ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 60846-1— 2025

Приборы радиационной защиты

ИЗМЕРИТЕЛИ И/ИЛИ ИЗМЕРИТЕЛИ-СИГНАЛИЗАТОРЫ АМБИЕНТНОГО И/ИЛИ НАПРАВЛЕННОГО ЭКВИВАЛЕНТА ДОЗЫ (МОЩНОСТИ) БЕТА-, РЕНТГЕНОВСКОГО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЙ

Часть 1

Требования к переносным измерителям и измерителям-сигнализаторам для мониторинга рабочих мест и окружающей среды

(IEC 60846-1:2009, Radiation protection instrumentation — Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation — Part 1: Portable workplace and environmental meters and monitors, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 322 «Атомная техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 июня 2025 г. № 637-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 60846-1:2009 «Приборы радиационной защиты. Дозиметры и/или мониторы (мощности) амбиентного и/или направленного эквивалента дозы бета-, рентгеновского и гамма-излучения. Часть 1. Переносные дозиметры и мониторы для измерений на рабочем месте и в окружающей среде» (IEC 60846-1:2009 «Radiation protection instrumentation — Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation — Part 1: Portable workplace and environmental meters and monitors», IDT).

Международный стандарт разработан подкомитетом 45B «Приборы для радиационной защиты» Технического комитета по стандартизации ТС 45 «Ядерное приборостроение» Международной электротехнической комиссии (IEC).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные и межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА.

Слово «отклик» по тексту стандарта изменено на «коэффициент чувствительности».

Дополнительные сноски в тексте стандарта, выделенные курсивом, приведены для пояснения текста оригинала

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© IEC, 2009
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 4
4 Единицы величин и обозначения 8
4.1 Единицы величин 8
4.2 Обозначения 9
5 Общие характеристики измерителей амбиентного и направленного эквивалента дозы (мощности) 11
5.1 Индикация 11
5.2 Считывание данных 12
5.3 Диапазон мощности эквивалентной дозы 12
5.4 Эффективный диапазон измерений 12
5.5 Минимальный диапазон измерений 12
5.6 Номинальный диапазон значений влияющей величины 12
5.7 (Минимальный) номинальный диапазон влияющей величины 13
5.8 Уровни сигнализации 13
5.9 Дополнительные показания 13
5.10 Неисправность работы индикации 13
5.11 Проведение дезактивации 13
5.12 Маркировка 13
5.13 Алгоритм оценки отображаемого значения 13
5.14 Классификация дозиметров 14
6 Общие процедуры испытаний 14
6.1 Описание работы прибора 14
6.2 Сущность испытаний 14
6.3 Эталонные условия и нормальные условия испытаний 14
6.4 Испытания на воздействие влияющих величин типа F 14
6.5 Испытания на воздействие влияющих величин типа S 14
6.6 Учет нелинейности 15
6.7 Рассмотрение случаев использования нескольких детекторов или сигналов детектора в дозиметре 15
6.8 Положение измерителя эквивалента дозы (мощности) для целей испытаний 15
6.9 Нижние значения мощности эквивалента дозы 15
6.10 Статистические колебания 15
6.11 Источник эталонного излучения 16
6.12 Эталонное фотонное излучение 16
6.13 Эталонное бета-излучение 16
6.14 Определение коэффициента чувствительности к эквиваленту дозы (мощности) 16
7 Аддитивность отображаемого значения 16
7.1 Требования 16
7.2 Метод испытаний 16
7.3 Интерпретация результатов 17
8 Требования к характеристикам и методам испытаний 17
8.1 Общие положения 17
8.2 Анализ неопределенности принятого значения 17
8.3 Модельная функция 17
8.4 Изменение коэффициента чувствительности в зависимости от энергии и угла падения фотонного излучения 18
8.5 Изменение коэффициента чувствительности в зависимости от энергии и угла падения бета-излучения 19
8.6 Чувствительность к нейтронному излучению 20
8.7 Линейность и статистические флуктуации 21
8.8 Характеристики при перегрузке 22
8.9 Время отклика 23

8.10 Взаимосвязь между временем отклика и статистическими флуктуациями 24
8.11 Изменение коэффициента чувствительности, обусловленное зависимостью измерений дозы от мощности дозы 24
8.12 Коэффициент чувствительности к полям импульсного ионизирующего излучения 25
8.13 Требования к точности сигнализации измерителя-сигнализатора эквивалента дозы (мощности) 25
9 Электрические характеристики измерителей амбиентного и направленного эквивалента дозы (мощности) 26
9.1 Стабильность индикации нуля в зависимости от времени 26
9.2 Время установления рабочего режима 27
9.3 Источники электропитания 27
10 Механические характеристики измерителей направленного и амбиентного эквивалента дозы (мощности) 28
10.1 Механический удар во время работы (микрофонный эффект) 28
10.2 Испытание на падение во время транспортирования 29
10.3 Ориентация измерителя эквивалента дозы (мощности) (геотропизм) 29
11 Характеристики окружающей среды, эксплуатационные требования и испытания 29
11.1 Общие положения 29
11.2 Температура окружающей среды 30
11.3 Относительная влажность 30
11.4 Атмосферное давление 30
11.5 Изоляция от влаги (герметичность) 31
11.6 Хранение и транспортирование 31
11.7 Электромагнитная совместимость 31
12 Программное обеспечение 33
12.1 Общие положения 33
12.2 Требования 33
12.3 Метод испытаний 35
13 Сводные данные о характеристиках 35
14 Документирование информации 35
14.1 Информация, указываемая на приборе 35
14.2 Документ калибровки и определения характеристик 35
14.3 Руководство по эксплуатации 36
14.4 Протокол испытаний типового образца 36
Приложение А (обязательное) Статистические флуктуации 41
Приложение В (справочное) Классификация измерителей амбиентной/направленной дозы (мощности) 43
Приложение С (справочное) Калибровка и определение характеристик измерителей эквивалента дозы (мощности), предназначенных для мониторинга окружающей среды 44
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам 46
Библиография 48

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Приборы радиационной защиты

ИЗМЕРИТЕЛИ И/ИЛИ ИЗМЕРИТЕЛИ-СИГНАЛИЗАТОРЫ АМБИЕНТНОГО И/ИЛИ НАПРАВЛЕННОГО ЭКВИВАЛЕНТА ДОЗЫ (МОЩНОСТИ) БЕТА-, РЕНТГЕНОВСКОГО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЙ

Часть 1

Требования к переносным измерителям и измерителям-сигнализаторам для мониторинга рабочих мест и окружающей среды

Radiation protection instrumentation. Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation. Part 1. Requirements for portable workplace and environmental meters and monitors

Дата введения — 2025—08—01

1 Область применения

Настоящий стандарт применяется к измерителям и/или измерителям-сигнализаторам эквивалента дозы (мощности), предназначенным для измерений амбиентного и/или направленного эквивалента дозы (мощности) внешнего бета-, рентгеновского и гамма-излучений, как определено в докладе 47 МКРЕ[1)].

Примечание 1 — Если подразумевают обе величины (амбиентный эквивалент дозы и направленный эквивалент дозы), то термин «эквивалент дозы» может быть использован как сокращение.

Настоящий стандарт распространяется только на переносные измерители и/или измерители-сигнализаторы, предназначенные для мониторинга рабочих мест и окружающей среды. Настоящий стандарт распространяется на измерители и/или измерители-сигнализаторы для измерений эквивалента дозы внешнего бета- и/или рентгеновского и гамма-излучений в диапазоне от 0,01 мкЗв до 10 Зв или мощности эквивалента дозы в диапазоне от 0,01 мкЗв $\cdot$ ч$^{-1}$ до 10 Зв $\cdot$ ч$^{-1}$ для энергий, указанных в таблице 1. Все значения энергии являются средними значениями по отношению к преобладающей величине дозы.

Таблица 1 — Измеряемые величины и диапазоны энергий, включенные в настоящий стандарт

Измеряемая величина	Диапазон энергий фотонного излучения	Диапазон энергий бета-излучения
$H^*(10)$	От 12 кэВ до 10 МэВ	—
$H'(0,07)$	От 8 до 250 кэВ	От 0,07 МэВ[a] до 1,2 МэВ, почти эквивалентно E_{max} от 225 кэВ до 3,54 МэВ
[a] Бета-частицам для проникновения в мертвый слой кожи на номинальную глубину 0,07 мм (что почти эквивалентно 0,07 мм ткани МКРЕ) необходима энергия 0,07 МэВ.		

Примечание 2 — Для случаев, когда к измерителю мощности дозы или измерителю-сигнализатору подключают дополнительный датчик, используемый для контроля загрязненности, этот датчик должен соответствовать МЭК 60325.

Если требуется использование других измеряемых величин, например кермы в воздухе или экспозиционной дозы фотонного излучения, настоящий стандарт также может быть применен с соответствующими поправками.

В настоящем стандарте выражение «эквивалент дозы (мощности)» используют в тех случаях, когда положения данного стандарта применяют как к измерениям эквивалента дозы, так и к измерениям мощности эквивалента дозы.

[1)] МКРЕ — Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям.

Издание официальное

Примечание 3 — Настоящий стандарт не распространяется на медицинскую радиологию, находящуюся в сфере деятельности Технического комитета 62 Международной электротехнической комиссии, когда условия радиационного воздействия могут быть крайне неоднородными, хотя и точно известными.

Примечание 4 — Настоящий стандарт не распространяется на средства измерений индивидуального эквивалента дозы и/или мощности индивидуального эквивалента дозы.

Целью настоящего стандарта являются установление требований к конструкции и определение характеристик измерителей эквивалента дозы (мощности), предназначенных для измерений амбиентного эквивалента дозы (мощности) и направленного эквивалента дозы (мощности) излучения, как определено в докладе 47 МКРЕ.

Таким образом, настоящий стандарт устанавливает:

a) общие характеристики, функции и рабочие характеристики измерителей эквивалента дозы (мощности);

b) методы испытаний, которые должны использоваться для определения соответствия требованиям настоящего стандарта.

Использование данного типа измерителей эквивалента дозы (мощности) не противоречит законодательству об обеспечении единства измерений.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)].

IEC 60050-151:2001[1)], International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 151: Electrical and magnetic devices [Международный электротехнический словарь (IEV). Часть 151. Электрические и магнитные устройства]

IEC 60050-393:2003[2)], International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 393: Nuclear instrumentation — Physical phenomena and basic concepts [Международный электротехнический словарь (IEV). Часть 393. Ядерное приборостроение. Физические явления и основные концепции]

IEC 60050-394:2007[3)], International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 394: Nuclear instrumentation — Instruments, systems, equipment and detectors [Международный электротехнический словарь (IEV). Часть 394. Ядерное приборостроение. Приборы, системы, оборудование и детекторы]

IEC 60068-2-31:2008, Environmental testing — Part 2-31: Tests — Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens (Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-31. Испытания. Испытание Ec: Воздействия при грубом обращении, в основном, с образцами аппаратуры)

IEC 60086-1:2006[4)], Primary batteries — Part 1: General (Батареи первичные. Часть 1. Общие положения)

IEC 60086-2:2006[5)], Primary batteries — Part 2: Physical and electrical specifications (Батареи первичные. Часть 2. Физические и электрические характеристики)

IEC 60359:2001, Electrical and electronic measurement equipment — Expression of performance (Аппаратура измерительная электрическая и электронная. Выражение рабочих характеристик)

IEC 60529:1989[6)], Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) [Степени защиты, обеспечиваемые корпусами (Код IP)]

Изменение 1 (1999)[7)]

[1)] Действует, включая Изменение 1 (2013), Изменение 2 (2014), Изменение 3 (2019), Изменение 4 (2020), изменение 5 (2021).

[2)] Заменен на IEC 60050-395:2014. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[3)] Заменен на IEC 60050-395:2014. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[4)] Заменен на IEC 60086-1:2021, включая Поправку 1 (2022). Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[5)] Заменен на IEC 60086-2:2021, включая Поправку 1 (2022). Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[6)] Действует, включая Изменение 1 (1999), Изменение 2 (2013) и Поправку 1 (2019).

[7)] Существует объединенное издание (2.1), которое включает IEC 60529:1989 и Поправку 1 (1999).

IEC 61000-4-2:1995[1)], Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-2: Testing and measurement techniques — Electrostatic discharge immunity test (Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-2. Методики испытаний и измерений. Испытание на невосприимчивость к электростатическому разряду)

Изменение 1 (1998)

Изменение 2 (2000)[2)]

IEC 61000-4-3:2006[3)], Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-3: Testing and measurement techniques — Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test [Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-3. Методики испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к воздействию электромагнитного поля с излучением на радиочастотах]

Изменение 1 (2007)[4)]

IEC 61000-4-6:2008[5)], Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-6: Testing and measurement techniques — Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields [Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-6. Методики испытаний и измерений. Защищенность от помех по цепи питания, наведенных радиочастотными полями]

IEC 61000-4-8:1993[6)], Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-8: Testing and measurement techniques — Power frequency magnetic field immunity test [Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 4-8. Методики испытаний и измерений. Испытание на помехоустойчивость в условиях магнитного поля промышленной частоты]

Изменение 1 (2000)[7)]

IEC 61000-6-2:2005[8)], Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Immunity for industrial environments [Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 6-2. Общие стандарты. Помехоустойчивость оборудования, используемого в районах с промышленными предприятиями]

IEC 61187:1993, Electrical and electronic measuring equipment — Documentation (Аппаратура измерительная электрическая и электронная. Документация)

IEC/TR 62461:2006[9)], Radiation protection instrumentation — Determination of uncertainty in measurement (Измерительная аппаратура для защиты от радиации. Определение неопределенности измерений)

ISO/IEC Guide 98-3:2008[10)], Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995) [Неопределенность измерений. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерений (GUM: 1995)]

ISO/IEC Guide 99:2007, International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM) [Международный словарь по метрологии. Основные и общие понятия и соответствующие термины (VIM)]

ISO 4037-1:1996[11)], X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy — Part 1: Radiation characteristics and production methods (Рентгеновские и гамма-излучения эталонные для калибровки дозиметров и измерителей мощности дозы и определения их характеристик как функции энергии фотонов. Часть 1. Характеристики излучения и методы получения)

[1)] Заменен на IEC 61000-4-2:2008. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[2)] Существует объединенное издание (1.2), которое включает IEC 61000-4-2:1995, Поправку 1 (1998) и Поправку 2 (2000).

[3)] Заменен на IEC 61000-4-3:2020. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[4)] Существует объединенное издание (3.1), которое включает IEC 61000-4-3:2006 и Поправку 1 (2007).

[5)] Заменен на IEC 61000-4-6:2023. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[6)] Заменен на IEC 61000-4-8:2009. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[7)] Существует объединенное издание (1.1), которое включает IEC 61000-4-8:1993 и Поправку 1 (2000).

[8)] Заменен на IEC 61000-6-2:2016. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[9)] Заменен на IEC/TR 62461:2015. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[10)] Действует, включая Дополнение 1 (2008), Поправку 1 (2009), Дополнение 2 (2011).

[11)] Заменен на ISO 4037-1:2019. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

ISO 4037-2:1997[1)], X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy — Part 2: Dosimetry for radiation protection over the energy ranges 8 keV to 1,3 MeV and 4 MeV to 9 MeV (Рентгеновские и гамма-излучения эталонные для калибровки дозиметров и измерителей мощности дозы и определения их характеристик как функции энергии фотонов. Часть 2. Дозиметрия для защиты от излучения в диапазонах энергий от 8 кэВ до 1,3 МэВ и от 4 МэВ до 9 МэВ)

ISO 4037-3:1999[2)], X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy — Part 3: Calibration of area and personal dosemeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence (Рентгеновские и гамма-излучения эталонные для калибрования дозиметров и интенсиметров и определения их характеристик как функции энергии фотона. Часть 3. Калибровка дозиметров для индивидуальной дозиметрии и дозиметрии местного измерения их характеристик, таких как функция энергии и угол падения)

ISO 4037-4:2004[3)], X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy — Part 4: Calibration of area and personal dosemeters in low energy X reference radiation fields (Рентгеновские и гамма-излучения эталонные для калибрования дозиметров и интенсиметров и определения их характеристик как функции энергии фотона. Часть 4. Калибрование производственных и личных дозиметров в эталонных полях облучения с низкой интенсивностью X)

ISO 6980-1:2006[4)], Nuclear energy — Reference beta-particle radiation — Part 1: Methods of production (Ядерная энергия. Эталонное бета-излучение. Часть 1. Методы получения)

ISO 6980-2:2004[5)], Nuclear energy — Reference beta-particle radiation — Part 2: Calibration fundamentals related to basic quantities characterizing the radiation field (Ядерная энергия. Эталонное бета-излучение. Часть 2. Принципы калибровки в отношении основных величин, характеризующих поле излучения)

ISO 6980-3:2006[6)], Nuclear energy — Reference beta-particle radiation — Part 3: Calibration of area and personal dosemeters and determination of their response as a function of beta radiation energy and angle of incidence (Ядерная энергия. Эталонное бета-излучение. Часть 3. Калибрование территориальных и персональных дозиметров и определение их реакции как функции энергии бета-излучения и угла падения)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по МЭК 60050-393, МЭК 60050-394 и МЭК 60359, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **приемочные испытания** (acceptance test): Предусмотренные договором испытания, проводимые с целью продемонстрировать заказчику, что прибор соответствует определенным условиям его спецификации.

3.2 **амбиентный эквивалент дозы *H**(10)** (ambient dose equivalent): Эквивалент дозы в точке радиационного поля излучения, который будет создаваться соответствующим направленным однородным полем излучения в сфере МКРЕ на глубине 10 мм от поверхности по радиусу, противоположному направлению однородного поля.

Примечание 1 — Единицей амбиентного эквивалента дозы является зиверт (Зв) или его десятичные кратные или дольные единицы (например, мЗв).

Примечание 2 — Амбиентный эквивалент дозы (мощности), используемый для контроля сильно проникающего излучения, не является подходящей величиной в качестве величины измерений бета-излучения, даже для номинально проникающего (см. доклад 47 МКРЕ, 1992).

[1)] Заменен на ISO 4037-2:2019. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[2)] Заменен на ISO 4037-3:2019. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[3)] Заменен на ISO 4037-4:2019 Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[4)] Заменен на ISO 6980-1:2023. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[5)] Заменен на ISO 6980-2:2023. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

[6)] Заменен на ISO 6980-3:2023. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта следует использовать только указанное в датированной ссылке издание.

Примечание 3 — При использовании в настоящем стандарте термина «эквивалент дозы» подразумеваются обе величины: амбиентный эквивалент дозы и направленный эквивалент дозы.

3.3 **мощность амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$** (ambient dose equivalent rate): Отношение $dH^*(10)$ к dt, где $dH^*(10)$ — приращение амбиентного эквивалента дозы за интервал времени dt:

$$\dot{H}^*(10) = \frac{dH^*(10)}{dt}.$$

Примечание — Единицей мощности амбиентного эквивалента дозы в Международной системе единиц (СИ) является зиверт в секунду (Зв · с$^{-1}$). Единицами мощности амбиентного эквивалента дозы являются любые отношения десятичных кратных или дольных единиц зиверт к соответствующей единице времени (например, мЗв · ч$^{-1}$).

3.4 **коэффициент вариации ν** (coefficient of variation): Отношение стандартного отклонения s к значению среднего арифметического $\bar{x}$ для серии n измерений x_i, рассчитываемое по формуле

$$\nu = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}}\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}.$$

3.5 **(полный) результат измерений** [(complete) result of a measurement]: Множество значений, приписываемых измеряемой величине, включая значение, соответствующую неопределенность и единицу измерений величины.

Примечание 1 — В качестве измеренного значения M может быть выбрано среднее значение (всей выборки значений), а в качестве неопределенности — параметр, характеризующий дисперсию.

Примечание 2 — Результат измерений связан с отображаемым прибором значением G и поправочными значениями, полученными при калибровке и использовании модели.

Примечание 3 — Оценка M может быть основана на одном или нескольких отображаемых значениях.

[IEV 311-01-01, изменено]

3.6 **принятое значение величины H** (conventional quantity value): Значение величины, присвоенное по соглашению величине для данной цели.

Примечание 1 — Для данного понятия иногда используют термин «условно истинное значение величины», но его применение нежелательно.

Примечание 2 — Иногда принятое значение величины является оценкой истинного значения величины.

Примечание 3 — Принятое значение величины, как правило, связывают с соответствующей малой неопределенностью измерений, которая может быть равной нулю.

Примечание 4 — В настоящем стандарте величиной является эквивалент дозы (мощность).

3.7 **отклонение D** (deviation): Разность между отображаемыми значениями одного и того же исходного значения эквивалента дозы (мощности), когда влияющая величина принимает последовательно два разных значения.

[IEV 311-07-03, изменено]

$$D = G - G_r,$$

где G — номинальное значение при воздействии влияющей величины;

G_r — номинальное значение в исходных условиях.

Примечание 1 — Оригинальный термин в IEV 311-07-03 читается как «изменение (обусловленное влияющей величиной)». Чтобы не путать изменение (номинального значения) и изменение коэффициента чувствительности, в настоящем стандарте используют термин «отклонение».

Примечание 2 — Отклонение может быть как положительным, так и отрицательным, что связано, соответственно, с увеличением или уменьшением отображаемого значения.

Примечание 3 — Отклонение имеет особенно важное значение для влияющих величин типа S.

3.8 **направленный эквивалент дозы $H'(0,07)$** (directional dose equivalent): Эквивалент дозы в точке поля излучения, который создает соответствующее расширенное поле в сфере МКРЕ на глубине 0,07 мм от поверхности по радиусу в заданном направлении.

Примечание — Единицей направленного эквивалента дозы в Международной системе единиц (СИ) является зиверт (Зв) или десятичные кратные или дольные единицы (например, мЗв).

3.9 **мощность направленного эквивалента дозы $\dot{H}'(0,07)$** (directional dose equivalent rate): Отношение dH'(0,07) к dt, где dH'(0,07) — приращение направленного эквивалента дозы за интервал времени dt:

$$\dot{H}'(0,07) = \frac{\mathrm{d}H'(0,07)}{\mathrm{d}t}.$$

Примечание — Единицей мощности направленного эквивалента дозы в Международной системе единиц (СИ) является зиверт в секунду (Зв · с$^{-1}$). Единицами мощности направленного эквивалента дозы являются любые отношения десятичных кратных или дольных единиц зиверт к соответствующей единице времени (например, мЗв · ч$^{-1}$).

3.10 **измеритель эквивалента дозы (мощности)** (dose equivalent (rate) meter): Средство измерений, предназначенное для измерений эквивалента дозы (мощности)[1)].

3.11 **эффективный диапазон измерений [измерителя эквивалента дозы (мощности)]** (effective range of measurement (of a dose equivalent (rate) meter)): Диапазон значений измеряемой величины, в котором характеристики измерителя эквивалента дозы (мощности) соответствуют требованиям настоящего стандарта.

3.12 **отображаемое значение G** (indicated value): Показания измерительного прибора (дозиметра) в единицах эквивалента дозы или мощности эквивалента дозы.

3.13 **влияющая величина** (influence quantity): Величина, которая при прямом измерении не влияет на величину, которую фактически измеряют, но влияет на соотношение между показанием и результатом измерений.

Примечание 1 — Например, температура микрометра, используемого для измерения длины.

[GUM B.2.10]

Примечание 2 — Если воздействие на результат измерений влияющей величины зависит от другой влияющей величины, эти влияющие величины рассматривают как одну величину. В настоящем стандарте данное положение применимо, например, к влияющим величинам «энергия излучения и угол падения излучения».

3.14 **влияющая величина типа F** (influence quantity of type F): Влияющая величина (мультипликативная поправка), влияние которой на отображаемое значение заключается в изменении чувствительности дозиметра.

Примечание 1 — В качестве примера можно привести энергию излучения и угол падения излучения.

Примечание 2 — «F» означает «фактор» («коэффициент»): Показание, формируемое за счет излучения, умножается на коэффициент, зависящий от влияющей величины.

3.15 **влияющая величина типа S** (influence quantity of type S): Влияющая величина (аддитивная поправка), влияние которой на отображаемое значение заключается в отклонении, не зависящем от отображаемого значения.

Примечание 1 — В качестве примера можно привести электромагнитные помехи.

Примечание 2 — Все требования, касающиеся влияющих величин типа S, определяются отклонением значений D.

Примечание 3 — «S» означает суммирование. Показание является суммой значения, формируемого за счет излучения и отклонения за счет влияющей величины, например электромагнитных помех.

3.16 **нижний предел эффективного диапазона измерений H_0** (lower limit of effective range of measurement): Наименьшее значение дозы (мощности), входящее в эффективный диапазон измерений.

3.17 **максимальная мощность эквивалента дозы (для дозиметров) $\dot{H}_{max}$** (maximum dose equivalent rate (for dosemeters)): Максимальное значение мощности дозы, которое может быть измерено с установленным показателем точности.

3.18 **результат измерений M** (measured value): Значение, которое может быть получено из отображаемого значения G путем применения модельной функции измерений.

Примечание 1 — Модельная функция необходима для оценки неопределенности измеренного значения в соответствии с GUM (Руководством по выражению неопределенности измерений) (см. GUM 3.1.6, 3.4.1 и 4.1).

[1)] *Измеритель дозы — прибор, предназначенный для измерения дозы: экспозиционной, поглощенной в воздухе, воде, ткани; эквивалента (амбиентного, направленного, индивидуального), кермы в воздухе. Измеритель мощности дозы — прибор, предназначенный для измерения мощности дозы. Дозиметр — прибор, объединяющий функции измерителя дозы и мощности дозы.*

Примечание 2 — Ниже приведен пример модельной функции. Данная модельная функция учитывает отображаемое значение G с эталонным калибровочным коэффициентом N_0, поправку на нелинейность коэффициента чувствительности r_n, l отклонения D_p (p = 1...l) влияющих величин типа S и m значений относительного коэффициента чувствительности r_q (q = 1…m) для влияющих величин типа F:

$$M = \frac{N_0}{r_n \prod_{q=1}^{m} r_q}\left[G - \sum_{p=1}^{l} D_p\right].$$

Примечание 3 — Расчеты по такой модельной функции обычно не выполняются только в том случае, если конкретные влияющие величины хорошо известны и применяется соответствующая поправка.

Примечание 4 — При необходимости допускается использовать другую модельную функцию, более подходящую к конструкции данного дозиметра.

Примечание 5 — Если элементы управления калибровкой настроены в соответствии с инструкциями производителя, эталонный калибровочный коэффициент, поправка на нелинейный отклик и все относительные значения отклика установлены на единицу, а отклонения — на ноль, то эти настройки приводят к погрешности измерений, которая может быть определена по измеренным отклонениям из значений отклика и измеренных отклонений. Для дозиметра, прошедшего испытания в соответствии с настоящим стандартом, доступны все эти данные[1)].

3.19 **минимальный номинальный диапазон (использования)** (minimal rated range (of use)): Наименьший диапазон, заданный для влияющей величины или параметра измерительного прибора, в котором измеритель эквивалента дозы (мощности) должен работать и обеспечивать заданные показатели точности измерений в соответствии с настоящим стандартом.

Примечание — Минимальные номинальные диапазоны влияющих величин, рассматриваемые в настоящем стандарте, приведены во второй графе таблиц 5—8.

3.20 **нелинейность** (non-linearity): Изменение значения коэффициента чувствительности в зависимости от измеряемого значения дозы (мощности).

3.21 т**очка испытания [измерителя эквивалента дозы (мощности)]** (point of test (of a dose equivalent (rate) meter)): Значение в пределах диапазона измерений с известными параметрами, в котором оценивается соответствие измерителя заданным параметрам при проведении испытаний.

3.22 **квалификационные испытания** (qualification tests): Испытания, проводимые с целью проверки выполнения требований спецификаций, которые подразделяют на испытания типа и приемо-сдаточные испытания, определяемые далее.

3.23 **допустимый диапазон (использования) [измерителя эквивалента дозы (мощности)]** (rated range (of use) (of a dose equivalent (rate) meter)): Диапазон значений влияющей величины, в котором измеритель эквивалента дозы (мощности) должен работать в заданных пределах изменения; его пределами являются максимальное и минимальное допустимые значения.

3.24 **эталонная ориентация [измерителя эквивалента дозы (мощности)]** (reference orientation (of a dose equivalent (rate) meter)): Ориентация измерителя эквивалента дозы (мощности) по отношению к направлению падающего излучения во время калибровки, определения характеристик.

3.25 **опорная точка [измерителя эквивалента дозы (мощности)]** (reference point (of a dose equivalent (rate) meter)): Физическая отметка или отметки на внешней поверхности дозиметра для измерений эквивалента дозы (мощности), используемые для его позиционирования в точке измерений или точке испытаний.

3.26 **эталонный коэффициент чувствительности R_0** (reference response): Отношение показания значения величины к эталонному значению $H_{r,0}$ величины в нормальных условиях:

$$R_0 = \frac{G_{r,0}}{H_{r,0}},$$

где $G_{r,0}$ — соответствующее отображаемое значение.

---

1) *При калибровке, выполненной по инструкции производителя, эталонный калибровочный коэффициент, поправка на нелинейность коэффициента чувствительности и все относительные значения коэффициента чувствительности (для учета влияющей величины типа* F) *установлены на единицу, а отклонения (для учета влияющей величины типа* S) *установлены на ноль. Эти настройки не учитывают неопределенность измерений, обусловленных влияющими факторами (типа* F *и типа* S). *Эта неопределенность может быть определена по изменению значений чувствительности и измеренным отклонениям. Для дозиметра, испытанного в соответствии с настоящим стандартом, все эти корректировки доступны.*

Примечание 1 — Эталонная чувствительность является обратной величиной эталонного калибровочного коэффициента.

Примечание 2 — Эталонные значения дозы (мощности) приведены в таблице 4.

3.27 **относительный коэффициент чувствительности *r*** (relative response): Отношение коэффициента чувствительности R к эталонному коэффициенту чувствительности R_0:

$$r = \frac{R}{R_0}.$$

3.28 **коэффициент чувствительности (радиационного средства измерения) *R***[1)] (response (of a radiation measuring assembly)): При заданных условиях определяется соотношением

$$R = \frac{G}{H},$$

где G — отображаемое значение величины, измеряемое испытуемым средством измерений (дозиметром),

H — условное количественное значение этой величины

3.29 **приемо-сдаточные испытания** (routine test): Испытание, которому подвергается каждое отдельное устройство во время или после изготовления для подтверждения его соответствия определенным критериям.

3.30 **условия испытаний** (standard test conditions): Условия, представленные диапазонами значений влияющих величин, при которых выполняется калибровка или определяется коэффициент чувствительности.

Примечание 1 — В идеальном случае калибровка должна проводиться при эталонных условиях. Поскольку это не всегда достижимо (например, в отношении атмосферного давления) или удобно (например, в отношении температуры окружающей среды), может использоваться (достаточно узкий) интервал вокруг эталонного значения параметра. Необходимо внести поправки на отклонения калибровочного коэффициента (коэффициента чувствительности), обусловленные этими отклонениями.

Примечание 2 — При проведении испытаний с целью определения характеристик все значения влияющих величин, не подлежащих испытаниям, должны находиться в пределах интервалов для нормальных условий испытаний.

[ИСО 4037-3, 3.2.3, изменено]

3.31 **допустимые значения для испытаний** (standard test values): Величина, значения или диапазон значений влияющей величины или параметра дозиметра, допустимые при проведении калибровки или испытаний другой влияющей величины или параметра дозиметра.

Примечание — В нормальных условиях испытаний влияющие величины и параметры дозиметра имеют свои стандартные значения для испытаний.

3.32 **дополнительные испытания** (supplementary tests): Испытания, предназначенные для получения дополнительной информации об определенных характеристиках измерителей эквивалента дозы (мощности).

3.33 **испытание типового образца** (type test): Испытание на соответствие настоящему стандарту, проводимое на одном или нескольких образцах, представляющих производимую продукцию.

4 Единицы величин и обозначения

4.1 Единицы величин

В настоящем стандарте используют единицы величин Международной системы единиц (СИ). Определение радиационных величин и дозиметрических терминов приведены в МЭК 60050-393, МЭК 60050-394 и докладе 51 МКРЕ. Кроме того, допускается использование следующих единиц величин:

- энергии: электрон-вольт (эВ). 1 эВ = $1{,}602 \cdot 10^{-19}$ Дж;
- времени: год, день, час (ч), минута (мин).

Согласно СИ допускается использовать кратные и десятичные доли единиц СИ.

Единицей эквивалента дозы является зиверт (Зв). 1 Зв = 1 Дж $кг^{-1}$.

[1)] *Коэффициент чувствительности (радиационного средства измерений) R — отношение отображаемого значения величины средством измерений к действительному (условно истинному) значению этой величины. При заданных условиях коэффициент чувствительности определяется соотношением* $R = \frac{G}{H}$, *где G — отображаемое значение величины средством измерений (дозиметром); H — действительное (условно истинное) значение этой величины.*

4.2 Обозначения

В таблице 2 приведен перечень используемых обозначений (и сокращений).

Таблица 2 — Обозначения (и сокращения)

Обозначение	Значение	Единица величины
α	Угол падения излучения	°
α_{max}	Максимальное значение α в пределах допустимых значений влияющей величины	°
D	Отклонение	Зв
d	Глубина в мягкой ткани. Рекомендуемые глубины составляют 10 мм и 0,07 мм	м
D_p	Отклонение, обусловленное влияющей величиной p типа S	Зв
$\bar{E}$	Средняя энергия излучения	эВ
G	Номинальное значение дозы	Зв
$\dot{G}$	Номинальное значение мощности дозы	Зв · ч$^{-1}$
$\dot{G}_0$	Номинальное значение мощности дозы, обусловленной собственным фоном измерителя дозы (мощности)	Зв · ч$^{-1}$
$\dot{G}_{0.s}$	Номинальное значение мощности дозы фонового излучения в калибровочной лаборатории	Зв · ч$^{-1}$
G_e	Номинальное значение дозы (мощности), создаваемой электрическим сигналом q_e	Зв
$\dot{G}_f$	Установившееся показание мощности дозы после ступенчатого повышения мощности эквивалента дозы	Зв
$\dot{G}_i$	Начальное показание мощности дозы перед ступенчатым повышением мощности эквивалента дозы	Зв
G_K	Номинальное значение дозы, обусловленное единичным облучением с принятым значением дозы H_K	Зв
G_{K+L}	Номинальное значение дозы, обусловленное составным (одновременным) облучением с принятым значением дозы $H_K + H_L$	Зв
G_{nat}	Номинальное значение дозы после воздействия естественного фонового излучения в течение времени tenv	Зв
G_L	Номинальное значение дозы, обусловленное единичным облучением с принятым значением дозы H_L	Зв
G_{low}	Показание дозиметра в тех же самых условиях, что и для G_{nom}, но при низком заряде батареи; например, дозиметр первый раз выводит сообщение «низкий заряд батареи»	Зв
G_{nom}	Показание дозиметра в тех же самых условиях, когда напряжение батареи имеет номинальное значение	Зв
G_r	Номинальное значение дозы (мощности) в заданных эталонных условиях	Зв (Зв · ч$^{-1}$)
$G_{r,0}$	Эталонное значение номинальной дозы (мощности), обусловленное воздействием $H_{r,0}$	Зв (Зв · ч$^{-1}$)
$\dot{G}_s$	Номинальное значение мощности дозы, обусловленное воздействием излучения источника, включая показание фонового излучения	Зв · ч$^{-1}$
Δg_{mix}	Относительное изменение показаний, вызванное последовательным и смешанным излучением, см. раздел 6	—
H_0	Нижний предел дозы эффективного диапазона измерений	Зв
$\dot{H}_0$	Нижний предел мощности дозы эффективного диапазона измерений	Зв · ч$^{-1}$
H_a	Значение дозы, дающее показание, на которое установлена сигнализация	Зв

Продолжение таблицы 2

Обозначение	Значение	Единица величины
$\dot{H}_a$	Значение мощности дозы, дающее показание, на которое установлена сигнализация	Зв · ч$^{-1}$
$\dot{H}_{max}$	Максимальная мощность эквивалента дозы (для дозиметров)	Зв · ч$^{-1}$
$H'(0,07)$	Направленный эквивалент дозы на глубине 0,07 мм	Зв
$H^*(10)$	Амбиентный эквивалент дозы на глубине 10 мм	Зв
H_{nat}	Ожидаемый амбиентный эквивалент дозы, обусловленный естественным излучением окружающей среды	Зв
$\dot{H}'(0,07)$	Мощность направленного эквивалента дозы на глубине 0,07 мм	Зв · ч$^{-1}$
$\dot{H}^*(10)$	Мощность амбиентного эквивалента дозы на глубине 10 мм	Зв · ч$^{-1}$
$\dot{H}^*(10)_c$	Мощность амбиентного эквивалента дозы фонового излучения, обусловленного космической составляющей, в калибровочном помещении	Зв · ч$^{-1}$
$\dot{H}^*(10)_t$	Мощность амбиентного эквивалента дозы фонового гамма-излучения, обусловленного составляющей излучения от поверхности Земли в калибровочном помещении	Зв · ч$^{-1}$
$\dot{H}^*(10)_s$	Мощность амбиентного эквивалента дозы, обусловленная калибровочным источником	Зв · ч$^{-1}$
$\dot{H}_{nat}$	Известная мощность амбиентного эквивалента дозы, обусловленная естественным излучением окружающей среды	Зв · ч$^{-1}$
H	Количественное значение дозы (мощности)	Зв (Зв · ч$^{-1}$)
H_r	Количественное значение дозы (мощности) в заданных эталонных условиях	Зв (Зв · ч$^{-1}$)
$H_{r,0}$	Эталонное значение дозы (мощности) измеряемой величины	Зв (Зв · ч$^{-1}$)
I_{low}	Ток питания дозиметра, когда выводится показание G_{low}	А
k	Коэффициент охвата (см. GUM)	—
K	Обозначение первого из двух условий облучения, например 3 мЗв и N-80 и угол падения излучения 60°	—
l	Общее число влияющих величин типа S	—
L	Обозначение второго из двух условий облучения, например 4 мЗв и S-Co и угол падения излучения 0°	—
M	Измеренное значение дозы (мощности)	Зв (Зв · ч$^{-1}$)
m	Общее число влияющих величин типа F	—
n	Количество отображаемых значений (показаний) для одного значения дозы (мощности)	—
N	Калибровочный коэффициент	—
N_0	Эталонный калибровочный коэффициент	—
p	Индекс, указывающий на номер влияющей величины типа S	—
q	Индекс, указывающий на номер влияющей величины типа F	—
q_e	Интенсивность электрического сигнала, используемого для моделирования сигнала детектора	В зависимости от величины
$q_{r,0}$	Интенсивность электрического сигнала, дающего показание $G_{r,0}$	В зависимости от величины

Окончание таблицы 2

Обозначение	Значение	Единица величины
Q_{nom}	Номинальная емкость батарей	А · ч
r	Относительный коэффициент чувствительности	—
R	Коэффициент чувствительности	—
R_0	Эталонный коэффициент чувствительности	—
R_c	Коэффициент чувствительности к космической составляющей фонового излучения	—
R_t	Коэффициент чувствительности к составляющей фонового гамма-излучения, обусловленного излучением от поверхности Земли	—
R_s	Коэффициент чувствительности к излучению калибровочного источника	—
r_n	Поправка на нелинейность	—
r_q	Относительный коэффициент чувствительности, обусловленный влияющей величиной q типа F	—
S_K	Обозначение качества излучения условия K, например N-80	—
S_L	Обозначение качества излучения условия L, например S-Co	—
t_{env}	Время измерений в окружающей среде	ч
t_{min}	Минимальное время, необходимое для непрерывной работы дозиметра, 100 ч от первичных батарей и 24 ч от вторичных батарей	ч
U	Расширенная неопределенность	В соответствии с величиной
u_c	Суммарная стандартная неопределенность	В соответствии с величиной
u_i	Стандартная неопределенность, обусловленная составляющей i	В соответствии с величиной
U_{low}	Напряжение питания в условиях, действующих при определении G_{low}	В
U_{nom}	Номинальное значение напряжения батареи	В
U_{rel}	Относительная расширенная неопределенность	—
ν	Коэффициент вариации	—
ν_{max}	Максимальный допустимый коэффициент вариации при мощности дозы, на которую установлена сигнализация	—
w	Количество значений дозы (мощности), используемых для проверки линейности и коэффициента вариации	—

5 Общие характеристики измерителей амбиентного и направленного эквивалента дозы (мощности)

5.1 Индикация

Любые показания дозы (мощности), отображаемые измерителем эквивалента дозы (мощности), должны быть представлены в единицах эквивалента дозы или мощности эквивалента дозы, например в миллизивертах или миллизивертах в час соответственно.

5.2 Считывание данных

Изменения диапазона измерений и шкалы считывания показаний должны происходить одновременно и четко отображаться. Все шкалы должны быть удобочитаемы при общем нормальном освещении.

5.3 Диапазон мощности эквивалентной дозы

Применение рекомендаций ICRP[1)] предполагает определение мощности эквивалентной дозы в широком диапазоне значений. В некоторых случаях необходимо измерять мощности эквивалентной дозы до 10 Зв · ч$^{-1}$, в то же время могут встречаться мощности эквивалентной дозы 0,1 мкЗв · ч$^{-1}$. Для большинства применений измерение мощности эквивалентной дозы должно быть обеспечено в диапазоне значений от 1 мкЗв · ч$^{-1}$ до 10 Зв · ч$^{-1}$.

5.4 Эффективный диапазон измерений

Эффективный диапазон измерений, начинающийся с $\dot{H}_0$ или H_0, должен быть не менее чем:

a) для измерителей эквивалента дозы (мощности) с аналоговым типом дисплея (например, линейной или логарифмической шкалой) и одним диапазоном на порядок величины — от 10 % до 100 % максимального углового отклонения в каждом диапазоне шкалы, для измерителей эквивалента дозы (мощности) с двумя диапазонами на порядок величины — от 30 % до 100 % максимального углового отклонения в каждом диапазоне шкалы.

Примечание — Коэффициент вариации должен составлять 5 % для любого значения эквивалента дозы (мощности), которое более чем в 11 раз превышает нижний предел эффективного диапазона измерений. Для обеспечения этого условия разрешение шкалы должно быть порядка половины этого значения, например 3 %. При максимальном угловом отклонении по шкале, составляющем 10 %, для линейной шкалы это эквивалентно примерно 30 делениям. Следовательно, для линейной шкалы в целом необходимо 300 делений. Альтернативой может быть ограничение эффективного диапазона измерений от 30 % до 100 % максимального углового отклонения в каждом диапазоне шкалы. В таком случае линейной шкалы со 100 делениями будет достаточно для измерений требуемого коэффициента вариации 5 %. В случае линейных шкал для этого потребуется как минимум два диапазона на порядок величины, например с максимумом шкалы 1, 3, 10 и т. д;

b) для измерителей эквивалента дозы (мощности) с цифровым дисплеем — от показания во втором младшем разряде до максимального показания в каждом диапазоне. Например, для дисплея с максимальным показанием 9 999,9 эффективный диапазон измерений может составлять от 1,0 до 9 999,9, т. е. четыре порядка величины, или от 3,0 до 9 999,9, т. е. три с половиной порядка величины;

c) для измерителей эквивалента дозы (мощности) с цифровым дисплеем и дисплеем с отображением в экспоненциальной форме (например, x,yz E ± ab) мантисса должна состоять как минимум из трех цифр (например, от 1,00 до 9,99). Изготовитель должен указать эффективный диапазон измерений (например, от 1,00 E-7 до 9,99 E-2 с единицей величины Зв · ч$^{-1}$).

Для измерителей эквивалента дозы (мощности), имеющих более одной шкалы, эффективный диапазон измерений должен составлять от 10 % нижнего диапазона шкалы до 100 % верхнего диапазона шкалы, а все шкалы должны быть организованы таким образом, чтобы общий диапазон (шкал) охватывал весь эффективный диапазон измерений.

Если методы испытаний не распространяются на весь эффективный диапазон измерений и какие-либо наблюдаемые отклонения находятся вблизи допустимого предела, для демонстрации соответствия данному требованию во всем эффективном диапазоне измерений могут потребоваться дополнительные испытания. Проведение дополнительных испытаний должно быть согласовано между заказчиком и изготовителем.

5.5 Минимальный диапазон измерений

Минимальный эффективный диапазон измерений мощности эквивалента дозы должен охватывать как минимум три порядка величины и включать в себя 10 мкЗв · ч$^{-1}$ для измеряемой величины $\dot{H}^*(10)$ и 0,1 мЗв · ч$^{-1}$ для измеряемой величины $\dot{H}^*(0{,}07)$. Минимальный эффективный диапазон измерений эквивалента дозы должен охватывать как минимум три порядка величины и включать в себя значение 0,1 мЗв.

5.6 Номинальный диапазон значений влияющей величины

Номинальный диапазон любой влияющей величины должен быть указан в документации. Кроме того, некоторые допустимые диапазоны должны быть указаны на приборе, см. 5.12.

[1)] *ICRP — Международная комиссия по радиационной защите.*

5.7 (Минимальный) номинальный диапазон влияющей величины

(Минимальный) номинальный диапазон заданной влияющей величины представлен во второй графе таблиц 5—8.

5.8 Уровни сигнализации

Визуальные и/или звуковые сигналы тревоги (если они предусмотрены) для мощности эквивалента дозы и/или эквивалента дозы должны быть предварительно настраиваемыми.

Должно быть предусмотрено отсутствие возможности одновременного отключения всех предусмотренных уровней сигнализаций (звуковой, визуальной, вибрационной и т. п.).

Должна быть предусмотрена возможность установки сигнала тревоги на любое значение эквивалента дозы в эффективном диапазоне измерений или по крайней мере на одно значение в каждом порядке величины этого диапазона, например 3 мкЗв, 30 мкЗв, 300 мкЗв, 3 мЗв, 30 мЗв и 300 мЗв.

Должна быть предусмотрена возможность установки сигнала тревоги на любое значение мощности эквивалента дозы в эффективном диапазоне измерений или по крайней мере на одно значение в каждом порядке величины этого диапазона, например 3 мкЗв $\cdot$ ч$^{-1}$, 30 мкЗв $\cdot$ ч$^{-1}$, 300 мкЗв $\cdot$ ч$^{-1}$, 3 мЗв $\cdot$ ч$^{-1}$, 30 мЗв $\cdot$ ч$^{-1}$ и 300 мЗв $\cdot$ ч$^{-1}$.

Частота звукового сигнала тревоги должна быть в диапазоне от 1000 Гц до 3000 Гц. Если предусмотрена прерывистая сигнализация, то интервал между сигналами не должен превышать 2 с. Корректированный уровень звукового давления по частотной характеристике шумомера А не должен превышать 100 дБА на расстоянии 30 см от источника сигнала тревоги и должен быть не менее 75 дБА.

Примечание — Изготовитель должен указать, каким образом устанавливается уровень сигнала тревоги — с использованием инструмента, программного интерфейса или вручную.

5.9 Дополнительные показания

Должен быть предусмотрен вывод индикации об условиях работы, при которых значение эквивалента дозы не является точным (в пределах технических условий, приведенных в настоящем стандарте), например при низком заряде батареи, неисправности детектора и перегрузке по мощности эквивалента дозы.

5.10 Неисправность работы индикации

В случае наличия индикации должна быть предусмотрена возможность ее проверки на неисправность.

5.11 Проведение дезактивации

Измеритель эквивалента дозы (мощности) должен быть спроектирован и изготовлен таким образом, чтобы был обеспечен свободный доступ для проведения его дезактивации.

5.12 Маркировка

Маркировка измерителей эквивалента дозы (мощности) должна быть разборчивой, читаемой без применения специальных технических средств (кроме средств для улучшения пониженного зрения) и содержать следующую информацию:

a) измеряемая величина;

b) эффективный диапазон измерений;

c) вид излучения (например, фотонное и/или бета-излучение), для измерений которого предназначен дозиметр;

d) номинальный диапазон энергии частиц;

e) опорная точка и рекомендуемая ориентация (или руководство по эксплуатации);

f) категория применения в соответствии с приложением B.

Примечание — Например: 0,1 мкЗв < $H^*(10)$ < 1 Зв; 55 кэВ < E_{ph} < 1,5 МэВ; категория серии *G*m.

5.13 Алгоритм оценки отображаемого значения

Для испытаний типа, проводимых в соответствии с настоящим стандартом, изготовитель должен установить алгоритм оценки отображаемых значений начиная с сигнала(ов) детектора(ов) и заканчивая отображаемым значением. Данный алгоритм должен включать в себя все расчеты и/или дерево решений.

Если для оценки отображаемого значения используется больше одного сигнала, то изготовитель для проведения испытаний типа должен обеспечить возможность считывания раздельных сигналов детектора(ов).

Примечание — Данный алгоритм может носить конфиденциальный характер и использоваться испытательной лабораторией только для целей проведения испытаний типа.

5.14 Классификация дозиметров

Различные типы измерителей эквивалента дозы (мощности) можно классифицировать по виду излучения, диапазону дозы (мощности) и допустимому диапазону энергии излучения и направления падения излучения. Схема классификации дана в приложении В.

Если измеритель эквивалента дозы (мощности) был сконструирован для выполнения функций как измерителя амбиентного, так и измерителя направленного эквивалента дозы (мощности), он должен соответствовать требованиям, относящимся к обеим этим функциям.

6 Общие процедуры испытаний

6.1 Описание работы прибора

Описание работы измерителя эквивалента дозы (мощности) должно быть однозначно изложено в руководстве по эксплуатации, см. 14.3. Описание работы прибора должно быть одинаковым для всех этапов испытаний типового образца, а также для обычного использования.

6.2 Сущность испытаний

Если нет иных указаний в отдельных пунктах, все испытания, перечисленные в настоящем стандарте, следует рассматривать как испытания типового образца (см. 3.33). Некоторые испытания по соглашению между заказчиком и изготовителем могут рассматриваться как приемочные испытания.

6.3 Эталонные условия и нормальные условия испытаний

Эталонные условия приведены во второй графе таблицы 4. Если нет иных указаний, испытания, применительно к настоящему стандарту должны быть проведены в нормальных условиях испытаний, приведенных в третьей графе таблицы 4. Для испытаний, выполняемых в нормальных условиях испытаний, необходимо указать значения температуры окружающего воздуха, абсолютного атмосферного давления и относительной влажности окружающего воздуха, а также внести соответствующие поправки для получения коэффициента чувствительности в эталонных условиях.

Для испытаний, предназначенных для определения эффектов изменений влияющих величин, приведенных в таблице 4, все остальные влияющие величины должны поддерживаться в пределах, установленных для нормальных условий испытаний, указанных в таблице 4, если нет иных указаний в соответствующих методиках испытаний.

6.4 Испытания на воздействие влияющих величин типа F

Данные испытания могут проводиться при любом значении измеряемой величины, выше или равном $10\dot{H}_0$ или $10H_0$. По результату каждого испытания можно определить соответствующее изменение относительного коэффициента чувствительности r.

Предполагается, что малую часть воздействий влияющих величин, классифицируемых как величины типа F, можно было бы рассматривать как воздействия, оказываемые влияющими величинами типа S. Если эти воздействия ничтожны, в части использования настоящего стандарта, ими следует пренебречь. Если во время проведения испытаний наблюдаются большие воздействия величин типа S, тогда необходимо провести соответствующее испытание при значении дозы $10\dot{H}_0$ или $10H_0$, и результаты отразить в протоколе испытаний типа.

6.5 Испытания на воздействие влияющих величин типа S

Данные испытания должны проводиться при значении измеряемой величины, выше или равном десятикратному нижнему пределу $\dot{H}_0$ или H_0 эффективного диапазона измерений. Результатом каждого испытания является отклонение D_p.

Предполагается, что малую часть воздействий влияющих величин, классифицируемых как величины типа S, можно было бы рассматривать как воздействия, оказываемые влияющими величинами

типа F. Если эти воздействия ничтожны в части использования настоящего стандарта, ими следует пренебречь. Если во время проведения испытаний наблюдаются более выраженные воздействия величин типа F или значительные негативные последствия, тогда необходимо провести соответствующее испытание при значении дозы $10\dot{H}_0$ или $10H_0$ и результаты отразить в протоколе испытаний типа.

Примечание — Из-за того, что указанное значение обычно меньше, чем при испытаниях по 6.4, необходимое количество измерений может быть увеличено.

6.6 Учет нелинейности

Следует учитывать влияние нелинейности.

Испытания следует проводить в области дозы (мощности), в которой нелинейность незначительная. Практический метод заключается в том, чтобы сначала провести испытания и определить область нелинейности функции измерений, а затем проводить другие испытания в области дозы (мощности), в которой нелинейность незначительна (от 1 % до 2 %).

6.7 Рассмотрение случаев использования нескольких детекторов или сигналов детектора в дозиметре

Если для оценки указанного значения применяют более одного сигнала детектора и/или более одного детектора, каждый сигнал детектора и/или детектор должны быть испытаны отдельно. Отдельные испытания необходимы, когда разные сигналы детектора и/или детекторы используются для оценки отображаемого значения в разных областях диапазона измерений или в разных областях влияющей величины.

Примечание 1 — При использовании нескольких детекторов или сигналов детектора в дозиметре объем испытаний можно оценить следующим способом: полное количество испытаний в соответствии с настоящим стандартом умножить на количество сигналов детекторов (детекторов), используемых в различных диапазонах дозиметра.

Примечание 2 — Примеры:

1) Если для оценки дозы выше мощности эквивалента дозы 200 мЗв/ч применяется второй детектор или сигнал детектора, для этого детектора или сигнала детектора необходимо провести все измерения на соответствие требованиям настоящего стандарта в пределах его рабочего диапазона, т. е. выше мощности эквивалента дозы 200 мЗв/ч.

2) Если для оценки дозы при очень низких энергиях частиц используется второй детектор или сигнал детектора (например, очень тонкий детектор для низкоэнергетического бета-излучения), для этого детектора или сигнала детектора необходимо провести все измерения на соответствие требованиям настоящего стандарта в пределах его рабочего диапазона, т. е. при низких энергиях частиц.

6.8 Положение измерителя эквивалента дозы (мощности) для целей испытаний

При проведении всех испытаний с использованием излучения опорная точка измерителя эквивалента дозы (мощности) должна располагаться в точке испытания, а дозиметр должен быть ориентирован в направлении, указанном изготовителем (за исключением испытаний на комбинированную угловую и энергетическую зависимость, см. 8.4 и 8.5).

6.9 Нижние значения мощности эквивалента дозы

Для измерений нижних значений мощностей эквивалента дозы необходимо учитывать вклад фонового излучения в мощность эквивалента дозы в точке испытания. См. подробнее в приложении С.

6.10 Статистические колебания

При проведении любых испытаний с использованием радиоактивного излучения, если величина статистических колебаний показаний, возникающих только из-за случайного характера излучения, составляет значительную долю вариации показаний, разрешенной при испытании, количество снимаемых показаний должно быть достаточным, чтобы гарантировать, что среднее значение таких показаний может быть оценено с достаточной точностью, чтобы определить, выполнены ли требования, предъявляемые к испытуемой характеристике.

Интервал времени между такими показаниями должен быть достаточно большим, чтобы обеспечить статистическую независимость показаний.

Количество показаний, необходимое для установления истинной разности между двумя наборами флуктуирующих показаний измерителя эквивалента дозы (мощности), снимаемыми на одном и том же приборе при одинаковых условиях, указано в таблице А.1.

6.11 Источник эталонного излучения

Если нет иных указаний в отдельных методах испытаний, все испытания с использованием бета-, рентгеновского и гамма-излучений должны проводиться с использованием определенного типа источников излучения (см. таблицу 4). Характер, устройство и условия использования источников излучения должны соответствовать рекомендациям, приведенным в следующих стандартах:

a) ИСО 4037-1, ИСО 4037-2, ИСО 4037-3, ИСО 4037-4;

b) ИСО 6980-1, ИСО 6980-2, ИСО 6980-3.

6.12 Эталонное фотонное излучение

Для амбиентного эквивалента дозы эталонным фотонным излучением должны быть излучение, создаваемое нуклидом ^{137}Cs, фильтрованное узкоспектральное рентгеновское излучение N-100, если минимальный допустимый диапазон составляет от 30 кэВ до 150 кэВ, и фильтрованное рентгеновское излучение N-80 для направленного эквивалента дозы (см. ИСО 4037-1, ИСО 4037-3 и ИСО 4037-4).

6.13 Эталонное бета-излучение

Для направленного эквивалента дозы эталонным бета-излучением должно быть излучение, создаваемое нуклидами $^{90}Sr/^{90}Y$ (см. ИСО 6980-1 и ИСО 6980-3).

6.14 Определение коэффициента чувствительности к эквиваленту дозы (мощности)

Хотя вопрос о том, является ли измеряемое излучение фотонным или бета-излучением, не имеет значения для измерений амбиентного и направленного эквивалента дозы (мощности), тем не менее необходимо выполнять калибровку или определение характеристик таких измерителей эквивалента дозы (мощности) с помощью бета- и фотонного излучения отдельно, а также необходимо установить значения характеристики бета-излучения и характеристики фотонного излучения таких измерителей эквивалента дозы (мощности).

Метод определения коэффициента чувствительности к амбиентному и направленному эквиваленту дозы (мощности) в точке испытания описывается в ИСО 4037-3, ИСО 4037-4 и ИСО 6980-3.

Указания по особенностям, которые следует учитывать при определении принятого значения эквивалента дозы (мощности), приведены в ИСО 4037-2, ИСО 4037-4 и ИСО 6980-2.

7 Аддитивность отображаемого значения

7.1 Требования

Отображаемое значение должно быть аддитивным в отношении одновременного облучения различными видами излучения (например, рентгеновским и гамма-излучением или гамма- и бета-излучением) с различными энергиями и углами падения излучения.

Если в дозиметре для оценки отображаемого значения используют только один сигнал (измеряемый одним детектором), то это требование выполнено.

Если в дозиметре для оценки отображаемого значения используют несколько сигналов (измеряемых либо несколькими детекторами, либо одним детектором с использованием, например, анализа амплитуды импульса), это требование автоматически не выполнено. В этом случае необходимо гарантировать, что относительное изменение показания Δg_{mix}, обусловленное смешанным излучением, не должно превышать ±0,1.

Примечание — Если алгоритм, используемый для оценки отображаемого значения, см. 5.13, является либо линейной комбинацией сигналов, либо линейной оптимизацией из них, то данное требование выполняется, и проведение испытаний не требуется.

7.2 Метод испытаний

Следует выполнить последовательно два облучения в двух различных условиях облучения K и L (различные энергии, различные углы падения и даже различные виды излучений) с принятыми значениями H_K и H_L. Определяют отображаемые значения G_K и G_L для этих двух облучений. Затем проводят третье облучение одновременно в двух различных условиях облучения K и L с принятым значением $H_{K+L} = H_K + H_L$ и определяют указанное отображаемое значение G_{K+L} для этого смешанного облучения.

Относительное изменение показаний вычисляют по формуле

$$\Delta g_{mix} = \frac{G_K + G_L - G_{K+L}}{G_{K+L}}.$$

Величина Δg_{mix} должна быть определена для любого значения H_K и H_L и для любой одновременной комбинации полей излучения S_K и S_L. Так как одновременные облучения произвести очень сложно, при проведении этих испытаний допускается их замена на вычисления. Для проведения вычислений необходимо знать измеренные значения коэффициента чувствительности каждого сигнала для всех условий облучения K и L, а также процедуру оценки для определения указанного значения по этим сигналам. Вычисление коэффициента чувствительности всего дозиметра с помощью моделирования переноса излучения для определения значений коэффициента чувствительности каждого сигнала ко всем условиям излучений не допускается.

Примечание — Нелинейность сигналов рассматривается в 8.7. Следовательно, если вычисления не проводятся, для проведения данного испытания необходимо в сигналы внести поправки на нелинейность. При использовании различных дозиметров для определения G_K, G_L и G_{K+L} необходимо внести поправки на любое расхождение эталонного калибровочного коэффициента чувствительности.

7.3 Интерпретация результатов

Относительное изменение показания Δg_{mix} не должно превышать ±0,1. В таком случае можно считать, что требования 7.1 выполнены.

8 Требования к характеристикам и методам испытаний

8.1 Общие положения

Все влияющие величины, рассматриваемые в этом разделе, относятся к типу F.

Примечание 1 — Требования, предъявляемые к влияющей величине «энергия излучения и угол падения излучения», указаны в отношении эталонного коэффициента чувствительности R_0 в эталонных условиях (эталонное поле излучения, угол падения излучения составляет 0°, а эталонная доза и/или мощность дозы и другие эталонные условия приведены в таблице 4). Возможные эталонные излучения приведены в таблице 4.

Примечание 2 — Причины установления несимметричных пределов для относительного коэффициента чувствительности, обусловленного энергией излучения и углом падения излучения, приведены в МЭК 62461.

Если в измерителе эквивалента дозы (мощности) используется более одного детектора излучения для охвата полного диапазона эквивалентов дозы (мощностей), показываемых измерителем эквивалента дозы (мощности), данные требования применяют к соответствующим диапазонам каждого детектора отдельно.

8.2 Анализ неопределенности принятого значения

Относительная расширенная неопределенность U_{rel} (k = 2) принятого значения эквивалента дозы или мощности эквивалента дозы должна быть менее 10 % = 0,1 и должна быть учтена. Считается, что любое требование, для проверки выполнения которого необходимо использовать излучение, устанавливается для U_{rel} = 0. Для $U_{rel} \neq 0$ допустимое изменение относительного коэффициента чувствительности должно быть увеличено на U_{rel}. Если необходимо провести несколько испытаний с одним и тем же качеством излучения, например для проверки линейности коэффициента чувствительности, при увеличении допустимого изменения относительного коэффициента чувствительности следует учитывать только неопределенность отношения фактического значения к принятому значению эквивалента дозы (мощности). При других требованиях анализ приводят в соответствующем методе испытаний.

8.3 Модельная функция

Изготовитель должен указать общую форму модельной функции для измерений, выполняемых дозиметром. Он может воспользоваться примером, данным в 3.18, или использовать другие функции. Изготовитель должен также указать все взаимозависимости между переменными модельной функции. Фактические значения переменных будут определены во время проведения испытаний типа в соответствии с настоящим стандартом.

8.4 Изменение коэффициента чувствительности в зависимости от энергии и угла падения фотонного излучения

8.4.1 Измерение величины $H'(0,07)$ или $\dot{H}'(0,07)$

8.4.1.1 Требования

Относительный коэффициент чувствительности, обусловленный энергией и углом падения фотонного излучения в пределах допустимого диапазона, должен находиться в интервале от 0,71 до 1,67 (см. таблицу 5). Минимальный допустимый диапазон охватывает энергии от 10 кэВ до 250 кэВ и углы падения излучения от 0° до 45°. Для углов падения излучения, выходящих за допустимый диапазон и составляющих до ±90°, изготовитель должен указывать относительный коэффициент чувствительности для всех энергий излучения в допустимом диапазоне.

Во все отображаемые значения дозы необходимо внести поправку на нелинейность и воздействие влияющей величины «мощность дозы» на измерения дозы.

8.4.1.2 Метод испытаний

Для проведения испытания по определению изменения относительного коэффициента чувствительности путем измерений величин $H'(0,07)$ или $\dot{H}'(0,07)$ эталонную точку дозиметра помещают в точку испытания, для которой известно значение (мощности) дозы. По возможности следует использовать режимы рентгеновского излучения серии N по ИСО 4037, в ином случае следует использовать режимы рентгеновского излучения серии L по ИСО 4037 или флуоресцентное рентгеновское излучение по ИСО 4037.

Значения относительного коэффициента чувствительности должны быть измерены для углов падения излучения $\alpha = 0°$, $\alpha = \pm 30°$, $\alpha = \pm 45°$, $\alpha = \pm 60°$, $\alpha = \pm 75°$, $\alpha = \pm 90°$ (и $\alpha = \pm \alpha_{max}$, если α_{max} в этом списке отсутствует). Измерения следует проводить в двух перпендикулярных плоскостях, в которых находится эталонное направление, проходящее через опорную точку дозиметра.

Предпочтительно, чтобы данное испытание проводилось при одном и том же показании эквивалента дозы (мощности) для каждого качества излучения. На практике это может быть невыполнимо, в таком случае в показание эквивалента дозы (мощности) для каждого качества излучения должна быть введена поправка на коэффициент чувствительности при отображаемом значении эквивалента дозы (мощности) (см. 8.7).

Примечание 1 — Подробные описания эталонных излучений и процедуры их калибровки приведены в ИСО 4037-1, ИСО 4037-2, ИСО 4037-3 и ИСО 4037-4.

Примечание 2 — По ИСО 4037-1 и ИСО 4037-3 можно определить типичные значения мощности дозы $\dot{H}'(0,07)$ от 1 мЗв · ч$^{-1}$ до 10 мЗв · ч$^{-1}$ для узкоспектральных серий на расстоянии 1 м от фокального пятна рентгеновской трубки, работающей при токе 1 мА.

8.4.1.3 Интерпретация результатов

Все значения относительного коэффициента чувствительности в допустимом диапазоне измерений, обусловленные энергией и углом падения фотонного излучения, должны находиться в интервале от 0,71 до 1,67. В этом случае можно считать, что требования 8.4.1.1 выполнены. Для достижения этого допустимый диапазон измерений должен быть установлен соответствующим образом с использованием определенных значений относительного коэффициента чувствительности. При необходимости пределы допустимого диапазона измерений можно определить методом линейной интерполяции.

8.4.2 Измерение величины $H^*(10)$ или $\dot{H}^*(10)$

8.4.2.1 Требования

Относительный коэффициент чувствительности, обусловленный энергией и углом падения фотонного излучения, в допустимом диапазоне измерений должен находиться в интервале от 0,71 до 1,67 (см. таблицу 6). Минимальный допустимый диапазон охватывает энергии от 80 кэВ до 1,5 МэВ или от 20 кэВ до 150 кэВ, а также углы падения излучения от 0° до 45°. Для углов падения излучения, выходящих за пределы допустимого диапазона и составляющих до ±90°, изготовитель должен указывать относительный коэффициент чувствительности для всех энергий излучения в допустимом диапазоне.

Во все отображаемые значения дозы необходимо внести поправку на нелинейность и, при необходимости, на воздействие влияющей величины «мощность дозы» на измерения дозы.

Если предполагается использование измерителя амбиентной дозы вблизи ядерных энергетических установок, изготовитель должен указать коэффициент чувствительности при энергиях до 10 МэВ. Относительный коэффициент чувствительности при высоких энергиях в эталонном направлении должен быть определен, и его значение должно находиться в интервале от 0,71 до 1,67.

Примечание — Два минимальных допустимых диапазона отражают два основных условия на рабочем месте. Минимальный допустимый диапазон от 80 кэВ до 1,5 МэВ предназначен для рабочих мест, в которых используются источники гамма-излучения, например в промышленности, а минимальный допустимый диапазон от 20 кэВ до 150 кэВ — для рабочих мест, где используется рентгеновское излучение, например в местах проведения медицинской диагностики. Оба диапазона можно расширить до предельных случаев, в которых номинальный диапазон использования охватывает весь диапазон энергии от 10 кэВ до 10 МэВ.

8.4.2.2 Метод испытаний

Для проведения испытания по определению изменения относительного коэффициента чувствительности путем измерений величин $H^*(10)$ или $\dot{H}^*(10)$ эталонную точку дозиметра помещают в точку испытания с известным значением (мощности) дозы. По возможности должны использоваться источники режимов рентгеновского излучения серии N по ИСО 4037 и гамма-излучения ^{60}Co, ^{137}Cs и ^{241}Am, определенные в стандартах ИСО.

Значения относительного коэффициента чувствительности должны измеряться для углов падения излучения $\alpha = 0°$, $\alpha = \pm30°$, $\alpha = \pm45°$, $\alpha = \pm60°$, $\alpha = \pm75°$, $\alpha = \pm90°$ (и $\alpha = \pm \alpha_{max}$, если α_{max} в этом списке отсутствует). Измерения должны проводиться в двух перпендикулярных плоскостях, в которых находится эталонное направление, проходящее через эталонную точку дозиметра. На практике несколько углов падения излучения можно пропустить (при наличии подтверждающей информации от аккредитованного испытательного центра), если:

- значения коэффициента чувствительности для различных углов падения излучения одинаковые, например при высоких энергиях, и
- конструкция дозиметра и особенно фильтров, компенсирующих энергию, обеспечивает монотонную зависимость коэффициента чувствительности от угла падения излучения.

Предпочтительно, чтобы данное испытание проводилось при одном и том же показании эквивалента дозы (мощности) для каждого качества излучения. На практике это может быть невыполнимо, в таком случае в показание (мощности) эквивалента дозы для каждого качества излучения необходимо внести поправку на коэффициент чувствительности при отображаемом эквиваленте дозы (мощности) (см. 8.7).

Примечание 1 — Подробные описания эталонных излучений и процедуры их калибровки даны в ИСО 4037-1, ИСО 4037-2, ИСО 4037-3 и ИСО 4037-4.

Примечание 2 — По ИСО 4037-1 и ИСО 4037-3 можно определить типичные мощности дозы $\dot{H}$ (10) от 1 мЗв $\cdot$ ч$^{-1}$ до 10 мЗв $\cdot$ ч$^{-1}$ для узкоспектральных серий на расстоянии 1 м от фокального пятна рентгеновской трубки, работающей при токе 1 мА.

8.4.2.3 Интерпретация результатов

Все значения относительного коэффициента чувствительности в допустимом диапазоне измерений, обусловленные энергией и углом падения фотонного излучения, должны находиться в интервале от 0,71 до 1,67. В этом случае можно считать, что требования 8.4.2.1 выполнены. Для достижения этого допустимый диапазон измерений должен быть установлен соответствующим образом с использованием определенных значений относительного коэффициента чувствительности. При необходимости пределы допустимого диапазона измерений можно определить методом линейной интерполяции.

8.5 Изменение коэффициента чувствительности в зависимости от энергии и угла падения бета-излучения

8.5.1 Измеряемая величина $H'(0,07)$ или $\dot{H}'(0,07)$

8.5.1.1 Требования

Относительный коэффициент чувствительности, обусловленный энергией и углом падения бета-излучения, в пределах допустимого диапазона должен находиться в интервале от 0,71 до 1,67 (см. таблицу 5). Минимальный допустимый диапазон охватывает средние энергии от 0,2 МэВ до 0,8 МэВ и углы падения излучения от 0° до 45°. Для углов падения излучения, выходящих за пределы допустимого диапазона и составляющих до ±60°, изготовитель должен указывать относительный коэффициент чувствительности для всех энергий излучения в допустимом диапазоне. Кроме того, если допустимый диапазон не превышает энергию 0,06 МэВ, изготовитель должен указать изменение коэффициента чувствительности, в зависимости от энергии бета-излучения и угла падения (см. таблицу 5).

Во все отображаемые значения дозы необходимо внести поправку на нелинейность и воздействие влияющей величины «мощность дозы» на измерения дозы.

8.5.1.2 Метод испытаний

Для проведения испытания по определению изменения коэффициента чувствительности путем измерений величин $H'(0,07)$ или $\dot{H}'(0,07)$ эталонную точку дозиметра помещают в точку испытания, для которой значение эквивалента дозы (мощности) известно. При проведении испытаний должно использоваться эталонное поле излучения, выбранное из списка эталонных источников бета-излучения, установленных в стандартах ИСО:

^{147}Pm ($\overline{E} \approx 0,06$ МэВ);

^{204T}I или ^{85}Kr ($\overline{E} \approx 0,24$ МэВ);

$^{90}Sr/^{90}Y$ ($\overline{E} \approx 0,8$ МэВ).

Значения относительного коэффициента чувствительности должны измеряться для углов падения излучения $\alpha = 0°$, $\alpha = \pm 30°$, $\alpha = \pm 45°$, $\alpha = \pm 60°$, $\alpha = \pm 75°$, $\alpha = \pm 90°$ (и $\alpha = \pm \alpha_{max}$, если α_{max} в этом списке отсутствует). Измерения должны проводиться в двух перпендикулярных плоскостях, в которых находится эталонное направление, проходящее через эталонную точку дозиметра. На практике несколько углов падения излучения можно пропустить (при наличии подтверждающей информации от аккредитованного испытательного центра), если:

- значения коэффициента чувствительности для различных углов падения излучения одинаковые, например при высоких энергиях, и
- конструкция дозиметра и особенно фильтров, компенсирующих энергию, обеспечивает монотонную зависимость коэффициента чувствительности от угла падения излучения.

Предпочтительно, чтобы это испытание проводилось при одном и том же показании эквивалента дозы (мощности) для каждого качества излучения. На практике это может быть невыполнимо, в таком случае в показание эквивалента дозы (мощности) для каждого качества излучения необходимо внести поправку на коэффициент чувствительности при отображаемом эквиваленте дозы (мощности) (см. 8.7).

Примечание — Подробные описания эталонных излучений и процедуры калибровки даны в ИСО 6980-1, ИСО 6980-2 и ИСО 6980-3.

8.5.1.3 Интерпретация результатов

Все значения относительного коэффициента чувствительности в допустимом диапазоне измерений, обусловленные энергией и углом падения бета-излучения, должны находиться в пределах от 0,71 до 1,67. В этом случае можно считать, что требования 8.5.1.1 выполнены. Для достижения этого допустимый диапазон измерений должен быть установлен соответствующим образом с использованием определенных значений относительного коэффициента чувствительности.

8.5.2 Измеряемая величина $H^*(10)$ или $\dot{H}^*(10)$

8.5.2.1 Требования

Дозиметр должен быть нечувствителен, насколько это возможно к бета-излучению, поскольку эквивалент эффективной дозы, для которого $H^*(10)$ является консервативной оценкой, не является подходящей величиной для бета-излучения.

8.5.2.2 Метод испытаний

Для проведения испытания по определению изменения коэффициента чувствительности путем измерений величин $H^*(10)$ или $\dot{H}^*(10)$ эталонную точку дозиметра помещают в точку испытания с известным эквивалентом дозы (мощности) $H'(0,07)$ или $\dot{H}'(0,07)$. Дозиметр подвергают воздействию эталонного бета-излучения, падающего под углом 0°, следующего качества излучения, установленного в стандартах ИСО:

$^{90}Sr/^{90}Y$ ($\overline{E} \approx 0,8$ МэВ).

Примечание — Подробные описания эталонных излучений и процедуры калибровки даны в ИСО 6980-1, ИСО 6980-2 и ИСО 6980-3.

8.5.2.3 Интерпретация результатов

Отображаемое значение эквивалента дозы (мощности) G должно составлять менее чем 10 % значения воздействующей (мощности) эквивалента дозы $H'(0,07)$ или $\dot{H}'(0,07)$.

8.6 Чувствительность к нейтронному излучению

8.6.1 Требования

Если измеритель эквивалента дозы (мощности) предназначен для измерений в присутствии нейтронного излучения, необходимо указать коэффициент чувствительности к этому излучению. Проведение испытания на чувствительность к нейтронному излучению не является обязательным и требуется только в том случае, если установлено такое требование.

В любом случае измерители эквивалента дозы (мощности) должны быть сконструированы таким образом, чтобы максимально ограничить влияние нейтронного излучения на показания, обусловленные фотонным и бета-излучением.

8.6.2 Метод испытаний

Метод испытания должен быть согласован между заказчиком и изготовителем.

Примечание — Подробное описание процедур испытаний измерителей эквивалента дозы (мощности) нейтронного излучения приведено в МЭК 61005. Некоторые из них могут быть применены к измерителям эквивалента дозы (мощности), рассматриваемым в настоящем стандарте.

8.7 Линейность и статистические флуктуации

8.7.1 Общие положения

Испытания на линейность [постоянство коэффициента чувствительности к дозе (мощности)] и статистические флуктуации проводят с использованием одних и тех же данных измерений.

Примечание — Подробности процедуры испытаний описаны в работе Brunzendorf and Behrens (см. библиографию).

Если методы регистрации фотонного излучения и бета-излучения отличаются друг от друга, проверки соответствия этому требованию для всех видов излучения должны проводиться отдельно.

Для приборов, предназначенных для измерений дозы (мощности), обусловленной фоновым излучением окружающей среды, см. приложение С.

8.7.2 Требования

В стандартных условиях испытаний, если настройка прибора проведена в соответствии с указаниями изготовителя, изменение коэффициента чувствительности к дозе (мощности), обусловленное нелинейностью, не должно превышать диапазон от минус 15 % до плюс 22 % во всем эффективном диапазоне измерений для выбранного эталонного рентгеновского, гамма- или бета-излучения.

Коэффициент вариации показания (мощности) дозы не должен превышать пределов, указанных в таблицах 5 и 6.

8.7.3 Метод испытаний

a) Используемые источники

Испытания следует проводить с соответствующими эталонными источниками. Для амбиентного эквивалента дозы (мощности) необходимо использовать ^{137}Cs или ^{60}Co, для направленного эквивалента дозы (мощности) N-80 или S-Am для фотонного излучения и ^{90}Sr/ ^{90}Y для бета-излучения. Все облучения дозиметра должны выполняться в эталонном направлении. Для проведения испытаний, где требуется учет фонового излучения, см. приложение С.

Хотя требуемым эталонным фотонным излучением для направленного эквивалента дозы является N-80 фильтрованное рентгеновское излучение или S-Am, создание этих излучений при всех эквивалентах дозы (мощностях), необходимых для проведения данного испытания, может оказаться невозможным. Если рентгеновское излучение не может обеспечить полный диапазон эквивалентов доз (мощностей), необходимый для проведения этих испытаний, допускается его замена на эталонное излучение ^{137}Cs, чтобы определить изменение коэффициента чувствительности при эквивалентах дозы (мощностях), которые не могут быть обеспечены рентгеновским излучением. В этом случае необходимо, чтобы коэффициент чувствительности определялся при минимальном значении эквивалента дозы (мощности), общим для обоих излучений: рентгеновского излучения и эталонного излучения ^{137}Cs. Это позволит внести соответствующую поправку на любое отличие коэффициента чувствительности детектора при энергии ^{137}Cs по сравнению с энергией рентгеновского излучения.

В случае эталонного гамма-излучения на детекторе испытуемого измерителя эквивалента дозы (мощности) необходимо установить состояние равновесия вторичных электронов, см. ИСО 4037-3.

b) Проводимые испытания

Испытания проводят на одном или нескольких измерителях эквивалента дозы (мощности) из партии. Интервал времени между показаниями дозиметра должен быть достаточно большим, чтобы обеспечить статистическую независимость показаний. Изготовитель должен предоставить всю необходимую информацию. Для измерителей эквивалента дозы (мощности), оснащенных преимущественно линейными аналоговыми шкалами, испытания заключаются в измерениях изменения коэффициента чувствительности, проводимых по всем диапазонам шкал измерителя эквивалента дозы (мощности) и при как минимум трех значениях каждого порядка величины. Рекомендуется, чтобы эти точки составляли

приблизительно 20 %, 40 % и 80 % от максимального значения шкалы по каждому диапазону. Если диапазон начинается со значений, превышающих 20% от максимального значения, испытания в данной точке допускается не проводить.

Для измерителей эквивалента дозы (мощности), оснащенных преимущественно шкалами с логарифмической градуировкой или цифровым представлением результатов измерений, испытания должны проводиться как минимум при трех значениях каждого порядка величины указанного эквивалента дозы (мощности). Рекомендуется, чтобы эти точки составляли приблизительно 20 %, 40 % и 80 % каждого порядка величины. Если диапазон начинается со значений, превышающих 20 % от максимального значения, испытания в данной точке допускается не проводить.

Если один и тот же детектор используется как для бета-, так и для фотонного излучения, то нет необходимости проводить измерения во всех диапазонах с этими двумя эталонными излучениями, но измерения по крайней мере в одном диапазоне (или порядке величины) должны быть проведены как с бета-, так и с фотонным эталонными излучениями.

Примечание 1 — Прямое использование источников эталонного радиоактивного излучения для проведения данных испытаний может потребовать неприемлемо большое количество источников эталонного излучения или, при более высоких эквивалентах дозы (мощностях), источники неприемлемо высокой активности. В таком случае может быть использован какой-либо другой источник излучения (например, подходящий источник рентгеновского излучения), при условии, что будут внесены соответствующие поправки на любую разность коэффициентов чувствительности измерителя эквивалента дозы (мощности) к этому излучению и к эталонному излучению, которая возникает из-за разности энергий используемых излучений. При определении этих поправок важно провести сравнение коэффициентов чувствительности измерителя эквивалента дозы (мощности) к эталонному излучению и используемому источнику излучения по крайней мере в одной точке при более высоких эквивалентах дозы (мощностях), дающих одинаковое показание на шкале измерителя эквивалента дозы (мощности).

Примечание 2 — См. также примечание к 5.4.

8.7.4 Интерпретация результатов

Определяют среднее значение и коэффициент вариации *n* значений показаний для каждого из *w* значения дозы (мощности).

При использовании средних значений *w* изменение коэффициента чувствительности из-за непостоянства коэффициента чувствительности не должно превышать диапазон от минус 15 % до плюс 22 %. Используя значения коэффициентов изменения и значения c_1 и c_2, приведенные в таблице 3, показывают, что:

- для *w* — для двух значений дозы (мощности) коэффициенты изменения в c_1 раз менее пределов, указанных в таблицах 5 и 6;

- для оставшихся двух значений дозы (мощности), которые не должны располагаться рядом, коэффициенты изменения в c_2 раз менее пределов, указанных в таблицах 5 и 6.

В этом случае можно считать, что требования 8.7.2 выполняются.

Примечание 1 — Значение c_1 всегда меньше значения c_2.

Примечание 2 — Данный метод гарантирует, что вероятность положительного результата испытания не зависит от числа значений *w* эквивалента дозы (мощности), при которых проводят испытание. Если не применять коэффициенты c_1 и c_2, вероятность положительного результата испытания снижается с увеличением числа значений *w* эквивалента дозы (мощности), при которых проводят испытание.

8.8 Характеристики при перегрузке

8.8.1 Измерители эквивалента дозы

8.8.1.1 Требования

1) Измеритель эквивалента дозы должен зашкаливать или выдавать сообщение о перегрузке при воздействии на него доз, превышающих максимальное значение диапазона измерений. Данное требование должно применяться ко всем диапазонам.

2) При воздействии достаточно высоких мощностей дозы, которые приводят к выдаче неверных показаний дозы, должно быть выдано сообщение о том, что оборудование не может обеспечить правильное отображение дозы.

8.8.1.2 Метод испытаний

1) Дозиметр подвергают воздействию излучения, соответствующему 100-кратному превышению конечного значения шкалы диапазона, при этом максимальное значение не более 50 Зв, минимальное значение не менее 1 Зв. Мощность дозы во время облучения должна быть меньше максимальной мощ-

ности дозы, указанной изготовителем. Прибор не должен перезагружаться или выключаться как минимум в течение 30 мин после того, как он был подвергнут воздействию излучения.

2) Измеритель эквивалента дозы подвергают воздействию излучения, мощность дозы которого на 10 % превышает мощность дозы, указанную изготовителем в качестве предела мощности дозы в течение 100 с. В случае отсутствия отображения ошибки значения дозы (обусловленной перегрузкой излучения по мощности дозы) измеритель эквивалента дозы подвергают воздействию излучения с дальнейшим увеличением мощности дозы с шагом 10 % в течение 100 с до тех пор, пока не отобразится индикация ошибки значения дозы (из-за перегрузки излучения).

8.8.1.3 Интерпретация результатов

1) Показание должно зашкаливать на значениях, превышающих максимальное значение диапазона измерений, или должно выводиться сообщение о перегрузке и оставаться в этом положении, пока не будет произведен сброс показания дозы или оборудование не будет выключено.

2) Следует убедиться, что показания дозы увеличились должным образом, или должно выдаваться сообщение, что показание дозы ошибочное (вследствие перегрузки по мощности дозы). До появления сообщения об ошибке показание дозы должно увеличиваться соответствующим образом.

8.8.2 Измерители мощности эквивалента дозы

8.8.2.1 Требования

Измеритель мощности эквивалента дозы должен зашкаливать на значениях, превышающих максимальное значение диапазона измерений, или выводить сообщение о перегрузке при воздействии на него мощностей дозы, превышающих максимальное значение диапазона измерений. Данное требование должно применяться ко всем диапазонам.

8.8.2.2 Метод испытаний

Измеритель мощности эквивалента дозы должен подвергаться в течение 5 мин воздействию следующих мощностей эквивалента дозы:

- в 100 раз превышающих максимальное значение диапазона для диапазона с максимумом до 0,1 Зв · ч$^{-1}$ включительно;
- в 10 раз превышающих максимальное значение диапазона или 10 Зв · ч$^{-1}$, в зависимости от того, что больше, для диапазона с максимумом от (свыше) 0,1 Зв · ч$^{-1}$ до 5 Зв · ч$^{-1}$ включительно;
- в 2 раза превышающих максимальное значение диапазона для мощностей доз, превышающих 5 Зв · ч$^{-1}$.

8.8.2.3 Интерпретация результатов

Показания измерителя мощности эквивалента дозы должны зашкаливать на значениях, превышающих максимальное значение диапазона измерений, или должно выдаваться сообщение о перегрузке в течение всего периода воздействия повышенной мощности дозы, а измеритель эквивалента дозы должен функционировать в пределах своей спецификации (технических характеристик) в течение 5 мин после завершения этого испытания. Если прибор не в состоянии функционировать в соответствии со своей спецификацией, то должно появиться предупреждающее сообщение об этом. Данное предупреждение должно быть четко соотнесено с причиной, приведшей к выдаче этого сообщения. Предупреждение должно погаснуть тогда, когда прибор будет соответствовать спецификации без ограничений. Данное испытание должно проводиться в каждом диапазоне.

8.9 Время отклика

8.9.1 Измерители эквивалента дозы

8.9.1.1 Требования

При воздействии мощности дозы на измеритель эквивалента дозы он должен в течение 10 с показывать соответствующее повышение дозы, составляющее как минимум 91 %, но не более 111 %.

8.9.1.2 Метод испытаний

Измеритель эквивалента дозы подвергают в течение 10 с воздействию мощности дозы $\dot{H}$ в диапазоне измерений, для которого приращение дозы может быть считано достаточно точно, например 360 мкЗв · ч$^{-1}$. К концу этого 10-секундного периода показания дозы должны увеличиться от 9,1 с · $\dot{H}$ до 11,1 с · $\dot{H}$, например от 0,91 мкЗв до 1,11 мкЗв.

Измеритель эквивалента дозы подвергают в течение 10 с воздействию предельной мощности дозы прибора, указанной изготовителем. К концу этого 10-секундного периода показания дозы должны увеличиться от 0,0025 $\{\dot{H}_{\text{lim}}\}$ мкЗв до 0,003 $\{\dot{H}_{\text{lim}}\}$ мкЗв, где $\{\dot{H}_{\text{lim}}\}$ — это предел мощности дозы, определенный изготовителем в единицах мкЗв · ч$^{-1}$.

Примечание — Облучение при мощности дозы 1 мкЗв · ч$^{-1}$ в течение 10 с дает дозу 0,0028 мкЗв.

8.9.2 Измерители мощности эквивалента дозы

8.9.2.1 Требования

Когда измеритель мощности эквивалента дозы подвергается ступенчатому или медленному увеличению или уменьшению мощности эквивалента дозы, показание измерителя мощности эквивалента дозы менее чем через 10 с после воздействия конечной мощности эквивалента дозы должно достичь следующего значения:

$$\dot{G}_i + \frac{90}{100}\left(\dot{G}_f - \dot{G}_i\right),$$

где $\dot{G}_i$ — начальное показание;

$\dot{G}_f$ — конечное показание.

Время отклика должно быть указано изготовителем.

Период времени 10 с применяется к значениям $\dot{G}_f$ более 1 мкЗв · ч$^{-1}$, но менее 10 мЗв · ч$^{-1}$. Для значений $\dot{G}_f$ выше указанных время должно составлять 2 с или менее.

Кроме того, через 60 с показание должно достигать (1 ± 0,1) $\dot{G}_f$ для всех значений $\dot{G}_f$.

8.9.2.2 Метод испытаний

Испытание может быть проведено либо с использованием подходящего источника излучения, либо путем подачи подходящего электрического сигнала на вход измерителя мощности эквивалента дозы.

Начальные и конечные значения мощностей эквивалента дозы должны отличаться на коэффициент 10 или более, а измерения должны проводиться как при повышении, так и при понижении мощности эквивалента дозы на этот коэффициент.

Измерения должны быть выполнены для каждого порядка отображаемой величины мощности эквивалента дозы измерителя мощности эквивалента дозы, оснащенного цифровым или логарифмическим дисплеем, и в каждом диапазоне шкалы, если измеритель мощности эквивалента дозы оснащен дисплеем с линейной шкалой.

При использовании электрического метода испытаний этот факт должен быть указан в сопроводительных документах; подаваемые сигналы должны соответствовать вышеопределенным требованиям.

При испытаниях с повышением мощности эквивалента дозы вначале измеритель мощности эквивалента дозы должен быть подвергнут воздействию более высокой мощности и зарегистрировать показание $\dot{G}_f$.

Затем измеритель мощности эквивалента дозы должен подвергнуться воздействию более низкой мощности эквивалента дозы в течение времени, достаточного, чтобы показание $\dot{G}_i$ достигло стабильного значения, и зарегистрировать данное показание.

После этого необходимо как можно скорее (< 1 с), так и, по возможности, медленно (> 10 с) изменить мощность эквивалента дозы до значения, соответствующего показанию $\dot{G}_f$, и измерить время, необходимое для достижения значения, получаемого по формуле согласно 8.9.2.1.

Испытания с понижением мощности эквивалента дозы должны выполняться таким же образом, при этом значения мощностей эквивалента дозы должны соответствовать взаимозаменяемым показаниям $\dot{G}_i$ и $\dot{G}_f$.

8.10 Взаимосвязь между временем отклика и статистическими флуктуациями

Время отклика и коэффициент вариации статистических флуктуаций являются взаимозависимыми характеристиками, допустимые пределы для которых были определены ранее.

Для больших значений мощностей эквивалента дозы рекомендуется, когда это возможно, уменьшить время отклика, соблюдая при этом пределы, установленные для статистических флуктуаций.

Однако, если возможно достижение пределов, указанных в 8.9 со временем отклика не более 1 с, желательно уменьшить статистические флуктуации, чем уменьшить время отклика менее 1 с.

Если в измерителе эквивалента дозы (мощности) предусмотрен ряд различных заданных статистических флуктуаций и/или времен отклика, тогда хотя бы одно заданное значение должно соответствовать требованиям, определенным в 8.9.1 и 8.9.2.

8.11 Изменение коэффициента чувствительности, обусловленное зависимостью измерений дозы от мощности дозы

8.11.1 Общие положения

Если методы регистрации фотонного или бета-излучения или регистрации этих излучений в конкретных диапазонах энергии различны, то испытания на соответствие данным требованиям должны проводиться отдельно для всех видов излучений.

Если изготовитель может продемонстрировать, что технические параметры конструкции измерителя эквивалента дозы обеспечивают выполнение требования для большого диапазона значений мощности дозы, тогда число испытаний может быть сокращено.

Информацию о приборах, предназначенных для измерений дозы, обусловленной естественным излучением окружающей среды, см. приложение С.

8.11.2 Требования

Изменение коэффициента чувствительности, обусловленное зависимостью от мощности дозы, не должно превышать от минус 13 % до плюс 18 % для всех мощностей дозы в допустимом диапазоне. Минимальный допустимый диапазон для зависимости от мощности дозы указан в таблицах 5 и 6. Если это требование не может быть выполнено для мощностей дозы до 1 Зв · ч$^{-1}$, оно должно быть выполнено, по крайней мере, при максимальном значении диапазона измерений мощности дозы, и максимальное значение допустимого диапазона должно быть указано на измерителе.

Кроме того, изготовитель должен указать изменение коэффициента чувствительности, обусловленное низкими мощностями дозы вплоть до естественного излучения окружающей среды.

8.11.3 Метод испытаний с использованием источников излучения

Следует определить значения коэффициента чувствительности при 80 % каждого порядка величины эффективного диапазона измерений дозы при воздействии на измеритель эквивалента дозы излучения от эталонного источника. Следует провести испытания на зависимость от мощности дозы для каждого значения дозы при одном значении мощности дозы каждого порядка величины допустимого диапазона.

Поскольку при низких значениях дозы время облучения мало для высоких значений мощностей дозы, а для высоких значений дозы время облучения велико для низких значений мощностей дозы, при проведении этих испытаний необходимо исключить время облучения менее 10 с или более 10 ч.

Если интегрирование в измерителе эквивалента дозы производится цифровым счетчиком, достаточно проведения одного испытания длительностью облучения 100 с на мощность дозы.

Изменение коэффициента чувствительности определяется по измеренным значениям коэффициента чувствительности.

8.11.4 Метод испытаний с использованием естественного излучения

Измеритель эквивалента дозы помещают в лаборатории как минимум на одну неделю (t_{env}) в нормальные условия и предполагают, что мощность дозы фонового излучения $\dot{H}_{nat}$ составляет 2 мкЗв · д$^{-1}$, если нет иной информации. Определяют дозу G_{nat}, накопленную прибором за время t_{env}. Вычисляют ожидаемое значение дозы по известной или предполагаемой мощности дозы, обусловленной естественным излучением окружающей среды, H_{nat} = 2 мкЗв · д$^{-1}$ · t_{env}.

8.11.5 Интерпретация результатов

Изменение коэффициента чувствительности, обусловленное зависимостью от мощности дозы, определенное в 8.11.3, не должно превышать интервала от минус 13 % до плюс 18 %. В этом случае можно считать, что требования 8.11.1 выполнены.

Коэффициент чувствительности к естественному излучению окружающей среды указывают в виде $\frac{G_{nat}}{H_{nat}}$.

8.12 Коэффициент чувствительности к полям импульсного ионизирующего излучения

8.12.1 Требования

Некоторые типы измерителей эквивалента дозы (мощности) могут давать ложные заниженные показания в полях импульсных ионизирующих излучений, особенно если длительность импульса излучения мала по сравнению с интервалом между импульсами. Если измеритель эквивалента дозы (мощности) может выдавать заниженные показания в полях импульсного излучения, изготовитель должен сделать соответствующее предупреждение об этом. Испытания на коэффициент чувствительности измерителя эквивалента дозы (мощности) к полям импульсного излучения не являются обязательными.

8.12.2 Метод испытаний

Метод испытаний должен быть предметом договора между заказчиком и изготовителем.

8.13 Требования к точности сигнализации измерителя-сигнализатора эквивалента дозы (мощности)

8.13.1 Сигнализация эквивалента дозы

8.13.1.1 Требование

H_a — значение эквивалента дозы, создающее показание, на которое установлена сигнализация. В нормальных условиях испытаний при воздействии мощности эквивалента дозы на измеритель или

измеритель-сигнализатор эквивалента дозы (мощности), составляющей $0{,}8H_a$, сигнализация не должна срабатывать; при воздействии мощности эквивалента дозы на измеритель или измеритель-сигнализатор эквивалента дозы (мощности), составляющей $1{,}2H_a$, сигнализация должна срабатывать.

При использовании в измерителе (мощности) эквивалента дозы более одного детектора излучения для охвата полного диапазона эквивалента дозы, отображаемого измерителем (мощности) эквивалента дозы, эти требования применяют к соответствующим диапазонам каждого детектора отдельно.

8.13.1.2 Метод испытаний

Проводят не менее двух испытаний: одно испытание с H_a, близким к максимальному значению эффективного диапазона, а второе — с H_a, близким к максимальному значению второго наименьшего порядка величины. Сигнал тревоги должен быть сброшен, показание дозы должно быть установлено на ноль, а затем измеритель мощности или измеритель-сигнализатор эквивалента дозы (мощности) должен быть подвергнут воздействию принятого значения мощности эквивалента дозы так, чтобы сигнализация не срабатывала как минимум в течение 100 с. Должно быть измерено время облучения до срабатывания сигнализации измерителя-сигнализатора эквивалента дозы.

8.13.1.3 Интерпретация результатов

Если отношение H_a к произведению используемой мощности эквивалента дозы на время измерения находится в пределах от $0{,}8\ (1 - U_{rel})$ до $1{,}2\ (1 + U_{rel})$, где U_{rel} является относительной расширенной неопределенностью ($k = 2$) принятого значения эквивалента дозы, тогда требования 8.13.1.1 можно считать выполненными.

8.13.2 Сигнализация по мощности эквивалента дозы

8.13.2.1 Требование

$\dot{H}_a$ — значение мощности эквивалента дозы, создающее показание, на которое установлена сигнализация. В нормальных условиях испытаний при воздействии мощности эквивалента дозы на измеритель или измеритель-сигнализатор эквивалента дозы (мощности), составляющей $0{,}8\dot{H}_a$, в течение 10 мин сигнализация не должна включаться в течение более 10 % времени испытаний. Точно так же при воздействии мощности эквивалента дозы, составляющей $1{,}2\dot{H}_a$ в течение 10 мин, сигнализация должна работать в течение 90 % времени испытаний и должна активироваться в первый раз в течение 10 с или в течение времени, чтобы произведение этого времени и мощности эквивалента дозы в точке сигнализации составляло менее 10 мкЗв.

При использовании в измерителе эквивалента дозы (мощности) более одного детектора излучения для охвата полного диапазона мощности эквивалента дозы, отображаемого измерителем эквивалента дозы (мощности), эти требования применяют к соответствующим диапазонам каждого детектора отдельно.

8.13.2.2 Метод испытаний

Должно быть проведено не менее двух испытаний, одно испытание с $\dot{H}_a$, близким к максимальному значению эффективного диапазона, а второе — с $\dot{H}_a$, близким к максимальному значению второго наименьшего порядка величины. В течение 10 мин измеритель эквивалента дозы (мощности) для обоих значений $\dot{H}_a$ подвергают воздействию мощности эквивалента дозы $(0{,}8 - U_{rel})\,\dot{H}_a$ и регистрируют период времени, в течение которого действует сигнализация. Испытания повторяют с мощностью эквивалента дозы, равной $(1{,}2 + U_{rel})\,\dot{H}_a$, и снова регистрируют период времени, в течение которого действует сигнализация, и время, когда впервые срабатывает сигнализация.

8.13.2.3 Интерпретация результатов

Если общее время включенного состояния сигнализации для $(0{,}8 - U_{rel}) \cdot \dot{H}_a$ составляет менее 60 с, а общее время включенного состояния сигнализации для $(1{,}2 + U_{rel}) \cdot \dot{H}_a$ больше 540 с, и, кроме того, сигнализация впервые срабатывает в течение 10 с или в течение времени, когда произведение времени на мощность эквивалента дозы $\dot{H}_a$ составляет менее 10 мкЗв, тогда можно считать требования 8.13.2.1 выполненными. U_{rel} — относительная расширенная неопределенность ($k = 2$) принятого значения мощности эквивалента дозы.

9 Электрические характеристики измерителей амбиентного и направленного эквивалента дозы (мощности)

9.1 Стабильность индикации нуля в зависимости от времени

9.1.1 Требования

Показания измерителя эквивалента дозы (мощности) с переключателем установки нуля, который был установлен на нуль после того, как измеритель эквивалента дозы (мощности) работал в течение 30 мин в нормальных условиях испытаний, не должны отличаться от показаний после установки нуля более чем на $\pm 0{,}2H_0$ или $\pm 0{,}2\dot{H}_0$ в течение следующих 4 ч.

К измерителям эквивалента дозы (мощности), не имеющим переключателя установки нуля, применяют те же требования и методы испытаний, за исключением операции установки нуля.

9.1.2 Метод испытаний

Измеритель эквивалента дозы (мощности) включают и оставляют его на 30 мин. Если оператору доступен переключатель установки нуля, то он должен быть отрегулирован так, чтобы показание находилось в точке, указанной изготовителем. В некоторых измерителях эквивалента дозы (мощности) с нелинейными шкалами такой переключатель используют для установки показания в некоторую точку отсчета, отличную от нуля. В таком случае переключатель настраивают так, чтобы показание установилось в соответствующую точку отсчета.

Измеритель эквивалента дозы (мощности) должен оставаться в этом положении, а показания должны фиксироваться каждые 30 мин в течение следующих 4 ч.

9.1.3 Интерпретация результатов

Если зафиксированные показания находятся в пределах, установленных в 9.1.1, требования можно считать выполненными.

9.2 Время установления рабочего режима

9.2.1 Требования

Изготовитель должен указывать для каждого диапазона время, необходимое измерителю эквивалента дозы (мощности) после включения при воздействии на него эталонного излучения для выдачи показания, которое не будет отличаться более чем на 5 % от окончательного значения, полученного в нормальных условиях испытания.

9.2.2 Метод испытаний

Выключив измеритель эквивалента дозы (мощности), подвергают его воздействию эталонного излучения от соответствующего источника, чтобы получить показание, составляющее как минимум половину максимального значения самого чувствительного диапазона или порядка величины. Прибор включают и записывают показания каждые 15 с в течение 6 мин после включения.

Через 30 мин после включения фиксируют достаточное количество показаний и используют среднее значение в качестве окончательного значения показания.

9.2.3 Интерпретация результатов

На графике зависимости показаний от времени отмечают время установления рабочего режима, когда показания находятся в пределах 5 % от окончательного значения показания.

9.3 Источники электропитания

9.3.1 Общие положения

Для переносных измерителей эквивалента дозы (мощности) должно быть предусмотрено питание от батарей. Должны быть предусмотрены устройства для испытания батарей при максимальной нагрузке. Кроме того, должна быть предусмотрена индикация состояния батареи, когда заряда недостаточно для обеспечения работы измерителя эквивалента дозы (мощности) в соответствии с требованиями настоящего стандарта. Батареи могут быть подсоединены любым образом, но так, чтобы можно было перезаряжать каждую батарею отдельно; изготовитель должен на измерителе эквивалента дозы (мощности) четко указывать правильную полярность. Для использования подходят только первичные или перезаряжаемые батареи, имеющие физические размеры, указанные в МЭК 60086-1 или МЭК 60086-2.

Ниже температуры минус 10 °С емкость большинства типов батарей сильно снижается с понижением температуры. Этот факт должен быть учтен.

9.3.2 Требования

Изготовитель должен указать поставщиков (изготовителей) и типы батарей, которые обеспечивают выполнение требований настоящего стандарта.

Если методы регистрации фотонного и бета-излучения различны, то испытания на соответствие этим требованиям должны проводиться для всех видов излучения отдельно.

Емкость батарей должна быть такой, чтобы через 40 ч периодического использования[1)] при работе в нормальных условиях испытаний показание измерителя эквивалента дозы (мощности) оставалось в пределах ±5 %, другие функции — в пределах спецификации.

Для перезаряжаемых батарей изготовитель должен указать время зарядки.

[1)] 40 ч периодического использования означают 8 ч непрерывной работы, после чего следуют 16 ч, когда дозиметр для измерения эквивалента дозы (мощности) находится в отключенном состоянии в течение пяти последующих дней.

9.3.3 Метод испытаний

9.3.3.1 Общие положения

Оценивают оставшийся заряд батареи измерителя эквивалента дозы (мощности) либо путем измерений фактического значения напряжения на внутренних батареях, либо (это особенно касается перезаряжаемых батарей) измерением заряда батарей во время эксплуатации и перезарядки батарей.

Предусмотрено два метода испытаний. Первый метод заключается в использовании батарей и должен выбираться в том случае, если оставшийся заряд батареи определяется проведением измерений заряда во время эксплуатации и перезарядки; во втором методе используется источник питания, он может выбираться в том случае, если оставшийся заряд батареи определяется проведением измерений фактического напряжения внутренних батарей.

9.3.3.2 Испытания с использованием батарей

Для этого испытания используют новые первичные батареи или полностью заряженные перезаряжаемые батареи типа, указанного изготовителем.

Измеритель эквивалента дозы (мощности) подвергают воздействию мощности эквивалента дозы от 10 мкЗв $\cdot$ ч$^{-1}$ до 1 мЗв $\cdot$ ч$^{-1}$.

Измеритель эквивалента дозы (мощности) оставляют работать в поле излучения в течение 8 ч, затем измеритель эквивалента дозы (мощности) выключают на 16 ч. Данные действия выполняют в течение пяти дней подряд, в конце этого периода фиксируют показания.

Соответствующее изменение коэффициента чувствительности не должно превышать ±0,05, также не должно появляться сообщение о низком напряжении батареи, например «низкий заряд батареи».

9.3.3.3 Испытание с использованием источника питания

Внутренние батареи извлекают и подсоединяют прибор к внешнему источнику питания через регулируемое последовательное сопротивление, чтобы моделировать сопротивление батарей. Источник питания устанавливают на номинальное значение напряжения батареи U_{nom}. Дозиметр подвергают воздействию мощности эквивалента дозы от 10 мкЗв $\cdot$ ч$^{-1}$ до 1 мЗв $\cdot$ ч$^{-1}$. Прибор включают и ожидают достижения стабилизированного состояния.

Записывают показание $\dot{G}_{nom}$ дозиметра. Затем напряжение питания снижают до тех пор, пока прибор не выдаст сообщение, что напряжение батареи низкое, например «низкий заряд батареи». Вместе с показанием прибора $\dot{G}_{low}$ регистрируют соответствующий ток питания I_{low}.

Результат испытания прибора считается положительным, если выполняются следующие требования:

- $0{,}95 \le \dfrac{\dot{G}_{low}}{\dot{G}_{nom}} \le 1{,}05$;
- все вспомогательные функции выполняются в соответствии с их установкой,
- $\dfrac{Q_{nom}}{I_{low}} \ge 40$ ч,

где Q_{nom} — номинальная емкость батарей (например в мА $\cdot$ ч) для соответствующих состояний разрядки с учетом номинального диапазона температуры (см. 11.2).

10 Механические характеристики измерителей направленного и амбиентного эквивалента дозы (мощности)

10.1 Механический удар во время работы (микрофонный эффект)

10.1.1 Общие положения

Считается, что механический удар (микрофонный эффект) — это влияющая величина, которая относится к типу S.

10.1.2 Требования

Для переносных измерителей эквивалента дозы (мощности) дополнительное показание, обусловленное микрофонным эффектом, не должно превышать ±0,7H_0, если измеритель эквивалента дозы (мощности) подвергается 60 повторным ударам, при этом каждый удар соответствует падению с высоты как минимум 0,1 м на твердую стальную поверхность (см. таблицу 9). При падении хранящаяся информация о дозе не должна быть потеряна. Эти падения не должны влиять на физическое состояние дозиметров (например, не должно происходить повреждение паяных соединений, ослабление болтов и гаек).

10.1.3 Метод испытаний и интерпретация результатов

Проверка соответствия требования к механическому удару рабочим характеристикам должна выполняться наблюдением и записью показаний, выводимых на дисплей перед испытанием и после испытания с работающим измерителем эквивалента дозы (мощности).

Измеритель эквивалента дозы (мощности) должен быть сброшен 60 раз на твердую стальную поверхность (см. МЭК 60068-2-31) с заданной высоты так, чтобы на каждую из шести основных сторон пришлось по 10 ударов. Минимальная высота составляет 0,1 м.

После испытания измеритель эквивалента дозы (мощности) должен быть проверен и должно быть задокументировано его физическое состояние.

Если отклонение, вызванное микрофонным эффектом, не превышает $\pm 0{,}7H_0$, то требования 10.1.2 можно считать выполненными.

10.2 Испытание на падение во время транспортирования

10.2.1 Требования

Измеритель эквивалента дозы (мощности) в транспортной упаковке должен выдерживать без повреждения шесть падений в ортогональных направлениях с заданной высоты на бетонную поверхность. Минимальная высота составляет 1 м.

Для выполнения требований к падению для измерителя (направленного) эквивалента дозы (мощности) обычно требуется защитная крышка или футляр той или иной формы. Должен быть указан тип предусмотренной защиты. Данные требования не применимы к измерителям (направленного) эквивалента дозы (мощности), когда они находятся в эксплуатации.

10.2.2 Метод испытаний

Испытание проводят в соответствии с МЭК 60068-2-31.

10.2.3 Интерпретация результатов

После испытаний измеритель эквивалента дозы (мощности) должен быть проверен на наличие механических повреждений или ослабление соединительных деталей. После выдерживания в эталонных условиях в течение времени, указанного в сертификате, измеритель эквивалента дозы (мощности) должен быть включен и должны быть проверены его технические характеристики, установленные для данного испытания типа.

10.3 Ориентация измерителя эквивалента дозы (мощности) (геотропизм)

10.3.1 Общие положения

Считается, что ориентация измерителя — это влияющая величина, которая относится к типу F.

10.3.2 Требования

При воздействии эталонного бета- или фотонного излучения показание переносного измерителя эквивалента дозы (мощности) не должно отличаться более чем на ±2 % от максимального углового отклонения на всю шкалу от значения, отображаемого в используемом эталонном направлении при любой ориентации измерителя эквивалента дозы (мощности).

Эталонная ориентация должна быть указана изготовителем.

10.3.3 Метод испытаний

Настоящее испытание следует проводить с помощью измерителя эквивалента дозы (мощности) в любой ориентации; как правило, различия в ориентации влияют только на сам измеритель. Поэтому проверяемые ориентации могут быть ограничены только теми ориентациями, которые позволяют оператору видеть шкалу отсчета измерителя эквивалента дозы (мощности), удерживаемого в руке.

Во время испытания ориентации измерителя угол падения излучения относительно измерителя детектора эквивалента дозы (мощности) должен оставаться постоянным. Поэтому, для удобства, к измерителю эквивалента дозы (мощности) допускается прикрепить подходящий небольшой контрольный источник.

Примечание — При необходимости для проведения данного испытания может быть использована функция проверки состояния батареи вместе с источником питания для генерации показаний.

11 Характеристики окружающей среды, эксплуатационные требования и испытания

11.1 Общие положения

Влияющая величина, рассматриваемая в 11.2, считается относящейся к обоим типам, F и S; влияющие величины, рассматриваемые в 11.3 и 11.4, считаются относящимися к типу F, а влияющая величина, рассматриваемая в 11.7, считается относящейся к типу S.

11.2 Температура окружающей среды

11.2.1 Требования

В пределах номинального диапазона температур показание должно оставаться в пределах от минус 13 % до плюс 18 % относительно значения, полученного в нормальных условиях испытаний.

Минимальный номинальный диапазон температуры для измерителей эквивалента дозы (мощности) составляет от минус 10 °С до плюс 40 °С. Для приборов, предназначенных для использования только в помещении, минимальный номинальный диапазон составляет от 5 °С до 40 °С. Такие приборы должны иметь маркировку «только для использования в помещении». Если детектор представляет собой негерметичную ионизационную камеру, для выполнения соответствия требованиям допускается вносить в отображаемое значение поправку на плотность воздуха либо путем ручных расчетов, либо автоматически, выполняемую измерителем эквивалента дозы (мощности).

Примечание — Для измерителей эквивалента дозы (мощности), предназначенных для работы при температурах ниже минус 10 °С, могут потребоваться некоторые средства поддержания более высокой температуры батарей.

11.2.2 Метод испытаний

Испытание на устойчивость к температуре должно проводиться в климатической камере.

Измеритель эквивалента дозы (мощности) подвергают воздействию излучения от подходящего источника, обеспечивающего соответствующее показание эквивалента дозы или мощности эквивалента дозы $10H_0$ или $10\dot{H}_0$, и регистрируют показания в нормальных условиях испытаний (см. таблицу 4).

Затем температуру поддерживают на каждом из ее предельных значений в течение не менее 4 ч, измеритель эквивалентной дозы (мощности) должен быть подвергнут излучению того же источника излучения. Показания измерителя эквивалента дозы (мощности) регистрируют в течение последних 30 мин этого периода.

11.2.3 Интерпретация результатов

Если записанные показания находятся в пределах, указанных в 11.2.1, требования можно считать выполненными.

11.3 Относительная влажность

11.3.1 Требования

Показания измерителя эквивалента дозы (мощности) не должны отличаться более чем от минус 9 % до плюс 11 % от значения, полученного в нормальных условиях испытаний, за исключением температуры окружающей среды 35 °С, для всех значений относительной влажности в пределах номинального диапазона. Минимальный номинальный диапазон охватывает все уровни относительной влажности до 85 % при температуре 35 °С.

11.3.2 Метод испытаний

Испытания должны проводиться при одном значении температуры 35 °С в климатической камере. Каждое значение влажности должно поддерживаться в течение не менее 4 ч, в конце этого периода следует записать показания. Допустимое отклонение показаний от минус 9 % до плюс 11 % является дополнительным к допустимому отклонению, обусловленному только температурой.

11.3.3 Интерпретация результатов

Если снятые показания находятся в пределах, указанных в 11.3.1, требования можно считать выполненными.

11.4 Атмосферное давление

11.4.1 Требования

Показания измерителя эквивалента дозы (мощности) в диапазоне атмосферного давления от 70 кПа до 106 кПа не должны изменяться более чем на величину в пределах от минус 9 % до плюс 11 % от значения, полученного в нормальных условиях испытаний. Если детектор представляет собой негерметичную ионизационную камеру, для выполнения соответствия требованиям допускается вносить в отображаемое значение поправку на плотность воздуха либо путем ручных расчетов, либо автоматически, выполняемую измерителем эквивалента дозы (мощности).

Проведение испытаний на воздействие данной величины требуется только в том случае, если изготовитель не может подтвердить, что прибор нечувствителен к атмосферному давлению.

11.4.2 Метод испытаний

Фиксируют показания при давлении воздуха 70 кПа и 106 кПа и сравнивают с результатом измерений для эталонного атмосферного давления 101,3 кПа. Разность должна составлять менее чем ±10 %.

11.5 Изоляция от влаги (герметичность)

Для измерителей эквивалента дозы (мощности), предназначенных для использования вне помещения на открытом воздухе, изготовитель должен указать меры предосторожности, которые необходимо принять, чтобы защитить дозиметр от попадания влаги. Изготовитель должен указать степень защиты в соответствии с классификацией IP согласно МЭК 60529. Необходимо, по крайней мере, обеспечить соответствие IP53.

11.6 Хранение и транспортирование

Все устройства, предназначенные для использования в умеренных климатических условиях, должны быть сконструированы таким образом, чтобы работать в соответствии с техническими характеристиками, установленными в настоящем стандарте, по истечении времени, достаточного для достижения температуры окружающего воздуха после хранения (или транспортирования) без батарей в течение периода времени, составляющего как минимум три месяца, в упаковке изготовителя при температуре от минус 25 °С до плюс 50 °С.

В некоторых случаях могут потребоваться более жесткие технические требования, такие как способность выдерживать перевозки воздушным транспортом при низком атмосферном давлении.

11.7 Электромагнитная совместимость

11.7.1 Общие положения

При разработке дозиметра должны быть приняты особые меры предосторожности для обеспечения надлежащей работы в присутствии электромагнитных помех, особенно наведенных радиочастотными полями (см. МЭК 61000-4-3). Все испытания на ЭМС приводят к отклонениям в показаниях измерителя эквивалента дозы (мощности). Поэтому все требования даются относительно нижнего предела H_0 эффективного диапазона измерений. При каждом испытании на ЭМС, определенном в 11.7.3—11.7.6, измеритель эквивалента дозы (мощности) должен быть установлен в самый чувствительный диапазон, а значение дозы должно быть равно нулю, и любые отклонения, вызванные этими испытаниями, не должны превышать $\pm 0{,}7H_0$ или $\pm 0{,}7\dot{H}_0$. Длительность электромагнитной помехи должна быть эквивалентна работе в течение 1 ч согласно данным для частоты, указанным в таблице 8. Все испытания должны быть выполнены в соответствии с серией стандартов МЭК 61000-4.

Для всех испытаний используют допустимые диапазоны согласно МЭК 61000-6-2, а также критерии качества функционирования A, B или C (см. таблицу 8). Допускаются только критерии A и B. При допущении критерия B требования, указанные в таблице 8, распространяются на все значения эквивалента дозы, отображаемые до и после испытания. Напряженность электрического поля на частотах от 800 до 960 МГц и от 1,4 до 2,7 ГГц ориентирована на напряженность поля вблизи мобильных телефонов.

Примечание — Если длительность электромагнитной помехи отличается от эквивалента работы в течение 1 ч, необходимо рассчитать эффект электромагнитной помехи для работы в течение 1 ч.

11.7.2 Эмиссия электромагнитного излучения

Применимы соответствующие стандарты МЭК.

11.7.3 Электростатический разряд

a) Требования

Максимальные дополнительные побочные отклонения (как кратковременные, так и постоянные) на дисплее или устройстве вывода данных, обусловленные электростатическим разрядом, после 10 разрядов не должны превышать $\pm 0{,}7H_0$ или $\pm 0{,}7\dot{H}_0$ (см. таблицу 8).

b) Метод испытаний

Соответствие требованиям, предъявляемым к рабочим характеристикам, необходимо проверять путем наблюдения и регистрации показаний на дисплее или любых терминалах для вывода данных во время подачи разрядов, создаваемых подходящим испытательным генератором, выбранным в соответствии с МЭК 61000-4-2, как минимум пяти разрядов на различные внешние части комплектного оборудования, которых может касаться оператор во время проведения обычных измерений с включенным дозиметром, и если возможен выбор диапазонов, то установленным в самый чувствительный диапазон. В соответствии с МЭК 61000-4-2 допускается электростатический разряд напряжением 4 кВ. Для испытания измерителей эквивалента дозы (мощности) с изолированными поверхностями должен использоваться метод грозового разряда напряжением 8 кВ (уровень жесткости 3).

11.7.4 Излучаемые электромагнитные поля

11.7.4.1 Обычные излучаемые электромагнитные поля

a) Требования

Максимальные дополнительные побочные отклонения (как кратковременные, так и постоянные) на дисплее или при выводе данных, обусловленные электромагнитными полями 10 В · м$^{-1}$ в диапазоне частот от 80 МГц до 800 МГц и от 960 МГц до 1,4 ГГц, не должны превышать ±0,7H_0 или ±0,7$\dot{H}_0$. Для измерителя эквивалента дозы после воздействия электромагнитного поля в течение 6 мин (10 % от 1 ч) это показание не должно превышать значений (см. таблицу 8).

b) Метод испытаний

Соответствие требованию, предъявляемому к рабочим характеристикам, необходимо проверять путем наблюдения и регистрации показаний на дисплее или любых терминалах для вывода данных с измерителем эквивалента дозы (мощности), установленным в самый чувствительный диапазон. При проведении данных испытаний прибор должен подвергаться воздействию мощности дозы приблизительно 7$\dot{H}_0$.

Чтобы уменьшить количество измерений, необходимых для демонстрации соответствия вышеуказанному требованию, предлагается следующий метод.

Испытания проводят на частотах 80; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 150; 160; 180; 200; 220; 240; 260; 290; 320; 350; 380; 420; 460; 510; 560; 620; 680; 750 МГц и 1,0; 1,1; 1,2 и 1,3 ГГц при напряженности поля 20 В · м$^{-1}$ только в одной ориентации. На каждой частоте проводят испытания в течение 6 мин или вносят поправку в результат на время измерения 6 мин. Если на одной из указанных частот появляется какое-либо отклонение, превышающее одну третью часть предельного значения, данного в таблице 8, необходимо провести дополнительные испытания в пределах ±5 % от данной частоты, изменяемой с шагом 1 %, при напряженности поля 10 В · м$^{-1}$ с измерителем эквивалента дозы (мощности), устанавливаемым во всех трех ориентациях в соответствии с МЭК 61000-4-3.

11.7.4.2 Электромагнитные поля, излучаемые мобильными телефонами и беспроводными локальными сетями (LAN)

a) Требования

Максимальные побочные отклонения (как кратковременные, так и постоянные) на дисплее или при выводе данных, обусловленные электромагнитными полями напряженностью 30 В · м$^{-1}$ в диапазоне частот от 800 МГц до 960 МГц и от 1,4 ГГц до 2,7 ГГц, не должны превышать ±0,7H_0 или ±0,7$\dot{H}_0$. У измерителя эквивалента дозы это показание не должно превышать через 6 мин (10 % 1 ч) после воздействия электромагнитного поля (см. таблицу 8).

b) Метод испытаний

Соответствие требованию, предъявляемому к рабочим характеристикам, необходимо проверять путем наблюдения и регистрации показаний на дисплее с измерителем эквивалента дозы (мощности), установленным в самый чувствительный диапазон. При проведении данных испытаний прибор должен подвергаться воздействию мощности дозы приблизительно 7$\dot{H}_0$.

Чтобы уменьшить количество измерений, необходимых для демонстрации соответствия вышеуказанному требованию, предлагается следующий метод.

Испытания проводят на частотах 820; 900 МГц и 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4 и 2,7 ГГц при напряженности поля 60 В · м$^{-1}$ только в одной ориентации. На каждой частоте проводят испытания в течение 6 мин или вносят в результат поправку на время измерения 6 мин. Если на одной из указанных частот появляется какое-либо отклонение, превышающее одну третью часть предельного значения, данного в таблице 8, необходимо провести дополнительные испытания в пределах ±5 % от данной частоты, изменяемой с шагом 1 %, при напряженности поля 30 В · м$^{-1}$ с измерителем (мощности) эквивалента дозы, устанавливаемым во всех трех ориентациях в соответствии с МЭК 61000-4-3.

11.7.5 Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными полями

a) Требования

Максимальные дополнительные побочные отклонения (как кратковременные, так и постоянные) на дисплее или устройстве вывода данных, обусловленные кондуктивными помехами, наведенными радиочастотными полями, не должны превышать ±0,7H_0 или ±0,7$\dot{H}_0$. Для измерителя эквивалента дозы после воздействия электромагнитного поля в течение 6 мин (10 % от 1 ч) это показание не должно превышать значений (см. таблицу 8). Испытания на измерителях эквивалента дозы (мощности), не имеющих хотя бы одного проводящего кабеля (например, сигнальной шины), не проводят.

b) Метод испытаний

Соответствие требованию, предъявляемому к рабочим характеристикам, необходимо проверять путем наблюдения и регистрации показаний на дисплее с измерителем эквивалента дозы (мощности), установленным в самый чувствительный диапазон.

Помехи при напряжении 10 В в диапазоне частот от 150 кГц до 80 МГц с приращением 1 % должны быть наведены электромагнитными полями в соответствии с МЭК 61000-4-6. Чтобы уменьшить количество измерений, необходимых для демонстрации соответствия вышеуказанным требованиям, допускается использовать методы, аналогичные методам, описанным в 11.7.4.

11.7.6 Магнитное поле промышленной частоты 50 Гц/60 Гц

a) Требования

Дополнительные побочные отклонения (как кратковременные, так и постоянные) на дисплее или устройстве вывода данных, обусловленные магнитным полем промышленной частоты 50 Гц или 60 Гц, не должны превышать $\pm 0{,}7H_0$ или $\pm 0{,}7\dot{H}_0$. Для измерителя эквивалента дозы, после воздействия электромагнитного поля в течение 6 мин (10 % от 1 ч) это показание не должно превышать значений (см. таблицу 8).

b) Метод испытаний

Соответствие требованию, предъявляемому к рабочим характеристикам, необходимо проверять путем наблюдения и регистрации показаний на дисплее с измерителем эквивалента дозы (мощности), установленным в самый чувствительный диапазон. Измеритель эквивалента дозы (мощности) подвергают воздействию непрерывных полей 30 $А \cdot м^{-1}$ при частоте 50 Гц или 60 Гц. Измеритель эквивалента дозы (мощности) должен подвергаться воздействию как минимум в двух ориентациях (0° и 90°) относительно силовых линий.

12 Программное обеспечение

12.1 Общие положения

При проведении испытаний типа программное обеспечение должно быть последней версии, т. к. большая часть испытаний программного обеспечения косвенно покрывается метрологическими испытаниями. Изготовитель должен осознавать тот факт, что любое изменение «метрологически значимой части» программного обеспечения может поставить под сомнение достоверность испытаний типового образца.

Примечание — В современных измерительных приборах программное обеспечение приобретает все большее значение для получения результата измерений. Поэтому испытания типового образца автоматически включают в себя проверку качества функционирования программного обеспечения испытуемого прибора. Это учитывается данными требованиями.

Приведенные требования соответствуют руководству по программному обеспечению WELMEC 7.2, см. библиографию. Они основаны на требованиях к приборам с интегрированным программным обеспечением во встроенных средствах измерений (типа Р) и класса риска В (нижний уровень).

12.2 Требования

12.2.1 Общие требования

Установленные требования должны предотвращать какое-либо непреднамеренное изменение программного обеспечения, относящегося к данным. Кроме того, должно быть запрещено любое намеренное изменение программного обеспечения, если только оно не выполняется предусмотренным способом уполномоченным персоналом.

12.2.2 Разработка и структура программного обеспечения

Программное обеспечение должно быть разработано таким образом, чтобы на часть, относящуюся к отображаемым значениям, не влияли другие программы, если только такое воздействие не требуется для правильного использования измерителя эквивалента дозы (мощности).

Примечание — Одним из возможных технических решений является разделение программного обеспечения на две части. Одна часть содержит все функции, необходимые для оценки, хранения и вывода на дисплей отображаемых значений. Это «метрологически значимая часть». Другие части программного обеспечения, («метрологически незначимая часть») содержат, например, значение, дату и время максимума показания. Часть, относящаяся к данным, имеет четко определенные функции (программируемый интерфейс), которые используются для связи с частями программного обеспечения, не относящимися к данным. Такое техническое решение разделения программного обеспечения имеет преимущество в том, что «метрологически незначимая часть» может быть изменена без влияния при этом на «метрологически значимую часть». Идея разделения программного обеспечения отражает современный уровень развития в области разработки программного обеспечения.

12.2.3 Защита программного обеспечения и данных

12.2.3.1 Идентификационное обозначение

«Метрологически значимая часть» программного обеспечения (см. примечание к 12.2.2) должна иметь идентификационное обозначение. Должна быть обеспечена возможность отображения на дисплее этого идентификационного обозначения во время выполнения программы. Это идентификационное обозначение можно сравнить с идентификационным обозначением, указанным в протоколе испытаний или в эксплуатационной документации.

Примечание — Если идентификационное обозначение автоматически изменяется при изменении программного обеспечения, в этом случае недостаточно просто номера версии — это дает дополнительное преимущество. Распознается любое изменение бита в хранимой программе измерителя эквивалента дозы (мощности), например обусловленное излучением. Одним из возможных технических решений является контрольная сумма, как минимум, CRC-16, встраиваемая поверх программного обеспечения. Эталонное значение контрольной суммы сохраняется в памяти. Во время запуска прибора контрольная сумма рассчитывается снова и сравнивается с сохраненным контрольным значением. Если произошло ее изменение, программное обеспечение останавливается и выдает соответствующее сообщение об ошибке.

12.2.3.2 Аварийная сигнализация при работе в нештатных условиях

При возникновении нештатных условий работы компонентов эквивалента дозы (мощности) должно выдаваться сообщение. Нештатные условия работы включают в себя такие случаи, которые ведут к ошибочному отображению или потере информации о дозе, например сбой в подаче высокого напряжения в фотоэлектронном умножителе.

12.2.3.3 Контроль входящих данных

Все параметры, используемые для определения отображаемого значения, например калибровочные коэффициенты и высокое напряжение счетчика Гейгера-Мюллера, должны быть защищены от несанкционированного изменения.

Примечание — Одним из возможных технических решений является запрос пароля перед любым изменением таких данных.

12.2.3.4 Пользовательские интерфейсы, аппаратные интерфейсы и программные интерфейсы

Все вводимые команды или значения, получаемые через интерфейсы (например, пользовательские интерфейсы, такие как клавиатура, программные интерфейсы), должны влиять на данные и функции прибора только допустимым образом. Все команды или значения должны быть определены, т. е. либо каждый из них должен иметь значение и должна быть обеспечена возможность обработки команды или введенного значения прибором, либо прибор должен их идентифицировать как недействительные. Недействительные команды не должны никаким образом воздействовать на данные и функции прибора.

Примечание — Существует возможность обойти программный интерфейс. Это можно сделать разделением программного обеспечения, см. примечание к 12.2.2, когда часть программного обеспечения, относящаяся к данным, выполнена в отдельном двоичном файле.

12.2.4 Документирование

12.2.4.1 Документирование сведений о программном обеспечении в руководстве по эксплуатации

Функционирование в целом, а также все меню и подменю программного обеспечения должны быть описаны в руководстве, см. раздел 14.

12.2.4.2 Документирование сведений для испытаний типа

Помимо сведений, указанных в разделе 14, изготовитель должен предоставить следующую информацию для целей проведения испытаний типа:

- описание структуры программного обеспечения в соответствии с 12.2.2;
- метод оценки и отображения идентификационного обозначения программного обеспечения, а также предотвращения использования измененного программного обеспечения для измерений, см. 12.2.3.1;
- критерии распознавания аномальных условий эксплуатации, см. 12.2.3.2;
- полный перечень всех важных параметров, их диапазоны и номинальные значения, метод проверки их соответствия допустимым диапазонам, где они хранятся, как можно их просматривать и как можно их изменить, см. 12.2.3.3;
- полный перечень всех команд (например, пункты меню) и значений, которые могут быть получены через интерфейсы, включая их действие, см. 12.2.3.4.

12.3 Метод испытаний

12.3.1 Общие положения

Испытание программного обеспечения может быть очень сложной задачей, однако это не должно занимать слишком большую часть времени испытания. Поэтому никаких конкретных испытаний не проводят, а большая доля ответственности возлагается на изготовителя. Проводят только одно косвенное испытание путем проведения испытания типа с последней версией программного обеспечения и предоставленными изготовителем документированными сведениями о программном обеспечении, см. 12.2.4. Единственной процедурой является проверка документирования сведений.

12.3.2 Проверка документации

При использовании программного обеспечения во время проведения испытаний типа используется множество пунктов меню. Все они должны быть изложены в инструкции пользователя. Остальные пункты меню должны быть проверены «прогоном» («playing») программного обеспечения и сравнением соответствующих частей с инструкцией пользователя. Если не все пункты меню, имеющиеся в программном обеспечении и в инструкции пользователя, соответствуют друг другу, то требование считается невыполненным. Такая проверка также должна быть проведена для вспомогательного программного обеспечения и интерфейсов. Кроме того, идентификационное обозначение (см. 12.2.3.1) должно выводиться на дисплей и должно быть указано в сертификате.

13 Сводные данные о характеристиках

Для удобства требования, предъявляемые к различным эксплуатационным характеристикам, обобщены в таблицах 4—9. В этих таблицах также указываются номера соответствующих пунктов, в которых описываются требования, предъявляемые к каждой конкретной характеристике.

14 Документирование информации

14.1 Информация, указываемая на приборе

На каждом измерителе эквивалента дозы (мощности) на корпусе должна быть приведена следующая информация:

- наименование изготовителя или зарегистрированный торговый знак;
- тип измерителя эквивалента дозы (мощности) и его серийный номер;
- вид излучения, для измерений которого предназначен измеритель эквивалента дозы (мощности);
- измеряемая величина;
- эффективный диапазон измерений;
- допустимый диапазон комбинированного влияния энергии излучения и угла падения излучения;
- допустимый диапазон температуры окружающей среды;
- опорная точка средства измерений эквивалента дозы (мощности);
- эталонное направление.

14.2 Документ калибровки и определения характеристик

К каждому измерителю эквивалента дозы (мощности) должен прилагаться документ калибровки и определения характеристик, содержащий, как минимум, следующую информацию (см. МЭК 61187):

- наименование изготовителя или зарегистрированный торговый знак;
- тип измерителя эквивалента дозы (мощности) и его серийный номер;
- вид излучения, для измерений которого предназначен измеритель эквивалента дозы (мощности);
- пределы шкалы для каждого диапазона измерений;
- измеряемую величину;
- диапазон измерений и изменение коэффициента чувствительности, обусловленное нелинейностью коэффициента чувствительности;
- коэффициент вариации как функция эквивалента дозы (мощности);
- относительный коэффициент чувствительности как функция энергии излучения и угла падения излучения (как для бета-, так и для фотонного излучения);
- допустимые диапазоны всех других влияющих величин и соответствующие изменения коэффициента чувствительности или отклонения;

- эталонную точку измерителя эквивалента дозы (мощности) для целей калибровки и эталонную ориентацию относительно калибровочного источника;
- эталонное направление;
- идентификационное обозначение программного обеспечения.

14.3 Руководство по эксплуатации

Вместе с каждым измерителем эквивалента дозы (мощности) должно поставляться соответствующее руководство по эксплуатации в соответствии с МЭК 61187[1)].

14.4 Протокол испытаний типового образца

По запросу заказчика изготовитель должен предоставить протокол испытаний типового образца, проведенных в соответствии с настоящим стандартом.

Таблица 3 — Значения c_1 и c_2 для различных значений дозы (мощности) *w* и показаний *n* каждого значения дозы (мощности)

w	Значения c_1 для *n*, равного							Значения c_2 для *n*, равного						
	4	7	10	15	20	25	∞	4	7	10	15	20	25	∞
5	1,000	1,007	1,009	1,009	1,009	1,009	1	1,499	1,400	1,344	1,290	1,255	1,231	1
6	1,058	1,051	1,046	1,039	1,035	1,032	1	1,572	1,454	1,389	1,326	1,287	1,261	1
8	1,147	1,117	1,100	1,084	1,074	1,067	1	1,687	1,536	1,458	1,383	1,336	1,304	1
10	1,215	1,166	1,141	1,117	1,102	1,092	1	1,772	1,597	1,508	1,423	1,372	1,335	1
12	1,269	1,205	1,173	1,143	1,124	1,112	1	1,840	1,645	1,548	1,455	1,399	1,360	1
14	1,315	1,238	1,200	1,164	1,142	1,128	1	1,895	1,684	1,578	1,480	1,421	1,379	1
16	1,351	1,265	1,222	1,182	1,158	1,142	1	1,940	1,716	1,605	1,502	1,440	1,396	1
18	1,388	1,289	1,242	1,211	1,171	1,153	1	1,980	1,743	1,628	1,409	1,453	1,409	1
20	1,418	1,311	1,259	1,233	1,183	1,164	1	2,015	1,767	1,646	1,394	1,466	1,421	1
25	1,483	1,355	1,295	1,240	1,210	1,186	1	2,081	1,812	1,683	1,563	1,445	1,444	1
50	1,683	1,494	1,407	1,328	1,283	1,252	1	1,683	1,494	1,407	1,328	1,283	1,252	1

Примечание — Значения взяты из работы Brunzendorf и Behrens, см. библиографию.

Пример — Для 12 различных мощностей дозы и 10 показаний, взятых при каждом значении мощности дозы, значение c_1 = 1,173, а значение c_2 = 1,548.

Таблица 4 — Эталонные условия и нормальные условия испытаний

Влияющая величина	Эталонные условия испытаний (если нет другого указания изготовителя)	Нормальные условия испытаний (если нет другого указания изготовителя)
Энергия фотонного излучения для: 1) амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$ 2) направленного эквивалента дозы $H'(0,07)$	Фотонное излучение ^{137}Cs или N 100 (ИСО 4037-3) N-80 или S-Am (ИСО 4037-3)	Фотонное излучение ^{137}Cs или N-100 (ИСО 4037-3) N-80 или S-Am (ИСО 4037-3)
Энергия бета-излучения направленного эквивалента дозы, $H'(0,07)$	^{90}Sr/^{90}Y (ИСО 6980-1)	^{90}Sr/^{90}Y (ИСО 6980-1)
Доза для: $H^*(10)$ $H'(0,07)$	 100 мкЗв 100 мкЗв	 От 10 мкЗв до 1 мЗв[a] От 10 мкЗв до 1 мЗв[a]

[1)] *Документация изготовителя средства измерения должна содержать методику поверки (ссылку на документ в открытом доступе, по которому выполняется поверка).*

Окончание таблицы 4

Влияющая величина	Эталонные условия испытаний (если нет другого указания изготовителя)	Нормальные условия испытаний (если нет другого указания изготовителя)
Мощность дозы для: $H^*(10)$ $H'(0,07)$	 10 мкЗв · ч$^{-1}$ 100 мкЗв · ч$^{-1}$	 От 3 мкЗв · ч$^{-1}$ до 100 мкЗв · ч$^{-1}$[a] От 10 мкЗв · ч$^{-1}$ до 1 мЗв · ч$^{-1}$[a]
Время установления рабочего режима	15 мин	≥ 15 мин
Температура окружающей среды	20 °С	От 18 °С до 22 °С[a]
Относительная влажность	65 %	От 55 % до 75 %[a]
Атмосферное давление	101,3 кПа	От 86,0 кПа до 106,6 кПа[a]
Напряжение питания	Номинальное напряжение	Номинальное напряжение ±1 %
Угол падения излучения	Эталонное направление, указанное изготовителем	Указанное направление ±5°
Внешнее электромагнитное поле	Пренебрежимо малое	Менее самого низкого значения, которое причиняет помехи
Внешняя магнитная индукция	Пренебрежимо малое	Менее удвоенного значения индукции магнитного поля Земли
Ориентация измерителя и/или измерителя-сигнализатора эквивалента дозы (мощности)	Указывается изготовителем	Указанное направление ±5°
Средства управления дозиметром и/или измерителя-сигнализатора для измерений эквивалента дозы (мощности)	Устанавливаются для нормальной работы	Устанавливаются для нормальной работы
Естественный фон излучения	0,1 мкЗв · ч$^{-1}$ или меньше, если возможно	Менее 0,25 мкЗв · ч$^{-1}$
Загрязнение радиоактивными элементами	Отсутствует	Отсутствует
[a] Должны указываться фактические значения этих величин на момент проведения испытаний.		

Таблица 5 — Радиационные характеристики измерителей направленного эквивалента дозы (мощности)

Испытуемые характеристики или влияющие величины	(Минимальный) номинальный диапазон влияющей величины	Пределы изменений коэффициента чувствительности	Подраздел, пункт
Линейность	Три порядка величины, включая 100 мкЗв · ч$^{-1}$ и 100 мкЗв	От -15 % до +22 %	5.5 и 8.7
Статистические колебания: эквивалент дозы	$H = H_0$[a] $H_0 < H < 11H_0$ $H \geq 11\ H_0$	15 % $(16 - H/H_0)$ % 5 %	8.7
Статистические колебания: мощность эквивалента дозы	$\dot{H} = \dot{H}_0$[a] $\dot{H}_0 < \dot{H} < 11\dot{H}_0$ $\dot{H} \geq 11\dot{H}_0$	15 % $(16 - \dot{H}/\dot{H}_0)$ % 5 %	8.7
Энергия и угол падения бета-излучения	E_{mean} бета-излучения в диапазоне от 200 кэВ до 800 кэВ и от 0° до ±45° от эталонного направления	От –29 % до +67 %	8.5.1

Окончание таблицы 5

Испытуемые характеристики или влияющие величины	(Минимальный) номинальный диапазон влияющей величины	Пределы изменений коэффициента чувствительности	Подраздел, пункт
Энергия и угол падения рентгеновского и гамма-излучения	От 10 кэВ до 250 кэВ и от 0° до ±45° от эталонного направления	От –29 % до +67 %	8.4.1
Угол падения бета-излучения	От 0° до ±60° от эталонного направления	Указывается изготовителем	8.5.1
Угол падения рентгеновского и гамма-излучения	От 0° до ±90° от эталонного направления	Указывается изготовителем	8.4.1
Мощность дозы при измерениях дозы	От 5 мкЗв · ч$^{-1}$ до 1 Зв · ч$^{-1}$ [b]	от –13 % до +18 %	8.11
Перегрузка	100-кратное максимальное значение для максимального значения до 0,1 Зв · ч$^{-1}$ включительно, 10-кратное максимальное значение диапазона или 10 Зв · ч$^{-1}$ (в зависимости от того, какое значение больше) для максимального значения диапазона более 0,1 Зв · ч$^{-1}$	Показание должно зашкаливать в верхней части шкалы или измеритель эквивалента дозы (мощности) должен отображать перегрузку (в течение 5 мин)	8.8
Воздействия нейтронного излучения	Не применяется	Коэффициент чувствительности должен быть указан изготовителем	8.6.1

[a] H_0 и $\dot{H}_0$ — нижние пределы диапазона измерений эквивалента дозы и мощности эквивалента дозы.
[b] Максимальное значение диапазона измерений мощности дозы.

Таблица 6 — Радиационные характеристики измерителей амбиентного эквивалента дозы (мощности)

Испытуемые характеристики или влияющие величины	(Минимальный) номинальный диапазон влияющей величины	Пределы изменений коэффициента чувствительности	Подраздел, пункт
Линейность	Три порядка величины, включая 10 мкЗв · ч$^{-1}$ и 100 мкЗв	От –15 % до +22 %	5.5 и 8.7
Статистические колебания: эквивалент дозы	$H = H_0$ [a] $H_0 < H < 11H_0$ $H > 11H_0$	15 % $(16 - H / H_0)$ % 5 %	8.7
Статистические колебания: мощность эквивалента дозы	$\dot{H} = \dot{H}_0$ [a] $\dot{H}_0 < \dot{H} < 11\dot{H}_0$ $\dot{H} > 11\dot{H}_0$	15 % $(16 - \dot{H} / \dot{H}_0)$ % 5 %	8.7
Энергия и угол падения бета-излучения	E_{mean} бета-излучения 800 кэВ и 0° относительно эталонного направления	Показание менее 10 % значения воздействующей дозы (мощности) $H'(0,07)$ или $\dot{H}'(0,07)$	8.5.1
Энергия и угол падения рентгеновского и гамма-излучения	От 80 кэВ до 1,5 МэВ, от 20 кэВ до 150 кэВ и от 0° до ±45° от эталонного направления	От –29 % до +67 %	8.4.2
Угол падения рентгеновского и гамма-излучения	От 0° до ±90° от эталонного направления	Указывается изготовителем	8.4.2
Мощность дозы при измерениях дозы	От 5 мкЗв · ч$^{-1}$ до 1 Зв · ч$^{-1}$ [b]	От –13 % до +18 %	8.11

Окончание таблицы 6

Испытуемые характеристики или влияющие величины	(Минимальный) номинальный диапазон влияющей величины	Пределы изменений коэффициента чувствительности	Подраздел, пункт
Перегрузка	100-кратное максимальное значение диапазона для максимального значения диапазона до 0,1 Зв · ч$^{-1}$ включительно, 10-кратное максимальное значение диапазона или 10 Зв · ч$^{-1}$ (в зависимости от того, какое значение больше) для максимального значения диапазона более 0,1 Зв · ч$^{-1}$	Показание должно зашкаливать в верхней части шкалы или измеритель эквивалента дозы (мощности) должен отображать перегрузку (в течение 5 мин)	8.8
Воздействия нейтронного излучения	Не применяется	Коэффициент чувствительности должен быть указан изготовителем	8.6.1
Время отклика	Не применяется	$\dot{G}_f$ < 10 мЗв · ч$^{-1}$: < 10 с для индикации 90 % изменения; $\dot{G}_f$ > 10 мЗв · ч$^{-1}$: 2 с через 60 с — отображает (1 ± 0,1) $\dot{G}_f$	8.9
[a] H_0 и $\dot{H}_0$ — нижние пределы диапазона измерений эквивалента дозы и эквивалента дозы (мощности). [b] Максимальное значение диапазона измерения мощности дозы.			

Таблица 7 — Электрические, механические характеристики и характеристики окружающей среды измерителей направленного и амбиентного эквивалента дозы (мощности)

Испытуемая характеристика или влияющая величина	(Минимальный) номинальный диапазон влияющей величины	Пределы изменений коэффициента чувствительности или отклонения	Подраздел
Дрейф нуля	Период 4 ч	±0,2H_0 или ±0,2$\dot{H}_0$ соответственно	9.1
Время прогрева	Не применяется	Должно указываться время, необходимое для показания прибора в пределах ±5 % окончательного значения в нормальных условиях	9.2
Питание: первичные и вторичные батареи	Для периодического использования в течение 40 ч	±5 %	9.3
Ориентация измерителя эквивалента дозы (мощности)	Любая	±2 % углового отклонения на всю шкалу	10.3
Температура окружающей среды	От –10 °С до +40 °С. Приборы с маркировкой «только для эксплуатации в помещении»: от +5 °С до +40 °С	От –13 % до +18 % для дозы 10H_0 или мощности дозы 10$\dot{H}_0$	11.2
Относительная влажность	До 85 % при 35 °С	От –9 % до +11 % [a]	11.3
Атмосферное давление	От 70 кПа до 106 кПа	От –9 % до +11 %	11.4
Изоляция	IP53 согласно МЭК 60529	Должны указываться меры предосторожности	11.5

Окончание таблицы 7

Испытуемая характеристика или влияющая величина	(Минимальный) номинальный диапазон влияющей величины	Пределы изменений коэффициента чувствительности или отклонения	Подраздел
Хранение	От –25 °С до +50 °С в течение трех месяцев	Эксплуатация после распаковки в пределах спецификации	11.6
[a] Предел отклонения от показания при 35 °С и эталонной влажности.			

Таблица 8 — Максимальные значения отклонений, обусловленных электромагнитными помехами

Влияющая величина или параметр прибора	(Минимальный) номинальный диапазон влияющей величины	Испытания в соответствии с	Частота	Максимальное значение отклонения[a]	Критерий[b]	Пункт
Электростатический разряд, напряжение заряда	От 0 кВ до ±8 кВ грозового разряда, от 0 кВ до ±4 кВ точечного разряда	МЭК 61000-4-2	10 возмущений в час	$\pm 0{,}7H_0$ или $\pm 0{,}7\dot{H}_0$	B	11.7.3
Обычные излучаемые электромагнитные поля, напряженность и модуляция	От 80 МГц до 800 МГц и от 960 МГц до 1,4 ГГц, от 0 В/м до 10 В/м (с.к.з, немодулированное поле) 80 % АМ (1 кГц)	МЭК 61000-4-3	10 % времени	$\pm 0{,}7H_0$ или $\pm 0{,}7\dot{H}_0$	A	11.7.4.1
Электромагнитные поля, излучаемые мобильными телефонами и беспроводными локальными вычислительными сетями, напряженность и модуляция	От 800 МГц до 960 МГц и от 1,4 ГГц до 2,7 ГГц, от 0 В/м до 30 В/м (с.к.з, немодулированное поле) 80 % АМ (1 кГц)	МЭК 61000-4-3	10 % времени	$\pm 0{,}7H_0$ или $\pm 0{,}7\dot{H}_0$	A	11.7.4.2
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотным полем, частота и напряжение	От 150 кГц до 80 МГц, от 0 В/м до 10 В/м (с.к.з, немодулированное поле) 80 % АМ (1 кГц)	МЭК 61000-4-6	10 % времени	$\pm 0{,}7H_0$ или $\pm 0{,}7\dot{H}_0$	A	11.7.5
Промышленные магнитные поля частотой 50 Гц/60 Гц, напряженность	От 0 до 30 А/м	МЭК 61000-4-8	10 % времени	$\pm 0{,}7H_0$ или $\pm 0{,}7\dot{H}_0$	A	11.7.6
[a] H_0 — нижний предел эффективного диапазона измерений. [b] См. МЭК 61000-6-2.						

Таблица 9 — Механические характеристики в условиях испытаний

Влияющая величина	(Минимальный) номинальный диапазон влияющей величины	Условия испытаний	Подраздел
Микрофонный эффект	0,1 м	60 падений с заданной высоты на стальную поверхность (МЭК 60068-2-31)	10.1
Падение при транспортировании	1 м	Шесть падений в ортогональных направлениях с заданной высоты на бетонную поверхность	10.2

Приложение А
(обязательное)

Статистические флуктуации

Для любого испытания, связанного с использованием радиоактивного излучения, величина статистических колебаний показаний, возникающих только из-за случайного характера излучения, может составлять значительную долю изменения среднего показания, допустимого в испытании. Должно быть зафиксировано необходимое количество показаний, обеспечивающих возможность оценить с достаточной точностью среднее значение таких показаний, чтобы продемонстрировать соответствие или несоответствие требованиям испытаний. В таблице А.1 приведены рекомендации по количеству показаний дозиметра, необходимых для определения разностей между двумя группами показаний дозиметра при доверительном уровне 95 %. Также приведены разность между средними значениями, выраженная в процентах, коэффициент вариации групп показаний (предположительно одинаковый для каждой группы) и количество необходимых показаний дозиметра.

По возможности во время испытаний необходимо использовать такие мощности эквивалента дозы, при которых воздействие статистических флуктуаций на показания дозиметра было бы сведено к минимуму. Для выполнения этого требования может понадобиться снять показания дозиметра в середине шкалы или половине порядка величины второй или третьей, самой чувствительной, шкалы или порядка величины.

Чтобы обеспечить статистическую независимость показаний, интервал между снятиями показаний дозиметра должен быть достаточно большим. Изготовитель должен предоставить необходимую информацию

Таблица А.1 — Количество показаний прибора, необходимое для регистрации разности (при доверительном уровне 95 %) между двумя группами показаний[1)]

Разность между значением и полученными значениями, %	Коэффициент вариации, указанный изготовителем, %	Количество показаний, необходимое для получения разности
5	0,5	1
5	1,0	1
5	2,0	4
5	3,0	9
5	4,0	16
5	5,0	25
5	7,5	56
5	10,0	99
5	12,5	154
5	15,0	223
5	20,0	396
10	0,5	1
10	1,0	1
10	2,0	1
10	3,0	3
10	4,0	4
10	5,0	6
10	7,5	14
10	10,0	24
10	12,5	37

[1)] Информация взята из ANSI N42.17A.D8.

Окончание таблицы А.1

Разность между значением и полученными значениями, %	Коэффициент вариации, указанный изготовителем, %	Количество показаний, необходимое для получения разности
10	15,0	53
10	20,0	94
15	0,5	1
15	1,0	1
15	2,0	1
15	3,0	1
15	4,0	2
15	5,0	3
15	7,5	6
15	10,0	10
15	12,5	16
15	15,0	23
15	20,0	40
20	0,5	1
20	1,0	1
20	2,0	1
20	3,0	1
20	4,0	1
20	5,0	2
20	7,5	3
20	10,0	6
20	12,5	9
20	15,0	12
20	20,0	21
Данная таблица сформирована исходя из следующих предположений: вероятности утверждений, что существует разность тогда, когда нет разности, и что нет разности тогда, когда существует разность, составляют 0,05 каждая.		

Приложение В
(справочное)

Классификация измерителей амбиентной/направленной дозы (мощности)

Категории, приведенные в таблице В.1, могут быть использованы для классификации измерителей амбиентного или направленного эквивалента дозы (мощности) для целей утверждения типа.

Таблица В.1 — Категории использования измерителей амбиентного или направленного эквивалента дозы (мощности)

Основная категория	Символ	Минимальный требуемый диапазон использования	Варианты расширений			
			для диапазона энергии	для диапазона углов	для диапазона мощности дозы	для диапазона дозы
$H^*(10)$ гамма-излучение	G	Энергия: от 80 кэВ до 1,5 МэВ; угол: от –45° до +45°; мощность дозы: 3 порядка величины, включая 10 мкЗв · $ч^{-1}$; доза (если предусмотрено): 3 порядка величины, включая 0,1 мЗв	m (средний): нижний предел 60 кэВ; l (низкий): нижний предел 20 кэВ; h (высокий), включая 6 МэВ	w (широкий): от –90° до +90°	a (аварийный): верхний предел 10 Зв · $ч^{-1}$ e (окружающей среды): нижний предел 0,03 мкЗв · $ч^{-1}$	**a** (аварийный): верхний предел 2 Зв; f: нижний предел 10 мкЗв; k: нижний предел 0,1 мкЗв
$H^*(10)$ рентгеновское излучение	X	Энергия: от 20 кэВ до 150 кэВ; угол: от –45° до +45°; мощность дозы: 3 порядка величины, включая 10 мкЗв · $ч^{-1}$; доза (если предусмотрено): 3 порядка величины, включая 0,1 мЗв	l (низкий): нижний предел 10 кэВ; h (высокий), включая 300 кэВ	w (широкий): от –90° до +90°	a (аварийный): верхний предел 10 Зв · $ч^{-1}$ e (окружающей среды): нижний предел 0,03 мкЗв · $ч^{-1}$	**a** (аварийный): верхний предел 2 Зв; f: нижний предел 10 мкЗв; k: нижний предел 0,1 мкЗв
$H'(0,07)$ рентгеновское, гамма-излучение	S (кожа)	Энергия: от 10 кэВ до 250 кэВ; мощность дозы: 3 порядка величины, включая 0,1 мЗв · $ч^{-1}$; доза (если предусмотрено): 3 порядка величины, включая 0,1 мЗв	h (высокий), включая 300 кэВ; u (сверх), включая 1,3 МэВ		a (аварийный): верхний предел 10 Зв · $ч^{-1}$ e (окружающей среды): нижний предел 0,5 мкЗв · $ч^{-1}$	**a** (аварийный): верхний предел 2 Зв; f: нижний предел 10 мкЗв
$H'(0,07)$ бета-излучение	B	Средняя энергия (E_{mean}): от 200 кэВ до 800 кэВ; мощность дозы: 3 порядка величины, включая 0,1 мЗв · $ч^{-1}$; доза (если предусмотрено): 3 порядка величины, включая 0,1 мЗв	l (низкий): предел 60 кэВ (E_{mean})		a (аварийный): верхний предел 10 Зв · $ч^{-1}$ e (окружаю-щей среды): нижний предел 0,5 мкЗв · $ч^{-1}$	**a** (аварийный): верхний предел 2 Зв; f: нижний предел 10 мкЗв
Пример — Гамма-дозиметр для атомной станции для измерений в аварийных условиях может быть отнесен к категории Gha. Стационарный дозиметр для измерений мощности дозы излучения в окружающей среде может быть отнесен к категории Gmhwe, для измерений дозы — к категории Gmhwk.						

Приложение С
(справочное)

Калибровка и определение характеристик измерителей эквивалента дозы (мощности), предназначенных для мониторинга окружающей среды

Для измерений мощности амбиентного эквивалента дозы необходимо учитывать вклад фонового излучения в мощность амбиентного эквивалента дозы в точке испытания. Это требует детального знания реакции детектора на различные компоненты фона. Эти проблемы изложены в настоящем приложении. Необходимо определить отклик к космическому излучению и внутренний фон каждого прибора.

Показание $\dot{G}$ прибора, облучаемого калибровочным источником, можно представить в виде:

$$\dot{G} = R_c \dot{H}^*(10)_c + R_t \dot{H}^*(10)_t + R_s \dot{H}^*(10)_s + \dot{G}_0,$$

где $\dot{G}$ — показание мощности дозы в единицах $H^*(10)$, например в нЗв · ч$^{-1}$;

$\dot{H}^*(10)_c$ — мощность амбиентного эквивалента дозы фонового излучения, обусловленного космической составляющей, в калибровочном помещении;

$\dot{H}^*(10)_t$ — мощность амбиентного эквивалента дозы фонового гамма-излучения, обусловленного излучением от поверхности Земли, в калибровочном помещении;

$\dot{H}^*(10)_s$ — мощность амбиентного эквивалента дозы, обусловленной калибровочным источником;

R_c — коэффициент чувствительности к космической составляющей фонового излучения;

R_t — коэффициент чувствительности к составляющей фонового гамма-излучения, обусловленной излучением от поверхности Земли;

R_s — коэффициент чувствительности к калибровочному источнику;

$\dot{G}_0$ — вклад в показание, обусловленный внутренним радиоактивным загрязнением или электронной помехой прибора.

У многих детекторов коэффициенты чувствительности R_c, R_t и R_s обычно не одинаковые, а коэффициент R_s зависит от энергии фотонов, поэтому значение R_s, полученное в результате калибровки в лаборатории с использованием точечных источников или пучков, не будет равно R_t и не может непосредственно использоваться для измерений в полевых условиях. Для определения R_c, R_t, R_s и $\dot{G}_0$ необходимо измерить отдельно каждый коэффициент чувствительности путем исключения трех других влияющих величин. Это можно сделать следующим образом.

a) Определить, как изменяется R_s в зависимости от энергии, и, взвесив соответствующие значения R_s по энергетическому спектру, обусловленному окружающей средой, вычислить значение R_t, применяемое к использованию прибора в полевых условиях.

b) Показание $\dot{G}_0$, обусловленное внутренним фоном любого прибора, можно оценить, например, путем наблюдения показаний прибора, снимаемых на большой глубине относительно уровня земли. На глубине 100 м эффективно устраняется составляющая, связанная с космическим излучением, а, поместив детектор внутрь свинцового защитного экрана толщиной 10 см, можно практически исключить отклик к излучению местных пород.

В случае ионизационных камер обычно можно полагать, что показание $\dot{G}_0$ обусловлено собственной альфа-активностью камеры. Его можно оценить, поместив камеру в экранированное устройство с низким фоном и контролируя выходные данные электрометра на регистрирующем устройстве с небольшой постоянной времени. Необходимо также проводить периодические проверки утечки тока и нагрузки на изолятор. Однонаправленные токи, вызванные напряжением в изоляторе, можно определить, выполнив измерения с положительными и отрицательными поляризующими напряжениями.

Внутренний фон любого прибора не должен значительно меняться за период его службы, поскольку присутствующие радионуклиды имеют большие периоды полураспада. Тем не менее рекомендуется проводить периодические проверки, т. к. может произойти радиоактивное загрязнение прибора от внешних источников.

c) Определение отклика к космическому излучению R_c можно произвести либо экспериментально, либо путем теоретических расчетов взаимодействия космического излучения в детекторе. Экспериментальное измерение отклика к космическому излучению можно выполнить на судне или на плавающей платформе, построенных из материала с низкой радиоактивностью в пресноводном озере или бассейне на расстоянии как минимум от 100 м до 1 км от берега.

Калибровка прибора по коэффициенту чувствительности к рентгеновскому или гамма-излучению R_s может быть выполнена следующим образом:

1) вначале снять показание прибора, обусловленное фоном $\dot{G}_{0,S}$, прежде чем его подвергнуть облучению от калибровочного источника;

2) затем подвергнуть прибор воздействию излучения источника и зафиксировать показание $\dot{G}_S$;

3) $R_s = \dfrac{G_s - G_{0,s}}{\dot{H}^*(10)_s}$.

Этот метод позволяет исключить воздействие отклика, обусловленного космическим излучением, дозой фонового излучения в калибровочной лаборатории, и составляющую G_0. Следует отметить, что этот метод применим только в том случае, когда рассеянное излучение источника пренебрежимо мало. Если присутствует значительное рассеянное излучение, эти два измерения необходимо заменить проведением одного измерения в присутствии источника, а второго измерения — с использованием свинцового экрана толщиной 5 см, располагаемого между детектором и источником. Форма экрана должна обеспечивать достаточное экранирование детектора от прямого излучения от калибровочного источника. Вычитая показание, связанное со свинцовым экраном, можно определить коэффициент чувствительности к первоначальному излучению источника.

Альтернативно в окружающей среде с низким фоном, например на глубине 100 м или более относительно уровня земли, использовать как минимум три различные мощности амбиентного эквивалента дозы для калибровки. Наименьшая мощность дозы должна быть близка, но заметно выше внутреннего фонового излучения окружающей среды;

4) определить вклад в показание $\dot{G}_0$, обусловленный любым внутренним радиоактивным загрязнением или электронной помехой прибора, путем экстраполирования показания к нулевой мощности амбиентного эквивалента дозы;

5) определить коэффициент чувствительности R_s по наклону кривой линейной зависимости показания прибора $\dot{G}_S$ от мощности амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)_s$ калибровочного источника.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта, документа	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального и межгосударственного стандарта
IEC 60050-151:2001	IDT	ГОСТ IEC 60050-151—2014 «Международный электротехнический словарь. Часть 151. Электрические и магнитные устройства»
IEC 60050-393:2003	—	*
IEC 60050-394:2007	—	*
IEC 60068-2-31:2008	—	*, 1)
IEC 60086-1:2006	—	*, 2)
IEC 60086-2:2006	—	*, 3)
IEC 60359:2001	—	*
IEC 60529:1989	—	*, 4)
IEC 61000-4-2:1995	—	*, 5)
IEC 61000-4-3:2006	—	*, 6)
IEC 61000-4-6:2008	—	*, 7)
IEC 61000-4-8:1993	—	*, 8)
IEC 61000-6-2:2005	MOD	ГОСТ 30804.6.2—2013 (IEC 61000-6-2:2005) «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний»
IEC 61187:1993	MOD	ГОСТ Р 51288—99 (МЭК 1187—93) «Средства измерений электрических и магнитных величин. Эксплуатационные документы»

1) Действует ГОСТ 28217—89 (МЭК 68-2-31—69) «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Ec: Падение и опрокидывание, предназначенное в основном для аппаратуры», являющийся модифицированным по отношению к IEC 68-2-31—69.

2) Действует ГОСТ Р МЭК 60086-1—2019 «Батареи первичные. Часть 1. Общие требования», идентичный IEC 60086-1:2015.

3) Действует ГОСТ Р МЭК 60086-2—2019 «Батареи первичные. Часть 2. Физические и электрические характеристики», идентичный IEC 60086-2:2015.

4) Действует ГОСТ 14254—2015 (IEC 60529:2013) «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)», являющийся модифицированным по отношению к IEC 60529:2013.

5) Действует ГОСТ 30804.4.2—2013 (IEC 61000-4-2:2008) «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний», являющийся модифицированным по отношению к IEC 61000-4-2:2008.

6) Действует ГОСТ 30804.4.3—2013 (IEC 61000-4-3:2006) «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний», являющийся модифицированным по отношению к IEC 61000-4-3:2006.

7) Действует ГОСТ IEC 61000-4-6—2022 «Электромагнитная совместимость. Часть 4-6. Методы испытаний и измерений. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными полями», идентичный IEC 61000-4-6:2013.

8) Действует ГОСТ IEC 61000-4-8—2013 «Электромагнитная совместимость. Часть 4-8. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты», идентичный IEC 61000-4-8:2009.

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта, документа	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального и межгосударственного стандарта
IEC/TR 62461:2006	—	*
ISO/IEC Guide 98-3:2008	IDT	ГОСТ 34100.3—2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерений. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения»
ISO/IEC Guide 99:2007	—	*
ISO 4037-1:1996	—	*
ISO 4037-2:1997	—	*
ISO 4037-3:1999	—	*
ISO 4037-4:2004	—	*
ISO 6980-1:2006	—	*
ISO 6980-2:2004	—	*
ISO 6980-3:2006	—	*

* Соответствующий межгосударственный или национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта (документа).

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

Библиография

IEC 60325:2002	Radiation protection instrumentation — Alpha, beta and alpha-beta (beta energy >60 keV) contamination meters and monitors [Измерительная аппаратура защиты от излучения. Измерительные приборы и измерители-сигнализаторы (мониторы) для определения альфа-, бета- и альфа/бета- (энергия бета излучения > 60 кэВ) загрязненности]
IEC 61005:2003	Radiation protection instrumentation — Neutron ambient dose equivalent (rate) meters (Приборы радиационной защиты. Измерители эквивалента мощности дозы нейтронов в окружающей среде)
ICRU Report 47:1992	Measurements of Dose Equivalents from External Photon and Electron Radiations, International Commission on Radiation Units and Measurements
ICRU Report 51:1993	Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, International Commission on Radiation Units and Measurements
WELMEC:2005, WELMEC 7.2	Software Guide: Measuring Instruments Directive 2004/22/EC, Issue 1, downloadable from gost.e-ecolog.ru

Brunzendorf, J. and Behrens, R., How to type test the coefficient of variation of an indication, Radiation Protection Dosimetry, Vol. 123, pp. 21—31 (2007)

BCRU, Guide to the Measurement of Environmental Gamma-Ray Dose Rate, F. W. Spiers, J. A. B. Gibson and I.M.G. Thompson (1981)

УДК 539.1.074:006.354 ОКС 13.280

Ключевые слова: приборы радиационной защиты, дозиметры, измерители, измерители-сигнализаторы, измерение, рабочее место, окружающая среда

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 03.07.2025. Подписано в печать 09.07.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,05. Уч.-изд. л. 5,14.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru