

СОГЛАСОВАНО

Главный конструктор –
директор НИИСБ
АО «ФЦНИВТ «СНПО «Элерон»



В.А. Паршенцев

« 14 » 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ

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



А.Н. Щипунов

« 14 » 2016 г.

ПОДСИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

ПРК-ЖД

Методика поверки

ЦКДИ.425722.060 МП

р.п. Менделеево

2016 г.

1 Общие положения

Поверку подсистем радиационного контроля ПРК-ЖД (далее – ПРК-ЖД) проводят юридические лица или индивидуальные предприниматели, аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений.

Первичная поверка производится при выпуске вновь произведенных ПРК-ЖД и после их ремонта.

Периодическая поверка производится при эксплуатации ПРК-ЖД.

Интервал между поверками составляет один год.

2. Операции и средства поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1. При проведении поверки должны применяться эталонные и вспомогательные средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 2.

Таблица 1 - Перечень операций по поверке

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность проведения операции		
		при выпуске из производства	после ремонта	при периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да	да
Опробование	8	да	да	да
Определение чувствительности к активности гамма- и нейтронно-излучающих нуклидов точечной геометрии в эффективном центре ПРК-ЖД	9	да	да	нет
Определение чувствительности к активности гамма- и нейтронно-излучающих нуклидов точечной геометрии в опорной точке каждого шкафа ПРК-ЖД	10	да	да	нет
Определение относительной погрешности измерений активности гамма- и нейтронно-излучающих нуклидов точечной геометрии в опорной точке каждого шкафа ПРК-ЖД	11	да	нет	да
Идентификация программного обеспечения (ПО) СИ	12	да	да	да

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта методики	Наименование средств поверки и вспомогательного оборудования	Основные метрологические характеристики
9, 10, 11	Источники радионуклидные гамма-излучения метрологического назначения закрытые ИМН-Г-1 на основе Cs-137, Ba-133, Co-60	Активность от 10^3 до 10^6 Бк, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения активности $\pm 6\%$
9, 10, 11	Источники нейтронного излучения эталонные	Активность от 10^3 до 10^6 нейтр./с, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения активности $\pm 10\%$
5	Термометр	Диапазон измерений: от от -50 до $+50^\circ\text{C}$. Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5^\circ\text{C}$
5	Барометр	Диапазон измерений: от 60 до 120 кПа. Пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 5 кПа
5	Измеритель влажности	Диапазон измерений: от 30 до 98 %. Предел допускаемой абсолютной погрешности $\pm 5\%$
5	Дозиметр-радиометр ДКС-96	<u>Блок детектирования БДКС-96:</u> Диапазон измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) от 0,1 мкЗв/ч до 1 Зв/ч. Предел допускаемой относительной погрешности $\pm(15+6/N)$, где N – численное значение МАЭД, мкЗв/ч. <u>Блок детектирования БДМН-96:</u> Диапазон измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) от 0,1 мкЗв/ч до 0,1 Зв/ч. Предел допускаемой относительной погрешности $\pm(25+6/N)$, где N – численное значение МАЭД, мкЗв/ч.
<p>Примечания Допускается применение других средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью. Используемые эталонные средства измерений должны иметь действующие поверительные клейма или свидетельства о поверке.</p>		

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению измерений и их обработке допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей.

Поверитель должен изучить данную методику поверки.

4 Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, связанные с использованием радиоактивных источников.

Работы должны проводиться в соответствии с требованиями документов:

- ОСПОРБ-99/2010;
- НРБ-99/2009;
- инструкций по технике безопасности, действующих в месте проведения поверки.

5 Условия поверки

Поверку проводить при рабочих условиях эксплуатации:

- | | |
|---|-------------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | от 0 до 30 |
| - относительная влажность воздуха, % | до 95 % при $t = 25$ °С |
| - атмосферное давление, кПа | от 84,0 до 106,7 |
| - мощность амбиентного эквивалента дозы фотонного излучения, мкЗв/ч | не более 0,25 |
| - мощность амбиентного эквивалента дозы нейтронного излучения, мкЗв/ч | не более 0,20 |

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- изучить настоящую методику и руководство по эксплуатации на ПРК-ЖД;
- подготовить ПРК-ЖД к работе согласно руководству по эксплуатации.

Проведение поверки

7 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие ПРК-ЖД следующим требованиям:

- соответствие комплектности поверяемой ПРК-ЖД требованиям формуляра;
- наличие отметки о первичной поверке или свидетельства о последней поверке;
- наличие четких маркировочных надписей;
- отсутствие загрязнений, механических повреждений, влияющих на работу ПРК-ЖД.

8 Опробование ПРК-ЖД

При опробовании должно быть проверено:

- наличие индикации включения ПРК-ЖД;
- работа ПРК-ЖД согласно руководству по эксплуатации.

9 Определение чувствительности к активности гамма- и нейтронно-излучающих нуклидов точечной геометрии в эффективном центре ПРК-ЖД.

9.1 Удалить посторонние источники гамма- и нейтронного излучения из области чувствительности ПРК-ЖД.

9.2 Провести в рабочем режиме измерения гамма-фона и записать 5 показаний счета гамма-канала за 30 с каждое ($N_{bgi}, i=1, 2, \dots, 5$).

9.3 Разместить источник типа ИМН-Г-1 одного из радионуклидов Cs-137, Ba-133, Co-60 в эффективном центре ПРК-ЖД.

9.4 Провести в рабочем режиме измерения с применением источников и записать 5 показаний счета гамма-канала за 30 с каждое ($N_{si}, i=1, 2, \dots, 5$).

9.5 Повторить действия по п. 9.4 с двумя другими источниками.

9.6 Вычислить чувствительность к каждому из гамма-излучающих нуклидов точечной геометрии в эффективном центре ПРК-ЖД $\eta, c^{-1} \cdot kBk^{-1}$, по формуле (1)

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^5 (N_{si} - N_{bgi})}{5 \cdot 30 \cdot A} \quad (1)$$

где A – значение активности соответствующего эталонного источника из свидетельства о поверке с учетом распада нуклида, kBк.

9.7 Провести в рабочем режиме измерения нейтронного фона и записать 10 показаний счета нейтронного канала за 30 с каждое ($N_{bgi}, i=1, 2, \dots, 10$).

9.8 Разместить источник нейтронного излучения на основе ^{252}Cf в эффективном центре ПРК-ЖД.

9.9 Провести в рабочем режиме измерения в присутствии источника ^{252}Cf и записать 10 показаний счета нейтронного канала за 30 с каждое ($N_{si}, i=1, 2, \dots, 10$).

9.10 Вычислить чувствительность к нейтронному источнику точечной геометрии в эффективном центре ПРК-ЖД $\eta, c^{-1} \cdot (\text{нейтр./с})^{-1}$, по формуле (2)

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^{10} (N_{si} - N_{bgi})}{10 \cdot 30 \cdot N} \quad (2)$$

где N – значение активности нейтронного источника из свидетельства о поверке с учетом распада нуклида, нейтр./с.

9.11 Результаты поверки считать положительными, если значения чувствительности к гамма- и нейтронно-излучающим нуклидам точечной геометрии в эффективном центре ПРК-ЖД не менее значений, указанных в таблице 3.

При первичной поверке ПРК-ЖД значения чувствительности к активности гамма- и нейтронно-излучающих нуклидов точечной геометрии в эффективном центре ПРК-ЖД фиксируют в формуляре для последующего метрологического обслуживания.

Таблица 3 – Чувствительность к гамма- и нейтронно-излучающим нуклидам точечной геометрии в эффективном центре ПРК-ЖД

$^{133}Ba, c^{-1} \cdot kBk^{-1}$	1,72
$^{60}Co, c^{-1} \cdot kBk^{-1}$	3,05
$^{137}Cs, c^{-1} \cdot kBk^{-1}$	1,62
$^{252}Cf, c^{-1} \cdot (\text{нейтр./с})^{-1}$	$5,84 \cdot 10^{-4}$

10 Определение чувствительности к активности гамма- и нейтронно-излучающих нуклидов точечной геометрии в опорной точке каждого шкафа ПРК-ЖД.

10.1 Удалить посторонние источники гамма- и нейтронного излучения из области чувствительности ПРК-ЖД.

10.2 Провести в тестовом режиме, подрежим 5, измерения гамма-фона и записать 5 показаний счета гамма-канала за 30 с каждое (N_{bgi} , $i=1, 2, \dots, 5$).

10.3 Разместить источник типа ИМН-Г-1 одного из радионуклидов Cs-137, Ba-133, Co-60 поочередно в опорной точке каждого шкафа ПРК-ЖД.

10.4 Провести в тестовом режиме, подрежим 5, для каждого шкафа измерения в присутствии ИИИ и записать 5 показаний счета гамма-канала за 30 с каждое (N_{si} , $i=1, 2, \dots, 5$).

10.5 Повторить действия по п. 10.4 с двумя другими источниками.

10.6 Вычислить чувствительность к каждому из гамма-излучающих нуклидов точечной геометрии поочередно в опорной точке каждого шкафа η , $\text{с}^{-1} \cdot \text{кБк}^{-1}$, по формуле (3)

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^5 (N_{si} - N_{bgi})}{5 \cdot 30 \cdot A} \quad (3)$$

где A – значение активности соответствующего эталонного источника из свидетельства о поверке с учетом распада нуклида, кБк.

10.7 Провести в тестовом режиме, подрежим 11, измерения нейтронного фона и записать 30 показаний счета нейтронного канала за 10 с каждое (N_{bgi} , $i=1, 2, \dots, 30$).

10.8 Разместить источник нейтронного излучения эталонный ^{252}Cf поочередно в опорной точке каждого шкафа.

10.9 Провести в тестовом режиме, подрежим 11, измерения в присутствии источника ^{252}Cf и записать 30 показаний счета нейтронного канала за 10 с каждое (N_{si} , $i=1, 2, \dots, 30$).

10.10 Вычислить чувствительность к нейтронному источнику точечной геометрии в опорной точке каждого шкафа η , $\text{с}^{-1} \cdot (\text{нейтр./с})^{-1}$, по формуле (4)

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^{30} (N_{si} - N_{bgi})}{30 \cdot 10 \cdot N} \quad (4)$$

где N – значение активности нейтронного источника из свидетельства о поверке с учетом распада нуклида, нейтр./с.

10.11 Результаты поверки считать положительными, если значения чувствительности к гамма- и нейтронно-излучающим нуклидам точечной геометрии в опорной точке каждого шкафа не менее значений, указанных в таблице 4.

При первичной поверке значения чувствительности для геометрии в опорной точке каждого шкафа ПРК-ЖД фиксируются в формуляре для последующего метрологического обслуживания при периодической поверке.

Таблица 4 – Чувствительность к гамма- и нейтронно-излучающим нуклидам точечной геометрии в опорных точках шкафов

Для ШВ	$^{133}\text{Ba}, \text{c}^{-1} \cdot \text{кБк}^{-1}$	36,3
	$^{60}\text{Co}, \text{c}^{-1} \cdot \text{кБк}^{-1}$	84,4
	$^{137}\text{Cs}, \text{c}^{-1} \cdot \text{кБк}^{-1}$	34,3
	$^{252}\text{Cf}, \text{c}^{-1} \cdot (\text{нейтр./с})^{-1}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$
Для ШН	$^{133}\text{Ba}, \text{c}^{-1} \cdot \text{кБк}^{-1}$	35,3
	$^{60}\text{Co}, \text{c}^{-1} \cdot \text{кБк}^{-1}$	79,0
	$^{137}\text{Cs}, \text{c}^{-1} \cdot \text{кБк}^{-1}$	34,0
	$^{252}\text{Cf}, \text{c}^{-1} \cdot (\text{нейтр./с})^{-1}$	$6,5 \cdot 10^{-3}$

11 Определение относительной погрешности измерений активности гамма- и нейтронно-излучающих нуклидов точечной геометрии в опорной точке каждого шкафа ПРК-ЖД.

11.1 Выполнить действия пп. 10.1-10.5, 10.7-10.9.

11.2 Вычислить относительную погрешность измерений активности гамма-излучающих нуклидов точечной геометрии в опорных точках каждого шкафа поочередно для Cs-137, Ba-133, Co-60 по формуле (5):

$$\sigma = \frac{A_{\text{изм}} - A_3}{A_3} \cdot 100\% \quad (5)$$

где: A_3 - значение активности эталонного источника, согласно свидетельству о поверке (калибровке), на дату выполнения измерения, кБк;

$$A_{\text{изм}} = \frac{\sum_{i=1}^5 (N_{si} - N_{bgi})}{5 \cdot 30 \cdot \eta}, \text{ кБк}$$

η - чувствительность в требуемых условиях измерений, вычисленная по п. 10.6, $\text{c}^{-1} \cdot \text{кБк}^{-1}$.

11.3 Вычислить относительную погрешность измерения активности нейтронного источника в опорных точках каждого шкафа по формуле (6)

$$\sigma = \frac{N_{\text{изм}} - N_3}{N_3} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где N_3 - значение внешнего излучения эталонного источника из свидетельства о поверке с учетом распада нуклида, c^{-1} ;

$$N_{\text{изм}} = \frac{\sum_{i=1}^{30} (N_{si} - N_{bgi})}{30 \cdot 10 \cdot \eta}, \text{ нейтр./с}$$

η - чувствительность в требуемых условиях измерений вычисленная по п. 10.10, $\text{c}^{-1} \cdot (\text{нейтр./с})^{-1}$.

11.4 Рассчитать значения доверительных границ допускаемой относительной погрешности δ , %, с доверительной вероятностью 0,95 по формуле (7):

$$\delta = 1,1 \cdot \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_{\text{max}}^2} \quad (7)$$

где: σ_0 , % – погрешность активности эталонного источника, согласно свидетельству о

поверке (калибровке);

σ_{\max} , % – максимальная относительная погрешность измерений, рассчитанная по формулам (5, 6).

11.5 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений активности гамма-излучающих нуклидов и внешнего излучения источника нейтронов на основе ^{252}Cf (потока нейтронов) точечной геометрии в опорной точке каждого шкафа ПРК-ЖД находятся в пределах ± 15 %.

12 Идентификация программного обеспечения (ПО) СИ

При проведении идентификации проверить:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО.

12.1 Войти в режим «Тест» нажав кнопку «ВЫХОД» на пульте ПРД-ТПУ2 в течение 2 мин после включения питания ПРК-ЖД. После нажатия кнопки «ВЫХОД» на дисплее пульта ПРД-ТПУ2 отобразится сообщение ТЕСТ//РЕЖИМ0.

12.2 Войти в РЕЖИМ0 нажав кнопку «ВХОД». После нажатия кнопки на дисплее пульта ПРД-ТПУ2 отобразится номер версии ПО.

12.3 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 5.

Таблица 5

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	P4R2GNM
Номер версии (идентификационный номер) ПО	P4R2GNM7
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-

13 Оформление результатов поверки

Положительные результаты поверки оформляют выдачей свидетельства о поверке установленной формы.

ПРК-ЖД с отрицательными результатами поверки к применению запрещается и на него выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием причин забракования.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

Начальник НИО-4
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.И. Коваленко

Старший научный сотрудник
НИО-4 ФГУП «ВНИИФТРИ»



Т.П. Берлянд