

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Установки паспортизации радиоактивных отходов СКГ-02, СКГ-02-02

Назначение средства измерений

Установки паспортизации радиоактивных отходов СКГ-02, СКГ-02-02 (далее – установки) предназначены для измерений удельной активности радионуклидов и мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения с целью контроля радиационных параметров радиоактивных отходов (РАО) и их классификации.

Описание средства измерений

Установки СКГ-02, СКГ-02-02 представляют собой измерительный комплекс, состоящий из трех гамма-спектрометрических трактов со сцинтилляционными детекторами, одного гамма-дозиметрического датчика, весов платформенных электронных, опорно-поворотного устройства для размещения контейнера типа бочка объемом 200 литров, считывателя штрих-кода, датчика присутствия объекта и автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора.

Отличие, в вариантах исполнения СКГ-02 и СКГ-02-02, заключается в применении различного типа АРМ-оператора. Для СКГ-02 - АРМ-оператора конструктивно встроены в измерительную стойку. Для СКГ-02-02 - АРМ-оператора вынесен за пределы измерительной стойки и может быть удален на расстояние до 1000 м.

Выбор типа устройств детектирования для установок СКГ-02, СКГ-02-02 определяется исходя из параметров контролируемых РАО (уровня их активности и предполагаемого изотопного состава) по согласованию с Заказчиком. При этом выбирается оптимальное устройство детектирования с требуемыми характеристиками по эффективности регистрации и разрешающей способности. Комплект устройств детектирования выбирается одного типа. В качестве устройств детектирования типа УДС-ГЦ могут быть использованы следующие устройства:

- устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-40' 40-485-АС (кристалл NaI(Tl) (40x40) мм);
- устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-63' 63-485 (кристалл NaI(Tl) (63x63) мм);
- устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-В380-25' 25-485-АС (кристалл LaBr₃(Ce) (25x25) мм);
- устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-В380-38' 38-485-АС (кристалл LaBr₃(Ce) (38x38) мм);
- устройство детектирования гамма-излучения полупроводниковое цифровое УДС-ГЦ-СЗТ500 (кристалл CdZnTe, объемом 500 куб.мм);

Базовое исполнение установок - для измерения упаковок с РАО цилиндрической формы (максимальные значения геометрических параметров: бочка объемом 200 дм³, диаметром 610 мм, высотой 870 мм и массой до 700 кг), состоит из:

- устройства весоизмерительного поворотного для размещения упаковки, определения массы РАО и её вращения при проведении измерений;
- считывателя штрих-кода, для автоматического считывания номера упаковки (при наличии на предприятии системы учета методом штрихкодирования);
- датчика присутствия, для индикации текущего рабочего состояния установки;
- детектора для измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД), устанавливаемого на расстоянии 0,1 м от поверхности упаковки;
- измерительной стойки с тремя устройствами детектирования гамма-излучения, размещенными в коллиматорах и установленными равномерно по высоте относительно упаковки;

- при определенных условиях, для расширения диапазона измерений удельной активности, применяется один дополнительный (или взамен одного из трех УДС-ГЦ) полупроводниковый детектор на базе кристалла кадмий-цинк-теллур (CdZnTe);
- встроенного (СКГ-02) или удаленного (СКГ-02-02) АРМ-оператора, с установленным программным комплексом Diogen (Диоген) – как рабочей программы установки паспортизации;
- в установках предусмотрена автоматизированная процедура (под управлением ПО) энергетической калибровки спектрометрических трактов, позиционирования поглощающих фильтров в случае их использования в процессе измерений, как необходимое условие работы без использования персонала в зоне измерения РАО;
- при выпуске из производства завода изготовителя, настройка конфигурации (характеризация) установок производится для измерения бочек объемом 200 литров, диаметром 610 мм, высотой 870 мм и общей массой до 700 кг. Характеризация установок паспортизации для объектов цилиндрической формы с весогабаритными размерами не превышающими указанные в технических характеристиках (крафт-мешков, бочка объемом 50, 100 дм³ и т.п.), производится заводом-изготовителем в соответствии с техническим заданием Заказчика, согласованного на этапе заключения контракта на поставку, или самостоятельно самим Заказчиком, используя дополнительный программный комплекс EffMaker.

Программное обеспечение

Идентификационные данные программного обеспечения (ПО) установок приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО: 1. 2. 3.	Diogen II («Диоген II») «EffMaker» «SpectraLine»
Номер версии (идентификационный номер) ПО 1. 2. 3.	II 3.x.xxx 3.x.xxx 1.5.3767
Цифровой идентификатор ПО 1. 2. 3.	- - 3d8ccd19

Метрологически значимая часть программного обеспечения установок и измеряемые данные защищены от преднамеренных и непреднамеренных изменений с помощью специальных средств.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с Р50.2.077-2014 – высокий.

Общий вид установок приведен на рисунках 1 и 2.

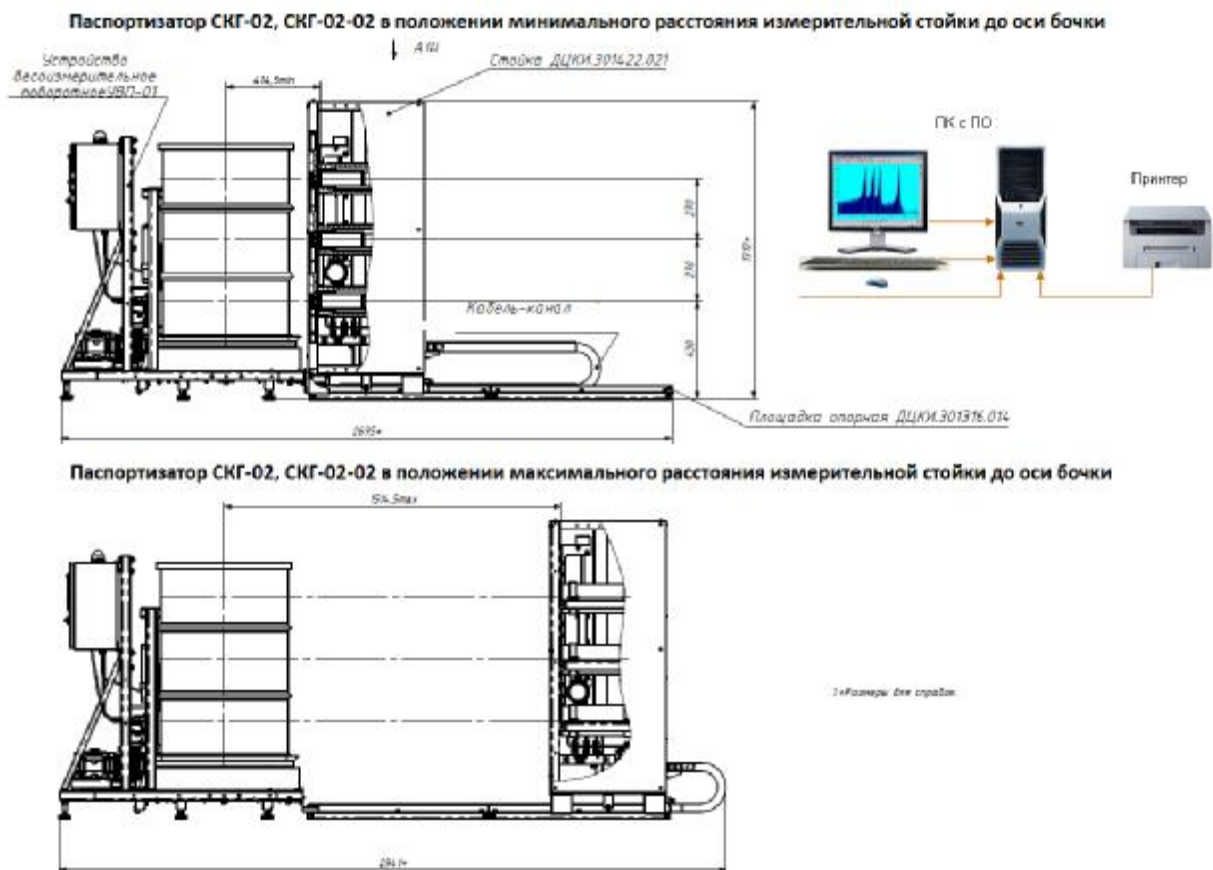


Рисунок 1 – Общий вид установки сбоку

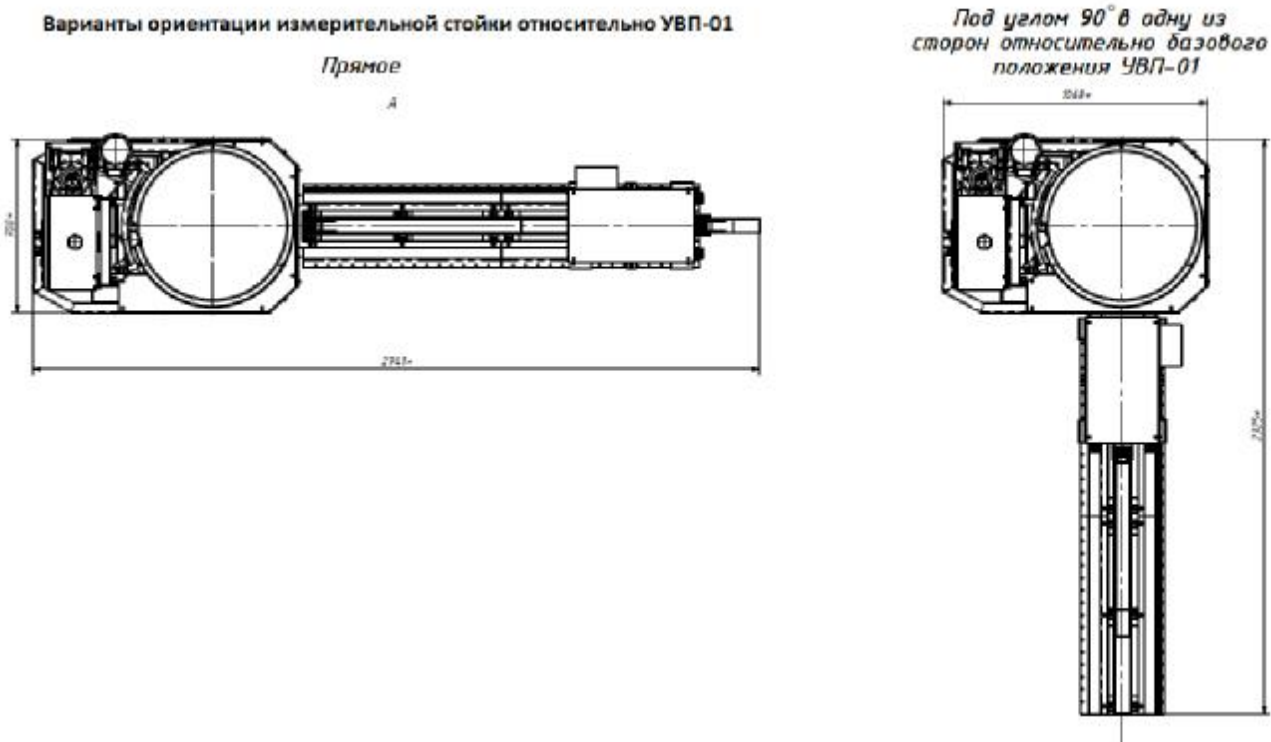


Рисунок 2 – Общий вид установки сверху

Внешний вид устройств детектирования с указанием мест опломбирования приведен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Блоки детектирования

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики установок СКГ-02, СКГ-02-02 приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество спектрометрических трактов	3
Число каналов каждого спектрометрического тракта:	1024
Количество дозиметрических трактов	1
Относительное энергетическое разрешение по линии гамма-излучения с энергией 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs , для каждого спектрометрического тракта, %, не более:	
- для детекторов на базе кристалла NaI(Tl)	8
- для детекторов на базе кристалла LaBr ₃ (Ce)	3,5
- для детекторов с кристаллом CdZnTe	2,5
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения, МэВ	от 0,05 до 3,0 (от 0,05 до 2,0 по требованию)
Закон преобразования – линейный. Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность) в диапазоне измеряемых энергий, %	
- для детекторов на базе кристалла NaI(Tl)	± 1,0
- для детекторов на базе кристалла LaBr ₃ (Ce)	± 1,0
- для детекторов с кристаллом CdZnTe	± 0,3
Эффективность регистрации в пике полного поглощения с энергией 662 кэВ ^{137}Cs , для точечной геометрии, на расстоянии источник – детектор 25 см каждого спектрометрического тракта, %, не менее	
- для детекторов с кристаллом NaI(Tl) 40×40	0,02
- для детекторов с кристаллом NaI(Tl) 63×63	0,1
- для детекторов с кристаллом LaBr ₃ (Ce) 38×38	0,03
- для детекторов с кристаллом LaBr ₃ (Ce) 25×25	0,01

Наименование характеристики	Значение характеристики
на расстоянии источник – детектор 5 см: - для детекторов с кристаллом CdZnTe 500 мм ³	0,006
Максимальная входная статистическая нагрузка каждого спектрометрического тракта установок, имп/с, не менее: - для детекторов на базе кристалла NaI(Tl) - для детекторов на базе кристалла LaBr ₃ (Ce) - для детекторов с кристаллом CdZnTe	1,5·10 ⁵ 2,5·10 ⁵ 1,0·10 ⁵
Примечание - Должно соблюдаться условие: относительное изменение разрешения не должно превышать 50 %, а относительное смещение положения пика – 1 %	
Нестабильность характеристики преобразования за время непрерывной работы (временная нестабильность) каждого спектрометрического тракта установок, %, не более:	± 1
Время установления рабочего режима, мин, не более	30
Время непрерывной работы, ч, не менее	24
Минимально обнаруживаемое значение удельной активности для времени измерения 10 мин и геометрии измерения – бочка 200 дм ³ с равномерным распределением активности на расстоянии 10 см, при использовании детектора с наибольшей эффективностью регистрации (с кристаллом NaI(Tl) 63×63), Бк/кг, для радионуклида: - цезий - 137 (¹³⁷ Cs) - кобальт - 60 (⁶⁰ Co)	25 20
Диапазоны измерений удельной активности установок в геометрии бочка 200 дм ³ с равномерным распределением активности на расстоянии 20 см за время измерения 30 минут, Бк/кг:	
цезий - 137 (¹³⁷ Cs)	
- для детекторов с кристаллом NaI(Tl) 40×40 - для детекторов с кристаллом NaI(Tl) 63×63 - для детекторов с кристаллом LaBr ₃ (Ce) 25×25 - для детекторов с кристаллом LaBr ₃ (Ce) 38×38	от 40 до 1,5·10 ⁶ от 16 до 3·10 ⁵ от 50 до 3·10 ⁶ от 30 до 9·10 ⁵
кобальт - 60 (⁶⁰ Co) - для детекторов с кристаллом NaI(Tl) 40×40 - для детекторов с кристаллом NaI(Tl) 63×63 - для детекторов с кристаллом LaBr ₃ (Ce) 25×25 - для детекторов с кристаллом LaBr ₃ (Ce) 38×38	от 30 до 5,5·10 ⁵ от 15 до 1·10 ⁵ от 45 до 1·10 ⁶ от 25 до 3·10 ⁵
Верхние пределы диапазона измерений удельной активности установок в геометрии бочка 200 дм ³ (с равномерным распределением активности): при использовании детектора с наименьшей эффективностью регистрации (с кристаллом LaBr ₃ (Ce) 25×25) и поглощающего фильтра из вольфрама толщиной 3 см, на расстоянии 50 см, за время измерения 30 минут, Бк/кг, для радионуклида:	
- цезий - 137 (¹³⁷ Cs) - кобальт - 60 (⁶⁰ Co)	6·10 ⁹ 2·10 ⁸
при использовании детектора на базе кристалла CdZnTe, объемом 500 куб.мм, поглощающего фильтра из вольфрама толщиной 3 см, на расстоянии 50 см, за время измерения 30 минут, для радионуклида: - цезий - 137 (¹³⁷ Cs) - кобальт - 60 (⁶⁰ Co)	3·10 ¹¹ 10 ¹⁰
Пределы допускаемой относительной неопределенности измерений удельной активности для каждого спектрометрического тракта, %	± 30

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, мкЗв/ч	от 0,1 до $1 \cdot 10^5$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений МАЭД гамма-излучения, %	± 20
Параметры электропитания: - напряжение переменного трехфазного тока, В - частота переменного тока, Гц	380^{+38}_{-57} 50 ± 1
Потребляемая мощность, В·А, не более:	1000
Пределы допускаемой дополнительной погрешности характеристики преобразования при отклонении напряжения питания до верхнего и нижнего предельных значений (нестабильность по питанию), %	$\pm 0,8$
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность окружающего воздуха при температуре 30 °С и более низких температурах без конденсации влаги, % - атмосферное давление, кПа	от 5 до 40 до 75 ± 3 от 84 да 106,7
Пределы допускаемой дополнительной погрешности характеристики преобразования при изменении температуры в рабочем диапазоне (температурная нестабильность), % / °С	$\pm 0,1$
Основная геометрия измерений: - объем, дм ³ - габаритные размеры, мм - толщина стенки, мм Дополнительные геометрии измерений: по техническому заданию Заказчика - произвольная геометрия упаковки цилиндрической формы с геометрическими размерами не превышающими: $\varnothing 610 \times 870 \pm 50$ и общей массой до 700 кг:	Бочка типа «БС(БЗ)II-200: 200 $\varnothing 610 \times 870 \pm 50$ 1,6 – 2 (СтЗсп) крафт-мешков, бочки объемом 50, 100 дм ³ и т.п., из различных ма- териалов и тол- щины стенок
Габаритные размеры основных узлов, (длина×ширина×высота) мм, не более: - устройство весоизмерительное поворотное УВП-01 - стойка измерительная	$1080 \times 700 \times 1180$ $465 \times 415 \times 1312$
Масса основных узлов, кг, не более: - устройство весоизмерительное поворотное УВП-01 - стойка измерительная	147 148
Диапазон измерений массы упаковки, кг	от 10 до 700
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений массы, кг	± 1
Скорость вращения поворотной платформы с установленной на ней бочкой, об/мин:	$2 \pm 0,5$
Напряжение и ток во внешней цепи нагрузки, коммутируемые датчиком присутствия	$\sim 220 \text{ В} \times 2 \text{ А}$

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится графически или специальным штампом на титульные листы эксплуатационной документации, методом сеткографии или путем наклеивания шильдика на боковой стенке установки.

Комплектность средства измерений

В комплект поставки установок входят изделия и документация в соответствии с таблицей 5.

Т а б л и ц а 5

Обозначение	Наименование	Кол-во (шт.)	Примечание
ДЦКИ.412131.015 (ДЦКИ.412131.015-02)	Установка паспортизации радиоактивных отходов СКГ-02, СКГ-02-02 в составе:	1	
ДЦКИ.412131.037	Устройство весоизмерительное поворотное УВП-01, в комплекте:	1	
	- шкаф управления	1	
	- опора поворотная с мотор-редуктор	1	
	- весовая платформа с терминалом	1	утвержденного типа
ДЦКИ.418264.001	- блок детектирования гамма-излучения БДГ-02	1	1)
ДЦКИ.421414.002	- датчик присутствия ДП-02	1	
ДЦКИ.301421.021	Стойка измерительная, в комплекте:	1	
ДЦКИ.418223.082	- устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-В380-25' 25-485-АС	3	2) кристалл: LaBr3(Ce) 25×25
ДЦКИ.418223.063	- устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-В380-38' 38-485-АС	3	кристалл: LaBr3(Ce) 38×38
ДЦКИ.418223.087	- устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-40' 40-485-АС	3	кристалл: NaI(Tl) 40×40
ДЦКИ.418223.075	- устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-63' 63-485	3	кристалл: NaI(Tl) 63×63
ДЦКИ.305179.083	- коллиматор	3	
ДЦКИ.711111.111	- фильтр поглощающий с электромеханическим приводом	3	
-	- источник калибровочный в контейнере-коллиматоре с электромеханическим приводом	3	3)
-	АРМ оператора, в комплекте:	1	4)
-	- промышленный компьютер с установленным программным обеспечением	1	
-	- принтер	1	
	- программный комплекс Diogen II («Диоген II»)	1	5) ПО обязательное
ДЦКИ.412131.015-02 ЗИ	Комплект принадлежностей:	1	
ДЦКИ.301553.009	- устройство дистансерное УД-02	1	
ДЦКИ.424355.001	- устройство связи и питания УСП-25	1	
-	Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости ДЦКИ.412131.015-03 ВЭ, включая методику поверки	1	
ДЦКИ.412131.015-03 ВЭ	Ведомость эксплуатационных документов	1	
ДЦКИ.412915.130	Упаковка	1	

Дополнительное оборудование, поставляемое по требованию Заказчика при необходимости:			
ДЦКИ.418223.128	- устройство детектирования гамма-излучения полупроводниковое цифровое УДС-ГЦ-CZT500	1	2) Кристалл: CdZnTe как дополнительный измерительный канал или взамен одного из сцинтилляционных УДС-ГЦ
-	- считыватель штрихового кода	1	тип согласовывается
-	- программный комплекс EffMaker	1	5) ПО дополнительное
ДЦКИ.424929.020-03	- комплект видеонаблюдения ВН-04П	1	две или одна видеокамера

Примечания:

1) Разработчик оставляет за собой право производить замену блока БДГ-02 на блок другой модели без изменения метрологических характеристик.

2) Выбор типа устройств детектирования определяется исходя из параметров контролируемых РАО (уровня их активности и предполагаемого изотопного состава). Выбирается оптимальное устройство детектирования с требуемыми характеристиками по эффективности регистрации и разрешающей способности: рекомендации по выбору:

- детекторы с кристаллом NaI(Tl) 63×63 и LaBr3(Ce) 38×38 - для контроля очень низкоактивных и низкоактивных РАО;
- детекторы с кристаллом NaI(Tl) 40×40 и LaBr3(Ce) 25×25 - для контроля очень низкоактивных, низкоактивных и нижнего диапазона среднеактивных РАО;
- детектор с кристаллом CdZnTe - для контроля среднеактивных РАО.

Выбор производится по согласованию с Заказчиком.

3) Тип радионуклида (^{152}Eu или $^{232(228)}\text{Th}$) калибровочного источника, при поставке выбирается в зависимости от выбранного диапазона регистрируемых энергий гамма-излучения.

4) АРМ-оператора (управляющий компьютер) должен быть промышленного исполнения. Тип поставляемого компьютера определяется контрактом (договором) на поставку.

5) Установка СКГ-02, СКГ-02-02, исходя из требований Заказчика, может комплектоваться обязательным и дополнительным программным обеспечением.

Дополнительное ПО EffMaker - программа предназначена для расчета эффективности регистрации гамма-излучения полупроводниковых и сцинтилляционных детекторов (как с использованием коллиматоров различных видов, так и без) для проведения измерений активности объектов различной формы.

Весь комплекс ПО поставляется в установленном на рабочий компьютер виде, с настройками под конкретную (поставляемую) конфигурацию установки и в виде инсталляционных пакетов программ на электронном носителе.

Поверка

осуществляется в соответствии с документом МП 25923-10 «Установки паспортизации радиоактивных отходов СКГ-02, СКГ-02-02. Методика поверки», согласованным ГЦИ СИ ФГУ «Менделеевский ЦСМ» в октябре 2010 года.

Основное поверочное оборудование:

- источники радионуклидные фотонного излучения метрологического назначения закрытые ИМН-Г-1 (рег. № 44591-10) или источники фотонного излучения радионуклидные закрытые спектрометрические эталонные ОСГИ-3 (рег. № 46383-11) или ОСГИ-Р (рег. № 40714-09): активность в диапазоне от 5 до 100 кБк, энергетический диапазон от 50 кэВ до 3,0 МэВ, погрешностью аттестации (в качестве рабочего эталона 2 разряда) по активности не

более 6 % (рекомендуется использовать источники с радионуклидами ^{22}Na , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{228}Th и ^{241}Am). Источники должны быть аттестованы (поверены);

- бочка 200 дм³ (типа БСП-200, БЗП-200), наполненная дистиллированной водой;
- рабочий эталон удельной активности типа ИМН-Г-3Н в геометрии измерения – бочка 200 дм³ (типа БСП-200, БЗП-200), наполненная хлористым калием (КСl);
- установка поверочная дозиметрическая гамма-излучения УПГД-2-М-Д (рег. № 32425-2006): диапазон воспроизведения МАЭД от $5 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^2$ Зв/ч, диапазон воспроизведения МАД от $1,3 \cdot 10^{-3}$ А/кг, доверительные границы относительной погрешности: МАЭД и МАД $\pm 5\%$ и $\pm 3\%$ соответственно.

Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения о методиках/методах измерений изложены в разделе 3 «Использование установок» руководств по эксплуатации ДЦКИ. 412131.015РЭ и ДЦКИ. 412131.015-02РЭ.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к установкам паспортизации радиоактивных отходов СКГ-02, СКГ-02-02

- 1 ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.
- 2 ГОСТ 27451-87 Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия.
- 3 ГОСТ 26874-86 Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров.
- 4 ГОСТ 8.033-96 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников.
- 5 СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».
- 6 СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ - 99/2010)».
- 7 СП 2.6.6.1168-02 «Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002)».

Изготовитель

Закрытое акционерное общество «Научно-производственный центр «АСПЕКТ» им. Ю.К. Недачина (ЗАО «НПЦ «АСПЕКТ»). ИНН 5010002623
Юридический (почтовый) адрес: 141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Векслера, д. 6, тел. (49621) 6-51-08, факс (49621) 6-52-72

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Московской области» (ФБУ «ЦСМ Московской области»).

Юридический и почтовый адрес: 141570, пгт Менделеево, Солнечногорский р-н, Московская обл.

Аттестат аккредитации № 30083-2014, действителен до 07 февраля 2019 г.

тел. (495) 994-22-10, факс (495) 994-22-11,

<http://www.mencsm.ru>, E-mail: info@mencsm.ru

Заместитель

Руководителя Федерального агентства
по техническому регулированию и метрологии

С.С. Голубев