МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 62463—2018

Приборы радиационной защиты

РЕНТГЕНОВСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДОСМОТРА ЛЮДЕЙ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАПРЕЩЕННЫХ ПРЕДМЕТОВ

(IEC 62463:2010, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 августа 2018 г. № 111-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 мая 2022 г. № 300-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 62463—2018 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2023 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 62463:2010 «Приборы радиационной защиты. Рентгеновские системы для досмотра людей в целях обеспечения безопасности и обнаружения запрещенных предметов» («Radiation protection instrumentation — X-ray systems for the screening of persons for security and the carrying of illicit items», IDT).

Международный стандарт разработан подкомитетом IEC/SC 45 B «Средства измерения радиационной защиты» Технического комитета по стандартизации IEC/TC 45 «Средства измерения ядерной энергии» Международной электротехнической комиссии (IEC).

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

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© IEC, 2010
© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

В Российской Федерации 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 . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Единицы измерений . . . 4
5 Классификация систем . . . 4
6 Общая процедура испытаний . . . 4
6.1 Категория испытаний . . . 4
6.2 Стандартные и нормальные условия испытаний . . . 4
6.3 Испытания, проводимые при нормальных условиях испытаний . . . 4
6.4 Испытания, проводимые с изменением влияющих значений . . . 4
7 Требования безопасности . . . 4
7.1 Общие сведения . . . 4
7.2 Экранирование . . . 5
7.3 Системные элементы управления и индикаторы нормальной работы . . . 5
7.4 Индикаторы безопасности и блокировки . . . 6
8 Условия и способы получения спектров рентгеновского скрининга . . . 6
8.1 Общие сведения . . . 6
8.2 Характеристики потенциала трубки рентгеновского блока . . . 6
9 Амбиентный эквивалент дозы в местоположении человека, подвергающегося досмотру . . . 7
9.1 Требования . . . 7
9.2 Метод испытаний . . . 7
10 Электрические характеристики . . . 7
10.1 Напряжение питания . . . 7
10.2 Требования . . . 7
10.3 Метод испытаний . . . 7
11 Условия окружающей среды . . . 7
11.1 Температура окружающей среды . . . 7
11.2 Относительная влажность . . . 8
12 Электромагнитная совместимость . . . 8
12.1 Восприимчивость к электромагнитным полям . . . 8
12.2 Кондуктивные помехи, вызванные скачками и радиочастотами . . . 8
12.3 Импульсы и круговые волны . . . 9
12.4 Электростатический разряд . . . 9
13 Механические характеристики . . . 10
13.1 Механические удары . . . 10
13.2 Испытание на стойкость к вибрации . . . 10
13.3 Испытание на микрофонный эффект/удар . . . 10
14 Документация . . . 11
14.1 Руководство . . . 11
14.2 Тип протокола испытаний . . . 11
14.3 Сертификат . . . 11
Приложение А (обязательное) Измерение и расчет амбиентного эквивалента дозы при досмотре в контрольной точке . . . 14
Приложение В (обязательное) Требования международных основных норм безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения (BSS). Серия документов по безопасности МАГАТЭ № 115, 1996 г. . . . 17
Приложение С (справочное) Требования к измерителю локализации утечки и его применению . . . 18
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам . . . 19
Библиография . . . 21

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Приборы радиационной защиты

РЕНТГЕНОВСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДОСМОТРА ЛЮДЕЙ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАПРЕЩЕННЫХ ПРЕДМЕТОВ

Radiation protection instrumentation.
X-ray systems for the screening of persons for security and the carrying of illicit items

Дата введения — 2023—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на рентгеновские системы, предназначенные для досмотра людей с целью обнаружения предметов, которые могут использоваться в преступных целях, например использование террористами, контрабанда наркотиков и краденого. К таким объектам относятся оружие, взрывчатые вещества, химические и биологические вещества и другие скрытые предметы.

В настоящее время используются три типа рентгеновских систем досмотра. Это системы обратного рассеяния, системы передачи и комбинированные системы обратного рассеяния/передачи. В системах обратного рассеяния рентгеновские лучи используются для обнаружения предметов, скрытых под одеждой человека или внутри нее. Системы передачи могут обнаруживать объекты, проглатываемые или скрытые в полостях тела. Комбинированные системы могут использоваться для одновременного получения обеих частей информации.

Целью настоящего стандарта является установление стандартных требований, а также определение общих характеристик, общих методов испытаний, характеристик излучения, электрических характеристик, воздействий на окружающую среду, механических характеристик, требований безопасности и предоставления примеров приемлемых методов с точки зрения дозы облучения в целом или на часть тела для каждой процедуры досмотра и время, затрачиваемое на каждую процедуру досмотра.

В частности, в стандарте рассматриваются требования к проектированию, поскольку они относятся к радиационной защите людей, подвергающихся досмотру, людей, находящихся в непосредственной близости к оборудованию, и операторов. Стандарт не устанавливает требований к качеству обнаружения запрещенных предметов.

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 60038:2009, IEC standard voltages (Стандартные напряжения, рекомендуемые IEC)

IEC 60050-393:2003[1)], International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 393: Nuclear instrumentation — Physical phenomena and basic concepts (Международный электротехнический словарь. Часть 393. Приборы радиационно-измерительные. Физические явления и основные понятия)

[1)] Заменен на IEC 60050-395:2014. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

Издание официальное

IEC 60050-394:2007[1], International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 394: Nuclear instrumentation — Instruments, systems, equipments and detectors (Международный электротехнический словарь. Часть 394. Контрольно-измерительные приборы ядерной техники. Приборы, системы, оборудование и детекторы)

IEC 60068-2-27, Environmental testing — Part 2-27: Tests — Test Ea and guidance: Shock (Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-27. Испытания. Испытание Ea и руководство. Удар)

IEC 60068-2-75:1997[2], Environmental testing — Part 2-75: Tests — Test Eh: Hammer tests (Испытание на воздействие внешних факторов. Часть 2-75. Испытания. Испытание Eh. Испытание молотком)

IEC 61000-4-2, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-2: Testing and measurement techniques — Electrostatic discharge immunity test (Электромагнитная совместимость (ЕМС). Часть 4-2. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к электростатическому разряду)

IEC 61000-4-3, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-3: Testing and measurement techniques — Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test (Электромагнитная совместимость (ЕМС). Часть 4-3. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к излучаемому радиочастотному электромагнитному полю)

IEC 61000-4-4, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-4: Testing and measurement techniques — Electric fast transient/burst immunity test (Электромагнитная совместимость (ЕМС). Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к электрическим быстрым переходным процессам/пачкам импульсов)

IEC 61000-4-5, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-5: Testing and measurement techniques — Surge immunity test (Электромагнитная совместимость (ЕМС). Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к импульсам перенапряжения)

IEC 61000-4-6, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-6: Testing and measurement techniques — Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields (Электромагнитная совместимость (ЕМС). Часть 4-6. Методы испытаний и измерений. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными полями)

IEC 61000-4-12, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-12: Testing and measurement techniques — Ring wave immunity test (Электромагнитная совместимость (ЕМС). Часть 4-12. Методы испытаний и измерений. Испытание на помехоустойчивость к кольцевой волне)

IEC 61187, Electrical and electronic equipment — Documentation (Оборудование измерительное электрическое и электротехническое. Документация)

IEC 61508 (all parts), Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems (Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью)

ISO 4037 (all parts), X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy (Рентгеновские и гамма-излучения эталонные для калибровки дозиметров и измерителей мощности дозы и определения их характеристик как функции энергии фотона)

ISO 4037-1:1996, 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 method (Рентгеновские и гамма-излучения эталонные для калибровки дозиметров и измерителей мощности дозы и определения их характеристик как функции энергии фотона. Часть 1. Характеристики излучения и методы получения)

3 Термины и определения

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

3.1 **амбиентный эквивалент дозы Hx(d)** (ambient dose equivalent, Hx(d)): Амбиентный эквивалент дозы в точке в поле излучения, который является эквивалентом дозы и может быть произведен

[1] Заменен на IEC 60050-395:2014. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

[2] Заменен на IEC 60068-2-75:2014. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

соответствующим направленным однородным полем в шаре ICRU на глубине d по радиусу, направленному противоположно направлению однородного поля.

[ICRU 51]

Примечание 1 — Рекомендуемая глубина d для сильно проникающего излучения составляет 10 мм, а амбиентный эквивалент дозы на этой глубине может быть записан как Hx*(10).

Примечание 2 — Мягкая ткань означает 4-х компонентная мягкая ткань по ICRU, см. ICRU 39.

3.2 **рентгеновский аппарат постоянного потенциала** (constant potential X-ray unit): Аппарат, в котором пульсация высокого напряжения не превышает ±10 %.

3.3 **локализация пучка излучения** (exposure beam location): Часть внешней поверхности корпуса системы, через которую проходит коллимированный рентгеновский пучок.

3.4 **слой половинного ослабления (кермы в воздухе) HVL или HVLx** (half value layer (air kerma) HVL or HVLx): Толщина слоя указываемого материала, при которой пучок излучения ослабляется настолько, что мощность кермы в воздухе уменьшается до половины ее первоначального значения. Данное определение предполагает, что вклад рассеянного излучения, отличного от того, которое могло бы изначально присутствовать в соответствующем пучке, полностью исключается из этого значения.

[ICRU 17]

3.5 **фильтрация** (filtration): Полная фильтрация состоит из тормозной фильтрации и любой дополнительной фильтрации, используемой изготовителем.

Тормозная фильтрация включает в себя встроенную фильтрацию трубки, благодаря экранирующей ионизационной камере.

Встроенная фильтрация трубки обусловлена различными составными элементами (стеклом колбы, маслом, окном и т. д.) и выражается для заданного высокого напряжения как толщина алюминиевого фильтра, который при отсутствии составляющих элементов трубки будет обеспечивать излучение, имеющее тот же первый HVL.

3.6 **прибор контроля** (monitor instrument): Прибор с сигналом тревоги, применяемый для контроля стабильности амбиентного эквивалента дозы во время облучения или для сравнения амбиентного эквивалента дозы во время досмотра с амбиентным эквивалентом дозы во время испытания типа

3.7 **режим работы** (mode of operation): Обратное рассеивание, передача или обратное рассеивание, система передачи и техника сканирования.

3.8 **оператор** (operator): Лицо, уполномоченное и полностью обученное для работы с системой.

3.9 **эталонный измерительный прибор** (reference instrument): Инструмент, прослеживаемость поверки которого прямо или косвенно обеспечивается первичными стандартами, проводимыми государственной поверочной лабораторией или признанной лабораторией эталонов, которая имеет соответствующие стандарты.

3.10 **опорная точка** (reference point): Точка в пространстве, в которой находится человек во время досмотра, получающий максимальную дозу, и в которой для целей испытаний по настоящему стандарту измеряются рентгеновский спектр (или HVL) и стандартный амбиентный эквивалент дозы в процессе досмотра.

3.11 **защитные блокировки** (safety interlocks): Устройства, предназначенные для предотвращения или прерывания рентгеновского излучения, когда безопасность нарушена из-за доступа к внутренней части системы, неправильной работы или отказа оборудования.

3.12 **сканирование** (scan): Цикл сканирования, состоящий из операции, необходимой для создания одной проекции (например, вид спереди).

3.13 **система досмотра** (scanning system): Все оборудование, используемое для сканирования, включая рентгеновский генератор и коллиматор.

3.14 **процедура досмотра** (screening procedure): Сумма всех сканирований, необходимых для изучения одного человека.

3.15 **корпус** (enclosure): Защитная оболочка, внутри которой размещен рентгеновский аппарат и его сканирующая система.

3.16 **пульсация** (ripple): Отношение, выраженное в процентах, определенное для заданного тока по формуле

$$(U_{max} - U_{min}) \times 100/U_{max},$$

где U_{max} — максимальное значение и U_{min} — минимальное значение напряжения.

3.17 **пользователь** (user): Человек, которого досматривают с применением оборудования.

3.18 **рентгеновский аппарат** (X-ray unit): Устройство, включающее в себя высоковольтный источник питания, рентгеновскую трубку с защитным кожухом и высоковольтные электрические соединения.

3.19 **рентгеновская трубка** (X-ray tube): Вакуумная трубка, предназначенная для получения рентгеновского излучения путем бомбардировки анода пучком электронов, ускоряемых за счет разности электрических потенциалов.

4 Единицы измерений

В настоящем стандарте единицы измерений являются кратными и дольными единицам измерения в Международной системе единиц (СИ)[1]. Также используются следующие внесистемные единицы измерений:

- время: годы, дни, часы (ч), минуты (мин);
- энергия: электрон-вольт (эВ) (1 эВ = 1,602 × 10^{-19} Дж).

Примечание — Определения величин излучения и дозиметрических параметров установлены в IEC 60050-393 и IEC 60050-394.

5 Классификация систем

Системы классифицируются в зависимости от того, являются ли они системами рассеянного рентгеновского излучения (В), рентгеновскими системами передачи (Т) или комбинированными системами обратного рассеяния/передачи (ВТ).

6 Общая процедура испытаний

6.1 Категория испытаний

Если в конкретном подразделе не установлено иное, все испытания, указанные в настоящем стандарте, следует относить к испытаниям типа.

6.2 Стандартные и нормальные условия испытаний

Стандартные и нормальные условия испытаний приведены в таблице 1. Стандартными условиями являются те условия, которые относятся к рабочим характеристикам прибора, а нормальные условия испытаний указывают необходимые допуски при практических испытаниях. Если не указано иное, испытания в настоящем стандарте должны выполняться в соответствии с нормальными условиями испытаний, указанными в таблице 1.

6.3 Испытания, проводимые при нормальных условиях испытаний

Испытания, проводимые при нормальных условиях испытаний, перечислены в таблице 2, с указанием соответствующего подраздела, в котором установлены требования каждого контролируемого параметра, для которого приведен метод испытаний.

6.4 Испытания, проводимые с изменением влияющих значений

Испытания предназначены для определения изменений влияющих величин, приведенных в таблице 3, при этом все другие влияющие величины должны поддерживаться в пределах нормальных условий испытаний, приведенных в таблице 1, если в процедуре проведения испытания не указано иное.

7 Требования безопасности

7.1 Общие сведения

Изготовитель должен предоставить описание мер радиационной безопасности во время нормальной работы системы рентгеновского досмотра, направленных на предотвращение случайного облучения оператора и окружающих и обеспечение облучения дозой на процедуру досмотра, не превыша-

[1] СИ Международное бюро мер и весов: Международная система измерений, 8-е издание.

ющей указанной изготовителем (см. раздел 9). В руководстве по эксплуатации должны быть указаны сведения об отказоустойчивости цепи облучения радиационной безопасности. Эти сведения также должны быть включены в инструкции по проведению функциональных испытаний.

Изготовитель должен ссылаться на рекомендации по радиологической и электрической безопасности, используемые для системы, цитируя применимые публикаций IEC и ISO (см. 7.4.1).

7.2 Экранирование

7.2.1 Требования

Когда человек подвергается досмотру и испускается пучок рентгеновского излучения, затвор или поглотитель пучка остаются открытыми, амбиентный эквивалент дозы в любой области, доступной оператору или окружающим, не должен превышать 2,5 мкЗв · $ч^{-1}$ за несколько досмотров. Если мощность дозы превышает это значение на расстоянии более 30 см от любой внешней поверхности, изготовитель должен предоставить изодозный контур для соответствующего значения дозы облучения. Национальными требованиями могут быть предусмотрены более низкие пределы.

7.2.2 Метод испытаний

Направление, в котором испускается наибольшая доза при досмотре, определяется путем измерения. (Технические чертежи и дальнейшие физические аспекты могут помочь в определении этого, но на них не следует полагаться.) Следует внимательно относиться к станциям управления, трещинам вокруг дверей, вентиляционным отверстиям, экранирующим соединениям и любым другим уязвимым областям, основываясь на технических чертежах. Если есть внешние двери или съемные панели, которые не заблокированы или не закрыты, то радиационная съемка должна повторяться с открытыми дверцами и снятыми панелями. На расстоянии, указанном в 7.2.1, с поверхности устройства должен быть измерен амбиентный эквивалент дозы на каждую процедуру досмотра (т. е. сумму всех досмотров, необходимых для полного досмотра человека). Рентгеновский сканер должен работать в режиме с наиболее высоким напряжением, максимальным током разряда и наименьшей общей фильтрацией, которую можно использовать в работе. Измерения должны выполняться по меньшей мере в пяти последующих процедурах досмотра, следующих друг за другом со скоростью работы устройства. Суммарную дозу по всем этим процедурам досмотра следует разделить на время, прошедшее после всех этих процедур досмотра. Это значение плюс общая неопределенность (k = 2) не должны превышать амбиентный эквивалент дозы, указанный в 7.2.1.

Мощность эквивалентной дозы определяют с помощью эталонного измерительного прибора, имеющего отклик, в пределах 20 % от истинного значения в диапазоне энергий от 25 кэВ до максимальной энергии в кэВ, соответствующей максимальному рабочему напряжению рентгеновской трубки.

7.3 Системные элементы управления и индикаторы нормальной работы

7.3.1 Требования

Рабочие условия, а именно напряжение и ток трубки для каждого режима работы должны быть предварительно заданы изготовителем и не могут быть изменены системным оператором. Если существует более одного режима, то перед каждым сканированием оператор должен четко видеть индикатор режима.

Панель управления оператора должна показать следующее:

- электрическая мощность системы включена. Только оператору разрешено включать питание, и для этого требуется использование ключа;
- когда испускаются рентгеновские лучи, должен загораться световой знак «Рентгеновское излучение включено»;
- напряжение и ток для режима работы должны отображаться по требованию инженера или обслуживающего персонала;
- индикация «идет сканирование» должна производиться при открытии затвора или поглотителя пучка и/или при проведении сканирования;
- испускание рентгеновских лучей должно начинаться только в том случае, если световой знак «Рентгеновское излучение» готов к работе.

В системе должна быть предусмотрена достаточная диагностика для облегчения поиска неисправностей и предоставления локальной и удаленной информации о состоянии системы. Для проведения самотестирования необходимо обеспечить самодиагностику. Эксплуатация оборудования после обнаружения неисправности должна быть предотвращена до устранения неисправности. Изготовитель

должен подготовить программу испытаний, подтверждающую нормальную работу системы. Программа испытаний должна содержать все нормальные рабочие характеристики, диагностику, средства самотестирования и функции безопасности системы.

Если подвижные части, например, платформа, рентгеновский аппарат или прерыватель пучка, не работают должным образом, система должна автоматически выключаться.

7.3.2 Метод испытаний

Используя программу испытаний изготовителя, необходимо убедиться, что на панели управления оператора отображается информация, запрошенная в 7.3.1.

Испытание выполняется автоматически с помощью программного обеспечения и соответствующей электроники. Блокировки, индикации и аварийные сигналы должны быть независимы от элементов нормального управления и индикаторов работы системы.

7.4 Индикаторы безопасности и блокировки

7.4.1 Стандарты безопасности

Должны быть установлены соответствующие требования к спецификации, проектированию, изготовлению, монтажу и эксплуатации оборудования в отношении необходимых аппаратных средств и программного обеспечения. Требования должны быть согласованы между изготовителем и потребителем. В частности, потребитель (оператор) должен принять решение о соответствующем стандарте безопасности, применимом к месту размещения системы. Базовый стандарт безопасности IEC 61508 «Функциональная безопасность электрических/электронных/программируемых электронных систем» должен применяться в соответствии с требуемым уровнем безопасности (SIL), указанным для системы.

7.4.2 Требования

Функциональные блокировки должны прекращать испускание рентгеновских лучей в случае каких-либо сбоев, которые могут привести к аномальному или непреднамеренному излучению. Должны быть приняты меры либо путем избыточности, либо с применением специальной конструкции, чтобы неисправность любой функциональной блокировки или любой системы контроля функциональной блокировки также прерывала испускание рентгеновских лучей независимо от фактического излучения. Меры должны включать в себя, но не ограничивать: непреднамеренное прекращение или замедление сканирующего движения, аномальный или непреднамеренный выход источника рентгеновского излучения, неисправность системы безопасности компьютера, отказ окончания работы и, если применимо, неисправность механизма затвора или поглотителя пучка.

7.4.3 Метод испытаний

Изготовитель должен подготовить программу испытаний в соответствии с IEC 61508, подтверждающую работу аварийных сигналов безопасности и блокировок для указанного уровня SIL.

Система должна быть включена, и должны быть разрешены запуск и самотестирование. Должно быть смоделировано состояние ошибки для каждого из контролируемых параметров и записано предупреждение или описание ошибки.

8 Условия и способы получения спектров рентгеновского скрининга

8.1 Общие сведения

На практике спектр излучения в основном зависит от:

- высокого напряжения на рентгеновской трубке;
- толщины и характера полной фильтрации;
- типа и характера цели.

8.2 Характеристики потенциала трубки рентгеновского блока

8.2.1 Требования

Истинное значение потенциала должно быть известно в пределах ±5 %.

8.2.2 Метод испытаний

Оборудование, используемое для обозначения потенциала трубки, необходимо откалибровать в нескольких точках, близких к их потенциалу трубки в начале работы при нормальных рабочих условиях. Лучшим методом является использование калиброванной резистивной цепи или измерение максимальной энергии фотонов с помощью спектрометрии. Если калибровка определяется спектроме-

трией, то потенциал трубки должен быть найден из пересечения экстраполированной линейной высокоэнергетической части спектра с осью энергии. Рекомендации по методам их выполнения приведены в ISO 4037-1.

9 Амбиентный эквивалент дозы в местоположении человека, подвергающегося досмотру

9.1 Требования

Амбиентный эквивалент дозы Hx (10) в контрольной точке не должен превышать 0,4 мкЗв на каждую процедуру досмотра (что означает сумму всех досмотров, необходимых для полного досмотра человека) для систем обратного рассеяния (В) и 5 мкЗв (что означает сумму всех досмотров, необходимых для изучения человека) для систем передачи (Т) и систем обратного рассеяния и передачи (ВТ). В соответствии с национальными требованиями могут быть указаны другие значения.

9.2 Метод испытаний

Метод, используемый для определения контрольной точки максимальной дозы и дозы в этой точке для каждой процедуры досмотра, должен быть таким, как описано в приложении А. Измерения должны проводиться с помощью эталонного измерительного инструмента. Расчета недостаточно.

При использовании рентгеновского сканера, работающего в режиме с наиболее высоким напряжением, максимальным током трубки и наименьшей полной фильтрацией, амбиентный эквивалент дозы для каждой процедуры досмотра (т. е. сумма всех досмотров, необходимых для полного досмотра человека) должен быть измерен в контрольной точке, применяя методы, описанные в приложении А. Это значение плюс общая неопределенность (k = 2) не должны превышать амбиентный эквивалент дозы, установленный в 9.1.

10 Электрические характеристики

10.1 Напряжение питания

Система должна быть спроектирована для работы от однофазного напряжения питания переменного тока одной из следующих категорий в соответствии с IEC 60038:

- категория I — 230 В;
- категория II — 120 и/или 240 В.

Примечание — В некоторых странах используются номинальные однофазные источники питания 100 В, 50 или 60 Гц и 117 и/или 234 В, 60 Гц, а номинальная однофазная мощность 110 В, 50 Гц также используется в качестве альтернативного питания в других странах.

10.2 Требования

Система должна работать при отклонении напряжения питания от –10 % до +10 % и частоты питания от 47 до 51 Гц (от 57 до 61 Гц в странах с номинальной частотой 60 Гц) без изменения эталонной дозы более чем на ±10 %.

10.3 Метод испытаний

Амбиентный эквивалент дозы на досмотр в контрольной точке сначала должен быть измерен в стандартных условиях. Затем амбиентный эквивалент дозы для каждого досмотра должен быть измерен в диапазонах напряжения и частоты, установленных в 10.1, и ни одно из этих значений не должно отличаться от стандартного амбиентного эквивалента дозы для каждого досмотра более чем на ±10.

11 Условия окружающей среды

11.1 Температура окружающей среды

11.1.1 Требования

Оборудование должно работать в температурном диапазоне от –10 °С до +50 °С с изменениями стандартного амбиентного эквивалента дозы при досмотре, не превышающем ±10 %, при этом все системы безопасности работают.

11.1.2 Метод испытаний

Стандартный амбиентный эквивалент дозы при досмотре в исходном положении сначала должен быть измерен при 20 °С в стандартных условиях.

Оборудование должно работать при температуре –10 °С или ниже, а амбиентный эквивалент дозы должен быть измерен для каждого досмотра. Оборудование должно быть выдержано при –10 °С не менее 2 ч перед испытанием. Оборудование также должно эксплуатироваться при температуре 50 °С или выше, и испытание должно быть повторено после выдержки при 50 °С в течение не менее 2 ч.

Высокое напряжение, прикладываемое к рентгеновской трубке, и ток также должны контролироваться в нормальных условиях и снова после того, как оборудование находилось в окружающей среде при –10 °С и при температуре +50 °С не менее 2 ч. Приложенное напряжение в обоих случаях не должно превышать 1,02 раза значения при нормальных условиях испытания, а подаваемый ток не должен превышать 1,05 раза значения при нормальных условиях испытаний.

Необходимо убедиться, что все системы безопасности работают в вышеуказанном температурном диапазоне.

11.2 Относительная влажность

11.2.1 Требования

Оборудование должно быть работоспособным в диапазоне относительной влажности от 40 % до 93 % при температуре +35 °С с изменениями стандартного амбиентного эквивалента дозы при досмотре, не превышающем ±10 %, при этом все системы безопасности работают.

11.2.2 Метод испытаний

Стандартный амбиентный эквивалент дозы при досмотре в исходном положении сначала должен быть измерен при относительной влажности 65 % и 35 °С в стандартных условиях. Затем амбиентный эквивалент дозы при досмотре должен измеряться в диапазонах влажности, указанных в 11.2.1, и ни одно из этих значений не должно отличаться от стандартного амбиентного эквивалента дозы при досмотре более чем на 10 %.

Высокое напряжение, прикладываемое к рентгеновской трубке, и ток также должны контролироваться в нормальных условиях и снова после того, как оборудование находилось в условиях, превышающих +35 °С, при относительной влажности более 93 % более 2 ч и снова при температуре +35 °С и относительной влажности 40 %. Приложенное напряжение в обоих случаях не должно превышать 1,02 раза значения при нормальных условиях испытания, а подаваемый ток не должен превышать 1,05 раза значения при нормальных условиях испытаний.

Необходимо убедиться, что все системы безопасности работают в вышеуказанном диапазоне относительной влажности.

12 Электромагнитная совместимость

12.1 Восприимчивость к электромагнитным полям

12.1.1 Требования

Не должно быть никаких изменений в рабочем состоянии. Никакие сигналы тревоги или другие выходы не должны активироваться, когда оборудование подвергается воздействию поля. Стандартный амбиентный эквивалент дозы при досмотре не должен изменяться более чем на ±10 %, когда система подвергается воздействию излучаемых электромагнитных полей. Все системы безопасности должны оставаться работоспособными во время и после этих испытаний.

12.1.2 Метод испытаний

Напряженность поля должна составлять 20 В/м в диапазоне частот от 80 МГц до 1 ГГц и от 1,4 до 2,4 ГГц и должна меняться с шагом 1 % (уровень жесткости 3 по IEC 61000-4-3). Также не должно быть никаких изменений в рабочем состоянии, и никакие аварийные сигналы или другие выходы не должны активироваться с любой частотой.

Необходимо убедиться, что все системы безопасности работают во время и после этих испытаний.

12.2 Кондуктивные помехи, вызванные скачками и радиочастотами

12.2.1 Требования

Не должно быть никаких изменений в рабочем состоянии. Никакие сигналы тревоги или другие выходы не должны активироваться, когда оборудование подвергается воздействию поля. Стандартный

амбиентный эквивалент дозы при досмотре не должен изменяться более чем на ±10 %, когда система подвергается воздействию скачков и радиочастот. Системы безопасности должны оставаться работоспособными во время и после этих испытаний.

Испытание применяется к устройствам, используемым в присутствии радиочастотных передатчиков в диапазоне частот от 150 кГц до 80 МГц.

12.2.2 Метод испытаний

Необходимо выполнить следующие операции как с наличием, так и без наличия помех, вызванных всплесками (IEC 61000-4-4), и подать помехи, вызванные радиочастотными полями (IEC 61000-4-6) (испытательный уровень 3 в обоих случаях).

Установить оборудование для проведения процедуры испытания.

Установить диапазон частот от 150 кГц до 80 МГц при напряженности поля 10 В, с амплитудой 80 %, модулированной синусоидальной частотой 1 кГц.

Стандартный амбиентный эквивалент дозы при досмотре не должен изменяться более чем на ±10 %, когда система подвергается воздействию вышеуказанных всплесков и радиочастот. Также не должно быть никаких изменений в рабочем состоянии, и никакие аварийные сигналы или другие выходы не должны быть активированы. Необходимо убедиться, что все системы безопасности остаются работоспособными во время и после этих испытаний.

12.3 Импульсы и круговые волны

12.3.1 Требования

Стандартный амбиентный эквивалент дозы при досмотре не должен изменяться более чем на ±10 %, когда система подвергается скачкам и колебательным волнам. Не должно быть никаких изменений в рабочем состоянии. Никакие сигналы тревоги или другие выходы не должны быть активированы. Все системы безопасности должны оставаться работоспособными во время и после этих испытаний.

12.3.2 Метод испытаний

Необходимо подключить терминал питания через сеть связи/развязки к генератору импульсов в соответствии с IEC 61000-4-5 и IEC 61000-4-12 (уровень жесткости 3) и выполнить следующие операции.

Десять импульсов следует подать на устройство с минимальным интервалом временем между скачками в 1 мин.

Каждый импульс должен состоять из комбинированной волны (1,2/50–8/20 мкс) при напряжении 2 кВ.

Импульсы кольцевых волн должны быть не более 2 кВ. Стандартный амбиентный эквивалент дозы при досмотре не должен изменяться более чем на ±10 %, когда система подвергается воздействию кольцевых волн. Не должно быть никаких изменений в рабочем состоянии. Никакие сигналы тревоги или другие выходы не должны активироваться, когда сборка подвергается воздействию кольцевых волн. Необходимо убедиться, что все системы безопасности остаются работоспособными во время и после этих испытаний.

12.4 Электростатический разряд

12.4.1 Требования

Стандартный амбиентный эквивалент дозы при досмотре не должен изменяться более чем на ±10 %, когда система подвергается воздействию электростатических разрядов. Никакие сигналы тревоги или другие выходы не должны срабатывать, когда устройство подвергается разрядам. Все системы безопасности должны оставаться работоспособными во время и после этих испытаний.

12.4.2 Метод испытаний

Компоненты, доступные пользователю и оператору, должны располагаться рядом с соответствующим испытательным генератором разряда, как описано в IEC 61000-4-2, и должны выполняться следующие операции с наличием и отсутствием источников излучения.

Установить оборудование для сканирования.

Разрядить по меньшей мере пять раз каждую из этих различных внешних частей всего оборудования, которых может коснуться оператор.

Для сборок с проводящими поверхностями и плоскостями стыков используется метод контактного разряда, как описано в IEC 61000-4-2. Электростатический разряд должен быть эквивалентен электропитанию от конденсатора 150 пФ, заряженного до напряжения 6 кВ, и должен разряжаться через резистор 330 Ом (уровень серьезности 3).

При испытании сборок с изолированными поверхностями следует использовать метод разрядки воздуха с напряжением 8 кВ (уровень серьезности 3). Стандартный амбиентный эквивалент дозы при досмотре не должен изменяться более чем на ±10 %, когда система подвергается воздействию электростатических разрядов. Не должно быть никаких изменений в рабочем состоянии.

13 Механические характеристики

13.1 Механические удары

13.1.1 Требования

Оборудование должно выдерживать, без влияния на его рабочие характеристики, механические удары (полусинусы) со всех сторон при ускорении 300 м · $с^{-2}$ в течение 6 мс (см. IEC 60068-2-27). Во время этого испытания система должна работать.

13.1.2 Метод испытаний

Необходимо подключить оборудование к ударному испытательному устройству и выполнить ряд из 10 механических ударов, наблюдая за функцией монитора. Удар (полусинус) должен быть из каждого из трех ортогональных направлений при ускорении 300 м · $с^{-2}$ в течение периода времени 6 мс (IEC 60068-2-27).

После облучения оборудования необходимо проверить работу систем безопасности и наличие поврежденных или сломанных компонентов.

13.2 Испытание на стойкость к вибрации

13.2.1 Требования

Во время воздействия вибрации не должно возникать никаких аварий или других изменений в работе.

Долговечность против вибрации (рекомендуется, а не требуется).

Физическое состояние оборудования не должно подвергаться воздействию этой вибрации (например, паяные соединения должны удерживаться, гайки и болты не должны ослабляться).

13.2.2 Метод испытаний

Соблюдение должно быть проверено путем контроля рабочего состояния во время и после испытания на вибрацию.

Сканирование частоты:

Оборудование должно подвергаться гармоническим нагрузкам 0,5 g_n, частота которых постепенно увеличивается от 10 до 150 Гц и уменьшается от 150 до 10 Гц в каждом из трех ортогональных направлений (рекомендуется 1 мин).

Долговечность против вибрации во время отгрузки (рекомендуется, а не требуется).

Необходимо поместить оборудование на гармонические нагрузки 2 g_n в течение 15 мин в каждом из трех ортогональных направлений на одной или нескольких частотах в каждом из следующих диапазонов — от 10 до 21 Гц и от 22 до 33 Гц. Однако если какой-либо механический резонанс обнаружен при испытании выше, то тестовая частота должна быть выбрана среди резонансных частот. После каждого интервала вибрации в течение 15 минут должны быть проверены оборудование на предмет любого физического повреждения и работа систем безопасности.

13.3 Испытание на микрофонный эффект/удар

13.3.1 Требования

Реакция оборудования не должна зависеть от микрофонного эффекта, который может возникать при резких контактах низкой интенсивности с твердыми поверхностями.

13.3.2 Метод испытаний

Необходимо нанести по оборудованию, выполняющему сканирование, удар подходящим испытательным инструментом (например, пружинным молотом) с энергией 1,0 Дж (J), эквивалентной массе 1 кг, движущейся со скоростью 1,4 м/с, или на падение с высоты 0,1 м (см. IEC 60068-2-75). Испытание должно проводиться с каждой стороны оборудования при отслеживании характеристик оборудования.

Эксплуатационные характеристики не должны нарушаться.

14 Документация

14.1 Руководство

Оборудование должно сопровождаться подробным руководством по эксплуатации.

14.2 Тип протокола испытаний

Изготовитель должен предоставить по запросу потребителя отчет о типовых испытаниях, выполненных в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

14.3 Сертификат

Должен быть предоставлен сертификат с описанием системы рентгеновского досмотра. Сертификат должен включать следующую информацию в соответствии с IEC 61187:

- режим работы, а именно обратное рассеяние (В), или передача (Т), или комбинированное обратное рассеяние и трансмиссия (ВТ);
- область применения: предполагаемое использование, типы обнаруженных объектов;
- рентгеновские рабочие условия, высокий потенциал, ток трубки, фильтрация, HVL;
- технология сканирования, используемая, например, для карандашного луча или щелевого коллиматора;
- тип детектора излучения;
- стандартный амбиентный эквивалент дозы при каждом досмотре;
- толщина экранирования и эквивалентная скорость дозы утечки на расстоянии 30 см от наружных поверхностей корпуса;
- перечень блокировок безопасности и их целей;
- скорость сканирования, скорость подвижной платформы и/или рентгеновского аппарата;
- контрольная точка в положении максимального эквивалента эквивалентной дозы для каждого сканирования;
- расстояние между фокальным пятном рентгеновской трубки и выходом пучка;
- максимальное время сканирования.

Только для оборудования обратного рассеяния:

- частота пульса;
- скорость пучка на поверхности объекта;
- размер пятна луча на поверхности объекта;
- пространственное разрешение системы.

Таблица 1 — Стандартные и нормальные условия испытаний

Влияющая величина	Стандартные условия испытаний (если изготовителем не указано иное)	Нормальные условия испытаний (если изготовителем не указано иное)
Время прогрева	15 мин	>15 мин
Температура окружающей среды	20 °С	От 18 °С до 22 °С
Относительная влажность	65 %	От 50 % до 75 %
Атмосферное давление	101,3 кПа	От 70 до 106 кПа
Напряжение источника питания	Номинальное напряжение источника питания	Номинальное напряжение источника питания ±1 %
Частота источника питания	Номинальная частота	Номинальная частота ±1 %
Форма кривой источника питания	Синусоидальная	Синусоидальная, с общим отклонением гармоники менее 5 %
Гамма-излучение	Мощность кермы в воздухе 0,1 мкГр · $ч^{-1}$	Мощность кермы в воздухе 0,25 мкГр · $ч^{-1}$
Электромагнитные поля от внешних источников	Незначительные	Менее самого низкого значения, способного вызвать помехи

Окончание таблицы 1

Влияющая величина	Стандартные условия испытаний (если изготовителем не указано иное)	Нормальные условия испытаний (если изготовителем не указано иное)
Магнитная индукция внешнего происхождения	Незначительная	Менее двойного значения индукции магнитного поля Земли
Оборудование контроля	Установлено для нормальной работы	Установлено для нормальной работы

Таблица 2 — Испытания, проводимые в стандартных условиях испытаний

Испытуемый параметр	Требования (подраздел)	Метод контроля (подраздел)
Амбиентный эквивалент дозы на человека при досмотре	9.1	9.2

Таблица 3 — Испытания, проводимые с изменением влияющих величин

Испытуемый параметр или влияющая величина	Диапазон значений влияющих величин	Пределы изменения показаний или дозы для пользователя	Метод контроля (подраздел)
Работа сети	От –12 % до +10 % от номинального источника питания. Напряжение от 47 до 51 Гц или от 57 до 61 Гц	±10 %	10.3
Температура	От –10 ° С до +50 °С	Операция остается удовлетворительной. Изменение дозы менее ±10 %	11.1.2
Относительная влажность	От 40 % до 93 % при 35 °С	Операция остается удовлетворительной. Изменение дозы менее ±10 %	11.2.2
Восприимчивость к электромагнитным полям	20 В/м по частоте в диапазоне от 80 МГц до 1 ГГц и от 1,4 до 2,4 ГГц	Без изменений в рабочем состоянии. Не должно возникать аварийных или других выходных сигналов при воздействии полей. Изменение дозы менее ±10 %	12.1.2
Кондуктивные помехи, вызванные скачками и радиочастотами	150 кГц до 80 МГц при интенсивности 10 В, амплитуда 80 %, модулированная синусоидальной частотой 1 кГц	Без изменений в рабочем состоянии. Не должно возникать аварийных или других выходных сигналов при воздействии полей. Изменение дозы менее ±10 %	12.2.2
Импульсы и круговые волны	Десять импульсов, подаваемых на устройство. Каждый импульс должен состоять из комбинированной волны (1,2/50—8/20 мкс) при интенсивности 2 кВ. Импульсы кольцевых волн должны быть не более 2 кВ	Без изменений в рабочем состоянии. Не должно возникать аварийных или других выходных сигналов. Изменение дозы менее ±10 %	12.3.2

Окончание таблицы 3

Испытуемый параметр или влияющая величина	Диапазон значений влияющих величин	Пределы изменения показаний или дозы для пользователя	Метод контроля (подраздел)
Электростатический разряд	Проводящие поверхности и соединительные плоскости, метод контактного разряда, аналогичен методу разрядки конденсатора емкостью 150 пФ, заряженного до напряжения 6 кВ, сопротивлением 330 Ом. Для изолированных поверхностей метод разгрузки воздуха с напряжением 8 кВ	Не должно возникать аварийных или других выходных сигналов, когда монитор подвергается разгрузке. Изменение дозы менее ±10 %	12.4.2
Механические удары	300 м · $с^{-2}$ в 6 мс	Операция остается удовлетворительной	13.1.2
Вибрация	0,5 g_n при от 10 до 150 Гц	Операция остается удовлетворительной	13.2.2
Микрофонный эффект/удар	1,0 Дж	Операция остается удовлетворительной	13.3.2

Приложение А
(обязательное)

Измерение и расчет амбиентного эквивалента дозы при досмотре в контрольной точке

А.1 Общие сведения

Контрольной точкой является точка в любой части пространства, которое может быть занято человеком, подвергающемуся сканированию при выполнении процедуры досмотра, без присутствия человека, который получает максимальный или близкий максимальный эквивалент дозы.

Для целей настоящего испытания в определенных точках этого пространства для определения эквивалента дозы излучения в заданных точках помещается измерительный прибор или несколько одинаковых дозиметров.

А.2 Измерительное оборудование

Дозиметры, используемые для определения контрольной точки, должны иметь равномерную ответную реакцию на энергию ±20 % между 25 кэВ и максимальной энергией в кэВ, соответствующей максимальному рабочему напряжению рентгеновской трубки. Они должны иметь такой ответ, чтобы стандартное отклонение, обусловленное статистическими колебаниями показаний в контрольной точке, составляло менее 5 % от этого числа. Если уровень излучения слишком мал для достижения этого, сумма излучения из достаточного количества процедур скрининга должна быть измерена таким образом, чтобы стандартное отклонение составляло менее 5 %.

А.3 Процедура

Для определения контрольной точки используется ряд заданных точек измерения. Эти заданные точки измерения образуют трехмерную матрицу в пространстве, которое обычно занимает досматриваемый человек, при этом точки должны быть удалены друг от друга на расстояние 10 см. Горизонтальная плоскость этой матрицы — это область, в которой будет локализован досматриваемый человек, или область 2 × 2 м, в зависимости от того, какая из них меньше. В последнем случае один край матрицы будет совпадать с поверхностью оборудования и центрирован относительно среднего положения выхода луча рентгеновского излучения. Каждая горизонтальная плоскость матрицы должна располагаться на высоте от 5 до 185 см от пола. Центральные вертикальные плоскости пройдут через центр каждой горизонтальной плоскости.

А.4 Предварительные испытания

Измерить дозу в центре матрицы из достаточного количества процедур досмотра. Если измерение дозы занимает значительное время, необходимо учитывать возможное увеличение измеряемой величины из-за естественного фона. Испытание повторяют десять раз.

Вычисление:

$$\sqrt{\frac{1}{(n-1)x_m}\sum_{i=1}^{n}(x_i - x_m)^2},$$

x_m — среднее из n измерений x_i.

Если получилось больше 0,05, то необходимо повторить это испытание, увеличив количество процедур досмотра до достижения значения менее 0,05.

Если используется более одного дозиметра, то необходимо поместить их в одно и то же положение и повторить вышеуказанное испытание. В дальнейших испытаниях используются только дозиметры, которые согласуются друг с другом до 10 % или лучше.

А.5 Метод контроля

Можно использовать два испытания:

a) необходимо измерить эквивалент дозы в каждой точке матрицы, описанной выше, и определить точку с максимальным значением дозы. Следует провести еще шесть измерений на расстоянии 5 см от точки с максимальным значением дозы вдоль оси матрицы. Если какие-либо из этих измерений показывают более высокое значение дозы чем это, положение принимают в качестве опорной точки, в противном случае исходное положение должно быть принято в качестве максимальной точки в матрице;

или

b) необходимо измерить дозу в каждой точке вдоль оси от центра матрицы. Из точки с максимальным значением дозы следует провести измерения в каждой точке вдоль оси под прямым углом. Из точки с максимальным значением дозы следует снова провести измерения в каждой точке вдоль оси под прямым углом к двум предыдущим и определить максимальное значение дозы. Если это значение дозы незначительно (менее 10 %) отличается от значения дозы в центре, используют точку с максимальным значением дозы, приведенную выше в качестве отправной точки, и повторяют процесс. Этот процесс повторяют до тех пор, пока измеренное значение дозы не будет значительно отличаться от того, которое было в начальной точке конкретного процесса.

Следует провести еще шесть измерений на расстоянии 5 см от точки с максимальным значением дозы вдоль оси матрицы. Если какие-либо из этих измерений показывают более высокое значение дозы чем это, положение принимают в качестве опорной точки в противном случае исходное положение должно быть принято в качестве максимальной точки в матрице.

Максимальная доза, получаемая в процессе досмотра, определяется путем деления максимального значения дозы, измеренного выше, на количество процедур досмотра, используемых в каждом измерении.

Площадь активного датчика должна составлять от 10 до 100 см^2.

А.6 Рекомендации

Обычно значения дозы находятся в диапазоне от менее 1 мкЗв на сканирование при досмотре до нескольких мкЗв на сканирование при досмотре при стандартном времени облучения в течение нескольких миллисекунд. Благодаря такому импульсному характеру полей излучения мощность дозы может составлять несколько зивертов в час.

Ионизационные камеры являются наиболее подходящими измерительными приборами для выполнения этих требований. Чтобы преодолеть проблему утечки заряда, рекомендуются измерения с временным разрешением. При этом возможно отделить объем утечки заряда от заряда, создаваемого в течение короткого времени облучения. Вывод результатов измерений должен позволять выполнять измерения создаваемого заряда с временным разрешением интервалом в 100 мс (или короче).

Необходимо выполнить корректировку давления воздуха и температуры к зарегистрированному заряду.

На рисунке А.1 показан типичный результат измерения: заряд в ионизационной камере зависит от времени измерения. Для оценки дозы необходимо применять следующую процедуру:

а) экстраполировать заряд в зависимости от времени до и после того, как импульс излучения попадет в ионизационную камеру, как показано двумя прямыми линиями на рисунке А.1;

б) определить время середины импульса излучения. На рисунке А.1 середина примерно через 22 с;

с) рассчитать разность двух экстраполированных кривых, определенных в перечислении а) в момент времени, определенный в перечислении b). Это заряд, вызванный излучением;

d) умножить заряд, полученный в перечислении b), на соответствующий калибровочный коэффициент ионизационной камеры, см. ниже.

Дополнительная информация приведена в литературе[1), 2), 3)].

По меньшей мере две различные ионизационные камеры должны использоваться с плоской энергетической характеристикой, откалиброванной с точки зрения окружающей дозы Hx (10), см., например, сноски «2)» и «3)». Используемые измерительные приборы должны быть откалиброваны для обеспечения устойчивости к SI-системе (в соответствии с национальными первичными стандартами). Обратное качество излучения, используемое для калибровки, должно иметь энергетический спектр, аналогичный спектру рентгеновского сканера. Это может быть достигнуто путем выбора качества излучения с высоким напряжением и полной фильтрацией, аналогичной одному из рентгеновских сканеров. Исходное излучение может быть выбрано из серии ISO 4037. Кроме того, камеры должны иметь плоский энергетический отклик (лучше ±10 %) в диапазоне энергий ±20 кэВ излучаемого излучения рентгеновского сканера.

Используемый электрометр должен иметь разрешение заряда, достаточно маленькое для обнаружения ожидаемого количества заряда из ионизационной камеры. Следующее численное уравнение может служить для оценки ожидаемого заряда:

$$Q\ [\text{pC}][\approx H\ [\text{мкЗв}] \times V_{ic}\ \lfloor \text{см}^3 \rfloor \times 0{,}03,$$

где Q — заряд ионизационной камеры, пКл;

H — ожидаемая доза, мкЗв;

V_{ic} — объем ионизационной камеры, см^3.

---

1) Hupe, O., Ankerhold, U. Determination of ambient and personal dose equivalent for personnel and cargo security screening. (Определение амбиентного и индивидуального эквивалента дозы для досмотра персонала и багажа)// Radiat. Prot. Dosim. Vol. 121 No. 4 pp. 429—437, (2006).

2) Ankerhold, U., Behrens, R., Ambrosi, P. A prototype ionisation chamber as a secondary standard for the measurement of personal dose equivalent, Hp(10) , on a slab phantom (Прототипная ионизационная камера как вторичный стандарт для измерений индивидуального эквивалента дозы H[p] (10) на пластинчатом фантоме)//Radiat. Prot. Dosim. Vol. 86, 167 (1999).

3) Ankerhold, U. Optimization of a secondary standard chamber for the measurement of the ambient dose equivalent, H*(10), for low photon energies (Оптимизация вторичной стандартной камеры для измерения амбиентного эквивалента дозы H* (10) для низких энергий фотонов)//Radiat. Prot. Dosim. Vol. 118, 16 (2006).

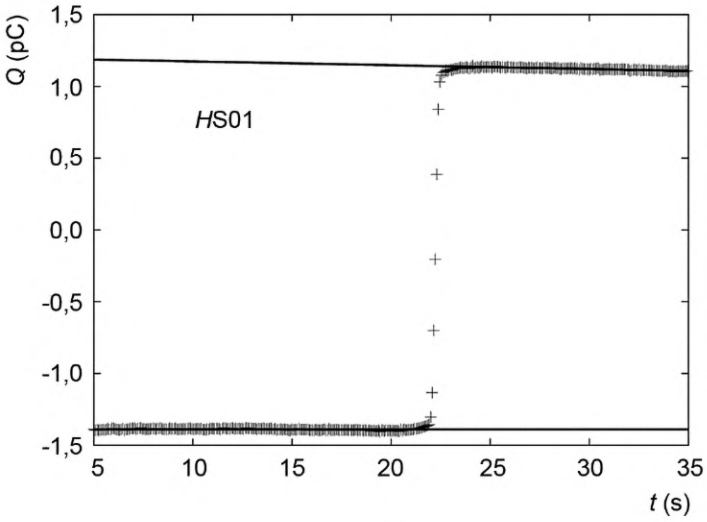

Рисунок А.1 — Заряд Q в зависимости от времени t, измеренный на узком пучке сканирования (обратном рассеянии) с помощью вторичной ионизации Hx (10) в стандартной ионизационной камере (доза составляет около 0,1 мкЗв)

Это вытекает из следующего уравнения:

$$Q \approx \frac{H}{\left(\frac{W}{e}\right) \cdot \frac{1}{\rho} \cdot \frac{1}{V_{ic}}},$$

где $(W/e) \approx 34$ Дж/Кл — средняя энергия, необходимая для создания ионной пары в сухом воздухе;
$\rho \approx 1{,}2 \times 10^{-3}$ г · см$^{-3}$ — плотность сухого воздуха.

Приложение В
(обязательное)

Требования международных основных норм безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения (BSS). Серия документов по безопасности МАГАТЭ № 115, 1996 г.

«Практическая деятельность и источники в рамках практической деятельности, в том числе в отношении которой направлено уведомление или заявка на регистрацию или лицензию, могут быть освобождены от действия требований стандартов, если регулирующий орган удостоверен, что они соответствуют критериям изъятия или уровням освобождения от контроля, указанным в приложении 1. Освобождения или другие уровни освобождения определяются регулирующим органом на основании этих критериев изъятия. Изъятие не допускается в отношении практической деятельности, которая не считается оправданной.

Практическая деятельность и источники в рамках практической деятельности могут быть освобождены без дополнительного рассмотрения при условии соблюдения следующих критериев во всех возможных ситуациях:

a) ожидаемая эффективная доза, которая может быть получена любым человеком из-за освобожденной практической деятельности или источника, составляет не более 10 мкЗв в год; и

b) либо суммарная эффективная доза за один год выполнения практической деятельности составляет не более 1 человеко-Зиверт, либо оценка для оптимизации защиты показывает, что исключение является оптимальным вариантом».

Соответствие a).

Использование требований к пределам дозы, приведенным в разделе 9 настоящего стандарта, 0,4 мкЗв на процедуру досмотра для систем обратного рассеивания означает, что человек будет ограничен 25 досмотрами в год, чтобы соответствовать пределу 10 мкЗв, а для систем передачи, где предел в соответствии с настоящим стандартом составляет 5 мкЗв, человек будет ограничен двумя досмотрами в год.

Соответствие b).

Для одной системы досмотра в течение года можно сканировать в общей сложности около 2 500 000 человек с использованием систем обратного рассеяния и 200 000 человек для систем передачи.

«ИСКЛЮЧЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ И УРОВНИ ОСВОБОЖДЕНИЯ

следующие источники в рамках практической деятельности, в том числе в отношении которых направлено уведомление или заявка на регистрацию или лицензию, автоматически освобождаются от действия требований стандартов:

c) генераторы излучения типа, утвержденного регулирующим органом, и любые электронные трубки, такой как электронно-лучевая трубка для отображения визуальных изображений, при условии, что:

i) они не вызывают в нормальных рабочих условиях мощность амбиентного эквивалента дозы или мощность направленного эквивалента дозы, соответственно, превышающую 1 мкЗв · $ч^{-1}$ на расстоянии 0,1 м от любой доступной поверхности устройства».

Соответствие c), i).

Требования к экранированию, установленные в 7.2.1, ограничивают мощность эквивалента дозы до 2,5 мкЗв · $ч^{-1}$ на расстоянии 30 см, что соответствует пределу BSS, который соответствует примерно 0,11 мкЗв · $ч^{-1}$ на расстоянии 30 см.

Приложение С
(справочное)

Требования к измерителю локализации утечки и его применению

Этот прибор должен иметь следующие характеристики:

a) Измерительный прибор (или отсоединенный зонд) должен иметь несколько датчиков в линейной матрице с активной длиной не менее 35 см. Каждый датчик должен иметь размер не более 5 см.

b) Каждый выход детектора должен иметь отдельный счетчик или другое средство для обеспечения индикации, пропорциональной сигналу. Такой индикатор должен обеспечивать индикацию детектора, обеспечивающего наивысший мгновенный сигнал.

c) Измеритель должен реагировать на фотонное излучение с энергией от 15 до 600 кэВ, которое может измеряться до 0,1 мкЗв · $ч^{-1}$ или лучше.

d) Прибор должен иметь минимальный динамический диапазон от стандартного амбиентного эквивалента дозы от 0,1 до 1 000 мкЗв · $ч^{-1}$, с наименьшим разрешением шкалы 0,1 мкЗв · $ч^{-1}$ или выше для всего диапазона энергий. Индикация переполнения должна происходить, когда диапазон измерителя превышен.

e) Прибор должен реагировать на следующие импульсы излучения и обеспечивать подходящую индикацию для последующего измерения: 100 мс, 1 нЗв одиночных импульсов (т. е. мгновенная скорость 36 мкЗв · $ч^{-1}$); 10 мс, импульсы 10 нЗв (т. е. мгновенная скорость 3 600 мкЗв · $ч^{-1}$).

f) Прибор должен работать надлежащим образом при температуре от –10 °С до +50 °С и относительной влажности до 95 %.

Рассеивающий объект должен располагаться в месте, где человек обычно должен быть экранирован. Рассеивающий объект должен аппроксимировать площадь поверхности среднего взрослого человека и должен иметь плотность около 1 г · $см^{-3}$. При использовании объекта рассеяния эквивалент эквивалентной дозы должен быть измерен в местах, где допускается доступ наблюдателя.

В тех случаях, когда экранирование зависит от стен, перегородок и т. д. при установке или дополнительном экранировании, которое не является частью основного оборудования, эти испытания должны проводиться повторно, когда любые панели, двери и т. д, которые могут быть открыты, удаляются или открываются.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60038:2009	MOD	ГОСТ 29322—2014 (IEC 60038:2009) «Напряжения стандартные»
IEC 60050-393:2003	—	*
IEC 60050-394:2007	—	*
IEC 60068-2-27	—	*
IEC 60068-2-75:1997	—	*, 1)
IEC 61000-4-2	MOD	ГОСТ 30804.4.2—2013 (IEC 61000-4-2:2008) «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний»
IEC 61000-4-3	IDT	ГОСТ IEC 61000-4-3—2016 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-3. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к излучаемому радиочастотному электромагнитному полю» (IEC 61000-4-3:2010)
IEC 61000-4-4	IDT	ГОСТ IEC 61000-4-4—2016 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к электрическим быстрым переходным процессам (пачкам)» (IEC 61000-4-4:2012)
IEC 61000-4-5	IDT	ГОСТ IEC 61000-4-5—2017 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к выбросу напряжения» (IEC 61000-4-5:2014)
IEC 61000-4-6	MOD	ГОСТ 30804.4.6—2002 (МЭК 61000-4-6:1996) «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Требования и методы испытаний»
IEC 61000-4-12	IDT	ГОСТ IEC 61000-4-12—2016 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-12. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к звенящей волне» (IEC 61000-4-12:2006)
IEC 61187	—	*
IEC 61508 (all parts)	—	*, 2)
	—	*, 3)

1) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 52762—2007 (МЭК 60068-2-75:1997) «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие ударов по оболочке изделий».

2) В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 61508-1—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования».

3) В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 61508-2—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 2. Требования к системам».

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 61508 (all parts)	IDT	ГОСТ IEC 61508-3—2018 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению» (IEC 61508-3:2010)
ISO 4037 (all parts)	—	*
ISO 4037-1:1996	—	*

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

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

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

Библиография

[1] ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurements) 17:1970 Radiation dosimetry: X-rays Generated at Potentials of 5 to 150 kV
(Радиационная дозиметрия: рентгеновские лучи, генерируемые при потенциалах от 5 до 150 кВ)

[2] ICRU 39 Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources
(Определение эквивалентной дозы, полученной от внешних источников излучения)

[3] ICRU 51 Quantities Units in Radiation Protection
(Величины и единицы измерений в защитной дозиметрии)

УДК (083.74)(476) МКС 13.280 IDT

Ключевые слова: приборы радиационной защиты, рентгеновские системы для досмотра людей

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 19.05.2022. Подписано в печать 01.06.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,92.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru