

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**

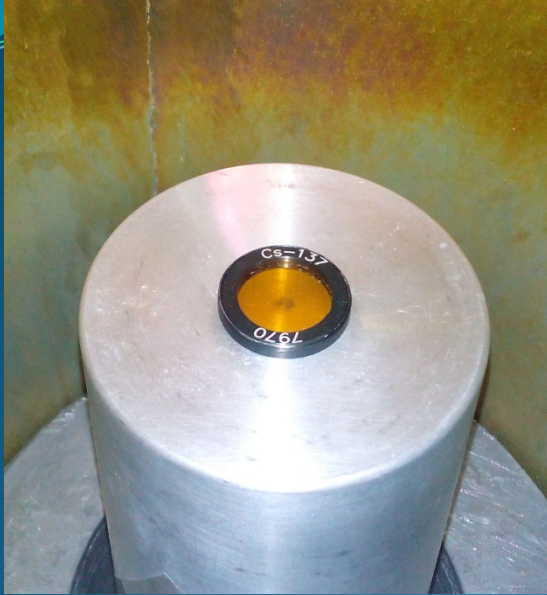
г. Москва  
17-19 апреля 2017 г.

## Ограничения существующего подхода

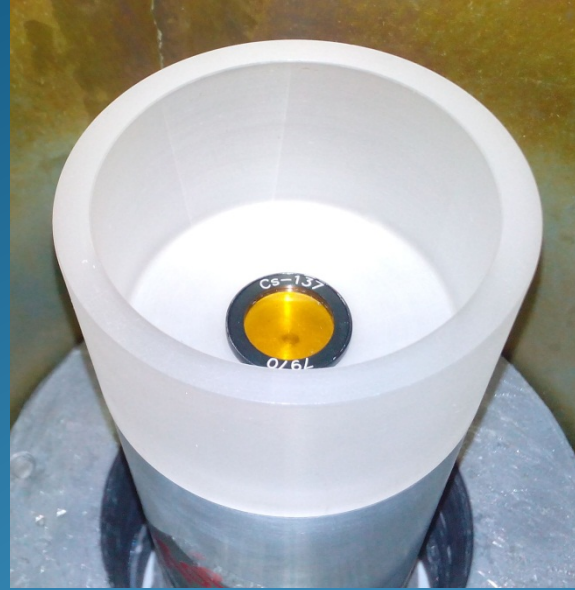
1. Единая геометрия измерений на фиксированных расстояниях ( $25 \text{ мм} \leq R_i \leq 200 \text{ мм}$ ).
2. Необходим довольно большой набор эталонных мер (20 видов радионуклидов) с широким диапазоном значений АРН каждого вида (5 номиналов АРН).

## 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  $\varepsilon_1$  – расчётное значение эффективности для первого источника (принят в качестве эталонного);  
 $\varepsilon_2$  – расчётное значение эффективности для второго источника (принят в качестве поверяемого).

Эффективность регистрации фотонов  $\varepsilon$  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;

$\tau$  – 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 <sup>-1</sup>	$\frac{ППШ_{1,10}}{ППШ_{1,2}}$	$\epsilon_p$ , имп/фотон	$\delta$ , %
<b><math>R_s=0</math> мм</b>						
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	
<b><math>R_s=3</math> мм</b>						
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	
<b><math>R_s=50</math> мм</b>						
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	

$$\frac{ПШ_{1/10}}{ПШ_{1/2}}$$

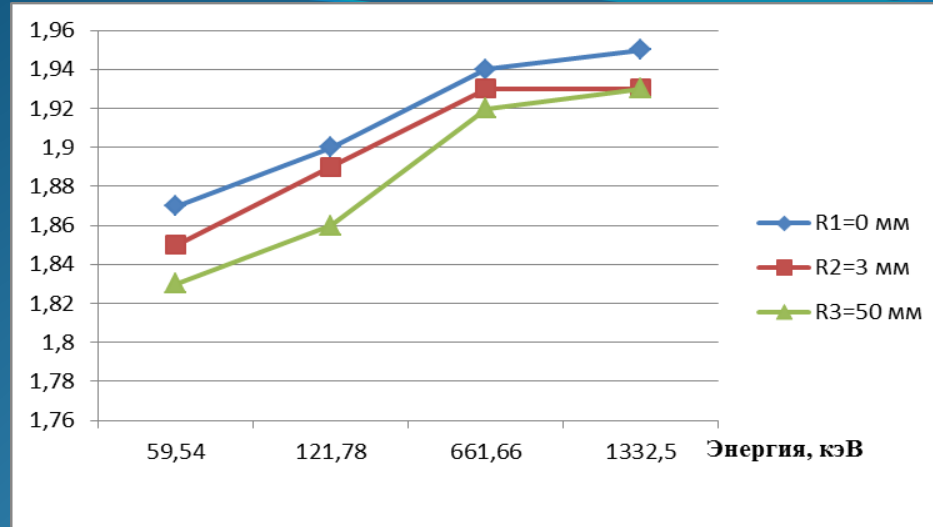


Рисунок. Результаты экспериментального определения

$$\frac{ПШ_{1/10}}{ПШ_{1/2}}$$

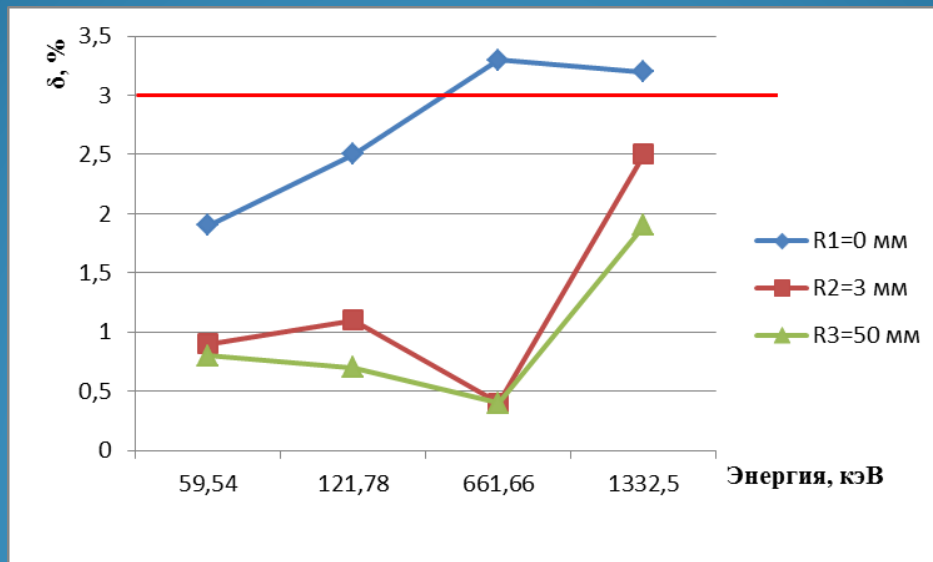


Рисунок. Результаты экспериментального определения  $\delta$

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!**