

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Спектрометры излучения человека СЕГ-10П

Назначение средства измерений

Спектрометры излучения человека СЕГ-10П (далее – спектрометры) предназначены для измерения энергетического распределения гамма-излучения, идентификации гамма-излучающих радионуклидов, а также для измерения активности гамма-излучающих радионуклидов, инкорпорированных во всем теле, легких и щитовидной железе человека.

Описание средства измерений

Принцип действия спектрометров основан на регистрации гамма - квантов, испускаемых радионуклидами, содержащимися в теле человека детектором соответствующего типа, который выдает электрический импульс, амплитуда которого пропорциональна энергии зарегистрированного гамма – кванта.

Спектрометры выпускается в четырех модификациях:

- СЕГ-10П-01 – для измерения активности гамма излучающих радионуклидов инкорпорированных во всем теле и легких (два блока детектирования БДЕГ-80) (рис. 1);
- СЕГ-10П-02 – для измерения активности гамма излучающих радионуклидов инкорпорированных во всем теле, легких и щитовидной железе человека (два блока детектирования БДЕГ-80 и один блок детектирования БДЕГ-25) (рис. 2);
- СЕГ-10П-03 – для измерения активности гамма излучающих радионуклидов инкорпорированных во всем теле и легких (один блок детектирования БДЕГ-150) (рис. 3);
- СЕГ-10П-04 – для измерения активности гамма излучающих радионуклидов инкорпорированных во всем теле, легких и щитовидной железе человека (один блок детектирования БДЕГ-150 и один блок детектирования БДЕГ-25) (рис. 4).

Спектрометры представляют собой лабораторные, выполненные в блочном исполнении приборы, состоящие из:

- аналого-цифрового преобразователя (анализатора) типа MD-198;
- устройства детектирования УДЕГ-01П-80 (два блока детектирования БДЕГ-80, установленные в коллиматор, модификации СЕГ-10П-01 и СЕГ-10П-02) или УДЕГ-01П-150 (один блок детектирования БДЕГ-150 установленный в коллиматор, модификации СЕГ-10П-03 и СЕГ-10П-04);
- сетевого адаптера анализатора;
- блока детектирования БДЕГ-25 (модификации СЕГ-10П-02 и СЕГ-10П-04);
- стойки;
- стенда и кресла;
- экрана теневой защиты;
- персонального компьютера с программным обеспечением "ASW" или "АРМ СИЧ".

Для измерения гамма - спектров служат сцинтилляционные блоки детектирования БДЕГ-25, БДЕГ-80 или БДЕГ-150 на основе монокристалла NaI(Tl) размерами Ø25x25мм, Ø80x80мм или Ø150x100 соответственно, сочлененного с фотоумножителем (ФЭУ).

Анализатор импульсов MD-198 (или MD-208) состоит из согласующего усилителя, аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и цифро-аналогового преобразователя (ЦАП). АЦП предназначен для измерения амплитуд импульсных сигналов от детектора излучения,

регистрации полученного цифрового кода в буферной памяти и передачи в компьютер информации через интерфейс USB или порт беспроводной связи.

Спектрометры относятся к стационарным средствам измерения.

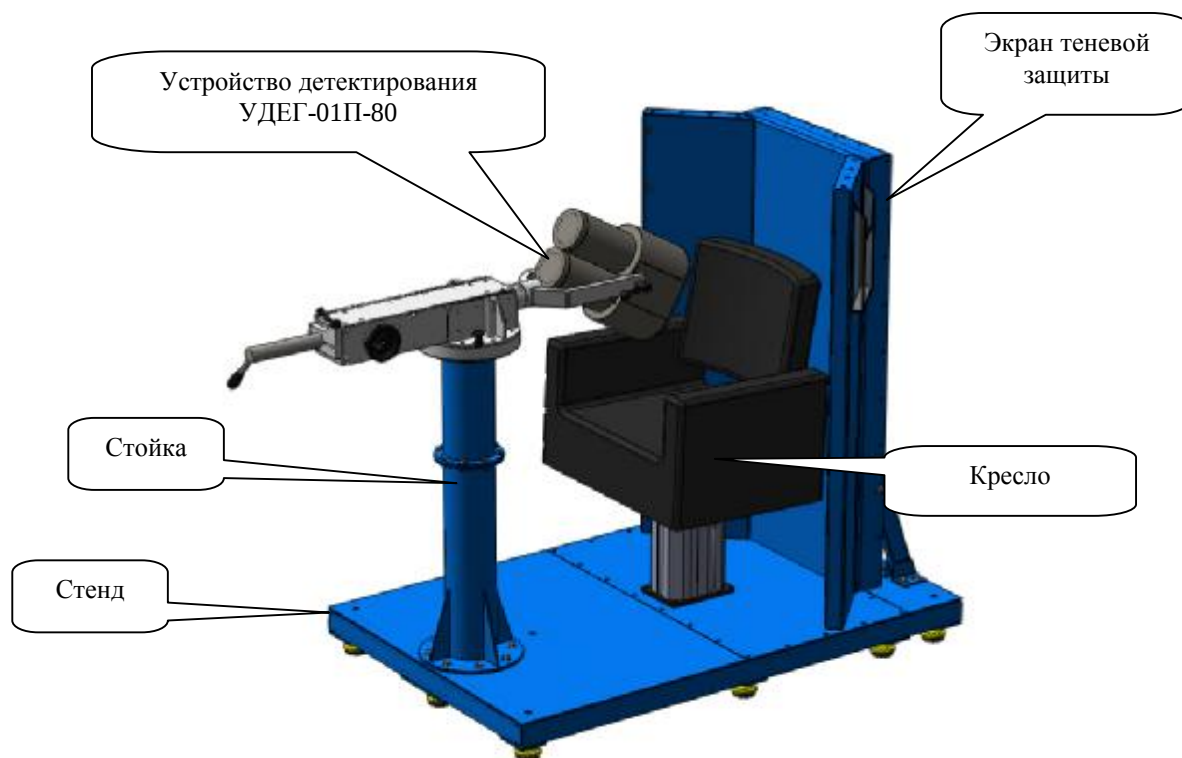


Рисунок 1 Спектрометр в сборе. Модификация СЕГ-10П-01

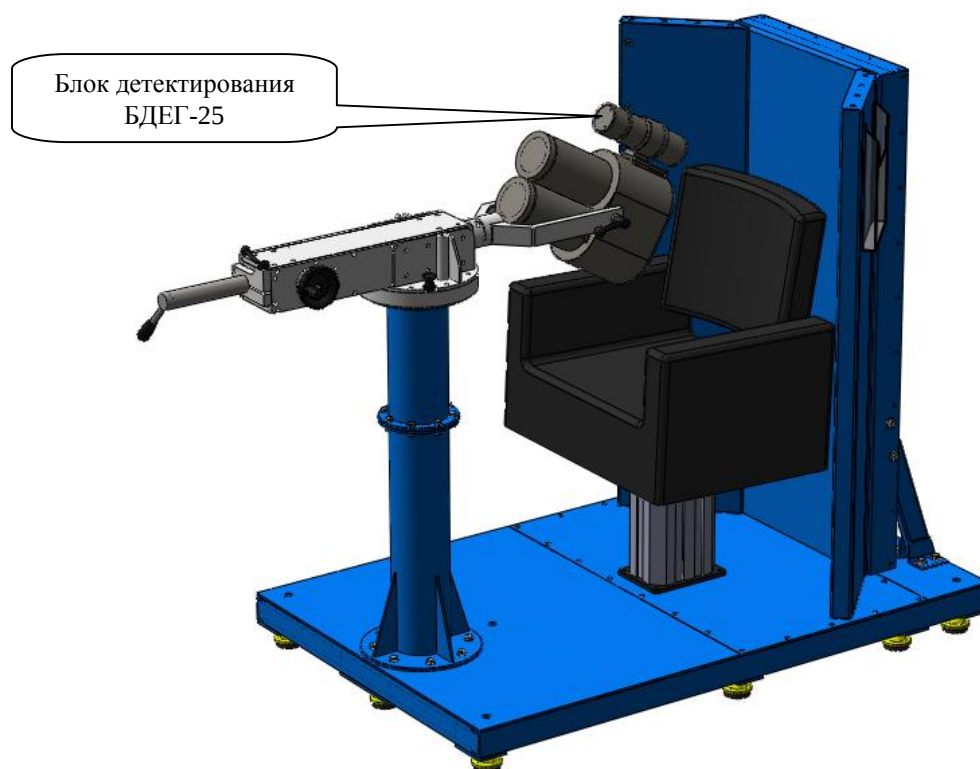


Рисунок 2 Спектрометр в сборе. Модификация СЕГ-10П-02

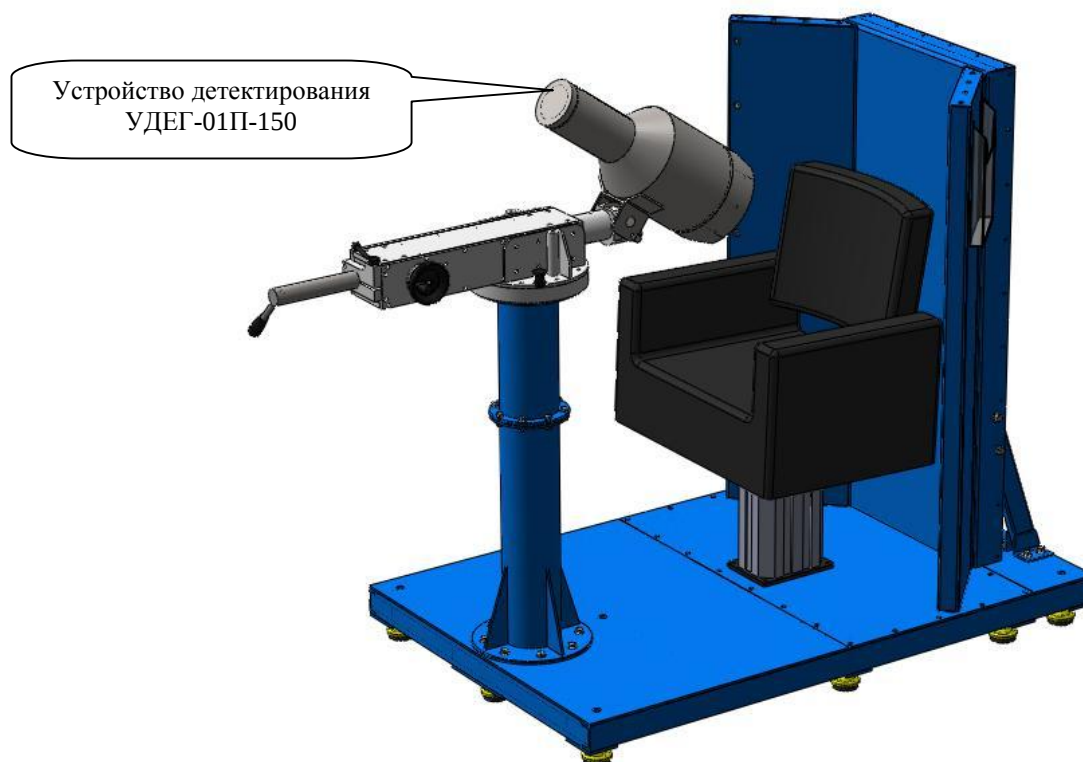


Рисунок 3 Спектрометр в сборе. Модификация СЕГ-10П-03

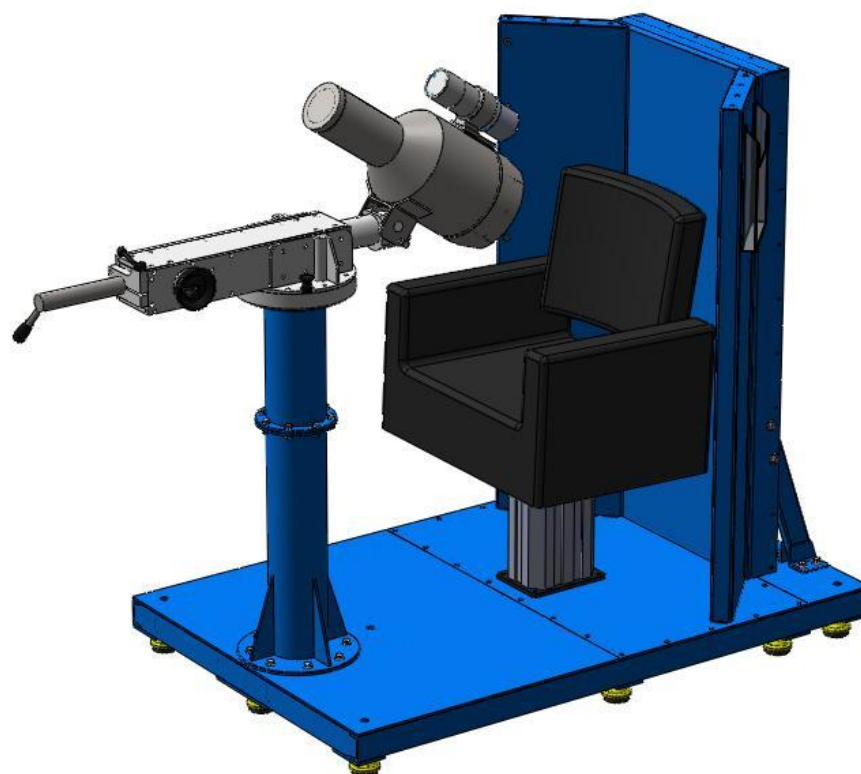


Рисунок 4 Спектрометр в сборе. Модификация СЕГ-10П-04



Рисунок 5 Анализатор MD-198



Рисунок 6 Блоки детектирования гамма - излучения (БДЕГ-25, БДЕГ-80, БДЕГ-150)

Программное обеспечение

Спектрометры управляются с помощью программного обеспечения **"ASW"** (643.ШФРК.503000-01) или **"Рабочее место инженера СИЧ"** (далее **"АРМ СИЧ"**) (643.ПБАВ.505200-02), которое обеспечивает контроль аппаратуры через протоколы связи, а также отображение энергетического распределения (спектров), расчет и отображение активности, сохранение и протоколирование результатов.

В программном обеспечении **"ASW"** имеется один метрологически значимый модуль **asw.exe**. Модуль может быть проконтролирован на целостность средством подсчета контрольной суммы по методу CRC32. Идентификационные параметры модуля содержатся в таблице 1.

Таблица 1

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО	Контрольная сумма исполняемого кода	Алгоритм вычисления цифрового кода
"ASW"	asw.exe	12.11.2 до версии 12.99.9	4B00D7AC	CRC32

Примечание. Контрольная сумма файла относится к текущей (12.11.2) версии ПО.

Уровень защиты ПО **"ASW"** от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует классу С в соответствии с МИ 3286-2010.

В программном обеспечении "**АРМ СИЧ**" имеется один метрологически значимый модуль *PromengWBCcalc.ocx*. Модуль может быть проконтролирован на целостность средством подсчета контрольной суммы по методу CRC32. Идентификационные параметры модуля содержатся в таблице 2.

Таблица 2

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО	Контрольная сумма исполняемого кода	Алгоритм вычисления цифрового кода
" АРМ СИЧ "	<i>PromengWBCcalc.ocx</i>	01.01.02 до версии 01.01.99	609A4FAD	CRC32

Примечание. Контрольная сумма файла относится к текущей (01.01.02) версии ПО.

Уровень защиты ПО "**АРМ СИЧ**" от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует классу С в соответствии с МИ 3286-2010.

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики спектрометров приведены в таблице 3 и 4.

Таблица 3

Наименование	Значение
Диапазон энергий регистрируемого гамма - излучения, кэВ	от 50 до 3000
Относительное энергетическое разрешение для энергии 661,7 кэВ при измерении с радионуклидным источником ¹³⁷ Cs типа ОСГИ, %, не более: - блока детектирования БДЕГ-25 - блока детектирования БДЕГ-80 - блока детектирования БДЕГ-150	9 9,5 12
Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования спектрометров с блоками детектирования БДЕГ-25, БДЕГ-80 и БДЕГ-150 (интегральной нелинейности) в диапазоне энергий гамма-излучения от 50 до 3000 кэВ, %	± 1
Эффективность регистрации в пике полного поглощения гамма-излучения радионуклида ¹³⁷ Cs с энергией 661,7 кэВ на расстоянии 50 мм от верхней поверхности детектора, %, не менее: - блока детектирования БДЕГ-25 - блока детектирования БДЕГ-80 - блока детектирования БДЕГ-150	0,1 2 7,5
Максимальная входная статистическая нагрузка СПР, имп/с, не менее	5·10 ⁴
Нестабильность показаний спектрометров (энергетической характеристики преобразования) для блоков детектирования БДЕГ-150, БДЕГ-80 и БДЕГ-25 за 24 часа непрерывной работы, %, не более:	±1

Продолжение таблицы 3

Наименование	Значение
Чувствительность регистрации спектрометров для каждого блока детектирования БДЕГ-80 к гамма излучению радионуклида ^{137}Cs в энергетическом интервале от 620 до 700 кэВ при измерении в фантоме в геометрии всего тела, имп/(с·Бк), не менее, : 1) с фантомом взрослого (масса 70 кг, рост 170см) 2) с фантомом подростка 10 лет (масса 27 кг, рост 135 см) 3) с фантомом ребенка 2 года (масса 12 кг, рост 90 см) Чувствительность регистрации спектрометров для блока детектирования БДЕГ-150 к гамма излучению радионуклида ^{137}Cs в энергетическом интервале от 620 до 700 кэВ при измерении в фантоме в геометрии всего тела, имп/(с·Бк), не менее: 1) с фантомом взрослого (масса 70 кг, рост 170см) 2) с фантомом подростка 10 лет (масса 27 кг, рост 135 см) 3) с фантомом ребенка 2 года (масса 12 кг, рост 90 см)	$2,5 \cdot 10^{-4}$ $4,0 \cdot 10^{-4}$ $4,5 \cdot 10^{-4}$ $5,5 \cdot 10^{-4}$ $8,5 \cdot 10^{-4}$ $1,0 \cdot 10^{-3}$
Чувствительность регистрации спектрометров для каждого блока детектирования БДЕГ-80 к гамма излучению радионуклида ^{60}Co в энергетическом интервале от 1100 до 1410 кэВ при измерении в фантоме легких взрослого человека, имп/(с·Бк), не менее Чувствительность регистрации спектрометров для блока детектирования БДЕГ-150 к гамма излучению радионуклида ^{60}Co в энергетическом интервале от 1100 до 1410 кэВ при измерении в фантоме легких взрослого человека, имп/(с·Бк), не менее	$3 \cdot 10^{-3}$ $8 \cdot 10^{-3}$
Чувствительность регистрации спектрометров для блока детектирования БДЕГ-25 к гамма излучению радионуклида ^{131}I в энергетическом интервале от 330 до 400 кэВ при измерении в фантоме щитовидной железы, имп/(с·Бк), не менее	$1 \cdot 10^{-3}$
Диапазон измерения активности инкорпорированных радионуклидов для устройства детектирования УДЕГ-01П-80 и УДЕГ-01П-150, Бк: - ^{137}Cs в теле - ^{60}Co в легких Диапазон измерения активности инкорпорированного радионуклида ^{131}I в щитовидной железе с блоком детектирования БДЕГ-25, Бк Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения активностей, %	от 330 до $15,0 \cdot 10^6$ от 50 до $9,0 \cdot 10^6$ от 40 до $45 \cdot 10^6$ ± 50
Минимально детектируемая активность инкорпорированных радионуклидов для устройства детектирования УДЕГ-01П-80 и УДЕГ-01П-150, за время измерения 1 час, Бк: - ^{137}Cs в теле - ^{60}Co в легких	200 25
Минимально детектируемая активность инкорпорированного радионуклида ^{131}I в щитовидной железе с блоком детектирования БДЕГ-25, за время измерения 1 час, Бк	20

Продолжение таблицы 3

Наименование	Значение
Уровень собственного фона спектрометров для каждого блока детектирования БДЕГ-80 в геометрии измерения тела человека при внешнем гамма фоне с мощностью амбиентной дозы не более 0,2 мкЗв/ч в энергетических интервалах, имп/с, не более: от 620 до 700 кэВ от 150 до 2500 кэВ	5 80
Уровень собственного фона спектрометров для блока детектирования БДЕГ-150 в геометрии измерения тела человека при внешнем гамма фоне с мощностью амбиентной дозы не более 0,2 мкЗв/ч в энергетических интервалах, имп/с, не более: от 620 до 700 кэВ от 150 до 2500 кэВ	12 200
Время установления рабочего режима, мин, не более	30
Время непрерывной работы, ч, не менее	24
Спектрометры устойчивы к воздействию температуры в диапазоне от плюс 10° до плюс 35 °С	
Блоки детектирования спектрометров в транспортной таре прочны к воздействию механических ударов с ударным ускорением 20 м/с ² , длительностью действия ударного импульса 15 мс и частотой следования 10 ударов в минуту.	
Блоки детектирования спектрометров в транспортной таре прочны к воздействию температуры в диапазоне от минус 10°С до плюс 50°С (а также ее быстрому изменению) и относительной влажности окружающего воздуха 98% при температуре плюс 35°С	
Спектрометры устойчивы к воздействию постоянного магнитного поля напряженностью до 40 А/м	
Спектрометры устойчивы к изменению напряжения питания в пределах рабочих условий применения	
Рабочие условия эксплуатации - температура окружающего воздуха, °С - относительной влажности воздуха, % - атмосферного давления в диапазоне, кПа - напряженность постоянных и переменных сетевых частот магнитных полей, А/м	от 10 до 35 до 80 от 84 до 106,7 до 40
Питание спектрометров производится от сети переменного тока с напряжением, В с частотой, Гц Потребляемая мощность, В·А	220 (+10 % ; - 15 %) 50 ±5 % 200

Таблица 4. Габаритные размеры и массы спектрометров и его основных частей

№ п./п.	Наименование	Диаметр, мм	Высота, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Масса, кг
1	Устройство детектирования УДЕГ-10П-80 УДЕГ-10П-150	235	175 235	390	400 570	80 85
2	Блок детектирования БДЕГ-25	105	285	-	-	10
3	Аналого-цифровой преобразователь MD-198	-	55	155	200	0,46
4	Сетевой адаптер АЦП	-	35	65	130	0.4
5	Стенд	-	970	1415	2000	850
6	Спектрометр в сборе без ПК с УДЕГ-10П-80 (УДЕГ-10П-150)	-	1420 (1500)	970	2025	975

Средняя наработка на отказ 10000 ч.

Среднее время восстановления 12 ч.

Средний срок службы до первого капитального ремонта 6 лет.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на наружной поверхности спектрометров в виде наклейки и на титульном листе Руководства по эксплуатации методом компьютерной графики.

Комплектность средства измерений

Комплект поставки спектрометров представлен в таблице 5.

Таблица 5

Наименование	Кол-во	Обозначение	Примечание
1 Устройство детектирования 1.1 УДЕГ-01П-80 включающее: - Блок детектирования БДЕГ-80; - Коллиматор; или 1.2 УДЕГ-01П-150 включающее: - Блок детектирования БДЕГ-150; - Коллиматор.	2 1 1 1	ШФРК.418271.002 ШФРК.203313.001 ШФРК.418271.004 ШФРК.203313.002	1
2 Блок детектирования БДЕГ-25	1	ШФРК.418271.003	2
3 Аналого-цифровой преобразователь MD-198 (анализатор)	1(2)	ШФРК.411619.001	3
4 Сетевой адаптер АЦП	1(2)	-	3, 4
5 Персональный компьютер	1	-	5
6 Стенд спектрометра	1	ШФРК.301231.001	-
7 Стойка	1	ШФРК.301421.001	-
8 Кресло	1	-	-
9 Диск с программным обеспечением	1	-	7

Продолжение таблицы 5

Наименование	Кол-во	Обозначение	Примечание
10 Контрольный радионуклидный источник активностью менее МЗА $^{137}\text{Cs} + ^{60}\text{Co}$	1	-	6
11 Руководство по эксплуатации «Спектрометр излучения человека СЕГ-10П»	1	ПБАВ.412131.001РЭ	Содержит раздел 4 «Поверка»
12 Паспорт СЕГ-10П	1	ПБАВ.412131.001ПС	-
13 Транспортная тара	1	-	-

Примечания:

1 Устройство детектирования УДЕГ-01П-80 (два блока детектирования БДЕГ-80 для модификаций СЕГ-10П-01 и СЕГ-10П-02, установленные в коллиматор) или УДЕГ-01П-150 (один блок детектирования БДЕГ-150 для модификаций СЕГ-10П-03 и СЕГ-10П-04, установленный в коллиматор).

2 Блок детектирования БДЕГ-25 для модификаций СЕГ-10П-02 и СЕГ-10П-04.

3 Два анализатора и сетевых адаптера только для модификации СЕГ-10П-02.

4 Тип сетевого адаптера Р40А-3Р2J или аналог. Выходное напряжение 12-17В. Максимальный ток 5А.

5 Модель персонального компьютера согласовывается с Заказчиком при заказе спектрометра.

6 Контрольные источники выполнены в соответствии с ТУ 7018-001-23102128-09. В соответствии с приложением П-4 НРБ-99/2009 активность радионуклидных источников менее минимально значимой активности не требует регламентации.

7 Поставляется на диске или ином носителе.

Поверка

осуществляется по методике поверки, приведенной в разделе 4 документа ПБАВ.412131.001РЭ «Спектрометры излучения человека СЕГ-10П. Руководство по эксплуатации», утвержденной ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в феврале 2013 г.

При поверке применяются:

- источники фотонного излучения радионуклидные спектрометрические закрытые эталонные ОСГИ-3, № г/р 46383-11, активностью от 10^4 до 10^5 Бк с погрешностью не более $\pm 6\%$;

Сведения о методиках (методах) измерений

«Спектрометры излучения человека СЕГ-10П. Руководство по эксплуатации» ПБАВ.412131.001РЭ

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к спектрометрам - излучения человека СЕГ-10П

1 ГОСТ 4.59-79 «СПКП. Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей.»

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 «Спектрометры излучения человека СЕГ-10П. Технические условия» ПБАВ.412131.001ТУ.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- при выполнении работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда;
- при осуществлении деятельности по обеспечению безопасности при чрезвычайных ситуациях;

Изготовитель

ЗАО «КБ «Проминжиниринг»

Юридический адрес: 143300 Московская обл., г. Наро-Фоминск, ул. Калинина д.8/1

Фактический адрес: 123458, г. Москва, ул. Твардовского, д.8

Тел: +7(495)7817272

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

190005, Санкт-Петербург, Московский пр., 19

Тел. (812) 251-76-01, факс (812) 713-01-14

Аттестат аккредитации 30001-10

Заместитель Руководителя
Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«_____» _____ 2013 г.