

Метрология ионизирующих излучений

ХАДЖИНОВА ОЛЬГА МИХАЙЛОВНА

Содержание

Средства
измерений
ионизирующих
излучений

ГОСТ 27451-87

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
ИОНИЗИРУЮЩИХ
ИЗЛУЧЕНИЙ

Средства измерения ИИ

- ▶ Структура:
 - ▶ блок детектирования,
 - ▶ блок обработки и
 - ▶ блок индикации.

Виды средств измерений ИИ

▶ Дозиметрические

прибор или установка для измерений ИИ, предназначенные для получения измерительной информации о дозе или мощности дозы излучения и (или) энергии, переносимой ИИ или переданной им объекту, находящемуся в поле действия ИИ.

▶ Радиометрические

прибор или установка для измерений ИИ, предназначенные для получения измерительной информации об активности радионуклида в источнике или образце, производных от нее величин, о плотности потока и (или) потоке и флюенсе ионизирующих частиц

▶ Спектрометрические

прибор или установка для измерений ИИ, предназначенные для получения измерительной информации о распределении ИИ по одному и более параметрам, характеризующим источники и поля ионизирующих излучений. Основным параметром является ...

Порядок присвоения обозначений средствам измерений ИИ

1. функциональное назначение средства измерений:

Д - дозиметры (дозиметрические установки); Р - радиометры (радиометрические установки); С - спектрометры (спектрометрические установки); М - комбинированные средства измерений (дозиметры-радиометры, дозиметры-спектрометры, радиометры-спектрометры); БД - блоки детектирования; УД - устройства детектирования

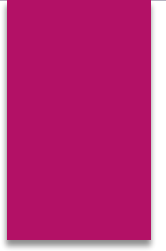
2. физическая величина, измеряемая средством измерений:

Д - поглощенная доза излучения; М - мощность поглощенной дозы излучения; Э - экспозиционная доза фотонного (гамма- или рентгеновского) излучения; Р - мощность экспозиционной дозы фотонного (гамма- или рентгеновского) излучения; В - эквивалентная доза излучения; Б - мощность эквивалентной дозы излучения; Ф - поток энергии ионизирующих частиц; Н - плотность потока энергии ионизирующих частиц; Т - перенос энергии ионизирующих частиц; И - активность радионуклида в источнике; У - удельная активность радионуклида; Г - объемная активность радионуклида в газе; Ж - объемная активность радионуклида в жидкости; А - объемная активность радиоактивного аэрозоля; З - поверхностная активность радионуклида; Л - поток ионизирующих частиц; П - плотность потока ионизирующих частиц; Е - энергетическое распределение ионизирующего излучения; С - перенос ионизирующих частиц; Ч - временное распределение ионизирующего излучения; К - две и более физических величин

3. вид ионизирующего излучения:

А — альфа-излучение; Б — бета-излучение; Г — гамма-излучение; Р — рентгеновское излучение; Н — нейтронное излучение; Н - нейтронное излучение; П - протонное излучение; Т - тяжелые заряженные частицы; С - смешанное излучение; Х - прочие излучения.

Метрологические характеристики СИ



Основные характеристики средств измерений ИИ

- ▶ **Диапазон измерений** — область значений измеряемой величины, для которой нормируются погрешности СИ.
- ▶ **Диапазон показаний** — область значений измеряемой величины, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы отсчетного устройства СИ.
- ▶ **Предел измерений** — наибольшее или наименьшее значение диапазона измерений.
- ▶ **Чувствительность** — отношение изменения сигнала на выходе средства измерений к вызывающему его изменению измеряемой величины.

Продолжение

- ▶ **Погрешность СИ** – разность между показанием СИ и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины.
- ▶ **Абсолютная погрешность СИ** — разность между показанием СИ и действительным (истинным) значением измеряемой величины, выражаемая в единицах измеряемой величины.
- ▶ **Относительная погрешность СИ** — отношение абсолютной погрешности к показанию СИ (%).
- ▶ **Приведенная погрешность СИ** — отношение абсолютной погрешности к некоторому условно принятому значению величины, указываемому в техническом описании данного СИ. (%)

Продолжение

- ▶ **Основная погрешность средства измерений** – погрешность СИ, применяемого в нормальных условиях.
- ▶ **Дополнительная погрешность средства измерений** – составляющая погрешности СИ, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений.
- ▶ **Предел допускаемой погрешности СИ** — наибольшая без учета знака погрешность (абсолютная или относительная) средства измерений, при которой оно может быть признано исправным и допущено к применению.

Точность

- ▶ **Точность СИ** – характеристика качества СИ, отражающая близость его погрешности к нулю.
- ▶ **Класс точности СИ** – обобщенная характеристика данного типа СИ, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительных погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность.

Условия применения СИ



Нормальные и рабочие условия

Нормальные условия применения средства измерений — условия, при которых все влияющие на показания средства измерений величины находятся в пределах значений, установленных в НТД на данное средство измерений в качестве нормальных. Для нормальных условий применения нормируется основная погрешность средства измерений, причем нормируется для совокупности всех влияющих величин.

Калибровочный коэффициент имеет силу только без поправок только при номинальных условиях.

Рабочие условия применения средства измерений — диапазон значений влияющих величин (каждой в отдельности), для которых нормируются дополнительные погрешности средства измерений при отклонении их за пределы нормальной области значений. Дополнительные погрешности нормируются для каждой влияющей величины в отдельности

Нормальные условия

Нормальными условиями **для определения основной** погрешности поверяемого средства измерений следует считать условия, при которых составляющая погрешности поверяемого средства измерений от действия совокупности влияющих величин не превышает 35 % предела допускаемой основной погрешности поверяемого средства измерений.

(изменением результата измерений пренебрегают вследствие малости)

Рабочие условия

Рабочие условия измерений – условия измерений, при которых значения влияющих величин находятся в пределах рабочих областей.

Рабочая область значений влияющей величины – область значений влияющей величины, в пределах которой нормируют дополнительную погрешность или изменение показаний СИ.

Условия применение СИ

Влияющие величины	Номинальные условия	Стандартные условия тестирования (если не указано иное)
Температура окружающей среды	20°C	18-22°C ^{c,d}
Относительная влажность	65%	18-22°C ^{c,d}
Атмосферное давление	101.3 kPa	86-106 kPa ^{c,d}
Время стабилизации	15 min	> 15 min
Напряжение источника питания	Номинальное напряжение источника питания	Номинальное напряжение источника питания ± 3%
Частота	Номинальная частота	Номинальная частота ± 1%
Источник питания переменного тока	Синусоидальный	Синусоидальный с полным нелинейным искажением формы волны меньше чем на 5% ^e
Электромагнитное поле внешнего происхождения	Можно пренебречь	Меньше самого низкого значения, вызывающего помехи
Магнитная индукция внешнего происхождения	Можно пренебречь	Меньше двойного значения индукции вызываемой магнитным полем земли
Устройства управления приборами	Правильная настройка	Правильная настройка

Эталоны физических величин

ТКП 8.002-2012
(03220) СИСТЕМА
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА
ИЗМЕРЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ
БЕЛАРУСЬ. ЭТАЛОНЫ ЕДИНИЦ
ВЕЛИЧИН. ПОРЯДОК
РАЗРАБОТКИ, УТВЕРЖДЕНИЯ,
РЕГИСТРАЦИИ, ХРАНЕНИЯ И
ПРИМЕНЕНИЯ.
(ВМЕСТО СТБ 8002-93)

Эталон единицы величины

– техническое средство (средство измерений, комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи **единицы величины или шкалы величины**.

- ▶ Метрологический уровень эталонов определяет уровень всех технических измерений и создает объективную основу для получения достоверной и точной потребителям измерительной информации
 - ▶ **национальные эталоны**
 - ▶ **исходные эталоны**
 - ▶ **рабочие эталоны**

Эталон единицы величины

	Национальный эталон	Исходный эталон РБ	Рабочий эталон
Определение	Эталон, утвержденный решением Государственного комитета по стандартизации РБ в качестве национального эталона единицы величины	Эталон, обладающий наивысшими метрологическими свойствами РБ, от которого получают размер единицы величины другие эталоны и средства измерений, утвержденный решением Государственного комитета по стандартизации РБ в качестве исходного эталона единицы величины РБ	Эталон, предназначенный для передачи размера единицы величины или шкалы измерений средствам измерений
Цель создания и применения	для воспроизведения единиц величин и обеспечения прослеживаемости результатов измерений к единицам Международной системы единиц	для хранения и передачи размеров единиц величин рабочим эталонам и средствам измерений, а также для обеспечения прослеживаемости результатов измерений к единицам Международной системы единиц	для передачи размеров единиц величин другим эталонам и СИ посредством проведения поверки или калибровки и обеспечения прослеживаемости результатов измерений к единицам величин, воспроизводимым и (или) хранимым национальными эталонами или исходными эталонами РБ

Группы СИ по метрологическому назначению

- ▶ **эталонные и образцовые** средства измерений: выполняют метрологические функции по воспроизведению единиц физических величин и передаче их размеров другим средствам измерений .
Повышенная стабильность, характеризующая неизменность метрологических характеристик средства измерений с течением времени
- ▶ **рабочие** СИ: применяются для технических измерений и не несут метрологических функций

Эталоны

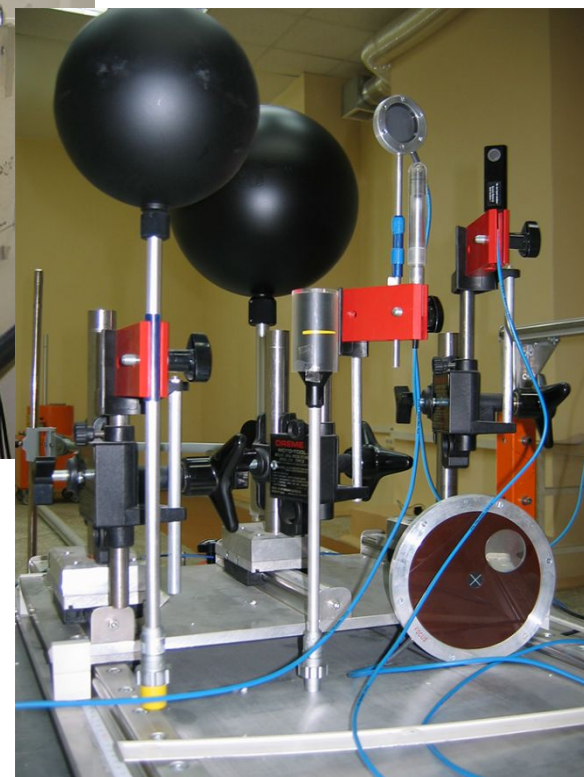
- ▶ **Первичные** : воспроизводят единицы в условиях, при которых это можно сделать с наивысшей точностью
- ▶ **Специальные**: Для передачи размеров единиц средствами измерений, применяемым в особых условиях (большие и малые энергии, специальные среды, высокие температуры и др.) или в диапазоне значений физических величин, в которых передача размеров единиц от ГПЭ с требуемой точностью невозможна

Национальный эталон единиц кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе НЭ РБ 7-01

▶ Государственная система обеспечения ЕИ.
Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для СИ экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений

▶ Метрологические характеристики

▶ **Состав:** - дозиметры UNIDOS с ионизационными камерами...; - ионизационная камера для рентгеновских измерений ...; - **рентгеновская установка** PANTAK ...с набором фильтров ..и набором свинцовых коллиматоров; - **барометры** ...; - **термометр** ...;- **гигрометр** ...; - измерительная **тележка** с принадлежностями; - лазерные **системы позиционирования**; - **облучатели** ...; - **фантом** ...; - **контрольные источники** стронция-90 ...; - система телевизионного **наблюдения**; - световая система **сигнализации** о включении источников облучения; - контактная система **блокировки** источников облучения; - система блокировки источников облучения с помощью инфракрасных барьеров; - системы **кондиционирования** и регулировки температуры; - блок бесперебойного **питания**



*Источники прослеживаемости
Россия, ВНИИМ, ГЭТ 8-82.*

Национальный эталон единицы объемной активности радона в воздухе НЭ РБ 41-18

▶ Локальная поверочная схема для средств измерений объемной активности радона в воздухе

▶ Метрологические характеристики

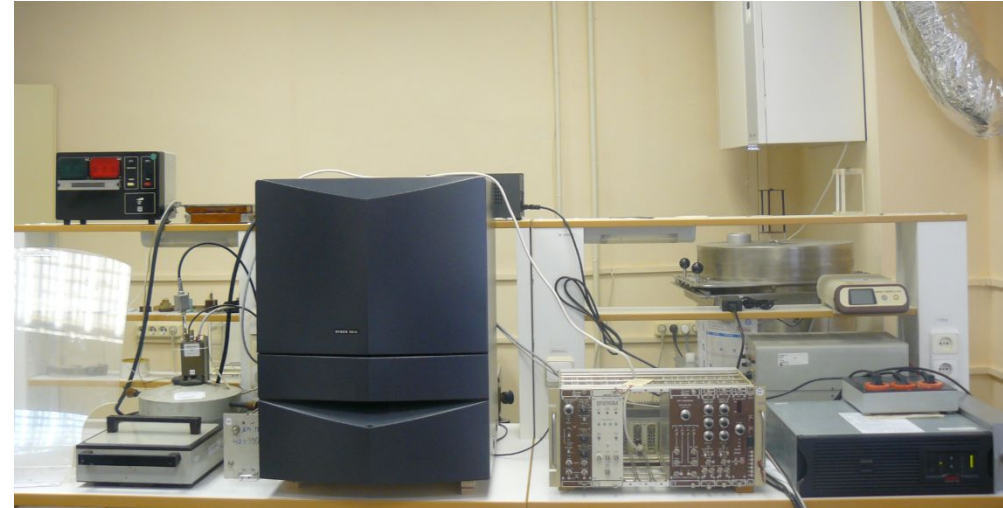
▶ **Состав** комплекс сии оборудования: - эталонный радиометр радона **Alpha Guard ...**; - **радоновая камера «Радон-1»**; - **радоновая камера «Радон-2»**; - комплект **эталонных жидкостных генераторов радона ...** (ВНИИМ, Россия) и ... (NIST, США); - комплект **твердотельных генераторов радона ...** (ИФОХ, Беларусь); - измеритель **температуры и влажности ...**; - универсальный измеритель «Сосна-002» с измерительными преобразователями температуры и влажности ... и измерительным преобразователем давления ...; - **ротаметры ...**; - **система** кондиционирования и регулировки температуры; - **баллоны** со сжатым и не содержащим радона воздухом; - **компрессор**.



*Источники прослеживаемости
Россия, ВНИИМ,
Государственный первичный
эталон единиц активности
радионуклидов (ГЭТ 6-95)*

Национальный эталон единицы активности радионуклидов НЭ РБ 37-18

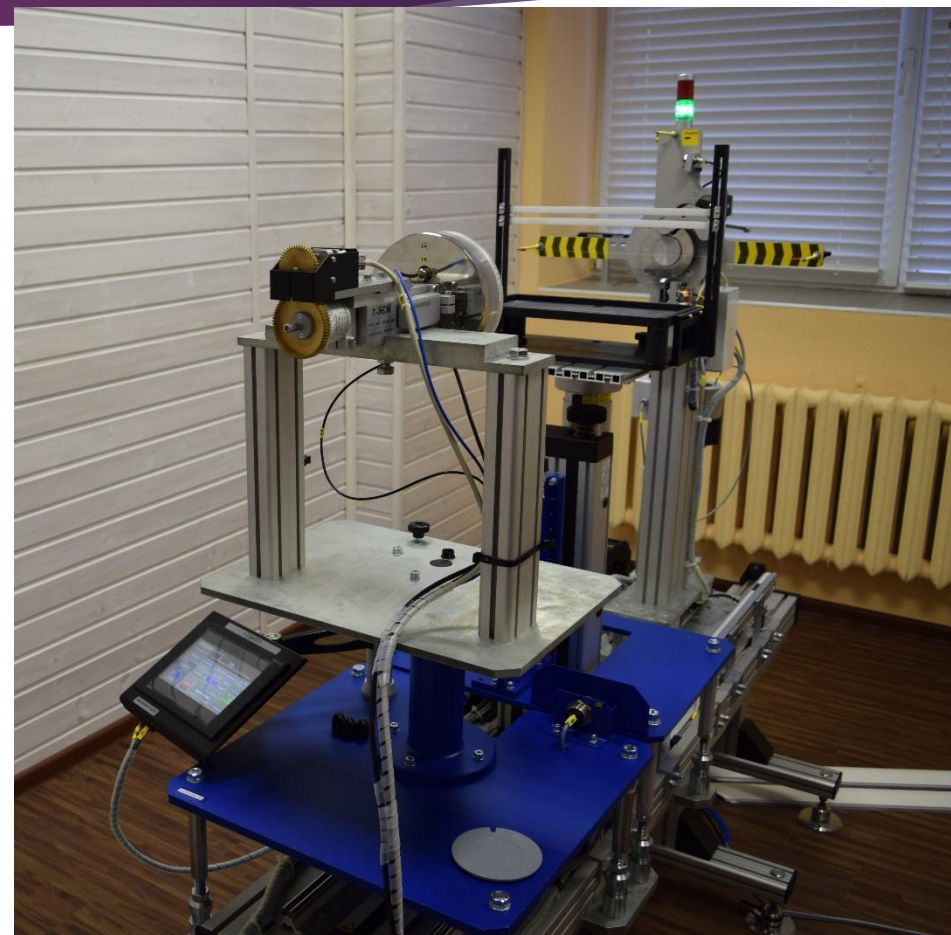
- ▶ Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников
- ▶ Метрологические характеристики
- ▶ **Состав** Эталон состоит из комплекса средств измерений: - наборы **эталонных радиоактивных источников** (далее - источников) **альфа-излучения** из радионуклида плутония-239 на твёрдой плоской подложке..., аттестованных по активности и внешнему излучению альфа-частиц...; - наборы **эталонных источников бета-излучения** из радионуклидов стронций-90 + иттрий-90....; - набор из трёх **эталонных источников бета-излучения одинаковой геометрии из нуклидов углерода-14 ... таллия-204 ... и стронция-90+иттрия-90 с ...**; - наборы эталонных спектрометрических источников альфа- излучения из радионуклидов **радия-226, плутония-238, плутония-239; плутония-239 + плутония-239 + урана-233** на твёрдой подложке типа **ОСАИ**, ...; - наборы эталонных спектрометрических источников **гамма- излучения типа ОСГИ...**; - **эталонные растворы** радионуклидов, аттестованных по удельной активности в качестве рабочих эталонов первого разряда ...; - спектрометрический **блок детектирования гамма-квантов** с детектором типа...; - спектрометрический блок **детектирования гамма-квантов с детектором типа ...**; - спектрометрический тракт ...; - **весы** 4-го класса точности...; - **весы** 1^{-го} класса точности типа ...; - **термогигрометра** типа ...; - **барометр-анероид** ...; - **компьютер** класса ...; - блок бесперебойного питания ...



Источники прослеживаемости
Россия, ВНИИМ, ГЭТ6-95;
Чехия, Первичны эталон
активности

Национальный эталон единиц индивидуального и амбиентного эквивалента мощности дозы бета-излучения НЭ РБ 55-19

- ▶ Государственная система обеспечения ЕИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для СИ поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы бета-излучения.
- ▶ Метрологические характеристики
- ▶ **Состав - комплект источников бета-излучения** в составе: на основе Kr-85..., Pm-147 ..., Sr-90+Y-90; - эталонный **электронметр ...**; - автоматизированная экстраполяционная **ионизационная камера ...**; - стенд С-1; - комплект **фильтров** для формирования поля бета-излучения; - **измеритель** давления, температуры и влажности ...; - **ПО.**; - ПЭВМ; - **комплект фантомов.**



Стандартные образцы

ТКП 8.005-2012

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.
СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ.
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.
ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ,
УТВЕРЖДЕНИЯ, РЕГИСТРАЦИИ И
ПРИМЕНЕНИЯ

Стандартные образцы

образец материала (вещества), достаточно однородный и стабильный в отношении его определенных свойств, значения которых установлены с показателями точности измерений, пригодными для использования его для измерений и метрологической прослеживаемости или оценки качественных свойств материала (вещества) в соответствии с предполагаемым назначением

- ▶ применяются для:
 - ▶ проведения **метрологического контроля** с использованием их в качестве **эталонов** при осуществлении государственных испытаний, метрологической аттестации, поверки и калибровки средств измерений;
 - ▶ построения **градуировочных** характеристик средств измерений;
 - ▶ метрологического **подтверждения** пригодности **МВИ**, контроля показателей точности методик выполнения измерений;
 - ▶ установления и подтверждения **прослеживаемости**;
 - ▶ **определения значений** других стандартных образцов;
 - ▶ проведения межлабораторных **сличений**

Национальные ТНПА, регулирующие вопросы разработки и применения СО

- ▶ ТКП 8.005-2012 «Стандартные образцы. Основные положения. Порядок разработки, утверждения, регистрации и применения»;
- ▶ ГОСТ ИСО Guide 35-2015 «Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации)»;
- ▶ ГОСТ 8.315-97 «Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения»;
- ▶ РМГ 52-2002 «Общие методические рекомендации по применению ГОСТ 8.315-97 при разработке и применению стандартных образцов»;
- ▶ ГОСТ 8.532-2002 «Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Межлабораторная метрологическая аттестация»;
- ▶ МИ 1952-88 «Стабильность стандартных образцов состава веществ и материалов. Методика оценки».

Порядок применения стандартных образцов в Республике Беларусь

- ▶ **межгосударственные стандартные образцы (МСО)**, если Республика Беларусь присоединилась к его признанию и внесла в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь;
- ▶ **государственные стандартные образцы (ГСО)**, внесенных в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь;
- ▶ **стандартные образцы предприятия (СОП)**, внесенных в реестры предприятий;
- ▶ **СО зарубежного выпуска** в соответствии с ТКП 8.005-2012 «СОЕИ. Стандартные образцы. Основные положения. Порядок разработки, утверждения, регистрации и применения» Приложение Е.

Категории стандартных образцов

Наименование	Обозначение	Определение
стандартный образец	СО	Материал (вещество), достаточно однородный и стабильный в отношении одного или нескольких параметров, которые установлены для его использования по назначению
сертифицированный стандартный образец	ССО	Стандартный образец, значения одного или нескольких параметров которого установлены с использованием обоснованных методов, сопровождаемый сертификатом, в котором приводятся значения его параметров с установленной неопределенностью (погрешностью) и прослеживаемостью
Стандартный образец для контроля качества	СОКК	Стандартный образец, достаточно однородный и стабильный в отношении одного или нескольких параметров, применяемый для ежедневных измерений
государственный стандартный образец	ГСО	Сертифицированный стандартный образец, утвержденный (признанный) национальным органом по метрологии – Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь, применяемый во всех областях народного хозяйства Республики Беларусь, включая сферу законодательной метрологии
межгосударственный стандартный образец	МСО	Сертифицированный стандартный образец, признанный в качестве межгосударственного в соответствии с правилами, установленными Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (далее – МГС), и применяемый по назначению в соответствии с требованиями национальных документов стран, присоединившихся к его признанию, во всех областях народного хозяйства
стандартный образец КОOMET	СО КОOMET	Сертифицированный стандартный образец, признанный в рамках Евро-Азиатского сотрудничества государственных метрологических учреждений (далее – КОOMET) и применяемый по назначению в соответствии с требованиями национальных документов стран, присоединившихся к его признанию, во всех областях народного хозяйства
стандартный образец организации	СОП	Стандартный образец, утвержденный или допущенный руководителем организации к применению по назначению в данной организации в соответствии с требованиями ТНПА или других документов

Классификация СО

От сертифицируемого параметра:

- ▶ СО состава, которые воспроизводят значения величин, характеризующих содержание **определенных компонентов** в веществе (химических элементов, их изотопов, соединений химических элементов, структурных составляющих и т. п.);
- ▶ СО свойств, которые воспроизводят значения величин, характеризующих физические, химические, биологические или другие **свойства вещества**, за исключением величин, характеризующих состав.

Классификация СО

ОТ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА:

- ▶ **ЧИСТЫЕ** химические вещества, идентифицированные и сертифицированные по химической чистоте и/или по микропримесям;
- ▶ **СТАНДАРТНЫЕ РАСТВОРЫ И ГАЗОВЫЕ СМЕСИ**, обычно приготовленные гравиметрически из химически чистых веществ, сертифицированные по химическому составу, которые главным образом используются для метрологического контроля средств измерений и установления их градуировочных характеристик;
- ▶ **МАТРИЧНЫЕ СО**, сертифицированные по составу определенных химических элементов. Такие материалы могут быть натурального происхождения или состоять из матриц с введенными элементами, представляющими интерес, и должны близко соответствовать исследуемым образцам, например, морская вода, грунт и т.д.

Классификация СО

От уровня утверждения и области применения:

- ▶ межгосударственные стандартные образцы;
- ▶ стандартные образцы КООМЕТ;
- ▶ государственные стандартные образцы;
- ▶ стандартные образцы организаций.

Примеры из Государственный реестр стандартных образцов РБ

- ▶ ГСО удельной активности цезия-137, калия-40 и стронция-90 в **рапсе** (Rare-1)
- ▶ ГСО удельной активности радионуклидов калия-40, радия-226 и тория-232 в **керамзите**
- ▶ ГСО удельной активности радионуклидов цезия (Cs-137) и калия (K-40) в **овсе**
- ▶ ГСО поглощенной дозы фотонного и электронного излучений (сополимер с феназиновым красителем) СО ПД(Ф)Р-5/50
- ▶ ГСО изотопного состава урана СОИСУ-0165

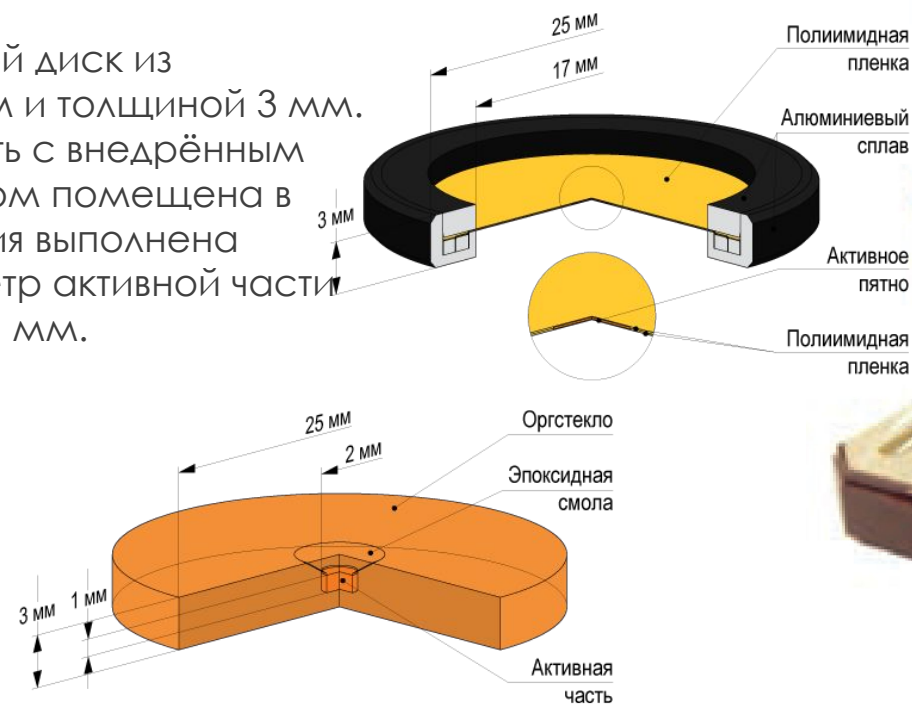
Типы источников

▶ ОСГИ - образцовые спектрометрические гамма-источники

▶ Источник представляет собой плоское алюминиевое кольцо с диаметром 25 мм и толщиной 3 мм. Активная часть в источнике термически загерметизирована между двумя полиимидными пленками с общей толщиной 100 ± 10 мкм. Диаметр активной части не более 3 мм.

- ▶ Na-22,
- ▶ Ti-44,
- ▶ Mn-54
- ▶ Fe-55
- ▶ Co-57
- ▶ Zn-65
- ▶ Y-88
- ▶ Cd-109
- ▶ Sm-113
- ▶ Ba-133
- ▶ Cs-134

▶ Источник представляет собой диск из оргстекла диаметром 25 мм и толщиной 3 мм. Керамическая активная часть с внедрённым радионуклидным препаратом помещена в центр корпуса, герметизация выполнена эпоксидной смолой. Диаметр активной части составляет 2 мм, высота — 1 мм.



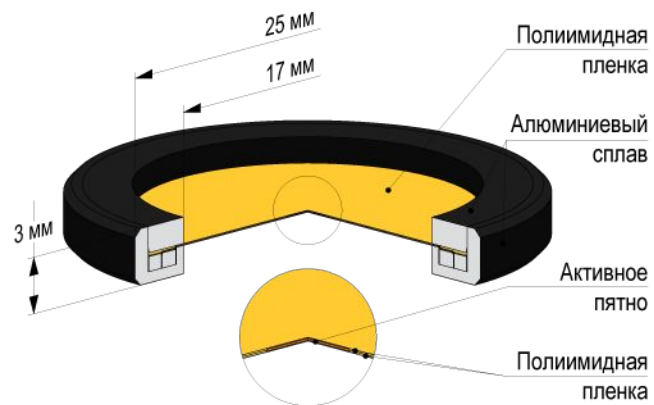
Типы источников

▶ ОСГИ - образцовые спектрометрические гамма-источники

▶ Источник представляет собой плоское алюминиевое кольцо с диаметром 25 мм и толщи 3 мм. Активная часть в источнике термически загерметизирована между двумя полиимидными пленками с общей толщиной 100 ± 10 мкм. Диаметр активной части не более 3 мм.

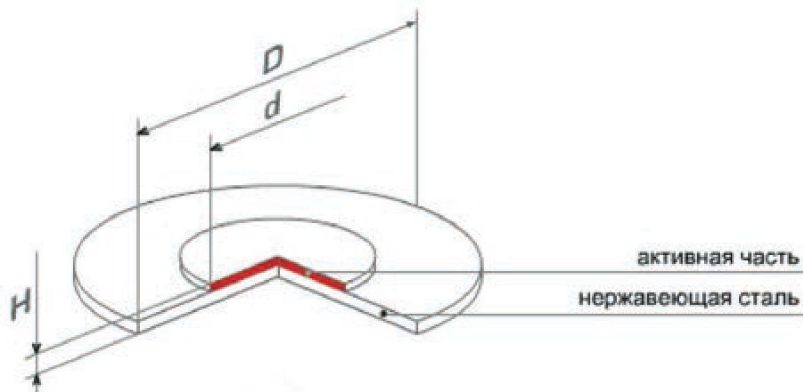


- ▶ Na-22,
- ▶ Ti-44,
- ▶ Mn-54
- ▶ Fe-55
- ▶ Co-57
- ▶ Zn-65
- ▶ Y-88
- ▶ Cd-109
- ▶ Sm-113
- ▶ Ba-133
- ▶ Cs-134



Типы источников

- ▶ **ОСАИ** - образцовые спектрометрические альфа-источники
 - ▶ Источник представляет собой подложку из нержавеющей стали, на которую тонким слоем нанесен активный материал.
- ▶ Ra-226
- ▶ Pu-238
- ▶ Pu-239
- ▶ Cu-244
- ▶ U-233+Pu-238+Pu-239
- ▶ Pu-238+Pu-239+Cu-244



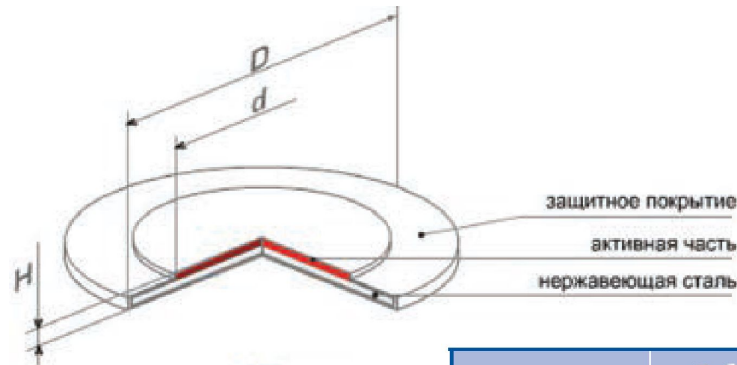
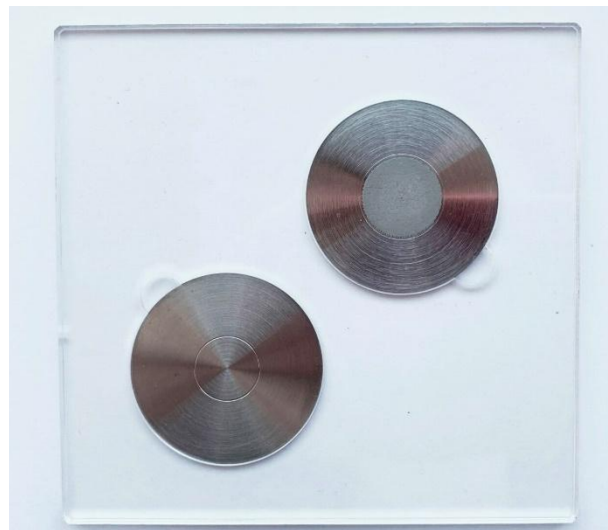
Тип подложки	Габариты		Активная часть, d, мм	Активная площадь, см ²
	D, мм	H, мм		
Подложка а	24	1	11,5	1
		2		
Подложка б	25	0,5	7	0,4
		3	16	2

Типы источников

▶ **ОРИБИ** - образцовые радиометрические источники бета-излучения

▶ Источник представляет собой диск из нержавеющей стали, на одну из поверхностей которого нанесено радиоактивное вещество. Источники герметизированы электропроводящим защитным покрытием.

- ▶ C-14
- ▶ Cp-60
- ▶ Ni-63
- ▶ Sr-90+Y-90
- ▶ Ru-106+Ro-106
- ▶ Cs-137
- ▶ Pm-147
- ▶ Tl-204



1 ОРИБИ

Тип подложки	Габариты		Активная часть, d, мм	Активная площадь, см ²
	D, мм	H, мм		
Подложка а	14.2(9)	1	11,5	1
			22,5	4
Подложка б	25	1	16	2
		3		

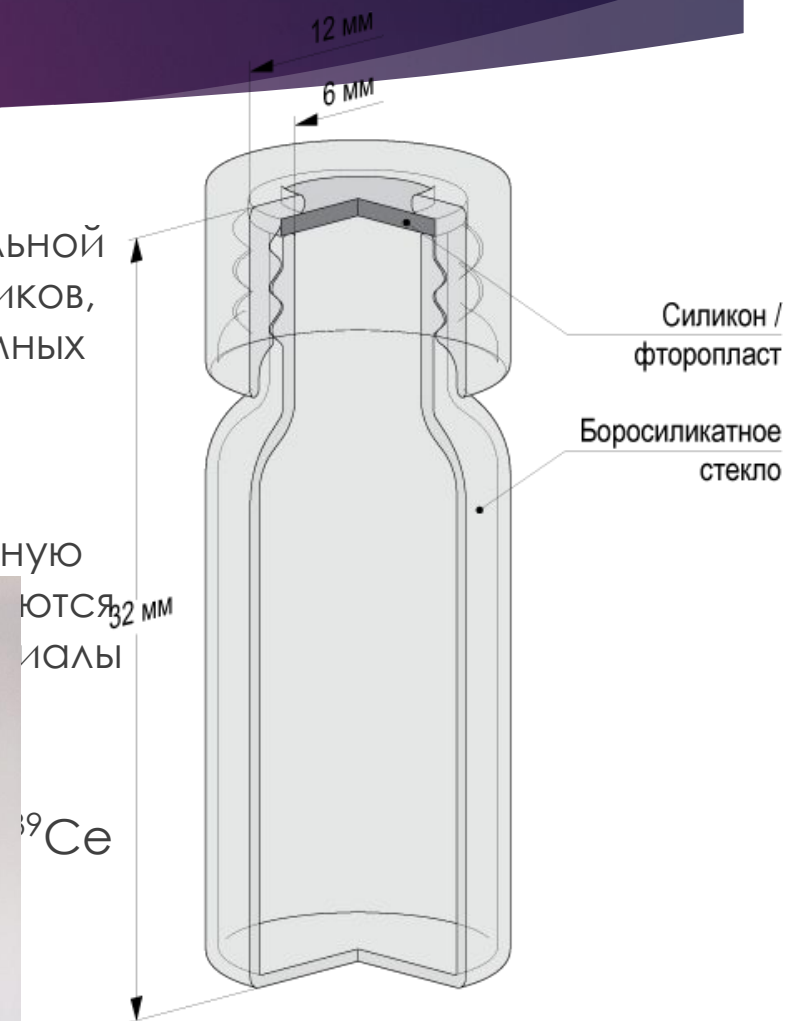
Типы источников

▶ **ОРР** - образцовые радионуклидные растворы

- ▶ ОРР являются исходными материалами - мерами активности и удельной активности для изготовления калибровочных радионуклидных источников, образцовых спектрометрических источников (ОСГИ), а также объемных мер активности специального назначения (ОМАСН).

- ▶ Прозрачная бесцветная жидкость, помещается в запаянную стеклянную ампулу (химический состав, активность по конкретному заказу). Стандартной емкостью и объемом 1,8, 5, 15 мл с завинчивающейся прокладкой.

- ▶ ^{22}Na , ^{54}Mn , ^{55}Fe , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{88}Y , ^{109}Cd , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{207}Bi , ^{241}Am



Типы источников

- ▶ **ОИСН** (СИГИ, СН, ОМАСН) - объемные источники специального назначения:
 - ▶ ОИСН представляет собой металлический, стеклянный или пластмассовый контейнер, заполненный подготовленным сухим радиоактивным материалом.
 - ▶ В качестве контейнеров для ОИСН используются: бьюксы, флаконы и любые другие (по требованию Заказчика).
 - ▶ В качестве радиоактивной основы применяются (кварцевый песок, ионообменная смола, древесные опилки, равновесные соли и окислы тория ThO_2 , ThCl_4 , $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$, соли калия KCl , K_2SO_4 , K_2CO_3).
- ▶ Источник альфа-излучения ОИСН : Сыпучий источник альфа-излучения на основе порошка сульфата кальция с изотропным распределением изотопов плутония (Pu-242 , Pu-239 , Pu-238) массой 2,0 г в стеклянном бьюксе
- ▶ Источник бета-излучения ОИСН : Сыпучий источник бета-излучения на основе порошка сульфата калия (K-40) массой 5,0 г, в стеклянном бьюксе
- ▶ Контрольный источник ОИСН-242: $\text{Pu}(242+239+238)$. Диск 34мм, площадь активного пятна 5см²
- ▶ Контрольный источник ОИСН-137-1: $\text{Cs-137}+\text{K-40}$, Маринелли 1л



Типы источников

ОИСН (СИГИ, СН, **ОМАСН**) - объемные источники специального назначения:

- ▶ **ОМАСН** представляют собой стандартный металлический, стеклянный или пластмассовый контейнер, заполненный подготовленным сухим радиоактивным материалом.
- ▶ В качестве контейнеров для ОМАСН используются унифицированные по объёму и по форме ёмкости: сосуды Маринелли объёмом 0,5 и 1,0 л, цилиндрические сосуды объёмом от 0,005 до 1,0 л, чашки Петри диаметром от 40 до 100 мм, бюксы, флаконы полиэтиленовые и другие (по требованию заказчика).
- ▶ В качестве радиоактивной основы материала, которым заполнены контейнеры ОМАСН, должны быть использованы эталонные растворы радионуклидов, государственные стандартные образцы (ГСО) урана, тория и хлористого калия KCl, равновесные соли и окислы тория ThO₂, ThCl₂, Th(NO₃)₂, соли калия KCl, K₂SO₄, K₂CO₃.



Радионуклид

⁴⁰K

⁶⁰Co

⁹⁰Sr

¹³³Ba

¹³⁷Cs

¹⁵²Eu

¹⁵⁴Eu

¹⁵⁵Eu

²²⁶Ra

²²⁸Ra

²²⁸Th

²³²Th

²⁴¹Am

U (природный)

¹³⁷Cs

¹⁵²Eu

¹⁵⁵Eu

²⁴¹Am

⁴⁰K

¹³⁷Cs

Требования к ОМАСН

- ▶ В качестве меры активности для градуировки спектрометра-радиометра в рабочей геометрии измерения и для определения основной погрешности градуировки спектрометра-радиометра
- ▶ Максимально достижимое соответствие свойств материала ОМАСН и материала измеряемого объекта (**плотность** и **эффективный атомный номер**)
- ▶ **Однородность** материала ОМАСН по объёму
- ▶ **Равномерность** распределения инкорпорированных радионуклидов по объёму ОМАСН (в случае, если техническим заданием не предусмотрено иное распределение)
- ▶ **Сохранность метрологических характеристик** в течение назначенного срока эксплуатации
- ▶ **Стойкость** ОМАСН к воздействию внешней среды
- ▶ Радиационная **безопасность**. Исключение путей поступления инкорпорированной активности во внешнюю среду



Объемные меры удельной активности изготовленные на основе материалов соответствующих материалам измеряемых объектов.

Технология изготовления: введение носителей радионуклидов в инертные сыпучие материалы.

Достоинства:

- возможность наиболее точной имитации свойств измеряемых объектов (плотности материала и эффективного атомного номера)

Недостатки:

- ограниченный срок службы из-за влияния окружающих условий на метрологические параметры;
- опасность радиоактивного загрязнения калибруемой аппаратуры и персонала.

Сыпучие объемные меры удельной активности на основе эпоксидных смол с наполнителями, создающими требуемую плотность.

Технология изготовления: введение носителей радионуклидов в эпоксидный компаунд, с последующим отверждением и гранулированием.

Достоинства:

- незначительное влияние окружающих условий на метрологические характеристики;
- радиационная безопасность.

Недостатки:

- невозможность имитации свойств измеряемых объектов (эффективного атомного номера) при повышенной плотности материала.

Объемные меры активности специального назначения ОМАСН в виде закрытых стандартных измерительных контейнеров, заполненных радиоактивным материалом.

Технология изготовления:

- 1) введение образцовых растворов или ГСО урановых и ториевых обогащенных руд в сыпучий материал, помещение полученного радиоактивного материала в стандартный измерительный контейнер, герметизация контейнера;
- 2) введение носителя радионуклида в эпоксидный компаунд со специально подобранным наполнителем, обеспечивающим необходимые плотность и эффективный атомный номер, последующее помещение полученного материала в стандартный измерительный контейнер, отверждение смеси, герметизация контейнера

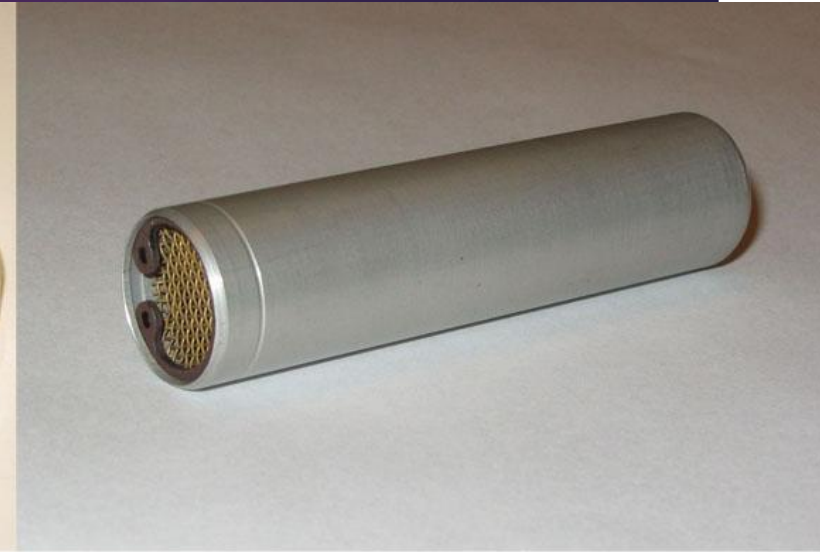
Достоинства:

- **возможность наиболее точной имитации свойств измеряемых объектов;**
- **незначительное влияние окружающих условий на метрологические характеристики;**
- **радиационная безопасность.**

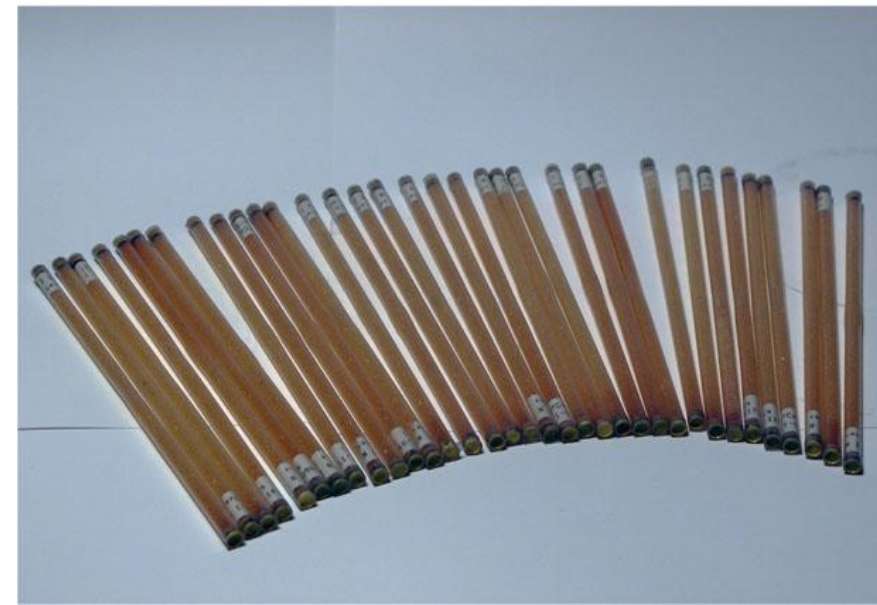
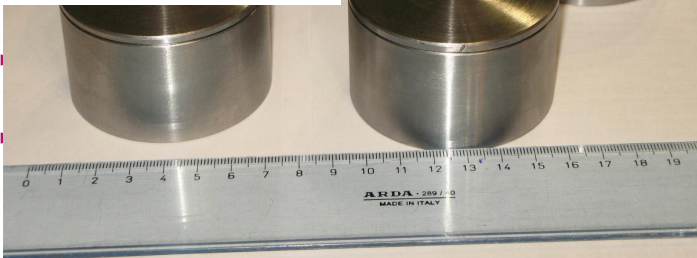
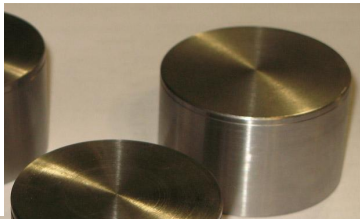


ПИЛКИ;
УГОЛЬ;

МАШИ



КАВА СМОЛА;



Типы источников

Медицинского назначения

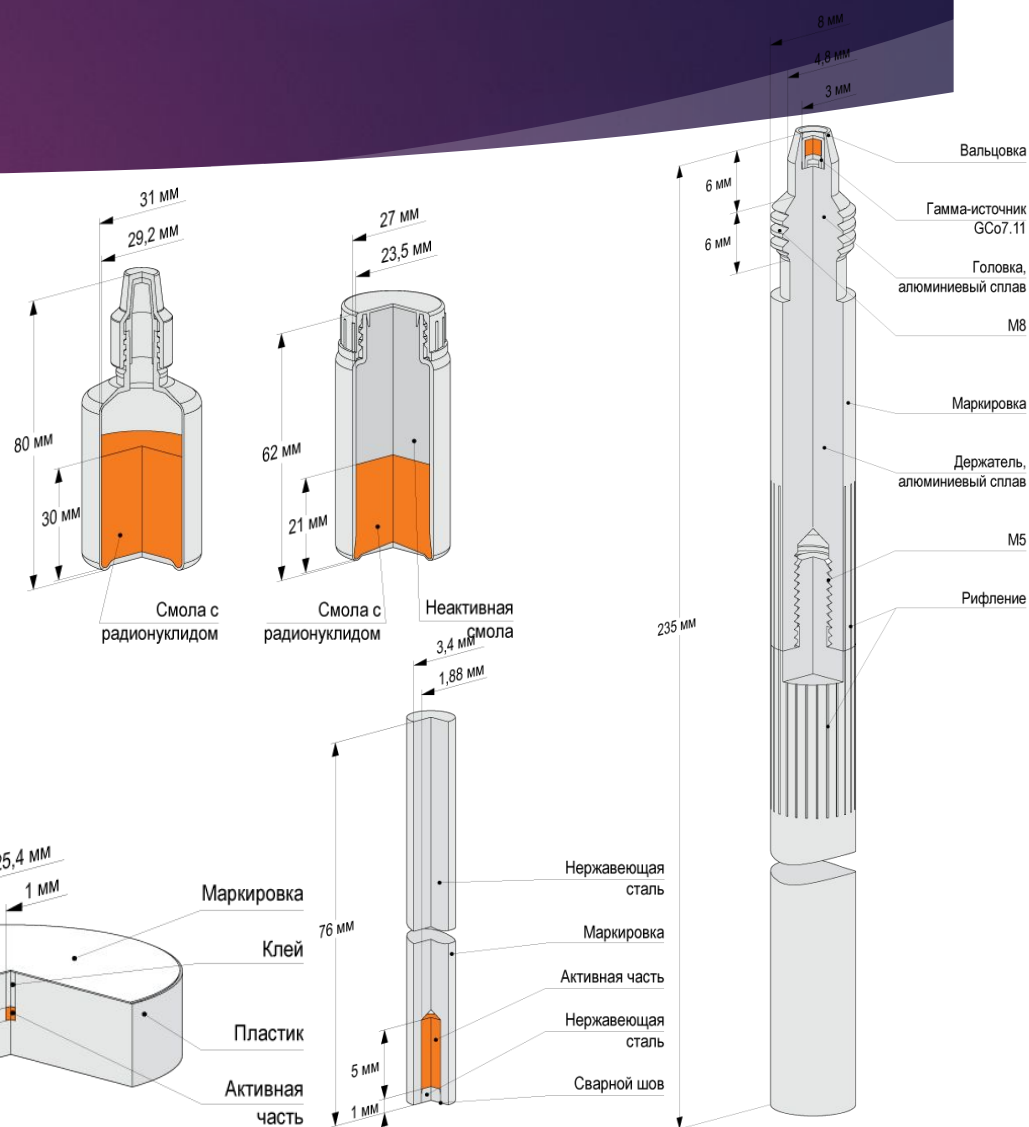
ОИДК - Эталонные источники дозовой калибровки ОИДК-Р:
Радионуклидные закрытые источники фотонного излучения типа ОИДК-Р.

Co-57, Co-60, Ba-133, Cs-137

^{22}Na — мультимодальные источники гамма-излучения: Маркеры в PET/СТ-визуализации.

^{22}Na — источники линейные фотонного излучения: Калибровка PET-камер.

^{57}Co — карандашный маркерный источник: СПЕКТ-томография (для выделения интересующих областей).



Типы источников

- ▶ **СОТВ** - стандартный образец тритиевой воды
 - ▶ Образцовый радиоактивный раствор тритиевой воды в дистиллированной воде, расфасованный по 10мл в стеклянный пенициллиновый флакон и герметизированный полиэтиленовой пробкой, укрепленной алюминиевым колпачком. Предназначен для градуировки жидкостных сцинтилляционных радиометров
- ▶ **СОТВ в ЖС-8** - стандартный образец тритиевой воды в жидком сцинтилляторе
 - ▶ Радиоактивный раствор тритиевой воды в жидком сцинтилляторе, расфасованный в стеклянный пенициллиновый флакон объемом 20мл и герметизированный полиэтиленовой пробкой, укрепленной алюминиевым колпачком.

Спасибо за внимание