



СОГЛАСОВАНО

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

Н.И. Ханов

2009 г.

Спектрометр СЕГ-09ТМ	Внесен в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № <u>39853-08</u> Взамен № _____
-----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Изготовлен по технической документации ФГУП Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины (ФГУП НИИПММ) в соответствии с техническими требованиями ПИГУ.412131.002ТТ, заводской № 01

Назначение и область применения

Спектрометр СЕГ-09ТМ заводской № 01 (далее – спектрометр) предназначен для измерения активности инкорпорированных гамма-излучающих радионуклидов во всем теле, в легких и в щитовидной железе человека.

Спектрометр применяется для контроля внутреннего облучения персонала предприятий и учреждений, производящих, использующих и утилизирующих радиоактивные вещества, а также для контроля облучения населения в случае радиационной аварии.

Спектрометр относится к стационарным средствам измерений и подлежит эксплуатации в лабораторных помещениях при нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность $(60^{+20}_{-30}) \%$;
- атмосферное давление $(101,3^{+5,4}_{-15,3})$ кПа;
- напряжение питающей сети переменного тока $(220 \pm 4,4)$ В;
- частота питающей сети переменного тока $(50 \pm 0,5)$ Гц.

Описание

Принцип действия спектрометра основан на использовании метода сцинтилляционной спектрометрии с применением сцинтилляционного детектора NaI(Tl).

Спектрометр состоит из устройства детектирования УДЕГ - 09Т, компьютера, обеспечивающего работу спектрометра, и комплекта принадлежностей для градуировки спектрометра и проверки его работоспособности.

Устройство детектирования УДЕГ - 09Т состоит из двух блоков детектирования БДЕГ -04Т на основе монокристаллов NaI(Tl) диаметром 80 и длиной 80 мм, коллиматора, штатива для перемещения коллиматора, кресла и платформы. Блоки детектирования размещены в коллиматоре, изготовленном из свинцового литья, и имеют встроенные источники высоковольтного питания. Коллиматор на торцевой поверхности имеет фиксирующее устройство (держатель) для установки источников из набора ОСГИ-3. Кресло имеет жесткую стальную каркасную конструкцию, в которую вставляются

экраны теневой защиты, выполненные из свинца. Поверхности кресла облицованы искусственной кожей.

Программное обеспечение СЕГ-9ТМ «ДОКА-SEG09ТМ», установленное на компьютере, позволяет проводить работу спектрометра в четырех режимах: «Cs-137 Все тело»; «Со-60 Легкие»; «I-131 Щит. железа» и «Спектрометрия». В режиме «Cs-137 Все тело» спектрометр измеряет активность радионуклида ^{137}Cs , содержащегося в теле ребенка, подростка и взрослого человека различного телосложения. В режимах «Со-60 Легкие» и «I-131 Щит. железа» спектрометр измеряет, соответственно, активности радионуклидов ^{60}Co и ^{131}I , содержащиеся в легких и щитовидной железе взрослого человека. Режим «Спектрометрия» используется для поверки, градуировки, подстройки энергетической шкалы и проверки работоспособности спектрометра. В компьютере организована база данных для хранения результатов обследования пациентов.

Основные технические характеристики

Спектрометр регистрирует гамма-излучение в диапазоне энергий от 50 до 3000 кэВ. Предел допускаемой основной погрешности характеристики преобразования спектрометра (интегральная нелинейность) не более 1 %.

Относительное энергетическое разрешение спектрометра для энергии 661,7 кэВ при измерении с источником гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3 не более 10 %.

Максимальная входная статистическая нагрузка спектрометра не менее $1 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ (при изменении статистической нагрузки от $1 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ до $1 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ относительное смещение центроида пика полного поглощения гамма-излучения энергии 1836 кэВ радионуклида ^{88}Y не более 2 %, а изменение скорости счета в пике полного поглощения не должно превышать 10 %).

Чувствительность регистрации гамма-излучения в области пика полного поглощения гамма-излучения энергии 661,7 кэВ в энергетическом интервале от 600 до 720 кэВ при измерении стандартных образцов активности инкорпорированного радионуклида ^{137}Cs (унифицированного фантома типа УФ-02Т – далее фантома тела человека) находится в пределах, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

Индекс фантома, параметры	Чувствительность регистрации гамма-излучения в энергетическом интервале от 600 до 720 кэВ, $\text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$
Φ_1 (фантом ребенка массой 12 кг и ростом 82,5 см)	$(9,0 \pm 0,9) \cdot 10^{-4}$
Φ_2 (фантом ребенка массой 24 кг и ростом 121 см)	$(8,0 \pm 0,8) \cdot 10^{-4}$
Φ_3 (фантом подростка массой 50 кг и ростом 160 см)	$(6,0 \pm 0,6) \cdot 10^{-4}$
Φ_4 (фантом взрослого массой 70 кг и ростом 170 см)	$(5,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-4}$
Φ_5 (фантом взрослого массой 90 кг и ростом 170 см)	$(5,2 \pm 0,5) \cdot 10^{-4}$
Φ_6 (фантом взрослого массой 110 кг и ростом 170 см)	$(5,0 \pm 0,5) \cdot 10^{-4}$

Примечание – Унифицированный фантом Φ_4 является фантомом стандартного человека по антропометрическим параметрам.

Чувствительность регистрации в области пиков полного поглощения гамма-излучения энергий 1173,2 и 1332,5 кэВ в энергетическом интервале от 1090 до 1400 кэВ при измерении фантома торса с моделями легких, содержащими радионуклид ^{60}Co , находится в пределах $(7,0 \pm 0,7) \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$.

Чувствительность регистрации в области пика полного поглощения гамма-излучения энергии 364,5 кэВ радионуклида ^{131}I в энергетическом интервале от 330 до 400 кэВ при измерении фантома шеи стандартного человека с моделью щитовидной железы, содержащей радионуклид ^{133}Ba (имитатор ^{131}I), находится в пределах $(1,4 \pm 0,2) \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$.

Допускаемая основная относительная погрешность измерения активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{133}Ba в соответствующих фантомах находится в пределах $\pm 15 \%$.

Уровень собственного фона спектрометра в геометрии измерения тела человека при внешнем гамма-фоне мощностью дозы не более 0,20 мкЗв/ч не превышает 10 с^{-1} в энергетическом интервале от 600 до 720 кэВ и 120 с^{-1} в энергетическом интервале от 50 до 3000 кэВ.

Диапазоны измерения активности инкорпорированных гамма-излучающих радионуклидов при времени измерения 600 с и мощности дозы внешнего гамма-фона не более 0,20 мкЗв/ч составляют:

- а) во всем теле человека для радионуклида ^{137}Cs от $1,0 \cdot 10^3$ до $3,0 \cdot 10^6$ Бк;
- б) в легких для радионуклида ^{60}Co от 80 до $2,5 \cdot 10^5$ Бк;
- в) в щитовидной железе для радионуклида ^{131}I от 40 до $2,5 \cdot 10^5$ Бк.

Чувствительность регистрации в области пика полного поглощения гамма-излучения энергии 661,7 кэВ в энергетическом интервале от 600 до 720 кэВ при измерении источника радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3 в держателе, расположенном на торцевой поверхности коллиматора, находится в пределах $(3,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$.

Чувствительность регистрации в области пиков полного поглощения гамма-излучения энергий 1173,2 и 1332,5 кэВ в энергетическом интервале от 1090 до 1400 кэВ при измерении источника радионуклида ^{60}Co типа ОСГИ-3 в держателе, расположенном на торцевой поверхности коллиматора, находится в пределах $(4,0 \pm 0,4) \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$.

Чувствительность регистрации в энергетическом интервале от 330 до 400 кэВ при измерении источника радионуклида ^{133}Ba типа ОСГИ-3 в держателе, расположенном на торцевой поверхности коллиматора, находится в пределах $(2,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$.

Время установления рабочего режима не более 30 мин.

Время непрерывной работы спектрометра не менее 8 часов.

Нестабильность скорости счета импульсов в трех энергетических интервалах от 330 до 400 кэВ, от 600 до 720 кэВ и от 1090 до 1400 кэВ в течение 8 ч непрерывной работы не более 5 %.

Мощность, потребляемая спектрометром от сети переменного тока при напряжении 220 В, не более 400 В·А.

Габаритные размеры устройства детектирования УДЕГ-09Т не более: длина 1800, ширина 800 и высота 1300 мм.

Масса спектрометра не более 770 кг.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации спектрометра ПИГУ.412131.002РЭ.

Комплектность

В комплект поставки спектрометра входят:

- устройство детектирования спектрометра УДЕГ - 09Т - 1 шт.;
- компьютер на базе процессора Pentium – II - 1шт.;
- контрольный источник гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3 - 1 шт.;

- фоновый фантом тела человека УРНГ-01Т (варианты сборки Φ_1 , Φ_2 и Φ_4 по индексу унифицированного фантома всего тела человека типа УФ-02Т) - 1 шт.;
- ОМАСН радионуклида ^{137}Cs (комплект стержневых источников радионуклида ^{137}Cs для фантома УРНГ-01Т) – 1 шт.;
- фоновый фантом торса стандартного человека -1шт.;
- ОМАСН радионуклида ^{60}Co (радионуклидные модели левого и правого легких) -2 шт.;
- фоновый фантом шеи стандартного человека - 1 шт.;
- ОМАСН радионуклида ^{133}Ba (модель щитовидной железы с радионуклидом ^{133}Ba – имитатором ^{131}I) - 1 шт.;
- паспорт ПИГУ.412131.002ПС - 1 экз.;
- руководство по эксплуатации ПИГУ.412131.002РЭ - 1 экз.;
- методика поверки ПИГУ.412131.002МП - 1 экз.;
- руководство оператора программы «DOKA-SEG09TM» ПИГУ.412131.002Д1- 1экз.

Поверка

Первичная и периодическая поверки спектрометра СЕГ-09ТМ осуществляются в соответствии с документом ПИГУ.412131.002МП «Спектрометр СЕГ-09ТМ. Методика поверки», согласованным ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в декабре 2008 г.

При первичной поверке применяются:

- стандартный образец активности инкорпорированных радионуклидов (унифицированный фантом, комплект УФ-02Т) ГСО 6216/6245-91 со стержневыми источниками ^{137}Cs с суммарной активностью порядка 20 кБк с относительной погрешностью не более $\pm 5\%$;
- источники фотонного излучения радионуклидные спектрометрические закрытые эталонные ОСГИ-3 из радионуклидов ^{57}Co , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{113}Sn , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{228}Th , ^{241}Am - рабочие эталоны 2 разряда по ГОСТ 8.033-96 активностью от 10^4 до 10^5 Бк с погрешностью не более $\pm 4\%$.

При периодической поверке применяются:

- источники фотонного излучения радионуклидные спектрометрические закрытые эталонные ОСГИ-3 ТУ 7018-001-138050760-04 из радионуклидов ^{57}Co , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{113}Sn , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{228}Th , ^{241}Am - рабочие эталоны 2 разряда по ГОСТ 8.033-96 активностью от 10^4 до 10^5 Бк с погрешностью не более $\pm 4\%$.
- Межповерочный интервал – 2 года.

Нормативные и технические документы

ГОСТ 4.59 «Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей».

ГОСТ 27451-87 «Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия».

ГОСТ 26874-86 «Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров».

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

ПИГУ.412131.002ТТ Спектрометр СЕГ-09ТМ. Технические требования.

Заключение

Тип спектрометра СЕГ-09ТМ зав. № 01 утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства, в процессе эксплуатации и после ремонта согласно государственной поверочной схеме по ГОСТ 8.033-96.

Изготовитель: Федеральное государственное унитарное предприятие научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины (ФГУП НИИПММ),
196143, Санкт-Петербург, пр. Ю.Гагарина, 65,
тел/факс (812) 726-75-83.

Директор ФГУП НИИПММ



В.В.Довгуша

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

И.А.Харитонов