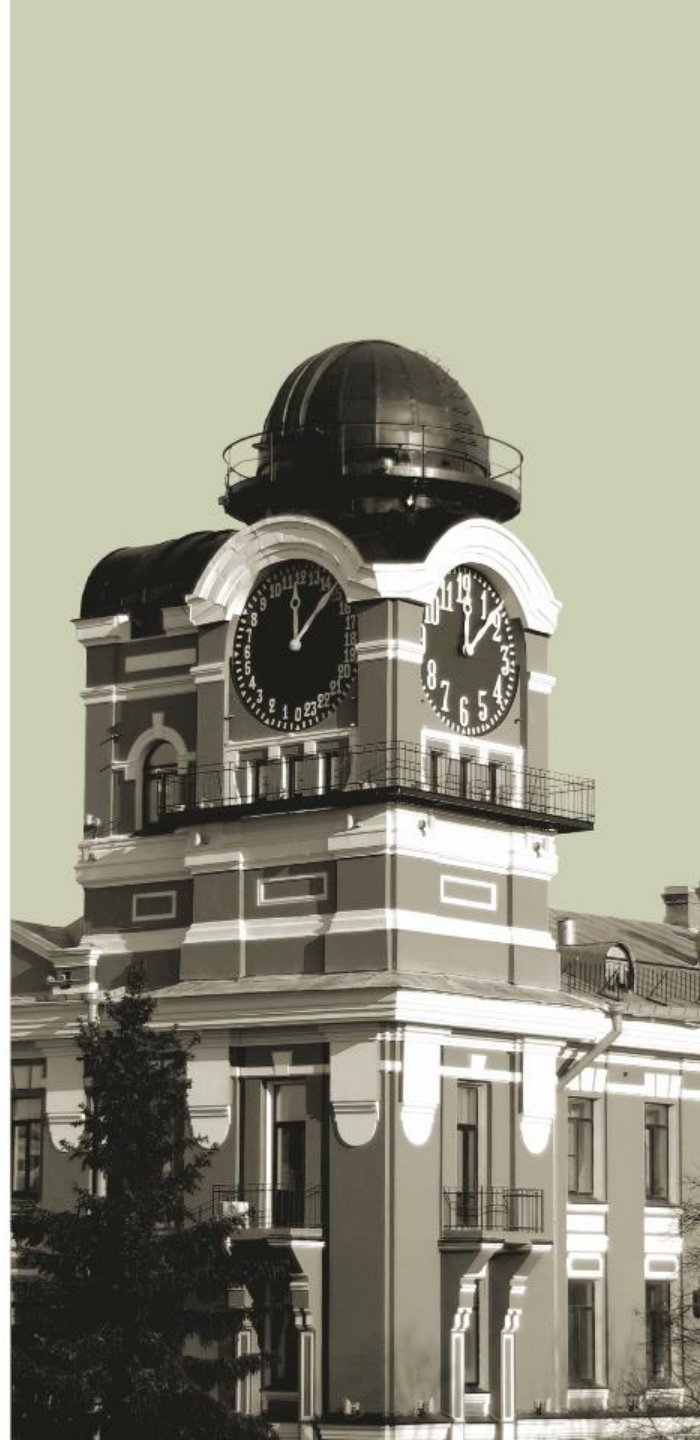




**ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»**

**Создание комплекта вторичных  
эталонов единицы активности  
радионуклидов на основе образцовых  
спектрометрических источников гамма-  
излучения типа ОСГИ**

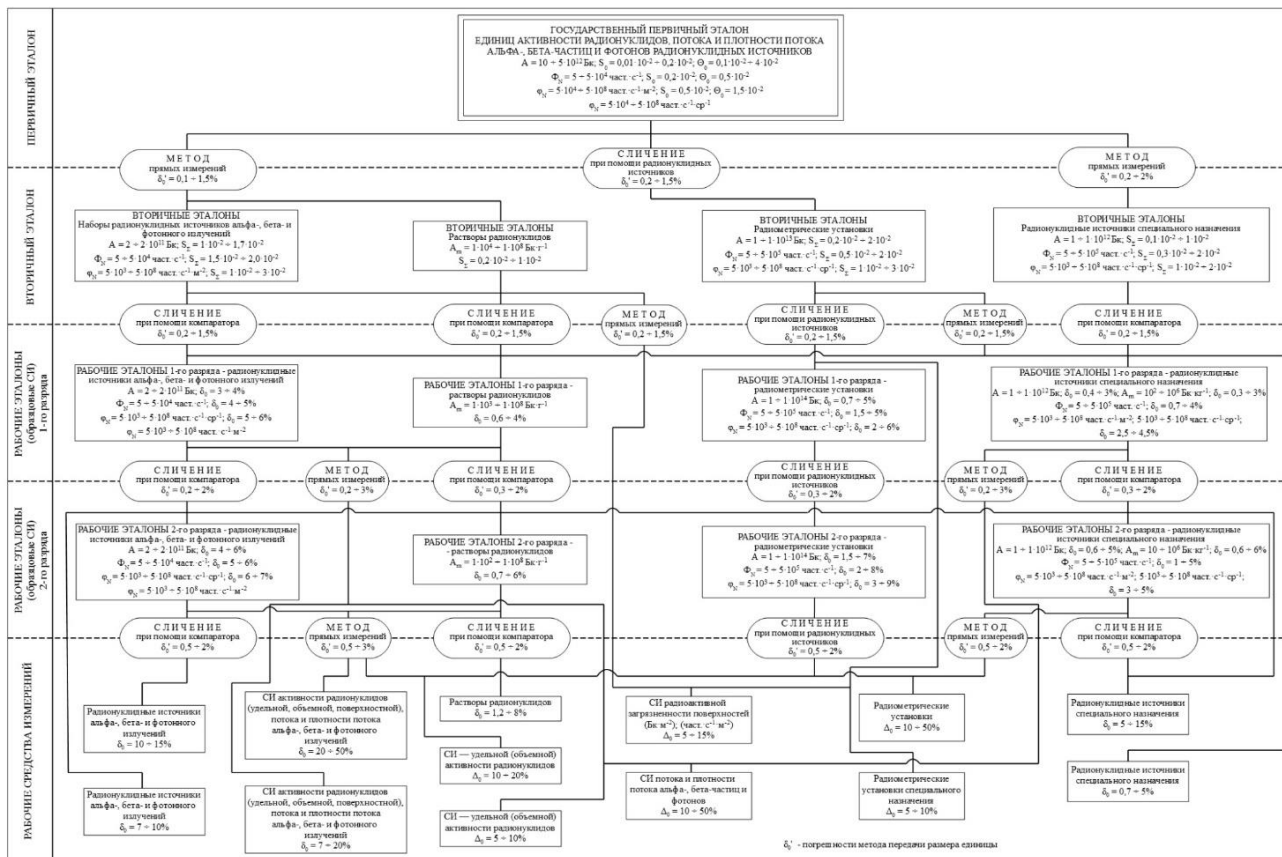
Жуков Г.В., Алексеев И.В., Аршанский С.М.,  
Заневский А.В., Колодка А.А., Сэпман С.В.,  
Терещенко Е.Е., Трофимчук С.Г.,  
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», г. Санкт-  
Петербург, Россия),  
Рогозев А.Б. (ЗАО «РИТВЕРЦ», г. Санкт-  
Петербург, Россия)



# Схема передачи единицы активности радионуклидов

ГОСТ 8.033-96 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников.

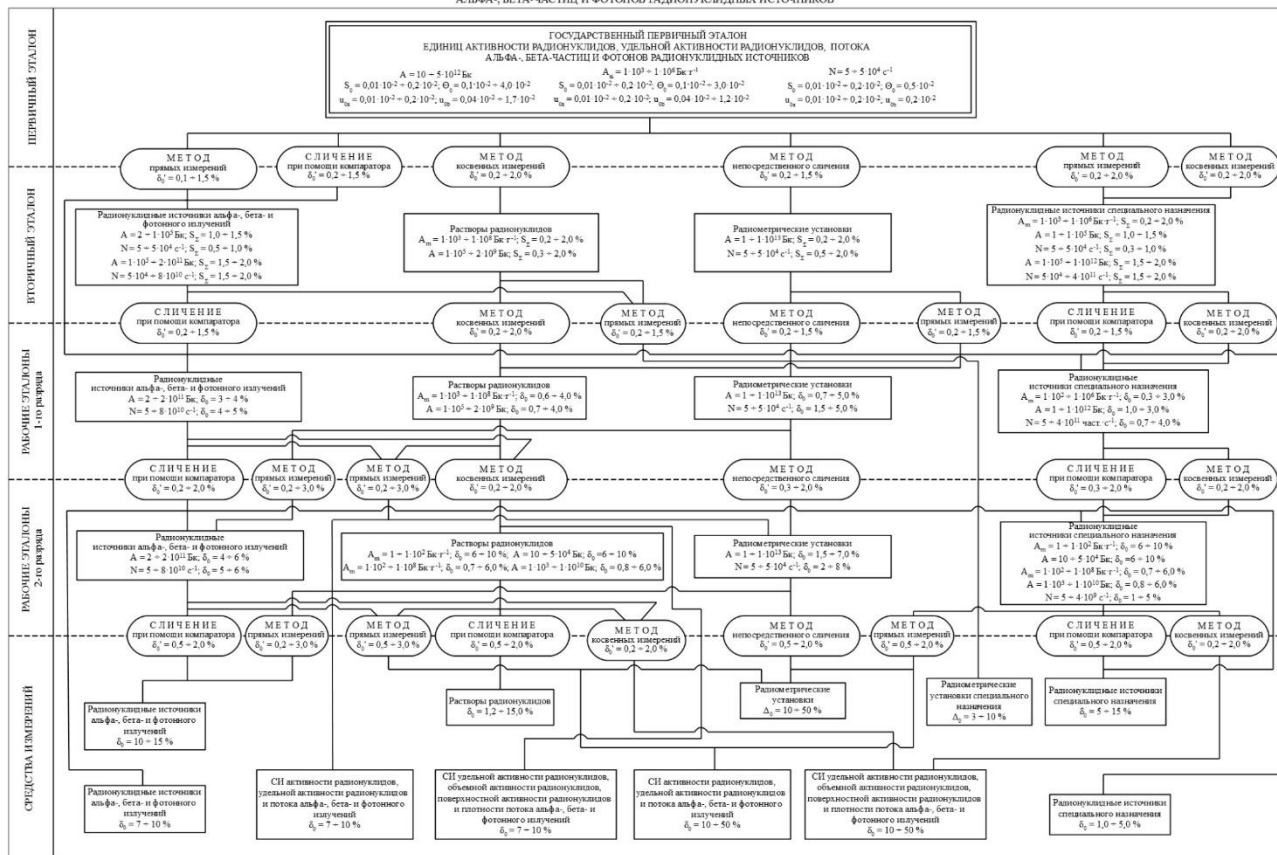
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА  
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ, ПОТОКА И ПЛОТНОСТИ ПОТОКА АЛЬФА-, БЕТА-ЧАСТИЦ И ФОТОНОВ РАДИОНУКЛИДНЫХ ИСТОЧНИКОВ



# Схема передачи единицы активности радионуклидов

Приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2841 утверждена актуализированная Государственная поверочная схема и вводится в действие с 30 апреля 2019 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА  
 ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ, УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ, ПОТОКА И ПЛОТНОСТИ ПОТОКА  
 АЛЬФА-, БЕТА-ЧАСТИЦ И ФОТОНОВ РАДИОНУКЛИДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

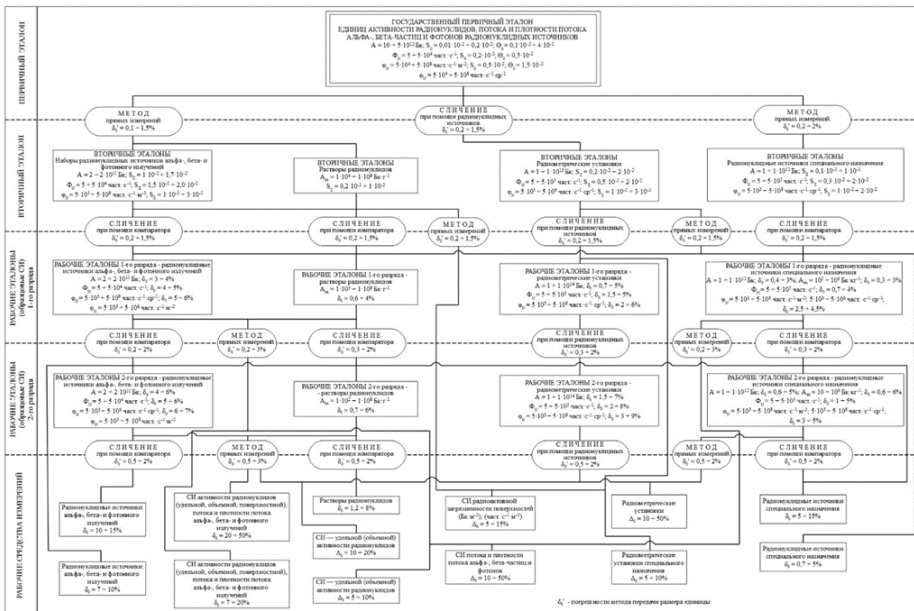




# Схема передачи единичности активности радионуклидов

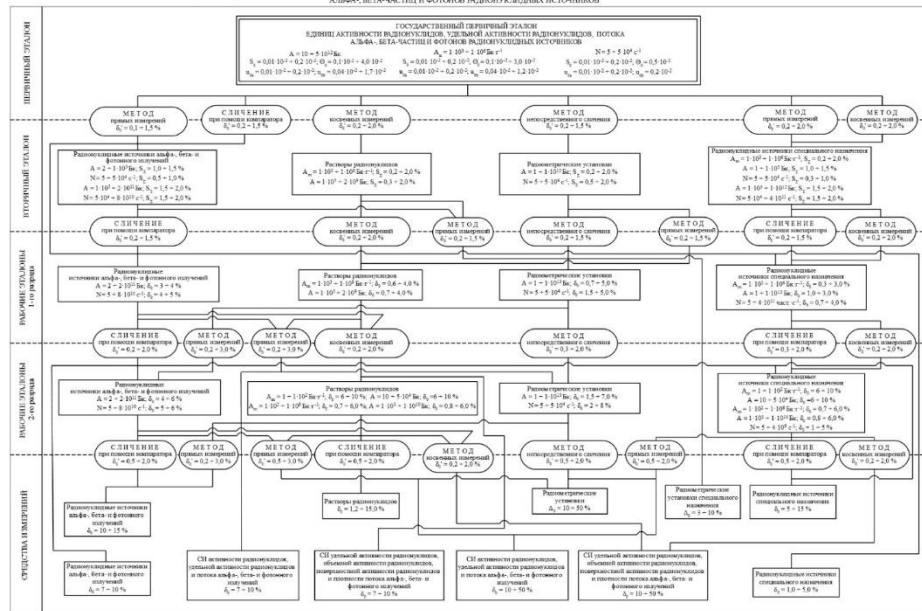
## Сравнение действующей и актуализированной Государственной поверочной схемы для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА  
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ, ПОТОКА И ПЛОТНОСТИ ПОТОКА АЛЬФА-, БЕТА-ЧАСТИЦ И ФОТОНОВ РАДИОНУКЛИДНЫХ ИСТОЧНИКОВ



действующая поверочная схема

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА  
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ, ПОТОКА И ПЛОТНОСТИ ПОТОКА АЛЬФА-, БЕТА-ЧАСТИЦ И ФОТОНОВ РАДИОНУКЛИДНЫХ ИСТОЧНИКОВ



актуализированная поверочная схема





# Основа метрологического обеспечения измерений активности радионуклидов

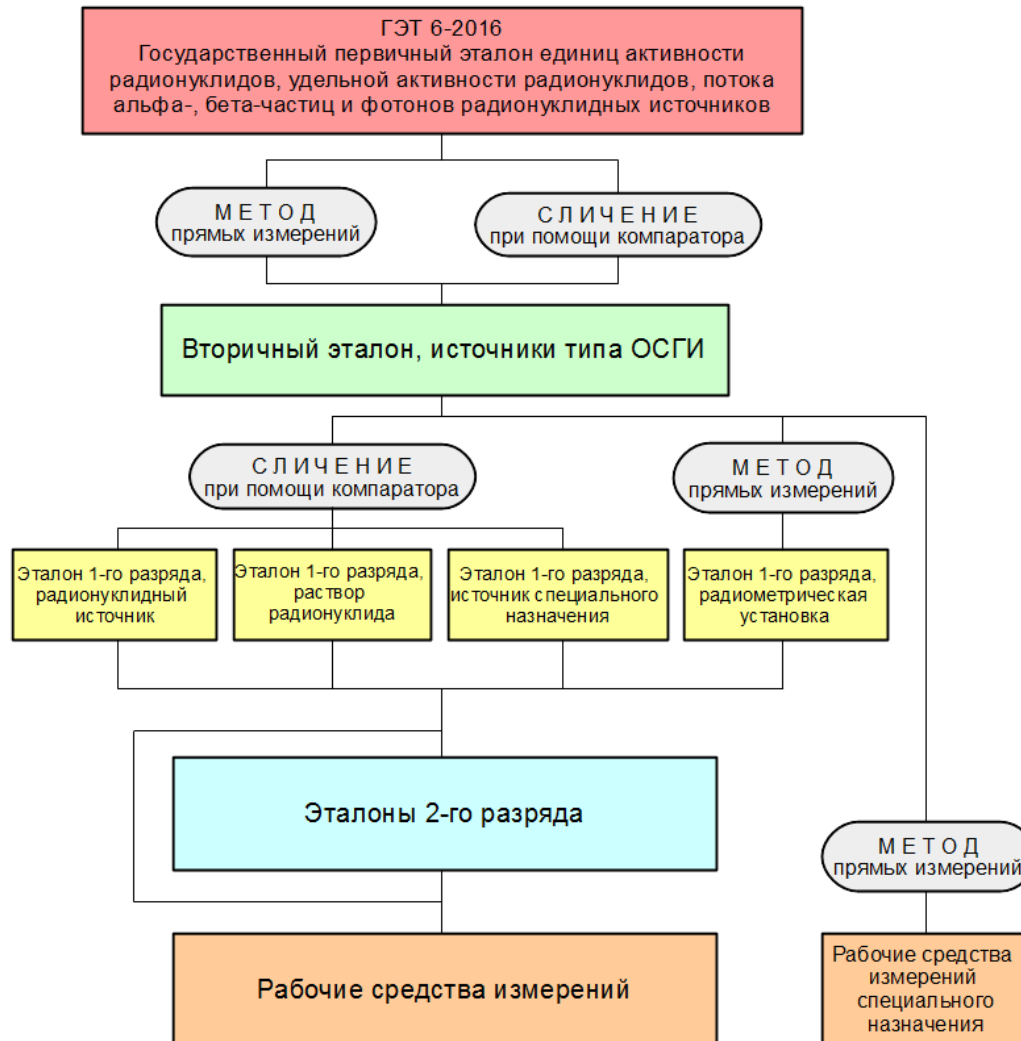
Государственный первичный эталон  
единицы активности радионуклидов  
ГЭТ 6-95

Вторичные эталоны

Эталонные средства измерений

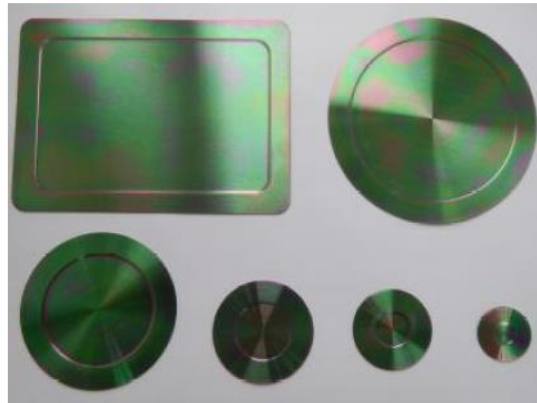
Рабочие средства измерений

# Схема передачи единицы активности радионуклидов



## Актуальность проблемы

В настоящее время в метрологической практике находят применение вторичные эталоны единицы активности радионуклидов в виде источников альфа- и бета-излучений типа С0 (на основе радионуклидов  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ ) и П9 (на основе радионуклида  $^{239}\text{Pu}$ ). В то же время вторичные эталоны для радионуклидных источников фотонного излучения в конструктиве источника типа ОСГИ отсутствуют. Вместе с тем, существует насущная потребность в таких эталонах со стороны метрологических учреждений при поверке (калибровке) радионуклидных источников, различных спектрометров и радиометров.





## Применение источников ОСГИ

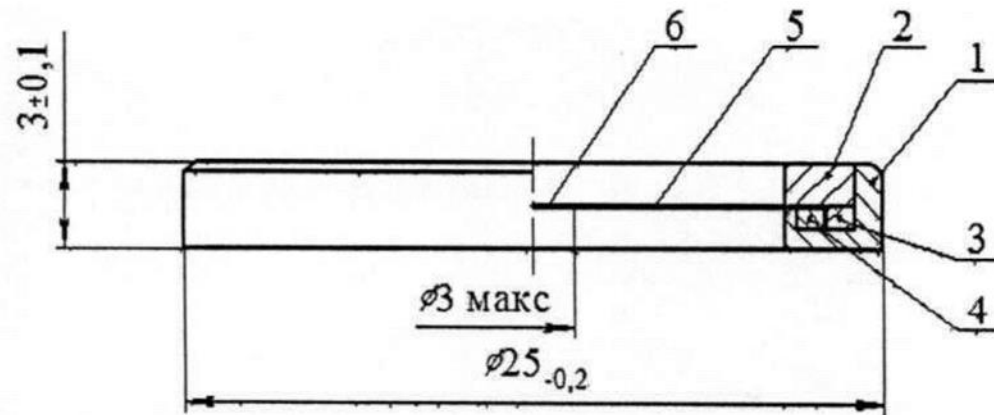
Спектрометрические источники ОСГИ в основном применяются для определения метрологических характеристик спектрометров-радиометров: интегральной нелинейности, разрешения, эффективности регистрации. На практике широкое распространение получили источники типа ОСГИ-3 производства АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина», ОСГИ-А производства ООО «НТЦ Амплитуда», ОСГИ-Р производства ЗАО «РИТВЕРЦ». Все вышеперечисленные типы источников внесены в Государственный реестр средств измерений и выпускаются для выполнения функций рабочих эталонов 1-го и 2-го разрядов.



## Номенклатура радионуклидов

№	Радионуклид	Период полураспада	Энергия гамма-квантов, кэВ	Интенсивность, %
1.	Mn-54	312,19 (3) сут.	834,848 (3)	99,9752 (5)
2.	Co-60	5,2711 (8) года	1173,228 (3)	99,85 (3)
			1332,492 (4)	99,9826 (6)
3.	Y-88	106,63 (5) сут.	898,042 (11)	93,7 (3)
			1836,070 (8)	99,346 (25)
4.	Ba-133	10,539 (6) года	80,9979 (11)	33,31 (30)
			302,8508 (5)	18,31 (11)
			356,0129 (7)	62,05 (19)
5.	Cs-137	30,05 (8) года	661,657 (3)	84,99 (20)
6.	Eu-152	13,522 (16) года	121,7817 (3)	28,41 (13)
			244,6974 (8)	7,55 (4)
			344,2785 (12)	26,59 (12)
			778,9045 (24)	12,97 (6)
			964,079 (18)	14,50 (6)
			1085,837 (10)	10,13 (6)
			1112,076 (3)	13,41 (6)
			1408,013 (3)	20,85 (8)
7.	Th-228+дочерние	1,9126 (9) года	238,632 (2)	43,6 (5)
			583,187 (2)	30,6 (8)
			727,330 (9)	6,65 (4)
			860,53 (2)	4,4 (4)
			2614,511 (10)	35,84 (16)
8.	Am-241	432,6 (6) года	26,3446 (2)	2,31 (8)
			59,5409 (1)	35,92 (17)

## Основные характеристики источников типа ОСГИ-РТ производства ЗАО «РИТВЕРЦ» (СПб)



1 – корпус, 2 – кольцо, 3 – кольцо наружное, 4 - кольцо внутреннее,  
5 - полиимидные плёнки, 6 - активная часть.

## Основные характеристики источников типа ОСГИ-РТ

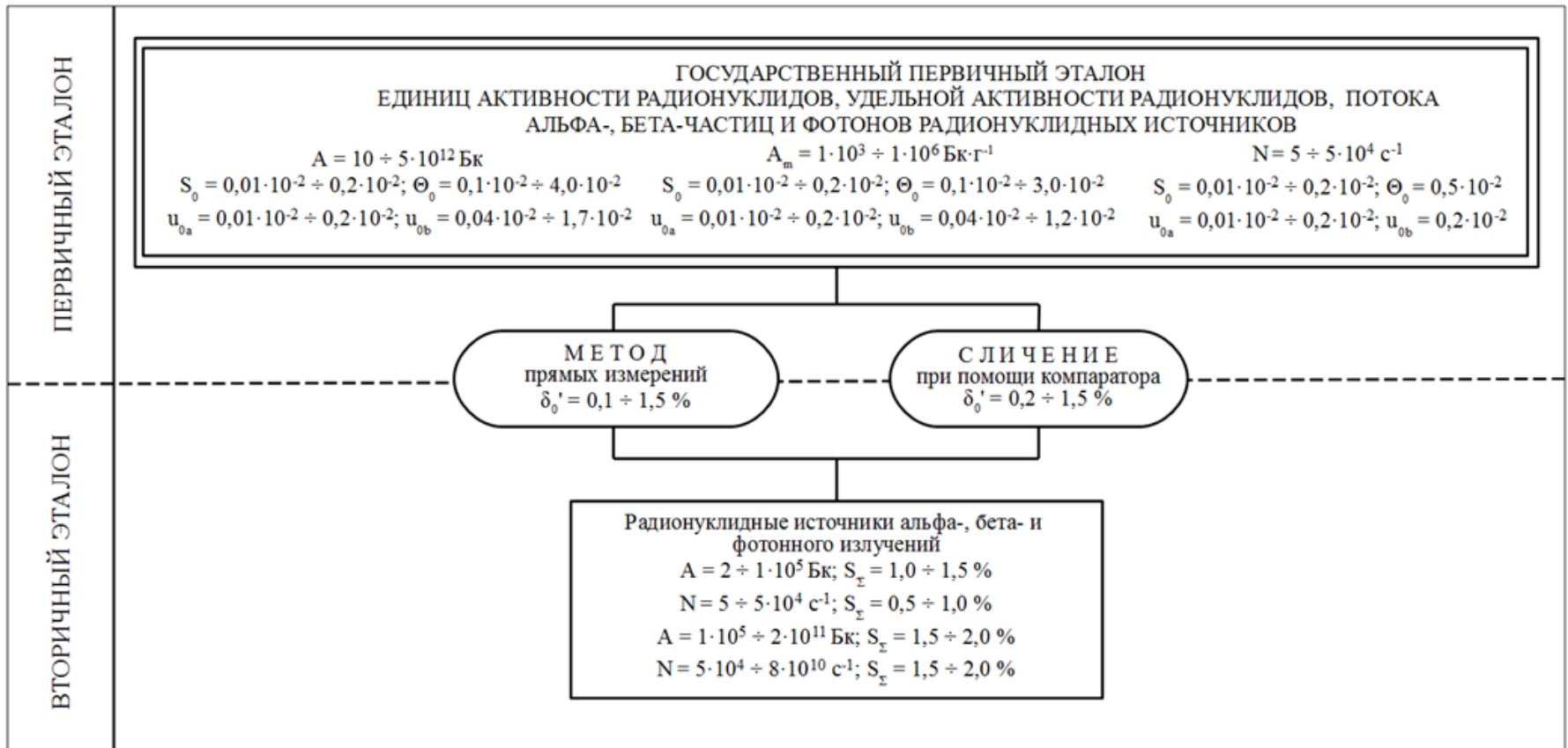


**Номинальная активность  
радионуклидов**

**≈ 50 кБк,  $^{88}\text{Y}$  ≈ 100 кБк**

**Неопределённость измерения  
активности радионуклидов:  
1,5 % (для  $^{241}\text{Am}$  и  $^{228}\text{Th}$  – 2,0 %)**

# Схема передачи единицы активности радионуклидов



Актуализированная редакция поверочной схемы



## Схема передачи единицы активности радионуклидов

Передача единицы активности радионуклидов от ГПЭ ГЭТ 6-2016 радионуклидным источникам ОСГИ возможна следующими способами:

1. Прямые измерения активности радионуклидов в источниках ОСГИ на установках ГПЭ ГЭТ 6-2016
2. Передача единицы активности радионуклидов от ГПЭ ГЭТ 6-2016 при помощи компаратора

## Прямые измерения активности радионуклидов в источниках типа ОСГИ

Радионуклид	Установка	Метод измерения
1. Mn-54	УЭА-3 УЭА-7	КХ-γ совпадения 4πγ-счёт
2. Co-60	УЭА-7	4πγ-счёт
3. Y-88	УЭА-3 УЭА-7	КХ-γ совпадения 4πγ-счёт
4. Cs-137	УЭА-7	4πγ-счёт
5. Ba-133	УЭА-7	4πγ-счёт
6. Eu-152	УЭА-7	4πγ-счёт
7. Th-228	УЭА-7	4πγ-счёт
8. Am-241	УЭА-7	4πγ-счёт



- простота
- достаточные для вторичного эталона значения неопределённости измерения активности радионуклидов
- надёжный контроль сохранения метрологических характеристик источников за время их эксплуатации с помощью периодической поверки этих источников на установках ГПЭ ГЭТ 6-2016

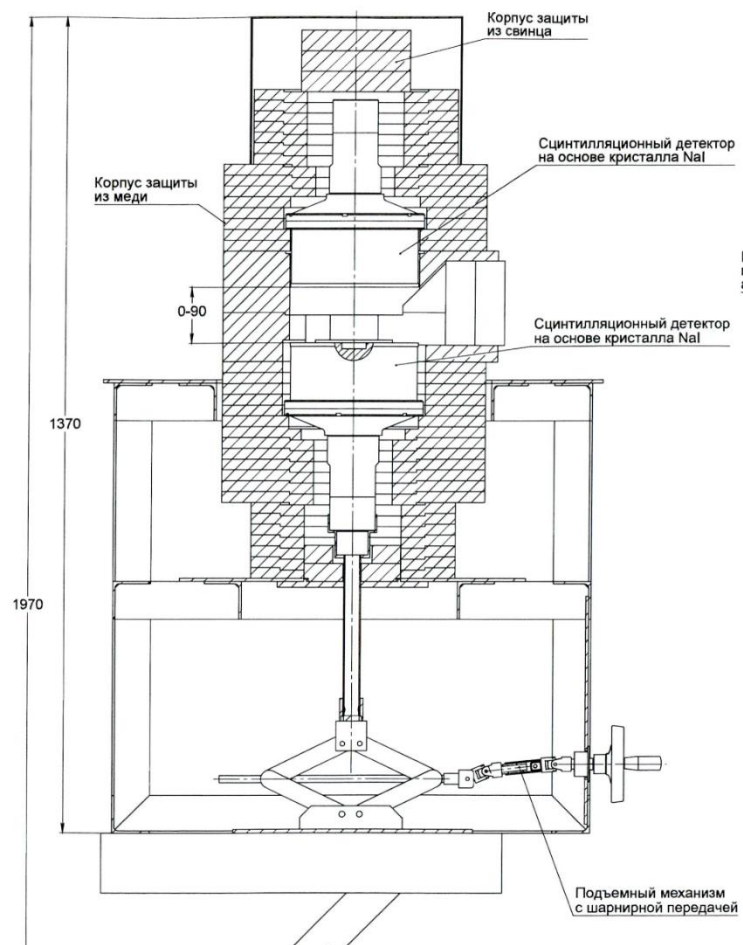


- верхний предел измерения активности радионуклидов на установке УЭА-7 составляет  $1 \cdot 10^5$  Бк

Установка	Диапазон, Бк	СКО ( $S_0$ ), %	НСП ( $Q_0$ ), %
УЭА-3	от $3 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^6$	от 0,01 до 0,20	от 0,1 до 4,0
УЭА-7	от $1 \cdot 10^1$ до $1 \cdot 10^5$	от 0,05 до 0,10	от 0,1 до 3,0

# Прямые измерения активности радионуклидов в источниках типа ОСГИ

Установка УЭА-7 (4πγ-счёт)





## Передача единицы активности радионуклидов при помощи компаратора

Использование в качестве компаратора гамма-спектрометра на основе особо чистого германия и комплекта источников гамма-излучения на основе радионуклидов  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{88}\text{Y}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  типа ОСГИ



- достаточные для вторичного эталона значения неопределённости измерения активности радионуклидов
- диапазон измерения активности радионуклидов до  $1 \cdot 10^6$  Бк



- необходимость постоянного обновления источников типа ОСГИ с короткоживущими радионуклидами  $^{88}\text{Y}$ ,  $^{228}\text{Th}$  и  $^{54}\text{Mn}$
- в состав ГПЭ ГЭТ 6-2016 не входят источники гамма-излучения типа ОСГИ



## Заключение

- на основе проведённого анализа выбран метод передачи единицы активности радионуклидов через прямые измерения источников на установках ГПЭ ГЭТ 6-2016
- выполнены исследования и калибровка партии из 10 комплектов источников типа ОСГИ-РТ. Неопределённость измерения активности радионуклидов: 1,5 % (для  $^{241}\text{Am}$  и  $^{228}\text{Th}$  – 2,0 %)
- источники типа ОСГИ-РТ прошли испытания в целях утверждения типа средства измерений (номер в госреестре 74005-19) и могут применяться в качестве вторичного эталона активности радионуклидов.