



СОГЛАСОВАНО

ГЦИ СИ ФГУП  
«ВНИИМ» Д.И.Менделеева»

Н.И.Ханов

29 09 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 ± 5) °С;
- относительная влажность (60<sup>+20</sup><sub>-30</sub>) %;
- атмосферное давление (101,3<sup>+5,4</sup><sub>-15,3</sub>) кПа;
- напряжение питающей сети переменного тока (220 ± 4,4) В;
- частота питающей сети переменного тока (50 ± 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  $^{137}\text{Cs}$ , 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  $^{60}\text{Co}$  и  $^{131}\text{I}$ , 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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{88}\text{Y}$  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  $^{137}\text{Cs}$  (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, $\text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$
$\Phi_1$ (фантом ребенка массой 12 кг и ростом 82,5 см)	$(9,0 \pm 0,9) \cdot 10^{-4}$
$\Phi_2$ (фантом ребенка массой 24 кг и ростом 121 см)	$(8,0 \pm 0,8) \cdot 10^{-4}$
$\Phi_3$ (фантом подростка массой 50 кг и ростом 160 см)	$(6,0 \pm 0,6) \cdot 10^{-4}$
$\Phi_4$ (фантом взрослого массой 70 кг и ростом 170 см)	$(5,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-4}$
$\Phi_5$ (фантом взрослого массой 90 кг и ростом 170 см)	$(5,2 \pm 0,5) \cdot 10^{-4}$
$\Phi_6$ (фантом взрослого массой 110 кг и ростом 170 см)	$(5,0 \pm 0,5) \cdot 10^{-4}$

Примечание – Унифицированный фантом  $\Phi_4$  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  $^{60}\text{Co}$ , 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  $^{131}\text{I}$  в энергетическом интервале от 330 до 400 кэВ при измерении фантома шеи стандартного человека с моделью щитовидной железы, содержащей радионуклид  $^{133}\text{Ba}$  (имитатор  $^{131}\text{I}$ ), 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  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{133}\text{Ba}$  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  $10 \text{ с}^{-1}$  в энергетическом интервале от 600 до 720 кэВ и  $120 \text{ с}^{-1}$  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  $^{137}\text{Cs}$  от  $1,0 \cdot 10^3$  до  $3,0 \cdot 10^6$  Бк;
- б) в легких для радионуклида  $^{60}\text{Co}$  от 80 до  $2,5 \cdot 10^5$  Бк;
- в) в щитовидной железе для радионуклида  $^{131}\text{I}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{60}\text{Co}$  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  $^{133}\text{Ba}$  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  $^{137}\text{Cs}$  типа ОСГИ-3 - 1 шт.;

- фоновый фантом тела человека УРНГ-01Т (варианты сборки  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  и  $\Phi_4$  по индексу унифицированного фантома всего тела человека типа УФ-02Т) - 1 шт.;
- ОМАСН радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  (комплект стержневых источников радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  для фантома УРНГ-01Т) – 1 шт.;
- фоновый фантом торса стандартного человека -1шт.;
- ОМАСН радионуклида  $^{60}\text{Co}$  (радионуклидные модели левого и правого легких) -2 шт.;
- фоновый фантом шеи стандартного человека - 1 шт.;
- ОМАСН радионуклида  $^{133}\text{Ba}$  (модель щитовидной железы с радионуклидом  $^{133}\text{Ba}$  – имитатором  $^{131}\text{I}$ ) - 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  $^{137}\text{Cs}$  с суммарной активностью порядка 20 кБк с относительной погрешностью не более  $\pm 5\%$ ;
- источники фотонного излучения радионуклидные спектрометрические закрытые эталонные ОСГИ-3 из радионуклидов  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{88}\text{Y}$ ,  $^{113}\text{Sn}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{241}\text{Am}$  - 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  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{88}\text{Y}$ ,  $^{113}\text{Sn}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{241}\text{Am}$  - 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