



Государственный научный центр –  
Научно-исследовательский институт атомных реакторов

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

**ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ  
ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ГНЦ НИИАР» И  
ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ  
КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ**



**ОАО «ГНЦ НИИАР» – многопрофильное предприятие, которое реализует свою деятельность в направлениях:**

- эксплуатация и использование в научных и производственных целях 6 исследовательских реакторов и 2 критических сборок;
- изготовление твэлов и ТВС;
- реакторное материаловедение;
- радиохимические исследования и разработка технологий переработки облученного топлива ядерных реакторов;
- накопление радионуклидов и производство источников ионизирующего излучения;
- сопутствующие виды деятельности.



# Направления деятельности в сфере источников ионизирующего излучения

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

- **Наработка различных радионуклидов в пяти исследовательских ядерных реакторах;**
- **Производство на основе этих радионуклидов высокотехнологичных источников ионизирующих излучений (ИИИ) для науки, промышленности и медицины;**
- **Разработка технологий и систем измерений с использованием ИИИ**



# Радионуклидные источники производства ОАО «ГНЦ НИИАР»

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Радионуклид	Излучение	Применение	Примечание
$^{252}\text{Cf}$	$n$	Брахитерапия злокачественных радиорезистентных новообразований, ядерная энергетика, геология	Более 30 видов источников.
$^{60}\text{Co}$	$\gamma$	Источники для установок типа «гамма-нож», применяемых для лечение опухолей головного мозга	Источники поставляются на экспорт.
$^{60}\text{Co}$	$\gamma$	Источники ручного введения для контактной и внутриволостной лучевой терапии.	Источники поставляются более, чем в 50 онкодиспансеров России и стран СНГ
$^{60}\text{Co}$	$\gamma$	Источники для терапевтических аппаратов типа «Рокус»	Источники поставляются в Россию, страны СНГ, на экспорт. Предоставляются услуги по перезарядке.
$^{153}\text{Gd}$	$\gamma$	Костная денситометрия при диагностике остеопороза, источники для калибровки гамма-камер	Источники поставляются на экспорт.



# Радионуклидные источники производства ОАО «ГНЦ НИИАР»

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

$^{144}\text{Ce}$	$\beta$	Васкулярная брахитерапия (облучение кровеносных сосудов после операции ангиопластики)	Гибкие источники диаметром 0.3 мм, длиной 50 мм
$^{192}\text{Ir}$	$\gamma$	Источники для дефектоскопов	Источники поставляются в Россию, страны СНГ, на экспорт.
$^{75}\text{Se}$	$\gamma$	Источники для дефектоскопов	Источники поставляются на экспорт.
$^{63}\text{Ni}$	$\beta$	Источники тока, газоанализаторы	Источники поставляются на экспорт.
$^{133}\text{Ba}$	$\gamma$	Калибровочный источник	Источники поставляются в Россию и на экспорт.
Другие	$\alpha, \beta, \gamma, n, \nu$	Научные и прикладные исследования	Уникальные ИИИ единичного и мелкосерийного исполнения



**В докладе представлен обзор высокотехнологичных ИИИ мелкосерийного производства ОАО «ГНЦ НИИАР», применяемых в целях контроля неразрушающими методами характеристик различных материалов, прежде всего ядерных, в изделиях.**



# СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ ДЛЯ НАСТРОЙКИ И КАЛИБРОВКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

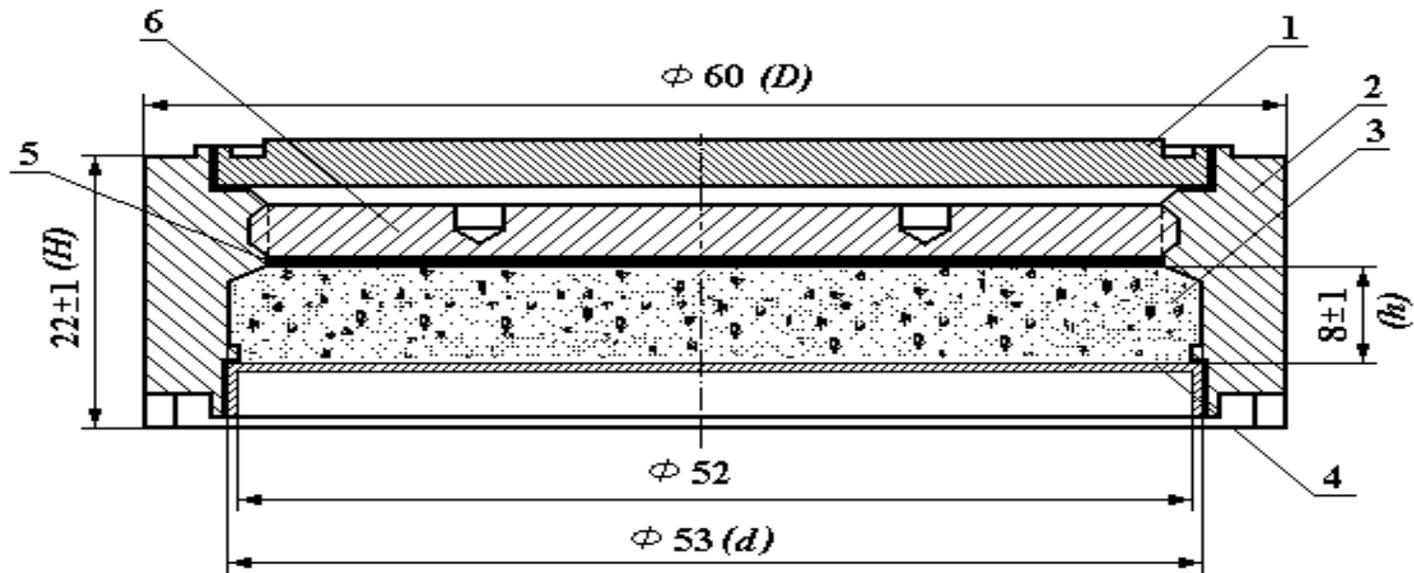
ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

№ п/п	Обозначение образца	Характеристики уранового материала			Капсула из нержавеющей стали, размеры, мм
		Материал	Форма, масса, г	Обогащение, масс. %	
1	ГСООУМ.00475	U (метал)	Диск с квази-бесконечной толщиной и массой 105 г	0.458 ±0.65	Диаметр 80 мм, Высота 8 мм. Окно: диаметр 52 мм, толщиной 0,48 мм
	ГСООУМ.00703			0.707 ±0.57	
	ГСООУМ.01840			1.839 ±0.24	
	ГСООУМ.04870			4.863 ±0.05	
	ГСООУМ.11899			11.894 ±0.06	
	ГСООУМ.26061			26.064 ±0.04	
	ГСООУМ.60041			60.067 ±0.03	
	ГСООУМ.89915			89.916 ±0.03	
2	ГСООУ.0043	Гранули-рованный UO <sub>2</sub>	Квази-бесконечной толщины слой массой 130 г	0,4263 ±0.0002	Диаметр 60 мм, Высота 23 мм. Окно: диаметр 52 мм, толщина 0,48 мм
	ГСООУ.0365			3,652 ±0.005	
	ГСООУ.2128			21,28 ±0.018	
	ГСООУ.4948			49,48 ±0.018	
	ГСООУ.8783			87,83 ±0.038	





# Конструкция ГСОУУ



1-крышка; 2-корпус капсулы; 3- диоксид урана; 4-окно; 5 – шайба; 6- прижим.



## Применение СО

Стандартные образцы используются для настройки, калибровки и поверки измерительного оборудования: гамма-спектрометрическая аппаратура с полупроводниковыми или сцинтилляционными детекторами. В первую очередь предназначены для передачи меры “обогащение по  $^{235}\text{U}$ ”, выраженной отношением  $^{235}\text{U}/\text{U}$ , посредством гамма излучения  $^{235}\text{U}$  с энергией  $E=185,7$  кэВ. Кроме того, данный тип СО можно использовать для передачи мер “изотопный состав урана” и “масса диоксида урана”.



# НАБОРЫ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА И МАССЫ УРАНА И ПЛУТОНИЯ ДЛЯ РАДИАЦИОННЫХ МОНИТОРОВ

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Стандартные образцы массы урана и плутония, изготовленные для использования внутри института (СОПМУ и СОПМП), а также для других предприятий (ГСОМП и ГСОМУ)

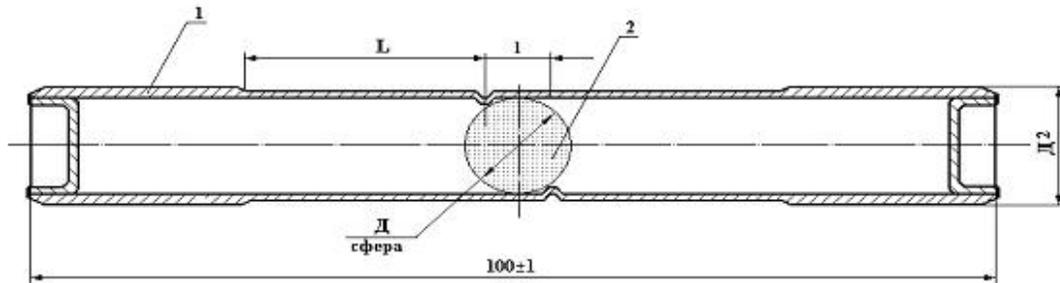
Обозначение образца	Активная часть источника		
	Материал	Форма	Масса, г
СОМУ-10 СОМУ-3 СОМУ-1	$^{235}\text{U}$ , металл (90 %)	Сфера	10,3 3,09 1,02
СОМП-0,30 СОМП-0,10 СОМП-0,03	$^{239}\text{Pu}$ , металл (97 %)	Цилиндр, Высота = диаметру	0,292 0,0974 0,029
ГСОМУ-10 ГСОМУ-3	$^{235}\text{U}$ металл, (90 %)	Сфера	10,3 3,09
ГСОМП-0,30 ГСОМП-0,10	$^{239}\text{Pu}$ , металл, (97 %)	Цилиндр, Высота = диаметру	0,292 0,0974





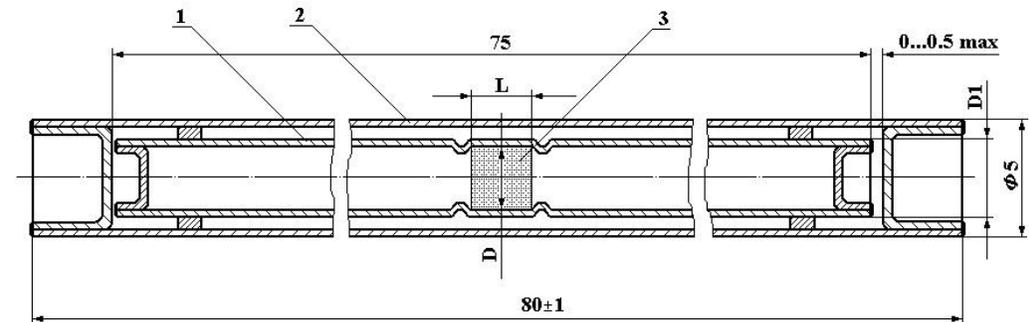
# Конструкция СО для радиационных мониторов

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»



Обозначение	Рис.	К е р н КСУ Д, мм	Масса урана, г	Д2, мм	L, мм ±0.2	l, мм ±0.2	Маркировка
12А 581 000.00СБ	1	10.50	11.10	12	22	6	СОПМУр - 11-1 (2)
-01СБ		7.08	3.33	9.2	22	6	СОПМУр -3, 5-1 (2)
-02СБ		4.80	1.11	6	22.8	4.4	СОПМУр -1, 1-1 (2)

СО массы урана



Обозначение	Стандарт массы			Д1, мм	Масса, кг	Маркировка
	Д, мм	L, мм	Масса, г			
12А 582.000.00СБ	2.5	3.2	0.3	3x0.15		СОПМПл - 0,3 - 1 (2)
-01СБ	1.9	1.9	0.1			СОПМПл - 0,1 - 1 (2)
-02СБ	1.3	1.2	0.03			1.8x0.15

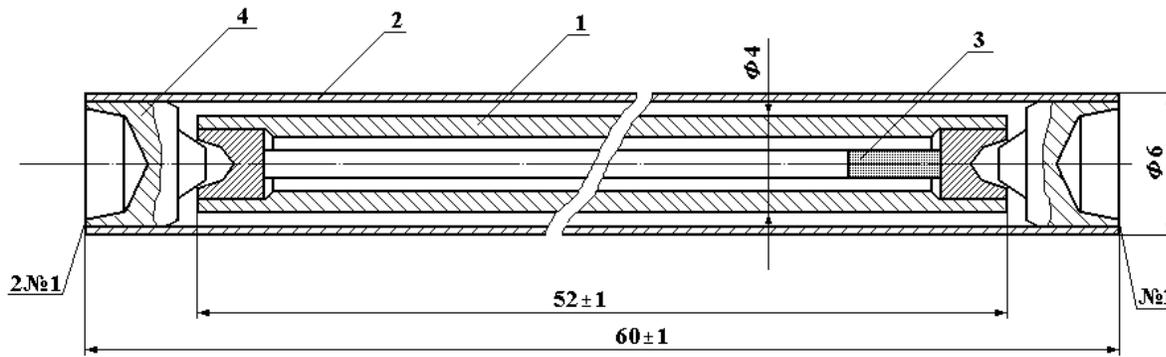
СО массы плутония



# Альтернативные источники

**В НИИАР разработаны конструкции, технологии изготовления и процедуры аттестации двух типов альтернативных источников:**

- альтернативных гамма источников (АГИ) с  $^{133}\text{Ba}$ , активности которых перекрывают диапазон от 100 до 45000 кБк (спектр гамма излучения  $^{133}\text{Ba}$  очень похож на спектр  $^{239}\text{Pu}$ );
- альтернативных нейтронных источников (АНИ) с  $^{252}\text{Cf}$  и  $^{244}\text{Cm}$ , выходы нейтронов которых перекрывают диапазон от 100 до 20000 нейтр\*с<sup>-1</sup>



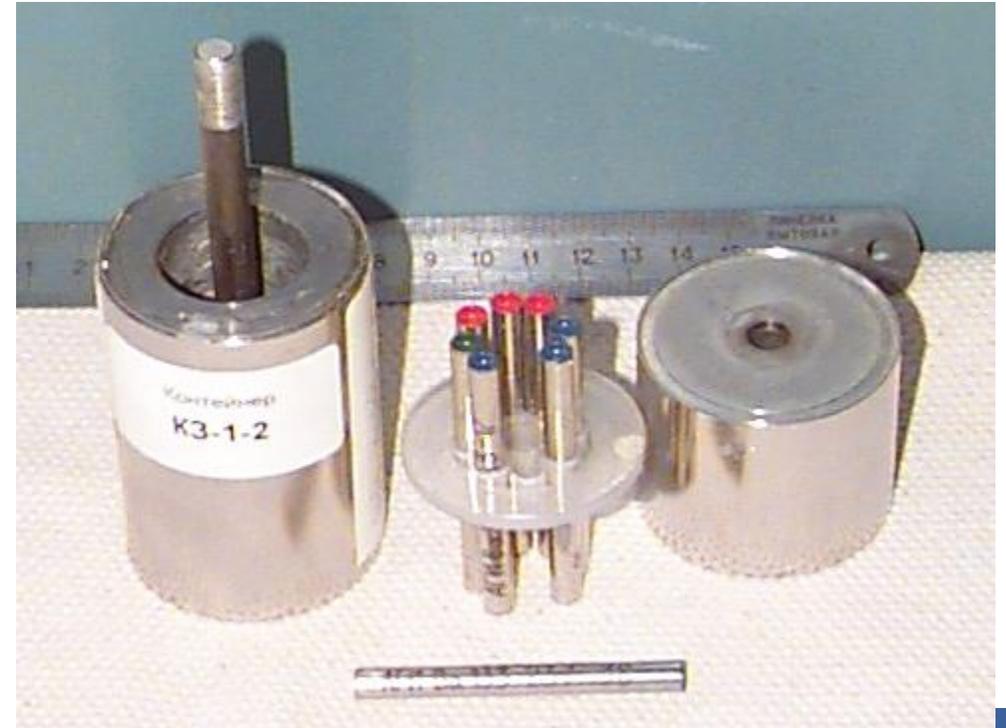
**Альтернативный гамма (и нейтронный) источник.**

- 1 - внутренняя ампула;**
- 2 - внешняя ампула;**
- 3 - активная часть;**
- 4 - торцевая втулка.**



## Альтернативные источники гамма излучения с $^{133}\text{Ba}$ и нейтронного излучения с $^{252}\text{Cf}$ и $^{244}\text{Cm}$ .

Обозначение образца	Активная часть источника		
	Материал	Форма	Выход, нейтр.*с <sup>-1</sup>
АНИ $^{252}\text{Cf}$ -(20-1)	$^{252}\text{Cf}$		20000-1000
АНИ $^{244}\text{Cm}$ -6 АНИ $^{244}\text{Cm}$ -3	$^{244}\text{Cm}$	Цилиндр,	6000 3000
		Внешняя капсула Ф6*70мм	Активность, кБк
АГИ $^{133}\text{Ba}$ - (45000-30)			30-45000
АГИ $^{133}\text{Ba}$ -340 АГИ $^{133}\text{Ba}$ -140 АГИ $^{133}\text{Ba}$ -20	$^{133}\text{Ba}$	Внутренняя капсула Ф4*60мм	350 150 25
КаГИ $^{137}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$		20





# Применение калибровочных ИИИ

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

**Источники с ураном и плутонием, а также альтернативные источники на основе  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{252}\text{Cf}$ ,  $^{244}\text{Cm}$  используются для настройки и калибровки порталных транспортных и пешеходных радиационных мониторов.**



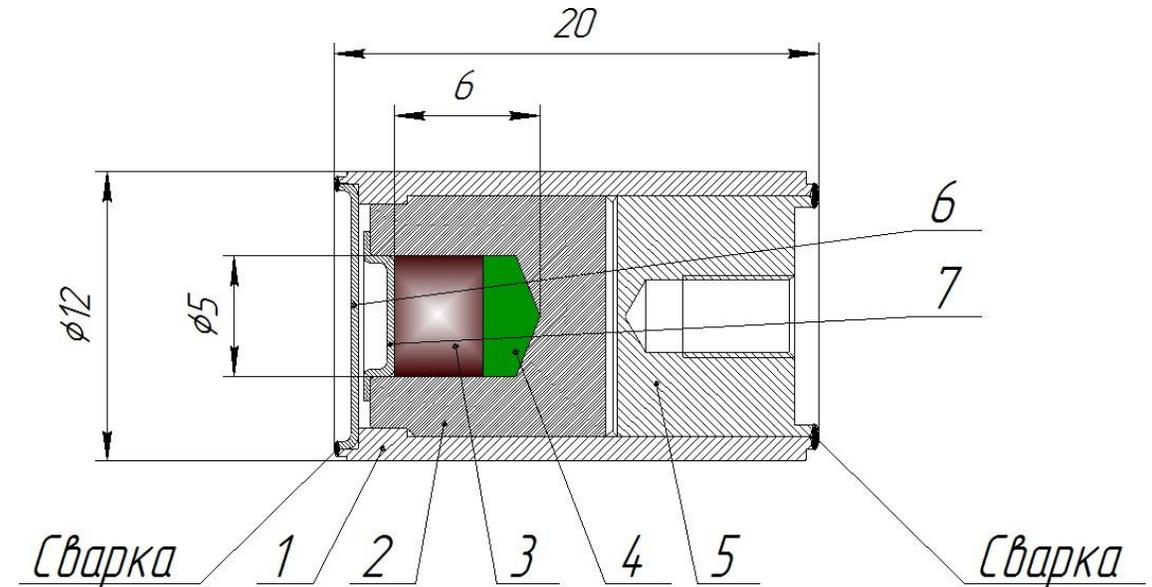
# ИСТОЧНИКИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА В ИЗДЕЛИЯХ

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

- Источник рентгеновского излучения РЖ55-03 с непрерывным спектром в диапазоне 30-220 кэВ.

Источник в защитном контейнере с вольфрамовым коллиматором с отверстием требуемой формы.

Активная часть (хлорид железа-55) внутри полости (диаметром 5мм и глубиной 6мм) в вольфрамовой подложке диаметром 10 мм. Подложка устанавливается в капсулу с “окном” из нержавеющей стали толщиной 0,3 мм. “Окно” и крышка приварены к корпусу.



1. Корпус;
2. Вольфрамовый стаканчик;
3. Источник;
4. Уплотнённый адсорбент;
5. Крышка;
6. Окно;
7. Внутреннее окно.



## Область применения ИИИ

**ИИИ на основе радионуклида  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  применяют для контроля распределения материалов в цилиндрических, плоских и кольцевых мишенях для накопления радионуклидов в исследовательских реакторах НИИАР с применением методик и измерительных установок, включающих сцинтилляционные детекторы ( $\text{NaI}(\text{TI})$  и  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ ), автоматизированные средства сканирования объекта и обработки регистрируемого спектра излучения.**



# Заключение

- В ОАО «ГНЦ НИИАР» производят как традиционные источники ионизирующих излучений, так и специальные источники на основе ЯМ, которые используются в различных областях науки и техники.
- Уникальная экспериментальная база НИИАР, имеющиеся и разрабатываемые технологии, большой опыт проведения научных исследований и технических разработок, наличие квалифицированных специалистов позволяют изготавливать различные источники ионизирующих излучений для науки, медицины и промышленности.



ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**