E-02	
Eu-152	121,78	42180	1856,41	1,90	1,535E-01	-2,5
		52789	2382,32	1,92	1,574E-01	
Cs-137	661,66	106472	4525,41	1,94	4,996E-02	3,3
		60951	2505,28	1,92	4,832E-02	
Co-60	1332,50	1026	22,78	1,95	2,220E-02	-3,2
		2942	67,38	1,98	2,290E-02	
$R_s=3$ мм						
Am-241	59,540	10479	317,27	1,85	8,433E-02	-0,9
		10479	320,13	1,85	8,509E-02	
Eu-152	121,78	42180	1706,61	1,89	1,411E-01	-1,1
		52789	2158,38	1,91	1,426E-01	
Cs-137	661,66	106472	4115,34	1,93	4,544E-02	-0,4
		60951	2365,48	1,91	4,562E-02	
Co-60	1332,50	1026	20,48	1,93	1,996E-02	-2,5
		2942	60,17	1,97	2,045E-02	
$R_s=50$ мм						
Am-241	59,540	10479	75,84	1,83	2,016E-02	-0,8
		10479	76,43	1,83	2,085E-02	
Eu-152	121,78	10479	422,90	1,86	3,497E-02	0,7
		52789	525,65	1,85	3,473E-02	
Cs-137	661,66	106471	814,10	1,93	8,988E-03	-0,4
		60951	467,68	1,93	9,020E-03	
Co-60	1332,50	1026	4,53	1,86	4,411E-03	1,9
		2941	12,73	1,95	4,329E-03	

$$\frac{ПШ_{1/10}}{ПШ_{1/2}}$$

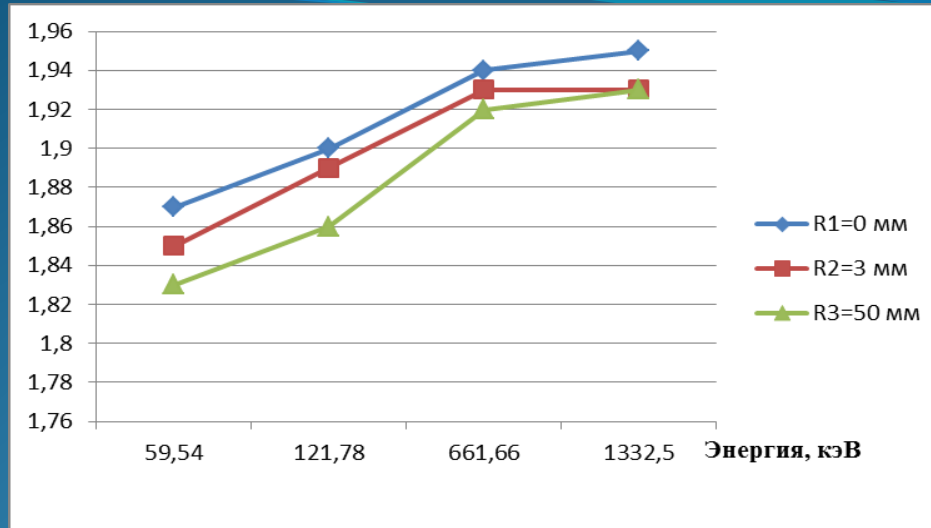


Рисунок. Результаты экспериментального определения

$$\frac{ПШ_{1/10}}{ПШ_{1/2}}$$

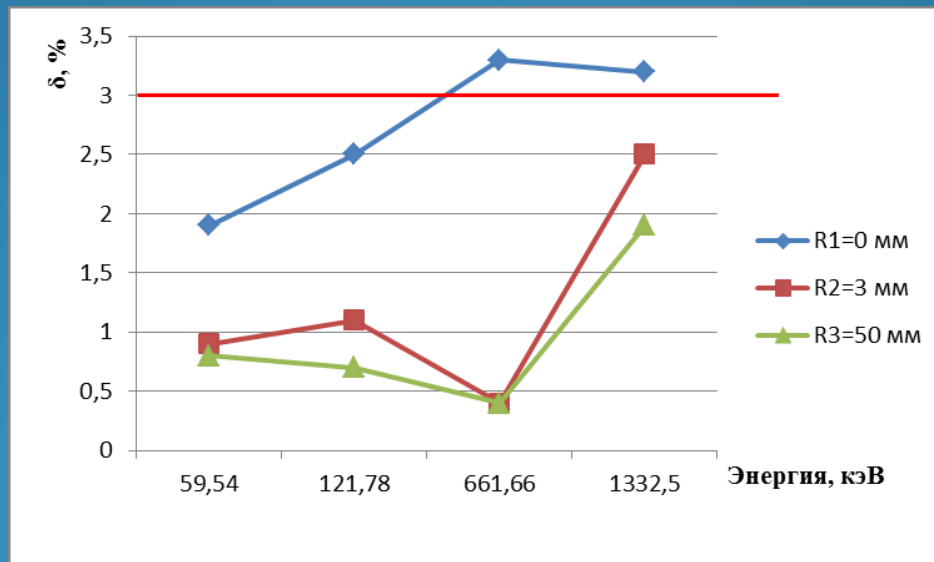


Рисунок. Результаты экспериментального определения δ

Определено, что диапазон рабочих расстояний гамма-спектрометра из состава ВЭ начинается от 3 мм. Это позволяет расширить нижнюю границу диапазона АРН поверяемых источников ОСГИ.

Результаты работы использованы при опытной эксплуатации и государственных испытаниях ВЭ АРН. Также разработанный подход может быть использован в процессе передачи единицы АРН существующим спектрометрическим эталонам АРН.

Спасибо за внимание!