

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «29» января 2024 г. № 243

Регистрационный № 91176-24

Лист № 1
Всего листов 6

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Радиометры быстрых нейтронов РБН-А1

Назначение средства измерений

Радиометры быстрых нейтронов РБН-А1 (далее - радиометры) предназначены для измерений плотности потока быстрых нейтронов в нейтронном поле, создаваемом нейтронным генератором на основе реакции $T(d,n)^4He$ в промышленных установках и установках медицинского назначения для лучевой терапии быстрыми нейтронами.

Описание средства измерений

Принцип действия устройства основан на преобразовании энергии ионизирующих излучений в электрические импульсы.

Чувствительным элементом радиометров является алмазный детектор ЦДРМ.41811.005.00 (далее - детектор), представляющий собой монокристаллическую алмазную пластину с инкорпорированными электрическими контактами. Принцип работы прибора основан на регистрации энергетического распределения альфа-частиц, образующихся в объеме чувствительного элемента детектора в результате реакции $^{12}C(n, \alpha)^9Be$.

Конструктивно радиометры состоят из двух основных элементов – алмазного детектора ЦДРМ.41811.005.00 и комплекта аппаратуры для обработки и визуализации сигналов, поступающих от блока детектирования, включающего в себя выносной зарядочувствительный предусилитель, модуль обеспечения, спектрометрический аналого-цифровой преобразователь, компьютер и кабельные линии связи.

Чувствительный элемент детектора смонтирован в коаксиальном корпусе диаметром 17 мм и длиной 33 мм и смещен к переднему краю корпуса так, что его эффективный центр находится на оси корпуса на расстоянии 2 мм от его переднего края.

Зарядочувствительный предусилитель смонтирован в цилиндрическом металлическом корпусе диаметром 15 мм и длиной 96 мм, внутри которого размещена электронная плата. На обоих торцах корпуса смонтированы разъёмы СР50. Разъём штекер предназначен для подключения детектора, разъём вилка – для подключения кабельной линии связи, соединяющей предусилитель с модулем обеспечения.

Модуль обеспечения включает в себя источники высоковольтного и низковольтного питания, узел согласования, формирования и усиления сигналов, поступающих с детектора, вспомогательные модули, обеспечивающие режим подключения высокого напряжения, контроль наличия питающего напряжения и индикацию режимов работы. Модуль выполнен в конструктиве NIM ½ и может устанавливаться в край стандарт NIM или использоваться как отдельное устройство.

В качестве амплитудно-цифрового преобразователя (далее - АЦП) используется АЦП USB-8K-B1, который выполнен в виде отдельного модуля, имеющего один вход для подключения разъема типа BNC и один выход в виде разъема стандарта USB 2.0 В-типа.

АЦП USB-8K-B1 предназначен для измерения амплитуд входных сигналов в рамках аналогово-цифрового преобразования по методу Вилкинсона и накопления полученных данных в виде спектров во внутренней буферной памяти.

Радиометры выпускаются с алмазными детекторами двух типоразмеров, имеющих разную чувствительность, и поставляются Заказчикам в трёх модификациях:

- модификация 1 – два детектора разной чувствительности;
- модификация 1а – детектор стандартной чувствительности;
- модификация 1б – детектор низкой чувствительности.

Чувствительность стандартного детектора составляет $(1 \pm 0,5) \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$; чувствительность детектора низкой чувствительности составляет $(1 \pm 0,5) \cdot 10^{-5} \text{ см}^2$.

Чувствительность детектора и характеристики спектрометрического тракта позволяют измерять плотность потока нейтронов в диапазонах от 10^5 до $2 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ или от 10^6 до $2 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$. График изменения плотности потока быстрых нейтронов может быть выведен на экран ЭВМ в реальном времени с частотой дискретизации 1 с.

Фотографии элементов радиометров с местами расположения маркировки и пломб представлены на рисунках 1-4.



Рисунок 1 – Алмазный детектор

Рисунок 2 – ЗЧПУ



Рисунок 3 – Модуль обеспечения

Рисунок 4 – Амплитудно-цифровой преобразователь

Элементы радиометра пломбируются специальной гарантийной этикеткой. При вскрытии корпуса пломба разрушается.

Однозначная идентификация радиометра осуществляется по заводскому номеру в формате цифрового обозначения, нанесенному на алюминиевую табличку на боковой поверхности модуля обеспечения и амплитудно-цифрового преобразователя методом гравировки с последующим окрашиванием и выгравированному на корпусе алмазного детектора и зарядочувствительного предусилителя.

Пояснение к маркировочным обозначениям:

- РБН-А1 – тип средства измерений, радиометр быстрых нейтронов с алмазным детектором;

- 001 – номер типа средства измерений по классификации предприятия-изготовителя;

- АД – алмазный детектор;

- ЗЧПУ – зарядочувствительный предусилитель;

- МО – модуль обеспечения;

- АЦП – амплитудно-цифровой преобразователь;

- 01 – заводской номер изделия по системе нумерации предприятия-изготовителя.

Способ нанесения маркировки обеспечивает ее сохранность за время эксплуатации и доступность для просмотра.

Нанесение знака поверки на радиометры не предусмотрено.

Программное обеспечение

Программное обеспечение радиометра (ПО «Аспект-контроль») состоит из встроенного программного обеспечения, установленного на управляющий компьютер с операционной системой Windows.

ПО «Аспект-контроль» позволяет:

- устанавливать связь блока детектирования с устройством АЦП-USB-8К-В1;

- задавать и изменять значения дискриминации нижнего и верхнего уровня, количества каналов, ширину отдельного канала и пр.;

- устанавливать режим работы АЦП-USB-8К-В1;

- проводить измерение амплитудного спектра и визуализацию его на мониторе персонального компьютера;

- сохранять амплитудный спектр, собранный АЦП-USB-8К-В1 за заданный промежуток времени, в виде текстового файла, который позволяет осуществить анализ спектра сторонними программными средствами;

- проводить энергетическую калибровку каналов с использованием калибровочных источников ионизирующего излучения;

- проводить анализ измеренного амплитудного распределения.

Структура загружаемого программного обеспечения (далее - ПО) при штатной эксплуатации радиометра исключает возможность изменения каких-либо параметров работы.

ПО радиометра является метрологически значимым.

В соответствии с Р 50.2.077-2014 уровень защиты ПО радиометра от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний».

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения радиометра

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Аспект-контроль
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.7.2 ¹⁾
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	DC632BBBC950A45693BF756666D2059A ²⁾
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	С использованием утилиты MD5
1) Номер версии не ниже указанного в таблице.	
2) Контрольная сумма относится к текущей версии программного обеспечения.	

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики радиометра

Наименование характеристики	Значение
Диапазон энергий регистрируемых нейтронов, МэВ	от 13,5 до 15
Диапазон измеряемых значений плотности потока нейтронов, $\text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$	от 10^5 до $2 \cdot 10^8$
Чувствительность к быстрым нейтронам, см^2 , не менее модификация 1а – детектор стандартной чувствительности модификация 1б – детектор низкой чувствительности	$0,1 \cdot 10^{-4}$ $0,1 \cdot 10^{-5}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений плотности потока нейтронов, %	± 5
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений плотности потока нейтронов при изменении температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур относительно нормальных условий, %/ °С	$\pm 0,2$
Нормальные условия измерений: - температура окружающего воздуха, °С - атмосферное давление, кПа - относительная влажность воздуха, %	от +15 до +25 от 86,0 до 106,7 от 30 до 80

Таблица 3 - Основные технические характеристики радиометра

Наименование характеристики	Значение
Время установления рабочего режима, мин, не более	30
Время непрерывной работы, ч, не менее	4
Характеристики питания сети переменного тока - напряжение, В - частота, Гц	230 ± 23 50 ± 3
Габаритные размеры детектора, мм, не более - длина - ширина - высота	18 18 36
Масса детектора, кг, не более	0,03

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры зарядочувствительного преусилителя, мм, не более	
- диаметр	18
- длина	120
Масса зарядочувствительного преусилителя, кг, не более	0,1
Габаритные размеры модуля обеспечения, мм, не более	
- длина	34
- ширина	221
- высота	246
Масса модуля обеспечения, кг, не более	1,5
Габаритные размеры амплитудно-цифрового преобразователя, мм, не более	
- длина	215
- ширина	105
- высота	33
Масса амплитудно-цифрового преобразователя, кг, не более	0,3
Условия эксплуатации:	
- температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +35
- относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа	от 86,0 до 106,7
Средняя наработка до отказа, ч, не менее	25000
Средний срок службы, лет, не менее	8
Примечание: Средний срок службы радиометра преимущественно определён плотностью нейтронного потока в месте эксплуатации детектора.	

Знак утверждения типа

наносится методом компьютерной графики на титульный лист Руководства по эксплуатации.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 - Комплект поставки радиометра

Наименование	Обозначение	Количество, экз.
Радиометр быстрых нейтронов	РБН-А1	1
Эксплуатационная документация		
Паспорт	ЦДРМ.418211.010.00 ПС	1
Руководство по эксплуатации	ЦДРМ.418211.010.00 РЭ	1*
Методика поверки	-	1*
* Количество определяется по согласованию с заказчиком, но не менее одного экземпляра при поставке нескольких радиометров.		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в документе ЦДРМ.418211.010.00 РЭ «Радиометр быстрых нейтронов РБН-А1. Руководство по эксплуатации», раздел 2 «Использование по назначению».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

ГОСТ 4.59-79 Система показателей качества продукции. Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей;

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

Государственная поверочная схема для средств измерений потока и плотности потока нейтронов, утвержденная приказом Росстандарта от 21 ноября 2023 г. № 2416.

Правообладатель

Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» «Проектный центр ИТЭР» (Частное учреждение «ИТЭР-Центр»)

ИНН 7734269417

Юридический адрес: 123060, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Щукино, ул. Расплетина, д. 11, к. 2, оф. 207

Телефон: +7 (499) 281-72-27

E-mail: support@iterrf.ru

Изготовитель

Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» «Проектный центр ИТЭР» (Частное учреждение «ИТЭР-Центр»)

ИНН 7734269417

Адрес: 123060, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Щукино, ул. Расплетина, д. 11, к. 2, оф. 207

Телефон: +7 (499) 281-72-27

E-mail: support@iterrf.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И.Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)

Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, пр-кт Московский, д. 19, лит. Д

Телефон: + 7 (812) 251-76-01

Факс: +7 (812) 713-01-14

Web-сайт: www.vniim.ru

E-mail: info@vniim.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.314555.

