

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ

В.Л. Гуревич

" 30 "

2018

Комплексы индивидуального дозиметрического контроля ТЛД RADOS	Внесены в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь Регистрационный номер № РБ 03 27 6819 18
---	--

Выпускают по технической документации фирмы «Mirion Technologies (RADOS) Oy» (Финляндия).

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Комплексы индивидуального дозиметрического контроля ТЛД RADOS (далее – комплексы ТЛД RADOS) предназначены для измерений индивидуальных эквивалентов дозы (далее – ИЭД) $H_p(10)$ фотонного и нейтронного излучения, $H_p(3)$ и $H_p(0,07)$ фотонного и бета-излучения, и амбиентного эквивалента дозы $H_p^*(10)$ фотонного излучения.

Область применения – только на Государственном предприятии «Белорусская АЭС».

ОПИСАНИЕ

Принцип действия комплекса ТЛД RADOS основан на использовании явления термолюминесценции. Входящие в состав комплекса дозиметры содержат термолюминесцентные (далее – ТЛ) детекторы на основе фторида лития, которые за время экспозиции (в процессе ношения при индивидуальном дозиметрическом контроле) накапливают энергию, пропорциональную дозе излучения. Для получения информации о дозе излучения детекторы нагреваются по определенным температурным шаблонам в измерительной камере считывателя потоком горячего азота. При этом энергия, аккумулированная в веществе термолюминофора под воздействием ионизирующего излучения, преобразуется в энергию флюоресценции, которая регистрируется фотозлектронным умножителем. Дозиметрическая информация передается управляющему программному обеспечению (далее – ПО) персонального компьютера (далее – ПК), выполняющему расчет доз.

В состав комплекса ТЛД RADOS входят:

- считыватель RE2000 (далее – считыватель);
- программное обеспечение WinTLD PRO или APM ТЛД, устанавливаемое на персональный компьютер;
- ТЛ дозиметры.

Типы и назначение ТЛ дозиметров из состава комплекса ТЛД RADOS приведены в таблице 1.



Таблица 1

Тип дозиметра	Измеряемые величины	Тип излучения	Назначение
SD-I	$H_p(10)$, $H_p(3)$, $H_p(0,07)$	Рентгеновское, гамма-, тормозное, бета-	Стандартный дозиметр для индивидуального дозиметрического контроля
SD _E -I			Дозиметр для индивидуального дозиметрического контроля, позволяет выделять дозу $H_p(0,07)$ бета излучения с энергией более 2,3 МэВ
SD _H -IA			Дозиметр для индивидуального дозиметрического контроля с повышенной чувствительностью и дозиметрического контроля окружающей среды
ExWD-BG	$H_p(3)$, $H_p(0,07)$	Рентгеновское, гамма-, бета-	Дозиметр для контроля дозы в коже рук с двумя детекторами с возможностью закрепления на конечностях (запястья)
SD _R -I	$H_p(10)$, $H_p(3)$, $H_p(0,07)$	Рентгеновское, гамма-, тормозное, бета-	Стандартный дозиметр для индивидуального дозиметрического контроля с детекторами ДТГ-4 (российское производство).
NAD	$H_p(10)$	Гамма-, тормозное, нейтронное, бета-	Нейтронный альbedo дозиметр для индивидуального дозиметрического контроля. Позволяет разделять дозу от нейтронов и от фотонов
EYE-D	$H_p(3)$	Рентгеновское, гамма-, бета-	Дозиметр для контроля дозовой нагрузки на хрусталик глаза
ExFD-G	$H_p(0,07)$	Рентгеновское, гамма-	Дозиметр в виде кольца на палец для измерения дозовой нагрузки на кожу.
ExFD-BG	$H_p(0,07)$	Рентгеновское, гамма-, бета-	Дозиметр в виде кольца на палец для измерения дозовой нагрузки на кожу.

По требованию заказчика комплекс может быть укомплектован облучателем IR2000 и генератором азота HPN2-5000C. Облучатель содержит источник бета-излучения из радионуклидов стронций-90+иттрий-90 и используется для облучения дозиметров с целью калибровки.

Считыватель в автоматическом режиме выполняет нагревание детекторов, регистрацию показаний детекторов, передачу на ПК результатов измерений и контроль стабильности внутренних параметров. Нагревание детекторов происходит в измерительной камере считывателя проточным азотом высокой чистоты. Азот может подаваться в измерительную камеру как из баллонов, так и от генератора азота.

Считыватель и облучатель могут быть оборудованы автоматическим устройством подачи кассет, которое предусматривает загрузку до 200 слайдов одновременно для последующего автоматического считывания.

Стандартный ТЛ-дозиметр состоит из термолюминесцентных детекторов, слайда, держателя слайда и корпуса дозиметра.

Слайд с ТЛ детекторами, установленный в держатель, образует ТЛ карту. Каждая из 4-х ячеек слайда (ТЛ детектор) находится под определенным фильтром держателя слайда. ТЛ карта размещается в корпусе дозиметра за исключением дозиметров для контроля дозовой нагрузки на хрусталик глаза и пальцы рук.

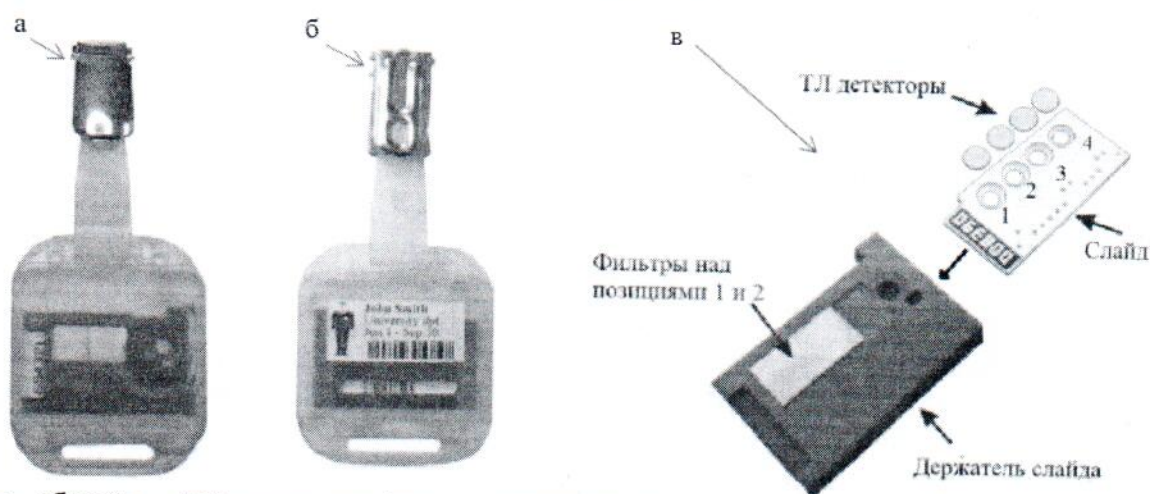


Держатель слайда стандартного дозиметра выполняет функции фиксации детекторов, защиты от внешних воздействий и содержит металлические фильтры для выравнивания энергетической зависимости чувствительности детекторов. Держатели слайдов различаются по цвету и типу фильтров. Все держатели слайдов имеют открытое «окно» над четвертым детектором для регистрации бета-излучения. Для считывания информации с дозиметров для контроля дозовой нагрузки на хрусталик глаза и пальцы рук используются держатели слайдов без фильтров.

Пломбирование комплексов ТЛД RADOS изготовителем не предусмотрено.

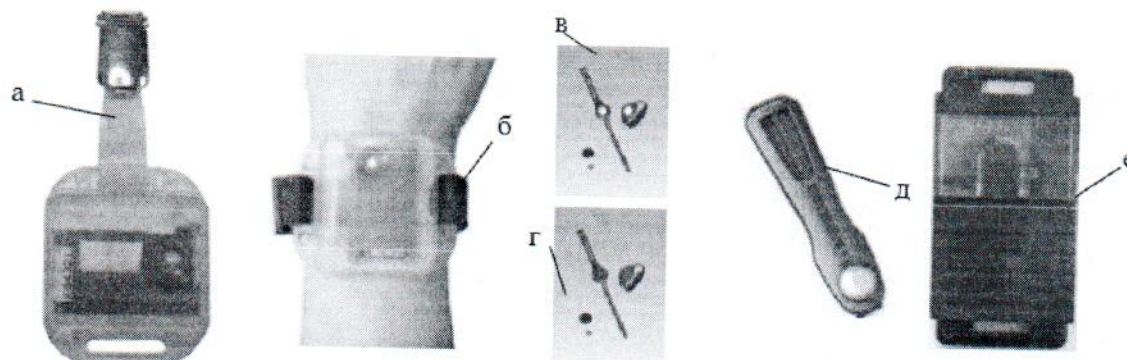
Корпус дозиметра выполняет функции дополнительного энергетического фильтра, пылезащиты и влагозащиты и имеет либо ремешок с зажимом для крепления дозиметра на одежде, либо шнурок.

Внешний вид дозиметров показан на рисунках 1,2.



а - общий вид ТЛ дозиметра (лицевая сторона); б - вид дозиметра с обратной стороны; в - составляющие элементы ТЛ карты: ТЛ детекторы, слайд, держатель слайда с фильтрами

Рис. 1 – Стандартный ТЛ дозиметр из состава комплекса ТЛД RADOS



а - стандартный, б - на запястье, в - перстневой BG, г - перстневой, д - налобный, е - нейтронный PTW (е)

Рис. 2 – Типы ТЛ дозиметров из состава комплекса ТЛД RADOS

Внешний вид комплекса ТЛД RADOS представлен на рисунке 3.

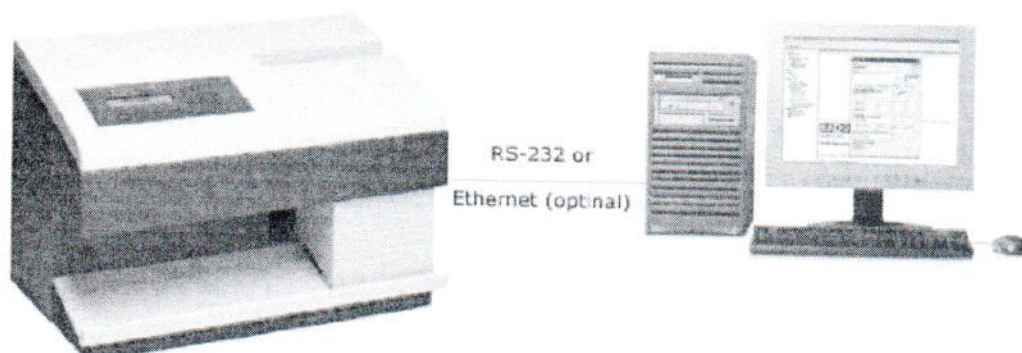


Рис. 3 – Комплекс индивидуального дозиметрического контроля ТЛД RADOS: считыватель RE2000S и компьютер с ПО

Управления работой считывателя и формирования базы данных измерений и калибровок выполняются средствами программного обеспечения (далее – ПО) ТЛД, установленного на управляющий компьютер.

Прикладное ПО ТЛД включает:

- программу «ТЛД Считыватель» или TLDSer (WinTLD PRO), управляющую работой считывателя, и осуществляющую запись результатов измерений в базу данных;
- программу «Расчет доз ТЛД» или TLDEplorer (WinTLD PRO), позволяющую определять чувствительность детекторов к излучению определенного вида и энергии, проводить калибровку считывателя, расчет доз и выполнять экспорт результатов измерений.

К метрологически значимой части программного обеспечения относится программа «Расчет доз ТЛД» (tld.exe) или TLDEplorer (TLDEplorer.exe).

Идентификационные данные метрологически значимого ПО приведено в таблице 2.

Таблица 2

Идентификационные данные (признаки)	Значения	
	Расчет доз ТЛД	TLDEplorer
Наименование ПО		
Идентификационное наименование ПО	tld.exe	TLDEplorer.exe
Номер версии ПО (идентификационный номер)	1.0.2.35*	4.0.0.0*
Цифровой идентификатор ПО	defe5d10d3bc60b122cec356769ec19a **	355112fa70c6be9dle3bb82c76ce4aa3**
Алгоритм получения цифрового идентификатора	MD5	MD5
Примечание:		
* Номер версии ПО не ниже указанного в таблице;		
** Контрольная сумма относится к текущей версии ПО.		

Влияние ПО учтено при нормировании метрологических характеристик.

Уровень защиты ПО комплексов индивидуального дозиметрического контроля ТЛД RADOS от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний».

ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазоны измерений комплекса ТЛД RADOS с ТЛ дозиметрами различных типов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Тип дозиметра	Диапазон измеряемых доз, мЗв	Энергетические диапазоны измерений для различных видов излучений, МэВ		
		Фотонное излучение	Бета-излучение	Нейтронное излучение
SD-I	$3 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^4$	0,015-20	0,2-2,2	-
SD _E -I	$3 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^4$	0,015-20	0,2-2,2	-
SD _H -IA	$1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^3$	0,015-20	0,2-2,2	-
SD _R -I	$5 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^4$	0,015-20	0,2-2,2	-
NAD	$1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^4$	0,1-20	-	0,000025-14
ExWD-BG	$1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^3$	0,015-3	0,2-2,2	-
EYE-D	$1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^3$	0,015-3	0,2-2,2	-
ExFD-G	$5 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^4$	0,015-3	-	-
ExFD-BG	$1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^3$	0,015-3	0,06-2,2	-

Показатели точности измерений комплекса ТЛД RADOS с ТЛ дозиметрами различных типов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Тип дозиметра	Измеряемая величина	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %	Энергетическая зависимость чувствительности дозиметров, %			Анизотропия чувствительности дозиметров*, %
			0,015-0,065 МэВ	0,065-3 МэВ	3-20 МэВ	
1	2	3	4	5	6	7
SD-I	H _p (10)	$\pm(10+0,45/H_{10})$	± 60	± 20	± 25	± 15
	H _p (3)	$\pm(20+0,6/H_3)$	± 100	± 30	-	± 15
	H _p (0,07)	$\pm(20+0,6/H_{0,07})$	± 80	± 40	-	± 10
SD _E -I	H _p (10)	$\pm(10+0,75/H_{10})$	± 50	± 10	± 25	± 15
	H _p (3)	$\pm(20+0,6/H_3)$	± 85	± 25	-	± 15
	H _p (0,07)	$\pm(20+0,6/H_{0,07})$	± 70	± 40	-	± 10
SD _H -IA	H _p (10)	± 10	± 40	± 30	± 40	± 15
	H _p [*] (10)	± 10	± 40	± 30	± 40	± 15
	H _p (3)	± 15	± 25	± 25	-	± 10
	H _p (0,07)	± 15	± 30	± 20	-	± 10
SD _R -1	H _p (10)	$\pm(10+0,5/H_{10})$	± 45	± 25	± 15	± 10
	H _p (3)	$\pm(20+1/H_3)$	± 75	± 35	-	± 10
	H _p (0,07)	$\pm(20+1/H_{0,07})$	± 75	± 45	-	± 15
NAD	H _p (10)	± 10	-	-	-	-
	H _p (10) _{нейт}	± 30	-	-	-	-
ExWD-BG	H _p (3)	± 15	± 25	± 25	-	± 15
	H _p (0,07)	± 15	± 30	± 20	-	± 15
EYE-D	H _p (3)	$\pm(15+0,2/H_3)$	± 20	± 30	-	± 15



Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
ExFD-G	$H_p(0,07)$	$\pm(15+0,5/H_{07})$	± 80	± 50	-	± 15
ExFD-BG	$H_p(0,07)$	$\pm(15+0,4/H_{07})$	± 80	± 30	-	± 15

Примечание:

В формулах для расчета основной относительной погрешности комплекса ТЛД RADOS при измерении используются следующие обозначения:

- H_{10} – индивидуальный эквивалент дозы $H_n(10)$ фотонного излучения, мЗв;
- H_3 и H_{07} – индивидуальные эквиваленты дозы $H_p(3)$ и $H_p(0,07)$ фотонного или бета- излучения, мЗв;
- $H_n(10)_{\text{нейт}}$ индивидуальный эквивалент дозы $H_n(10)$ нейтронного излучения.

* Анизотропия чувствительности дозиметров определялась в поле рентгеновского излучения со средней энергией спектра 65 кэВ при угле между направлением излучения и плоскостью дозиметра 60° .

Основные технические характеристики считывателя комплекса ТЛД RADOS приведены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование характеристики, параметра	Значение
Время установления рабочего режима, ч, не более	0,5
Продолжительность непрерывной работы считывателя, ч, не менее	24
Диапазон напряжения питания считывателя, В	100-250
Частота питания считывателя, Гц	50/60
Пропускная способность при использовании рекомендуемых параметров считывания, не хуже	- слайды с 4 элементами: 23 шт./ч - слайды с 2 элементами: 45 шт./ч - слайды с 1 элементом 90 шт./ч
Потребляемая мощность, В·А, не более	230
Условия эксплуатации: - температура, °С - влажность при 30 °С, % - давление, кПа	от 0 до 35 до 75 от 84 до 106,7
Габаритные размеры считывателя (высота х ширина х длина), мм: - RE2000S - RE2000A	405x350x575 405x350x795
Масса считывателя, кг, не более: - RE2000S - RE2000A	32 35
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
Срок службы, лет, не менее	10

Габаритные размеры и масса ТЛ дозиметров, используемых с комплексом ТЛД RADOS представлены в таблице 6.



Таблица 6

Тип дозиметра	SD-I	SD _E -I	SD _H -IA	SD _R -IA	NUD	EYE-D	ExWD-G	ExFD-BG
Габариты (высота x ширина x длина), мм	10x42x53	10x42x53	10x42x53	10x42x53	12x35x73	8x17x70	3x12x90	3x12x90
Масса, кг	21,5	22,0	21,0	21,5	22,5	2,3	0,6	0,6

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа Республики Беларусь наносится типографским способом на титульный лист эксплуатационной документации.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплектность поставки комплекса ТЛД RADOS приведена в таблице 7.

Таблица 7

№ пп	Наименование изделия	Количество	Примечание
1	Считыватель RE2000S (RE2000A)	1	-
2	Облучатель IR2000	1	по требованию Заказчика
3	Генератор азота	1	по требованию Заказчика
4	Детекторы термолюминесцентные	-	Тип и количество определяется заказом
5	Слайд	-	
6	Держатель слайда	-	
7	Корпус дозиметра	-	
8	Кассета	-	
9	Ключ для открывания дозиметра	-	по требованию Заказчика
10	Вакуумный пинцет	-	по требованию Заказчика
11	Персональный компьютер	1	по требованию Заказчика
12	Программное обеспечение (ПО) с руководством пользователя ПО на CD	1	WinTLD PRO или «Расчет доз ТЛД» совместно с «ТЛД Считыватель»
13	Руководство по эксплуатации «Комплекс индивидуального дозиметрического контроля ТЛД RADOS»	1	-
14	Руководство пользователя «Облучатель IR2000»	1	При условии приобретения облучателя IR2000
15	Паспорт (Сертификат калибровки) на источник бета-излучения стронций-90/иттрий-90 из состава облучателя IR2000	1	При условии приобретения облучателя IR2000
16	Методика поверки МП 2103-002-2015	1	-



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексы индивидуального дозиметрического контроля ТЛД RADOS соответствуют требованиям технической документации фирмы «Mirion Technologies (RADOS) Oy» (Финляндия).

Поверку для Республики Беларусь проводить по СТБ 8056-2016 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Дозиметры и измерители мощности дозы фотонного излучения. Методика поверки».

Межповерочный интервал – не более 24 месяцев.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Фирма «Mirion Technologies (RADOS) Oy», Финляндия
Адрес: Mustionkatu 2, PO Box 506 FIN-20101 Turku, Finland
Тел.: +358 2 4684 600
Факс: +358 2 4684 601

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

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

Адрес: Российская Федерация, 190005, Санкт-Петербург, Московский пр., 19
Тел: +7 812 251-76-01
Факс: +7 812 713-01-14
Email: info@vniim.ru
Веб-сайт: www.vniim.ru

Начальник научно-исследовательского отдела
законодательной и теоретической метрологии,
научно-технических программ

М.В. Шабанов

