

СОГЛАСОВАНО

Главный инженер
ФГУП «НИИП»

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
генерального директора-
заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 Д.И. Маркитан

“ 13 ” 02 2014 г.



 А.Н. Щипунов



02 2014 г.

Инструкция

ДЕТЕКТОРЫ КРЕМНИЕВЫЕ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ СКД1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
11.02.00.00 ИС МП



г.п. Менделеево

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Изм. № дубл.	Подпись и дата

1 Вводная часть

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на детекторы кремниевые дозиметрические СКД1 (далее – детекторы) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

Инв. № подл.	Подпись и дата		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата								
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11.02.00.00 ИС МП							
	Разраб.		Севастьянов	<i>Р.С.Сев</i>		Детекторы кремниевые дозиметрические СКД1. Методика поверки					Лит.	Лист	Листов
	Провер.											2	8
	Н. контр.										ФГУП «ВНИИФТРИ»		
	Утв.												

2 Операции поверки

2.1 Операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Но-мер опера- ции	Наименование операции	Номер пункта ме- тодики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периоди- ческой поверке
1	Внешний осмотр	7.1	+	+
2	Опробование	7.2	+	+
3	Определение дозовой чувствительности детектора к спектру излучения ускорителя РИУС-5 и суммарной относительной по- грешности её определения	7.3.1	+	+
		7.3.2	+	+

2.2 Норма времени при проведении операций при поверке четырех детекторов составляет одну смену (7 часов).

Инв. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11.02.00.00 ИС МП		
					Лист 3		

3 Средства поверки

3.1 Средства поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки.

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
	<i>Основные средства</i>
7.3.1	Детектор сцинтилляционный СД2 (пределы допускаемой суммарной относительной погрешности измерений чувствительности $\pm 10\%$)
7.3.1	Ускоритель электронов РИУС-5, граничная энергия 2,6 МэВ
7.3.1	Вольтметр переносной С50, класс точности 0,5 по ГОСТ 8711-93
7.3.1	Вольтметр переносной С502, класс точности 0,5 по ГОСТ 8711-93
7.3.1	Осциллограф цифровой DPO7104, 4 канала, граничная частота 1 ГГц
7.3.1	Вольтметр универсальный цифровой В7-34А, пределы допускаемой абсолютной погрешность измерений сопротивления нагрузки $\pm 0,1$ Ом
	<i>Вспомогательные средства</i>
7.3.1	Блоки питания высоковольтные типа БНВ2-95, напряжение до 1800 В
7.3.1	Прибор электроизмерительный многофункциональный Ц4353, класс точности 1,5
7.3.1	Разделительные емкости СБР21, СБР21 ТУ
7.3.1	Нагрузки СЭ116 (75 Ом), погрешность определения сопротивления $\pm 0,1$ Ом
7.3.1	Тройники СР-50-95Ф
7.3.1	Кабельные линии связи типа РК75-9-13, ГОСТ 11326.12-79
7.3.1	Соединительные кабели типа РК75-4-15, ГОСТ 11326.22-79
7.3.1	Плата крепления детекторов на ускорителе РИУС-5 (ПКЗ)

3.2 При проведении поверки возможны применения средств, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью в соответствии с поверочной схемой.

Инв № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	11.02.00.00 ИС МП	Лист				
						4				
						Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4 Требования безопасности

4.1 Работы по поверке детектора относятся к вредным условиям труда.

4.2 Все работы с детекторами должны проводиться в соответствии с инструкциями №66 и №70 ФГУП «НИИП».

4.3 К работе с детекторами допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие квалификационную группу не ниже 3 по работе с электроустановками напряжением до и свыше 1000 В.

4.4 Во избежание поражения электрическим током, корпуса всех приборов перед началом работы необходимо заземлить и строго выполнять «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. ПТЭ» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. ПТБ».

4.5 Все работы по перемещению детекторов на установках проводятся при выключенных блоках высокого напряжения.

4.6 При работе с источниками ионизирующих излучений необходимо выполнять требования радиационной безопасности, изложенные в «НРБ-99/2009. Нормы радиационной безопасности» и «ОСПОРБ-2010. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности».

5 Условия поверки

5.1 Поверку детекторов проводить в нормальных условиях по ГОСТ 27451, т.е. при температуре воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, относительной влажности воздуха от 30 до 80 %, атмосферном давлении от 86 до 106,7 кПа (от 645 до 800 мм рт. ст.). Для электропитания использовать сеть переменного тока с напряжением 220 В и частотой 50 Гц.

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки детекторов проверить, чтобы на все используемое поверочное оборудование имелись действующие свидетельства о поверке (знаки поверки) или аттестаты.

6.2 Поверитель должен изучить руководства по эксплуатации (РЭ) поверяемых детекторов и используемых средств поверки.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

Проверить комплектность детектора, отсутствие механических повреждений.

7.2 Опробование

Проверить правильность прямого и обратного сопротивлений в детекторе с помощью прибора Ц4353.

Результаты опробования считать положительными, если прямое сопротивление не более 10 кОм, а обратное не менее 100 кОм.

7.3 Определение (контроль) метрологических характеристик.

7.3.1. *Определение дозовой чувствительности детектора на ускорителе РИУС-.*

7.3.1.1 Установить детектор СКД1 и детектор СД2 в точках однородного поля излучения ускорителя РИУС-5 на расстоянии $Z_{\text{и}}$ около 0,6 м от мишени симметрично относительно оси, направив оси детекторов на мишень; место установки выбирать таким образом, чтобы амплитуды сигналов детекторов не превышали максимального линейного тока, при этом они должны превышать уровень помех более чем в 10 раз.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11.02.00.00 ИС МП				
					Лист				
					5				

Рисунок 7.1 – Схема соединений при измерениях чувствительности детектора СКД1

- рассчитать сдвиг нулевой линии не менее чем по 100 точкам, предшествующим началу импульса в каждом канале, рассчитать амплитуду $A_i = U_{mi}/R_{ni}$ каждого детектора за каждый импульс с учетом сдвига нулевой линии на осциллографе; U_{mi} – измеренная на осциллографе максимальная амплитуда напряжения, R_{ni} – сопротивление нагрузки в данном канале;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<p>равняться 75 Ом. Величина сопротивлений $R_{нi}$ предварительно измеряется с помощью вольтметра В7-34А.</p> <p>7.3.1.3 Установить развертку осциллографа 20 нс/дел; запуск осциллографа осуществлять передним фронтом сигнала детектора, уровень запуска установить равным (10-20)% ожидаемой амплитуды, но не менее чем в 5 раз превышающим уровень шумов, обычно составляющих 50 мВ.</p> <p>7.3.1.4 Выставить рабочее напряжение питания на детекторе СКД1 и детекторе СД2, напряжение контролировать по вольтметрам, соответственно, С502 и С50, подключаемым через тройники в разделительной емкости со стороны детекторов.</p> <p>7.3.1.5 Выключить напряжение, отключить вольтметры и вновь подать напряжение на детекторы. Включить осциллограф. При пусках ускорителя регистрировать на осциллографе импульсы напряжения от тока детекторов на нагрузочных сопротивлениях не менее чем в 5 пусках.</p> <p>7.3.1.6 Обработать результаты измерений на ускорителе РИУС-5 следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none">- рассчитать сдвиг нулевой линии не менее чем по 100 точкам, предшествующим началу импульса в каждом канале, рассчитать амплитуду $A_i=U_{mi}/R_{нi}$ каждого детектора за каждый импульс с учетом сдвига нулевой линии на осциллографе; U_{mi} – измеренная на осциллографе максимальная амплитуда напряжения, $R_{нi}$ – сопротивление нагрузки в данном канале;
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

11.02.00.00 ИС МП	Лист
	6

- рассчитать электрические заряды $q_i = \sum_{i=1}^{\max} U_{mi} \cdot t_b / R_{ni}$ для каждого детектора за каждый импульс с учетом сдвига нулевой линии на осциллографе путем суммирования напряжения каждой выборки осциллограммы за всю развертку, умножения суммы на время выборки осциллографа t_b и деления на R_{ni} ;

- рассчитать эффективные длительности импульса τ_i каждого детектора и сравнить их в каждом пуске, они должны соответствовать друг другу с учетом влияния импульсной характеристики:

$$\tau_i = q_i / A_i \quad (7.1)$$

- рассчитать относительную чувствительность $S_{отн}$, как среднее отношение зарядов калибруемого детектора к заряду детектора СД2, её стандартное отклонение $S(S_{отн})$ и относительную случайную погрешность $\varepsilon(S_{отн})$ по ГОСТ Р 8.736-2011 для $P=0,95$;

- определить дозовую чувствительность детектора S_d к спектру излучения ускорителя РИУС-5 по формуле:

$$S_d = S_{d\text{оп}} \cdot S_{отн}, \quad (7.2)$$

где $S_{d\text{оп}}$ – дозовая чувствительность детектора СД2 к спектру излучения ускорителя РИУС-5;

- определить суммарную систематическую погрешность θ по формуле:

$$\theta = 1,1 \cdot \sqrt{\theta^2(S_{дон}) + \theta^2(Z_u)}, \quad (7.3),$$

где $\theta(S_{дон})$ – суммарная погрешность определения чувствительности детектора СД2;

$\theta(Z_u)$ – геометрическая погрешность установки детекторов при измерениях, определяется как $2 \cdot (0,2/Z_u)$, где Z_u выражено в сантиметрах.

Примечания:

1) погрешностью, вызванной отличием коэффициентов преобразования в разных каналах осциллографа, а также погрешностью времени выборки, пренебречь, т.к. они существенно меньше основных составляющих;

2) погрешностью определения величины нагрузочных сопротивлений R_{ni} пренебречь, т.к. она существенно меньше основных составляющих;

- определить отношение систематической и случайной составляющих погрешности, если $\theta/S(S_{отн}) < 0,8$, то неисключенной систематической составляющей пренебречь и принять суммарную погрешность $\delta(S_d) = \varepsilon(S_{отн})$;

- если $\theta/S(S_{отн}) > 8$, то случайной составляющей пренебречь и принять суммарную погрешность $\delta(S_d) = \theta$;

- в промежуточных случаях определять суммарную погрешность $\delta(S_d)$ определения дозовой чувствительности детектора к спектру излучения РИУС-5 по формулам:

$$\delta(S_d) = K \cdot S_{\Sigma} \quad (7.4)$$

$$S_{\Sigma} = \sqrt{[\theta^2(S_{дон})/3 + \theta^2(Z_u)/3] + S^2(S_{отн})} \quad (7.5)$$

$$K = \frac{\varepsilon(S_{отн}) + \theta}{S(S_{отн}) + \sqrt{\theta^2(S_{дон})/3 + \theta^2(Z_u)/3}} \quad (7.6)$$

7.3.1.7 Представить полученный результат в виде: S_d , в А·с/П; $\delta(S_d)$ в процентах.

7.3.1.8 Результаты поверки считать положительными, если значения S_d не менее $4 \cdot 10^{-9}$ Кл/П, а значения $\delta(S_d)$ находятся в пределах $\pm 15 \%$.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11.02.00.00 ИС МП	Лист
						7

8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки на детектор выдается свидетельство установленной формы.

8.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

8.3 В случае отрицательных результатов поверки детектор к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение об его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Начальник лаборатории
нейтронных измерений
ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.Д. Севастьянов

Инв. № подл.	Подпись и дата				Инв. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11.02.00.00 ИС МП		
					Лист		
					8		