

# Государственный реестр средств измерений

## Часть 2. Дозиметры общего назначения, импульсные и специальные

Приведены перечни дозиметров фотонного излучения общего назначения, а также дозиметров импульсного излучения и дозиметров метрологического назначения, внесенных в Государственный информационный фонд средств измерений РФ. Обсуждаются результаты сравнительного анализа характеристик этих групп дозиметров.

**Ю.Н.Мартынюк**

(НПП «Доза», г. Москва, г. Зеленоград)

В предыдущей публикации [1] мы начали обзор средств измерения ионизирующих излучений, внесенных в Государственный реестр средств измерений РФ. Настоящая статья является продолжением этого цикла – в ней пойдет речь о дозиметрах общего назначения, а также импульсных и специальных дозиметрах (рис.1).

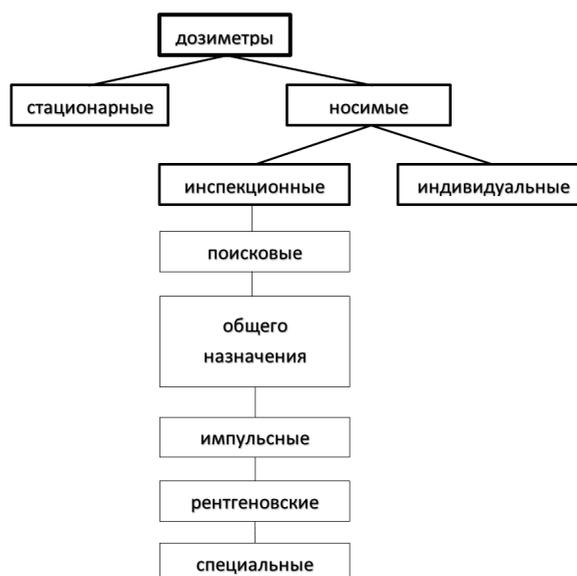
Дозиметры общего назначения – это приборы, выполненные в виде моноблока, т. е. в одном корпусе, небольшие по массе и размерам, которыми удобно пользоваться, держа в ладони. Они обычно не имеют удлинительных штанг или устройств крепления, как правило, просты в управлении и не требуют настройки перед использованием. Практически все дозиметры этого типа начинают измерение сразу после включения.

**Ключевые слова:** дозиметр, фотонное излучение, импульсное излучение, дозиметр метрологического назначения, средство измерений, Государственный информационный фонд средств измерений.

Дозиметры общего назначения являются наиболее многочисленными и популярными, так как решают большинство измерительных задач и относительно недороги.

Дозиметры общего назначения характеризуются некоторым типичным набором стандартных параметров. Энергетический диапазон фотонного излучения – от 50 кэВ до 3 МэВ, измеряемая операционная величина – мощность амбиентного эквивалента дозы, диапазон измерений – от 0,1 мкЗв/ч до 1–10 мЗв/ч, излучение непрерывное.

В качестве детекторов излучения применяются счетчики Гейгера-Мюллера различных конструкций и сцинтилляторы с фотодиодами или кремниевыми фотоумножителями. По чувствительности дозиметры делятся на две группы, в зависимости от типа детектора. Счетчики Гейгера-Мюллера позволяют добиться чувствительности от 1 до 5 имп/с/мкЗв/ч, дозиметры со сцинтилляционными детекторами имеют существенно большую чувствительность: от 25 до 100 имп/с/мкЗв/ч. Все дозиметры общего назначения энергокомпенсированы, т. е. имеют чувствительность, относительно мало зависящую от энергии излучения. Как правило, отклонение чувствительности во всем энергетиче-



**Рис.1.**  
Классификация дозиметров по их назначению.

ском диапазоне относительно энергии 661,6 кэВ (энергетическая зависимость чувствительности – ЭЗЧ) не превышает 25–30%.

Битва за потребителя развернулась в этом секторе главным образом вокруг интерфейсов и некоторых приятных особенностей функционала. Например, есть говорящие дозиметры, есть дозиметры с памятью, куда можно записать результаты измерений, некоторые имеют радиоинтерфейс, GPS, другие работают в расширенном диапазоне температур. На рынке присутствуют дозиметры и со сменными элементами питания, и с аккумуляторными батареями.

В табл.1 представлены основные характеристики дозиметров утвержденного типа с действующими сертификатами.

При беглом взгляде на таблицу бросаются в глаза два дозиметра *Mirion Technologies*, декларирующие диапазон измерений от 0,01 мкЗв/ч. Как уже упоминалось в [1], это число следует рассматривать, скорее, как курьез, т. к. в Российской Федерации не существует организаций, аккредитованных на проведение испытаний с целью утверждения типа, у которых в области аккредитации указано значение МАЭД от 0,01 мкЗв/ч. При этом нет и договора о взаимопризнании результатов испытаний между Россией и США. Если учесть тот факт, что в этих приборах используются счетчики Гейгера-Мюллера, по размерам не отличающиеся от счетчиков в других дозиметрах из табл.1, то можно сделать вывод о том, что такая граница диапазона обусловлена скорее коммер-

ческими соображениями, чем физикой. Такое же замечание можно сделать относительно нижней границы по энергии 48 кэВ. Подобного рода игры цифрами направлены прежде всего на конкурсные процедуры закупок. Очевидно, что для практических измерений разница между 48 кэВ, 50 кэВ и даже 60 кэВ не имеет особого значения. Дозиметры не имеют жесткой границы для регистрируемого излучения, поэтому при декларируемой границе 60 кэВ дозиметр будет измерять фотоны с энергией 50 кэВ или 48 кэВ, но отклонение чувствительности будет больше. Обратите внимание, что те дозиметры, которые декларируют более широкий диапазон по энергии, имеют и худшую зависимость чувствительности от энергии. Таким образом, дозиметр с диапазоном от 50 кэВ с ЭЗЧ 25% при расширении диапазона до 48 кэВ будет иметь ЭЗЧ 30%, а при нижней границе 40 кэВ – 40%. И это будет один и тот же дозиметр.

Среди перечисленных выше приборов есть дозиметры, имеющие расширенный диапазон по мощности дозы. Расширяют диапазон, применяя два различных счетчика Гейгера-Мюллера. При этом дозиметр автоматически переключается на более «грубый» счетчик при повышении мощности дозы и наоборот.

Замечательным в своем роде является дозиметр ДБН-01Н Пятигорского завода «Импульс». В соответствии с описанием типа, данный прибор измеряет мощность полевой эквивалентной дозы. Эту величину вы не найдете ни в одном действующем нормативном документе. Для нее нет ни эталонов, ни поверочной схемы. Остается загадкой, кто, где и как может пользоваться таким прибором.

Некоторые дозиметры имеют функцию бета-радиометра, т. е. они способны измерять плотность потока бета-излучения с поверхности, определяя загрязненность. Эта функция может быть полезна при поиске загрязненных участков поверхности, т. к. чувствительность к бета-излучению существенно выше, чем к гамма-излучению. Один из таких дозиметров декларирует также чувствительность к аль-

фа-излучению, но без возможности отдельного измерения альфа- и бета-частиц.

Диапазон рабочих температур дозиметров обусловлен главным образом типом дисплея и элементов питания. В большинстве дозиметров используются жидкокристаллические дисплеи, обычные или расширенного температурного диапазона. Поэтому типичные диапазоны температуры для них начинаются от минус 20 °С. Дозиметр ДКГ-09Д «Чиж», выпускаемый НПП «Доза» (рис.2), имеет дисплей *OLED*, который работает от минус 40 °С. ДКГ-PM1211 производства ООО «Полимастер» также имеет нижнюю границу минус 40 °С, несмотря на жидкокристаллический дисплей. Возможно, в данном приборе используется подогрев дисплея.

Необходимо отметить, что ресурс любых элементов пита-



**Рис.2.**  
Дозиметр  
гамма и  
рентгеновско-  
го излучения  
ДКГ-09Д  
«Чиж».

ния при низких температурах очень ограничен.

Среди дополнительных функций есть очевидно полезные. Это, например, архив измерений. При проведении большого числа измерений без возможности вести журнал, накопление данных в архиве для их последующей обработки может существенно облегчить труд дозиметриста. Естественно, удобной эта функция будет только при организации соответствующего интерфейса и программного обеспечения, дающего возможность считывать и обрабатывать сохраненные данные с помощью персонального компьютера.

Важной характеристикой является чувствительность дозиметра, т. к. она определяет минимальное время одного измерения. Эта характеристика далеко не всегда декларируется в описании типа, поэтому сравнивать различные дозиметры по чувствительности можно, только используя сведения о типе детектора. Очевидно, что дозиметры на сцинтилляторе всегда имеют большую чувствительность, чем на счетчиках Гейгера-Мюллера. Сравнивать различные счетчики можно по их размерам, т. к. чувствительность зависит от объема счетчика.

В заключение можно отметить, что парк дозиметров общего назначения весьма широк и разнообразен. На рынке

нет откровенно неудачных приборов, а новейшие разработки радуют продуманным функционалом и интерфейсом. Улучшаются и метрологические характеристики. В целом можно констатировать, что в России в настоящее время проблема массовых рутинных дозиметрических измерений успешно решена.

### Дозиметры импульсного излучения

Проблемы дозиметрии импульсных излучений подробно рассмотрены в статье [2], поэтому здесь мы остановимся на анализе ситуации с приборами для измерения AMBIENTНОГО эквивалента дозы или мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы импульсного фотонного излучения, представленными в федеральном информационном фонде. Здесь мы не увидим такого разнообразия, как для дозиметров общего назначения. В настоящее время на рынке присутствуют всего три дозиметра, в описании типа которых указано, что они измеряют AMBIENTНЫЙ эквивалент дозы или мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы импульсного рентгеновского (или импульсного фотонного) излучения. Отметим, что здесь мы говорим о рентгеновском излучении, подразумевая тормозное фотонное излучение любой энергии. Отметим также, что все перечисленные

ниже дозиметры измеряют в том числе AMBIENTНЫЙ эквивалент дозы и мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы непрерывного излучения.

Рассмотрим подробнее каждый из трех дозиметров.

1. ДКС-АТ1123 выпускается белорусским предприятием «Атомтех». Он представляет собой моноблок с жидкокристаллическим дисплеем, кнопками управления и ручкой для переноски. В качестве детектора используется пластиковый сцинтиллятор с ФЭУ. Основные метрологические характеристики ДКС-АТ1123 приведены в табл.2.

2. ДКС-96 выпускается российским предприятием НПП «Доза». В отличие от ДКС-АТ1123, ДКС-96 представляет собой пульт со сменными блоками детектирования, один из которых, БДКС-96 предназначен для измерения импульсного излучения. В качестве детектора также используется пластиковый сцинтиллятор с ФЭУ. Основные метрологические характеристики ДКС-96 с блоком детектирования БДКС-96 приведены в табл.3.

3. *Ram Ion* выпускается израильским предприятием «Rotem». Он представляет собой моноблок с ионизационной камерой объемом 500 см<sup>3</sup>, дисплеем и кнопками управления, размещенными прямо на ручке для переноски. Это

единственный портативный дозиметр на ионизационной камере на российском рынке. Он предназначен для измерения не только амбиентного эквивалента дозы или мощности амбиентного эквивалента дозы непрерывного и импульсного рентгеновского излучения, но и направленных эквивалентов дозы  $H'(3)$ ,  $H'(0,07)$  непрерывных или импульсных фотонного и бета-излучения. Основные его метрологические характеристики приведены в табл.4.

Подводя итоги обзору дозиметров импульсного излучения, нельзя не отметить крайнюю бедность выбора. Отчасти в этом виновата сложность задачи, отчасти неопределенность ситуации с нормативной и метрологической базой для импульсных излучений. Так или иначе, в ближайшие годы, по-видимому, можно ожидать некоторых изменений ситуации.

### Специальные дозиметры

К категории специальных мы отнесем дозиметры, которые предназначены для выполнения какой-либо особенной функции, нехарактерной для массовых измерений.

Можно выделить несколько таких применений: дозиметры медицинского назначения, которые измеряют поглощенную дозу в мягкой биологической ткани при процедурах лучевой терапии; дозиметры

метрологического назначения, являющиеся первичными эталонами; дозиметры, измеряющие произведение дозы на площадь (*DAP*-метры); дозиметры, измеряющие параметры рентгеновских аппаратов и установок; «пучковые» дозиметры, измеряющие поглощенную дозу в ткани от пучка протонов при протонной терапии; дозиметры, используемые при стерилизации или при материаловедческих измерениях и т. д.

Из множества применений здесь мы ограничимся рассмотрением только дозиметров метрологического назначения, хотя, нужно отметить, что некоторые из них могут использоваться и в медицинских учреждениях для лучевой терапии. Дозиметры медицинского назначения требуют детального рассмотрения. Их анализ планируется в следующих публикациях.

Дозиметры метрологического назначения представлены исключительно дозиметрами на основе ионизационных камер. Они состоят из электрометра с источником высокого напряжения и ионизационных камер, которые могут меняться в зависимости от решаемой задачи. Среди производителей ионизационных камер вне конкуренции немецкое предприятие *PTW*, расположенное в городе *Freiburg*. *PTW* занимается разработкой и про-

изводством ионизационных камер, начиная с 1922 года, и является общепризнанным мировым авторитетом в этой области. Все остальные производители дозиметров, как правило, используют камеры *PTW* и электрометры собственной разработки. Исключение составляет лишь дозиметр ДКС-101 компании «Политехформ-М», который поставляется с собственными камерами.

Основные характеристики дозиметров метрологического назначения утвержденного типа представлены в табл.5–8.

В заключение раздела специальных дозиметров следует сказать несколько слов об этом сегменте рынка. Потребность в специальных дозиметрах невелика, а требования чрезвычайно высоки. Это приводит к росту стоимости приборов и снижению их универсальности. Специальные дозиметры часто предназначены для измерений одного типа для конкретной установки или комплекса и выполнены в одном экземпляре. Именно этим объясняется столь ограниченный выбор. Вместе с тем, именно при таком подходе удается достичь уникальных характеристик, необходимых для реализации специфических функций.

**Табл.1.1.** Основные характеристики дозиметров утвержденного типа с действующими сертификатами.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Название	Производитель	Диапазон МАЭД, мкЗв/ч	Диапазон энергий, кэВ	ЭЗЧ %	Питание	Диапазон температур, °С	Дополнительные особенности	
1	МКС-01	ООО «Экорад»	0,1–2,0·10 <sup>6</sup>	15–3000 в диапазоне до 500 мкЗв/ч, 65–3000 в диапазоне от 501 мкЗв/ч до 2,0·Зв/ч	30	Аккумуляторная сеть 220 В	–20 ÷ +50	Имеются выносные блоки, может измерять плотность потока бета-излучения
2	МКС-02СА	ООО «СНИИП – АУНИС»	0,1–2,0·10 <sup>5</sup>	50–3000	-	Два элемента АА	–20 ÷ +50	Имеется функция альфа-бета-радиометра, голосовые сообщения, архив
3	МКС-03СА	ООО «СНИИП – АУНИС»	0,1–1,0·10 <sup>4</sup>	50–3000	-	Два элемента АА	–20 ÷ +50	Имеется функция альфа-бета-радиометра, голосовые сообщения, архив, интерфейс USB
4	МКС-АТ6130, МКС-АТ6130А МКС-АТ6130С МКС-АТ6130Д	УП «Атомтех»	0,1–10 <sup>4</sup> 0,1–10 <sup>4</sup> 0,1–10 <sup>3</sup> 0,1–10 <sup>5</sup>	20–3000 50–3000 50–3000 50–3000	30	Два элемента ААА Два элемента АА (для МКС-АТ6130С)	–20 ÷ +55	Имеется функция бета-радиометра, архив
5	ДКГ-РМ1605	ООО «Полимастер»	0,1–1,0·10 <sup>7</sup>	48–3000	30	1 элемент АА	–30 ÷ +65	Имеется архив, интерфейс USB и Bluetooth
6	ДКГ-РМ2012М ДКГ-РМ2012МА	ООО «Полимастер»	1–1,0·10 <sup>7</sup>	60–3000	30	1 элемент питания LR20 (D)	–10 ÷ +50	Имеется функция определения наличия в воздухе токсичных газов и паров токсичных веществ
7	ДКГ-РМ1211	ООО «Полимастер»	0,1–10 <sup>5</sup>	48–3000	29	Аккумулятор	–20 ÷ +60 имеется модификация –40 ÷ +60	Имеется интерфейс Bluetooth, GPS
8	ДРГ-01Т, ДРГ-01Т1	ОАО «Механический завод»	Измеряют экспозиционную дозу, Р/ч 1,0·10 <sup>-5</sup> –10	50–3000	25	Батарейка «Корунд»	–10 ÷ +40	Не имеет процессора

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	ДБГ-01Н	ОАО «Пятигорский завод «Импульс»	Измеряет полевую эквива- лентную дозу 0,1–1000	50–3000	-	элемент питания 6LR61 9 В	-	Не имеет процессора
10	«Quantum»	ООО «МАРКЕТ ГЕЙТ»	0,1–2000	660–1250	-	2 аккум. NiMH AAA	-	Имеется интерфейс USB, цветной дисплей и функция бета-радиометра
11	RDS-30	Mirion Technologies (RADOS)	0,01–10 <sup>5</sup>	48–1300	30	2 элемента типа AA	-25 ÷ +50	Имеется архив
12	RDS-31S	Mirion Technologies (RADOS)	0,01–10 <sup>5</sup>	48–3000	40	2 элемента типа AA	-25 ÷ +60	Имеются дополни- тельные блоки для альфа-, бета-радиографии и погружной блок дозиме- трический, архив
13	ДКГ-02У «Арбигр»	ООО НПП «Доза»	0,1–3,0·10 <sup>6</sup>	50–3000	25	2 элемента типа AA	-20 ÷ +50	Имеется архив
14	ДКГ-03Д «Грач»	ООО НПП «Доза»	0,1–3,0·10 <sup>3</sup>	50–3000	30	2 элемента типа AA	-20 ÷ +50	-
15	ДКГ-07Д «Дрозд»	ООО НПП «Доза»	0,1–3,0·10 <sup>3</sup>	50–3000	25	2 элемента типа AA	-20 ÷ +50	-
16	ДКГ-09Д «Чиж»	ООО НПП «Доза»	0,1–5,0·10 <sup>4</sup>	50–3000	25	3 элемента типа AAA	-40 ÷ +50	Имеется архив, интер- фейс USB, автоматиче- ское вычитание фона
17	ДКГ «Валдай»	ООО «ПОЛИТЕХ ФОРМ-М»	0,1–2,5·10 <sup>4</sup>	30–3000	25	Аккум.	-30 ÷ +55	Имеется интерфейс Bluetooth, архив
18	ДКГ-АТ2140	УП «Атомтех»	0,1–1,0·10 <sup>4</sup>	50–3000	30	2 элемента типа AA	-20 ÷ +50	-
19	Radiagem 2000	Mirion Technologies (CANNBERA)	0,1–1,0·10 <sup>5</sup>	59–1500	-15 ÷ +25	2 элемента типа AA	-10 ÷ +50	Имеется архив
20	МКС-15Д «Снегирь»	ООО НПП «Доза»	0,1–2,0·10 <sup>3</sup>	50–3000	25	2 элемента типа AA	-20 ÷ +50	Имеется функция бета-радиометра
21	МКС-05 «Терра»	ООО НПП «Доза»	0,1–1,0·10 <sup>4</sup>	50–3000	25	2 элемента типа AAA	-10 ÷ +40	Имеется функция бета-радиометра
22	MiniTRACE Gamma S100 Gamma S100R	Saphymo GmbH	0,1–1,0·10 <sup>5</sup>	48–2000	40	2 элемента типа AA	-10 ÷ +50	У Gamma S100R имеется радионтерфейс

**Табл.2.** Характеристики дозиметра ДКС-АТ1123 предприятия «Атомтех».

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы непрерывного рентгеновского и гамма-излучения, мкЗв/ч	$5,0 \cdot 10^{-2} \pm 1,0 \cdot 10^7$
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы кратковременно действующего непрерывного рентгеновского и гамма-излучения (одиночного или серии импульсов длительностью не менее 0,03 с), мкЗв/ч	$5,0 \pm 1,0 \cdot 10^7$
Диапазон измерений средней мощности амбиентного эквивалента дозы импульсного рентгеновского и гамма-излучения при мощности дозы в импульсе до 1,3 Зв/с и длительности импульса не менее 10 нс, мкЗв/ч	$0,1 \pm 1,0 \cdot 10^7$
Диапазон измерений амбиентного эквивалента дозы непрерывного, кратковременно действующего непрерывного и импульсного рентгеновского и гамма-излучения, мкЗв	$1,0 \cdot 10^{-4} \pm 1,0 \cdot 10^8$
Диапазоны энергий регистрируемого рентгеновского и гамма-излучения, кэВ для режима измерения: - непрерывного и кратковременно действующего непрерывного излучения - импульсного излучения	от 15 до 3000 от 15 до 10000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении амбиентного эквивалента дозы и мощности амбиентного эквивалента дозы, %	$\pm 15$

**Табл.3.** Характеристики дозиметра ДКС-96 с блоком детектирования БДКС-96 предприятия НПП «Доза».

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы непрерывного и импульсного рентгеновского и гамма-излучения, мкЗв/ч	$0,1 - 1,0 \cdot 10^6$
Диапазон измерений амбиентного эквивалента дозы непрерывного и импульсного рентгеновского и гамма-излучения, мкЗв	$0,1 - 1,0 \cdot 10^7$
Диапазоны энергий регистрируемого непрерывного и импульсного рентгеновского и гамма-излучения, кэВ	от 15 до 10000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении амбиентного эквивалента дозы и мощности амбиентного эквивалента дозы, %	$\pm(15+6/A_x)$ , где $A_x$ – безразмерная величина, численно равная измеренному значению амбиентного эквивалента дозы в мкЗв, мощности амбиентного эквивалента дозы в мкЗв/ч для чувствительного поддиапазона и мЗв и мЗв/ч для грубого поддиапазона

**Табл.4.** Характеристики дозиметра Ram Ion израильского предприятия «Rotem».

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы фотонного излучения, направленного эквивалента дозы $\dot{H}'(3)$ и $\dot{H}'(0,07)$ фотонного и бета-излучения, мкЗв/ч	$1,0 \div 5,0 \cdot 10^5$
Диапазон измерений амбиентного эквивалента дозы фотонного излучения, направленного эквивалента дозы $\dot{H}'(3)$ и $\dot{H}'(0,07)$ фотонного и бета-излучения, мкЗв	$1,0 \cdot 10^{-2} \pm 1,0 \cdot 10^7$
Диапазоны энергий регистрируемого фотонного излучения, МэВ	от 0,02 до 10
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении амбиентного эквивалента дозы и мощности амбиентного эквивалента дозы, %	$\pm 15$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении направленного эквивалента дозы $\dot{H}'(3)$ и мощности направленного эквивалента дозы $\dot{H}'(3)$ , %	$\pm 20$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении направленного эквивалента дозы $\dot{H}'(0,07)$ и мощности направленного эквивалента дозы $\dot{H}'(0,07)$ , %	$\pm 30$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении амбиентного эквивалента дозы и мощности амбиентного эквивалента дозы для последовательности импульсов длительностью более 10 нс и частотой более 10 Гц, %	$\pm 30$

**Табл.5.** Характеристики дозиметра Unidose E компании PTW-Freiburg.

Характеристика	Значение
Диапазон измерений кермы в воздухе, Гр	от $1,0 \cdot 10^{-4}$ до $1,0 \cdot 10^3$
Диапазон измерений мощности кермы в воздухе, Гр/мин	от $6,0 \cdot 10^{-4}$ до $6,0 \cdot 10^2$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе, %	$\pm 3,0$
Энергетическая зависимость чувствительности в диапазоне энергий фотонов от 0,03 до 1,25 МэВ относительно чувствительности к гамма-излучению Cs-137, ионизационной камеры типа Farmer модели 30010 при измерении кермы в воздухе, %, не более	$\pm 4,0$

**Табл.6.** Характеристики дозиметра DKS – «PC Electrometer» компании Sun Nuclear Corporation, США.

Характеристика	Значение
Диапазон регистрируемых энергий фотонного излучения, МэВ	
1	2
Для камер PTW-30010, PTW-30011, PTW-30012	от 0,03 до 50
Для камер PTW-30013, PTW-31010	от 0,06 до 50
Для камеры PTW-31013	от 0,04 до 50
Для камер PTW-34001, PTW-31014, PTW-31015	от 1,25 до 25
Диапазон регистрируемых энергий рентгеновского излучения, кэВ	
Для камер PTW-23342, PTW-23344, PTW-34013	от 8 до 35
Диапазон регистрируемых энергий электронного излучения, МэВ	
Для камер PTW-30010, PTW-30011, PTW-30012, PTW-30013	от 10 до 45
Для камер PTW-34045, PTW-23343, PTW-34001	от 2 до 45
Диапазон измерений мощности поглощенной дозы в воде (МПД), Гр/мин	
Для камер PTW-30010, PTW-30011, PTW-30012, PTW-30013	от $6,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,5 \cdot 10^2$
Для камеры PTW-31010	от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до $9,0 \cdot 10^2$
Для камеры PTW-31013	от $1,2 \cdot 10^{-2}$ до $3,0 \cdot 10^2$
Для камеры PTW-34045	от $1,7 \cdot 10^{-1}$ до $4,5 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-23343	от $6,0 \cdot 10^{-2}$ до $1,5 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-34001	от $1,0 \cdot 10^{-2}$ до $2,5 \cdot 10^2$
Для камеры PTW-31014	от $3,0 \cdot 10^{-1}$ до $7,5 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-31015	от $1,5 \cdot 10^{-1}$ до $3,75 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-23342	от $1,2 \cdot 10^{-1}$ до $3,0 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-23344	от $1,7 \cdot 10^{-2}$ до $4,3 \cdot 10^2$
Для камеры PTW-34013	от $1,0 \cdot 10^{-1}$ до $3,5 \cdot 10^3$
Диапазон измерений поглощенной дозы в воде (ПД), Гр	
Для камер PTW-30010, PTW-30011, PTW-30012, PTW-30013	от $1,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,5 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-31010	от $6,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,5 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-31013	от $2,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,5 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-34045	от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до $1,5 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-23343	от $1,0 \cdot 10^{-2}$ до $1,5 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-34001	от $1,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,5 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-31014	от $5,0 \cdot 10^{-2}$ до $2,5 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-31015	от $2,5 \cdot 10^{-2}$ до $1,5 \cdot 10^3$
Для камеры PTW-23342	от $2,0 \cdot 10^{-2}$ до $1,5 \cdot 10^3$

1	2
Для камеры РТW-23344	от $2,0 \cdot 10^{-2}$ до $1,5 \cdot 10^3$
Для камеры РТW-34013	от $1,0 \cdot 10^{-1}$ до $3,5 \cdot 10^3$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений МПД и ПД, %	$\pm 2,5$
Энергетическая зависимость чувствительности в диапазоне энергий фотонов от 0,03 до 1,25 МэВ, относительно чувствительности к гамма-излучению с энергией 1,25 МэВ для камер РТW-30010, РТW-30011, РТW-30012, РТW-30013, РТW-31010 РТW-31013, %, не более	$\pm 5,0$
Энергетическая зависимость чувствительности относительно чувствительности к рентгеновскому излучению с эффективной энергией 15 кэВ для камер РТW-23432, РТW-23344, РТW-34013, %, не более	$\pm 3,0$
Энергетическая зависимость чувствительности относительно чувствительности к электронному излучению с энергией 15 МэВ для камер РТW-30010, РТW-30011, РТW-30012, РТW-30013, РТW-34045, РТW-23343, РТW-34001, %, не более	$\pm 3,0$

**Табл.7.** Характеристики дозиметра ДКС-101 компании «Политехформ-М».

Тип камеры	Вид излучения	Энергия излучения, МэВ	Диапазон измерений поглощенной дозы в воде, мГр (амбиентного эквивалента дозы, мЗв)	Диапазон измерений мощности поглощенной дозы в воде, мГр/с (мощности ambiентного эквивалента дозы, мЗв/с)
БМК-06	Фотонное Электронное	от 0,03 до 50 от 5 до 50	от $1,0 \cdot 10^{-2}$ до $1,0 \cdot 10^{10}$ от $1,0 \cdot 10^{-2}$ до $3,5 \cdot 10^{10}$	от $5,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,0 \cdot 10^5$ от $5,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,0 \cdot 10^5$
БМК-50	Фотонное	от 0,04 до 10	от $1,0 \cdot 10^{-4}$ до $1,0 \cdot 10^7$ (от $1,0 \cdot 10^{-1}$ до $3,5 \cdot 10^3$ )	от $5,0 \cdot 10^{-5}$ до $1,0 \cdot 10^3$ (от $5,0 \cdot 10^{-5}$ до $1,0 \cdot 10^3$ )
БМК-500	Фотонное	от 0,04 до 10	от $1,0 \cdot 10^{-5}$ до $1,0 \cdot 10^6$ (от $1,0 \cdot 10^{-5}$ до $3,5 \cdot 10^6$ )	от $5,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,0 \cdot 10^2$ (от $5,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,0 \cdot 10^2$ )
БКПП-02	Фотонное	от 0,01 до 0,2	от $3,0 \cdot 10^{-1}$ до $3,0 \cdot 10^{11}$	от $5,0 \cdot 10^{-1}$ до $1,0 \cdot 10^6$
БКПП-20	Фотонное	от 0,02 до 10	от $1,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,0 \cdot 10^9$	от $5,0 \cdot 10^{-3}$ до $5,0 \cdot 10^5$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений поглощенной дозы в воде и мощности поглощенной дозы в воде, %				$\pm 2,5$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений ambiентного эквивалента дозы и мощности ambiентного эквивалента дозы, %				$\pm 4,0$

**Табл.8.** Характеристики дозиметра ДКС-АТ5350 компании «Атомтех».

Наименование характеристики	Значение		
	«Низкий»	«Средний»	«Высокий»
1	2	3	4
Диапазоны измерений мощности кермы в воздухе рентгеновского и гамма-излучений			
С камерой ТМ32002	от 0,4 до 200 мкГр/мин	от 0,04 до 3 мГр/мин	-
С камерой ТМ23361	от 0,012 до 6 мГр/мин	от 1,2 до 600 мГр/мин	от 0,12 до 2 Гр/мин
С камерой ТМ30001-10	от 0,6 до 300 мГр/мин	от 0,06 до 30 Гр/мин	от 6 до 300 Гр/мин
С камерой ТМ31010	от 0,003 до 1,5 Гр/мин	от 0,3 до 150 Гр/мин	от 30 до 500 Гр/мин
С камерой ТМ23342	от 0,02 до 10 Гр/мин	от 2 до 1000 Гр/мин	от 0,2 до 10 кГр/мин
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении мощности кермы в воздухе рентгеновского и гамма излучений, %			$\pm 3,0$

1	2	3	4
Диапазоны измерений кермы в воздухе рентгеновского и гамма излучений	«Низкий»		«Высокий»
С камерой ТМ32002	от 0,05 до 2,5 мкГр		от 0,5 до 250 мкГр
С камерой ТМ23361	от 2 до 100 мкГр		от 0,02 до 10 мГр
С камерой ТМ30001-10	от 0,1 до 5 мГр		от 1 до 500 мГр
С камерой ТМ31010	от 0,5 до 25 мГр		от 0,005 до 2,5 Гр
С камерой ТМ23342	от 3 до 150 мГр		от 0,03 до 15 Гр
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении кермы в воздухе рентгеновского и гамма излучений, %			±3,0
Диапазон энергий регистрируемого рентгеновского и гамма излучения, МэВ			от 0,008 до 1,33
Энергетическая зависимость (относительно энергии 662 кэВ гамма-излучения радионуклида Cs-137), % не более:			
- в диапазоне энергий рентгеновского и гамма-излучения от 0,03 МэВ до 1,33 МэВ с камерой ТМ32002			±5,0
- в диапазоне энергий рентгеновского и гамма-излучения от 0,1 МэВ до 1,33 МэВ с камерами ТМ30001-10, ТМ23361, ТМ31010			±4,0
- в диапазоне энергий рентгеновского и гамма-излучения от 0,03 МэВ до 0,1 МэВ с камерами ТМ30001-10, ТМ23361, ТМ31010			±6,0
Энергетическая зависимость (относительно эффективной энергии спектра рентгеновского излучения 17 кэВ) в диапазоне энергий рентгеновского излучения от 0,008 МэВ до 0,035 МэВ с камерой ТМ23342, % не более			±5,0

### Литература

1. Мартынюк Ю.Н. Государственный реестр средств измерений: поисковые дозиметры // АНРИ. 2020. № 3(102). С. 26-32.
2. Мартынюк Ю.Н., Нурлыбаев К., Ревков А.А. Дозиметрия импульсного излучения // АНРИ. 2018. № 1(92). С. 2-11.

## The State Fund of Metrology of Russian Federation. Part 2. General-purpose, pulse and special dosimeters

Martyniuk Yuri (SPC «Doza», Ltd, Zelenograd, Russia)

**Abstract.** Lists of photon radiation dosimeters, as well as pulse radiation dosimeters and metrological dosimeters, included in the State Information Fund of Measuring Instruments of the Russian Federation are given. The results of a comparative analysis of the characteristics of these dosimeters groups are discussed.

**Key words:** dosimeter, photon radiation, pulsed radiation, precise dosimeter for radiation metrology, measuring device, State Fund of Metrology of Russian Federation.

Ю.Н.Мартынюк (к.ф.-м.н., гл.констр.) – НПП «Доза», г. Зеленоград.

Контакты: тел. +7 (495) 777-84-85; e-mail: martin@doza.ru.